

**PREMIÈRES OBSERVATIONS SUR LA POLLINISATION ET
LA COULURE DES FLEURS DE LUZERNE
EN CHARENTES (*MEDICAGO SATIVA* L.)**

*Erste Beobachtungen über die Bestäubung
und das Abfallen der Blüten bei der Luzerne
(*Medicago sativa* L.) in Charentes*

Alain DELAUDE et Jean-Noël TASEI

avec la collaboration technique de Pierre BLANCHARD

Fédération nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences.

Laboratoire d'Ethologie et d'Écologie des Insectes,

Station d'Amélioration des Plantes fourragères, I.N.R.A.

86 - Lusignan

SUMMARY

**PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE POLLINATION AND THE
WASHING AWAY OF THE POLLEN OF LUCERNE FLOWERS (*Medicago sativa*)
IN CHARENTES**

The authors describe methods for observing pollinators and techniques for finding the origin and measuring the importance of the losses in lucerne flowers and fruits.

During the Summer 1970, it was established that the main Apoidea species that tripped lucerne flowers at Barbezieux in the Charentes area were : *Andrena labialis* Kby and *Eucera tuberculata* F. in June, and *Melitta leporina* Panz. in July. *A. labialis* seems to be less strictly bound to the papilionaceous plants than *E. tuberculata*.

The average tripping rate of the flowers was 70 %. The rate of physiological washing away of the pollen is less important when the pollination is manual (with supply of foreign pollen) than when it is natural (54 % and 62 % respectively). Two flowers out of three have not given harvestworthy pods in the observation fields.

RÉSUMÉ

Les auteurs décrivent des méthodes d'observation de la faune pollinisatrice et des techniques permettant de mesurer l'origine et l'importance des pertes en fleurs et fruits de la luzerne.

Il a été établi au cours de l'été 1970 que les principales espèces d'*Apoidea* solitaires déclenchant les fleurs de luzerne à Barbezieux dans la région des Charentes sont : *Andrena labialis* Kby. et *Eucera tuberculata* F. en juin et *Melitta leporina* Panz. en juillet. *A. labialis* paraît être moins strictement inféodée aux plantes de la famille des Papilionacées, qu'*E. tuberculata*.

Le taux de déclenchement moyen des fleurs a été 70 %. Le taux de coulure physiologique en pollinisation manuelle (avec apport de pollen étranger) est moins important qu'en pollinisation naturelle (54 % et 62 % respectivement). On estime que sur les champs d'observation, deux fleurs sur trois n'ont pas donné de gousses récoltables.

INTRODUCTION

L'étude des insectes pollinisateurs de la luzerne a débuté en France en 1962, à la Station d'Amélioration des Plantes fourragères de Lusignan. Après avoir dressé un premier inventaire de la faune pollinisatrice on a pu étudier l'évolution des populations, et préciser certains points essentiels concernant la biologie et le comportement de butinage et de nidification des espèces principales (LECOMTE J. et TIRGARI S., 1962; TIRGARI S., 1968). Des observations complémentaires ont permis de mesurer l'activité de déclenchement des insectes et d'évaluer les pertes imputables à une mauvaise pollinisation et à une coulure des fleurs fécondées.

Cependant nous possédons seulement des données fragmentaires en provenance de régions plus méridionales, productrices de semences de luzerne et les résultats obtenus à Lusignan n'ont dans leur ensemble qu'une valeur locale. Il apparaît donc indispensable d'élargir ces observations à plusieurs régions de France. L'essai réalisé en Charentes au cours de l'été 1970 dans le cadre du C.E.T.A. de Barbezieux est susceptible d'apporter aux agriculteurs multiplicateurs de ce secteur d'utiles renseignements, tout en s'intégrant dans le contexte des études écologiques sur les insectes pollinisateurs.

Nous nous proposons d'une part d'effectuer l'inventaire de la faune des apoïdes pollinisateurs de la luzerne et d'étudier certains caractères biologiques et écologiques des espèces communes; d'autre part, de mesurer les effets de leur butinage et de déterminer l'importance et l'origine des pertes en fleurs et fruits de la luzerne.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES D'OBSERVATION

Nous avons choisi quatre champs de luzerne (A, B, C, D) entre les localités de Barbezieux et de Blanzac (Charentes). Cette zone du Cognacais, vallonnée est caractérisée par des sols argilo-calcaires de même origine. C'est une région de polyculture et de vignes.

Le champ B et la partie A₁ du champ A ont une floraison précoce (pas de précoupe). Les champs C, D et la partie A₂ du champ A ont une floraison tardive (avec précoupe). Nous caractérisons chaque biotope schématiquement par son exposition (plateau ou flanc de vallon) et par la superficie du champ :

champ A ₁ — flanc de vallon — 0,5 ha	}	floraison précoce
champ B — plateau — 4 ha		
champ A — flanc de vallon — 10 ha	}	floraison tardive
champ C — plateau — 4 ha		
champ D — flanc de vallon — 11 ha		

Dans chacun des champs sont délimités 5 bandes de 40 × 1 m, réparties diagonalement dans le champ, afin d'éliminer les effets de bordure et de prospecter une surface représentative.

A. — *Étude de la faune*

1. *Techniques de comptage des insectes* (1)

L'observateur longe une fois par jour, lentement, les bandes de luzerne, et compte les abeilles solitaires femelles ainsi que les ouvrières de bourdons qui provoquent des déclenchements. L'ordre de visite des champs est inversé afin que chaque champ soit inspecté alternativement le matin et le soir. Quelques captures permettent d'identifier sûrement les espèces. D'autre part les chargements de pollen recueillis sur les brosses de ces insectes sont déterminée afin de connaître les plantes compétitrices de la luzerne. En raison de l'efficacité très faibles des abeilles domestiques (*Apis mellifica* L.) (voir LECOMTE J., 1959) nous n'avons pas jugé nécessaire de recenser cette espèce.

2. *Techniques de détermination des pollens*

Nous employons la technique de MAURIZIO A. et LOUVEAUX J. (1965) légèrement modifiée : après lavage dans un mélange d'éther et d'alcool, un échantillon du chargement complet porté par chaque insecte capturé est monté entre lame et lamelle dans une goutte de gélatine glycé-
rinée légèrement colorée à la fuchsine et liquéfiée à la chaleur. L'analyse de ces préparations s'effectue par comparaison avec des lames de référence faites à partir des étamines de plantes fraîches.

B. — *Étude de l'évolution de la floraison* (1)

Dans chaque champ et chaque jour, l'observateur lance 5 fois au hasard un cerceau de 0,5 m de diamètre et compte le nombre d'inflorescences épanouies, qui sont enfermées à l'intérieur. On peut ainsi tracer avec une bonne précision la courbe de floraison des champs.

C. — *Évaluation des pertes de fleurs et de gousses*

1. *Définitions*

— Taux de pollinisation ou de déclenchement : nombre de fleurs pollinisées sur 100 fleurs épanouies.

— Taux de nouaison : nombre de gousses mûres issues de 100 fleurs épanouies.

— Taux de coulure : complément à 100 du taux de nouaison.

En outre nous distinguons :

— Nouaison absolue (N. a.) = $\frac{\text{Nombre de gousses mûres}}{\text{Nombre total de fleurs}} \times 100$

— Nouaison relative (N. r.) = $\frac{\text{Nombre de gousses mûres}}{\text{Nombre de fleurs déclenchées}} \times 100$

— Taux de coulure = 100 — N. a.

— Taux de coulure physiologique = 100 — N. r.

(1) Ces techniques ont été éprouvées au cours de quatre années consécutives à Lusignan (TASEI J. N., sous presse).

2. Méthodes d'étude

Il est très difficile d'évaluer les taux de déclenchement et de cou lure totale sur une même inflorescence. Une technique déjà utilisée à Lusignan consiste à prendre deux inflorescences voisines sur la même tige. Le calcul de la cou lure physiologique à partir de la cou lure totale exige une pollinisation identique des deux inflorescences. Celle-ci n'a pas toujours lieu, car il peut intervenir un léger décalage du stade de floraison chez des inflorescences de niveaux voisins. Il faut donc travailler sur un grand nombre de tiges et avoir soin de prendre au hasard l'inflorescence qui permettra de suivre le déclenchement par les insectes.

D'autre part, il existe une corrélation positive entre le nombre de fleurs déclenchées par inflorescence et le taux de cou lure physiologique (BOHART G. E., 1957; GUY P., ECALLE C., GENIER G., 1970). On élimine donc ce facteur de variation en évaluant la cou lure physiologique sur des inflorescences totalement déclenchées. Ce taux de cou lure est comparé à celui obtenu dans les conditions de déclenchement naturel.

3. Dispositif et techniques expérimentales

Ces comptages nécessitent un travail considérable, aussi, seul le champ B, non précoupé a été pris en considération. Une fois par semaine, du 7 juin au 27 juillet on marque au hasard 15 plantes (3 par bande) et 2 tiges par plante.

a) sur l'une de ces tiges on choisit deux inflorescences voisines au stade de bouton avancé. On compte le plus tôt possible leur nombre total de fleurs. Ces inflorescences sont marquées au hasard au moyen d'une laine rouge et d'une laine bleue.

L'inflorescence « rouge » ne sera plus touchée pendant un mois environ, jusqu'à ce qu'il soit possible de compter le nombre de gousses vertes et de déterminer le taux de nouaison absolue.

Sur l'inflorescence « bleue » on enlève, tous les jours, et on compte séparément les fleurs fanées déclenchées et les fleurs fanées non déclenchées. Ceci permet d'obtenir avec précision le taux de pollinisation.

b) sur la deuxième tige on repère une seule inflorescence au stade « bouton avancé » et l'on compte le nombre de fleurs. L'observateur complète chaque jour, manuellement la pollinisation. Au bout de trois semaines il dénombre les gousses formées.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A. — Observations sur les *Apoïdes*

1. Inventaire de la faune

Au moins 11 espèces différentes ont été rencontrées sur la luzerne.

Eucera longicornis L.

Eucera tuberculata F.

Andrena labialis Kby.

Andrena ovatula Kby.

Andrena florea F. (1)

Halictus sp.

Osmia rufa L. (1)

Osmia aurulenta Panz. (2)

Melitturga clavicornis Latr.

Melitta leporina Panz.

Bombus sp.

Sur la figure 1 il apparaît que les genres dominants sont par ordre d'im-

(1) L'activité pollinisatrice de ces deux espèces est douteuse.

(2) *Osmia aurulenta* est une espèce nidifiant exclusivement dans les coquilles d'escargots (MALSYHEV S.I., 1935). Elle a été trouvée également sur la luzerne à Castelnaudary (Aude).

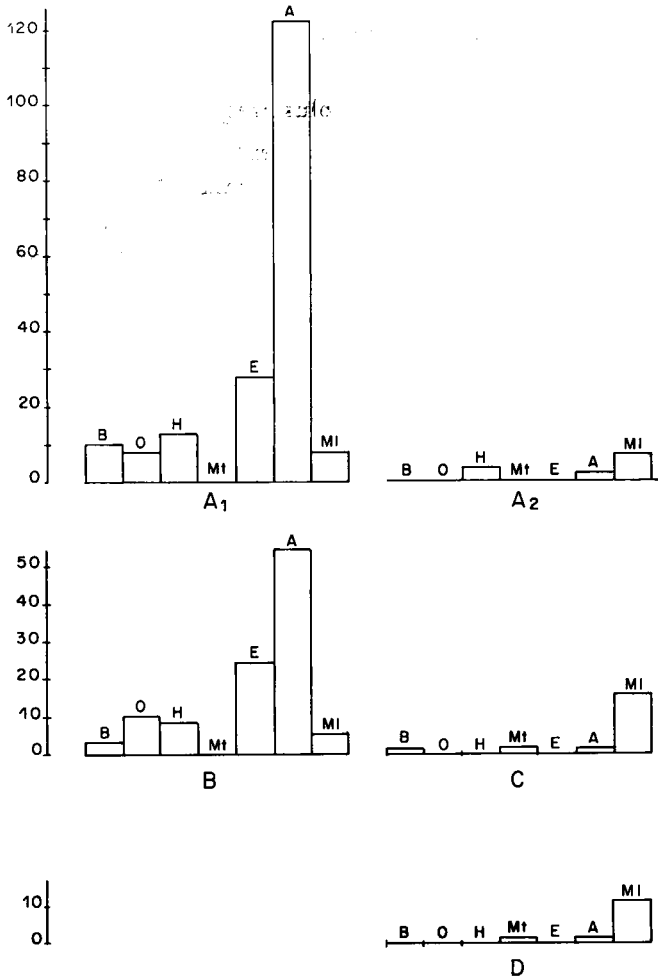


FIG. 1. — Population d'abeilles solitaires et de Bourdons sur les champs de luzerne de Barbezieux en juin et juillet 1970

Insectes : B = *Bombus* — O = *Osmia* — H = *Halictus*
 Mt = *Melitturga* — E = *Eucera* — A = *Andrena*
 MI = *Melitta*.

Champs : A₁, sans précoupe ;
 A₂, avec précoupe ;
 B, sans précoupe ;
 C et D, avec précoupe.

En ordonnées : nombre d'insectes.

ABB. 1 — Populationen von solitären Bienen und von Hummeln in den Luzernefeldern von Barbezieux im Juni und Juli 1970.

Insekten : B = *Bombus* ; O = *Osmia* ; H = *Halictus* ; Mt = *Melitturga* ; E = *Eucera* ; A = *Andrena* ;
 MI = *Melitta*.

Felder : A₁ = ohne Frühschnitt ;
 A₂ = mit Frühschnitt ;
 B = ohne Frühschnitt ;
 C u. D = mit Frühschnitt.

Ordinaten = Zahl der Insekten.

portance : *Andrena*, *Eucera* et *Melitta*. Ont été rarement observés les genres : *Halictus*, *Osmia*, *Melitturga* et *Bombus*.

Dans le genre *Andrena* l'espèce la plus fréquente est *Andrena labialis*.

Dans le genre *Eucera* l'espèce la plus fréquente est *Eucera tuberculata*.

Il est intéressant de comparer cet inventaire faunistique à celui qui a été réalisé pendant la même période à Lusignan (TASEI J.N. sous presse). Dans cette région située à 110 km au Nord de Barbezieux les mêmes genres et les mêmes espèces sont représentées (exception faite du genre *Osmia*) mais dans des proportions très différentes. Le tableau 1 permet de comparer les fréquences des principales espèces d'Apoïdes pollinisateurs dans les deux localités.

TABLE 1. - Classement par ordre d'importance numérique des principales espèces pollinisatrices de la luzerne à Lusignan (86) et à Barbezieux (16) en 1970

TABLE 1. - Klasseneinteilung der hauptsächlichsten Insektenarten, die die Luzerne 1970 in Lusignan und Barbezieux bestäubten

classe	1	2	3
localité			
Barbezieux	<i>Andrena labialis</i>	<i>Eucera tuberculata</i>	<i>Melitta leporina</i>
Lusignan	<i>Melitta leporina</i>	<i>Andrena ovatula</i>	<i>Eucera longicornis</i>

2. Influence du biotope sur la composition de la faune

La comparaison des biotopes A₁ et B (luzerne à floraison précoce), fait ressortir la supériorité de A₁ où se trouve concentrée une population d'*Andrena labialis* double de celle de B. Il s'agit peut-être d'un effet de dilution de la population dans le grand champ B ou bien d'un accroissement local de population en A dû à des raisons écologiques probablement difficiles à mettre en évidence.

Par contre aucune différence n'est observée entre les densités d'insectes des biotopes A, C et D où la luzerne fleurit tardivement. D'ailleurs nous pouvons difficilement comparer entre elles des populations extrêmement réduites.

3. Périodes de vol et influence des facteurs climatiques

La période d'activité sur la luzerne des genres *Eucera*, *Andrena*, *Halictus*, *Osmia*, et *Bombus* se situe en juin.

Celle des genres *Melitta* et *Melitturga* en juillet (Fig. 2). Les courbes représentant la fréquence journalière des espèces (Fig. 2) délimitent plus précisément les périodes d'activité des principaux genres pollinisateurs. Il est nécessaire de remarquer que ces périodes sont déterminées par les températures

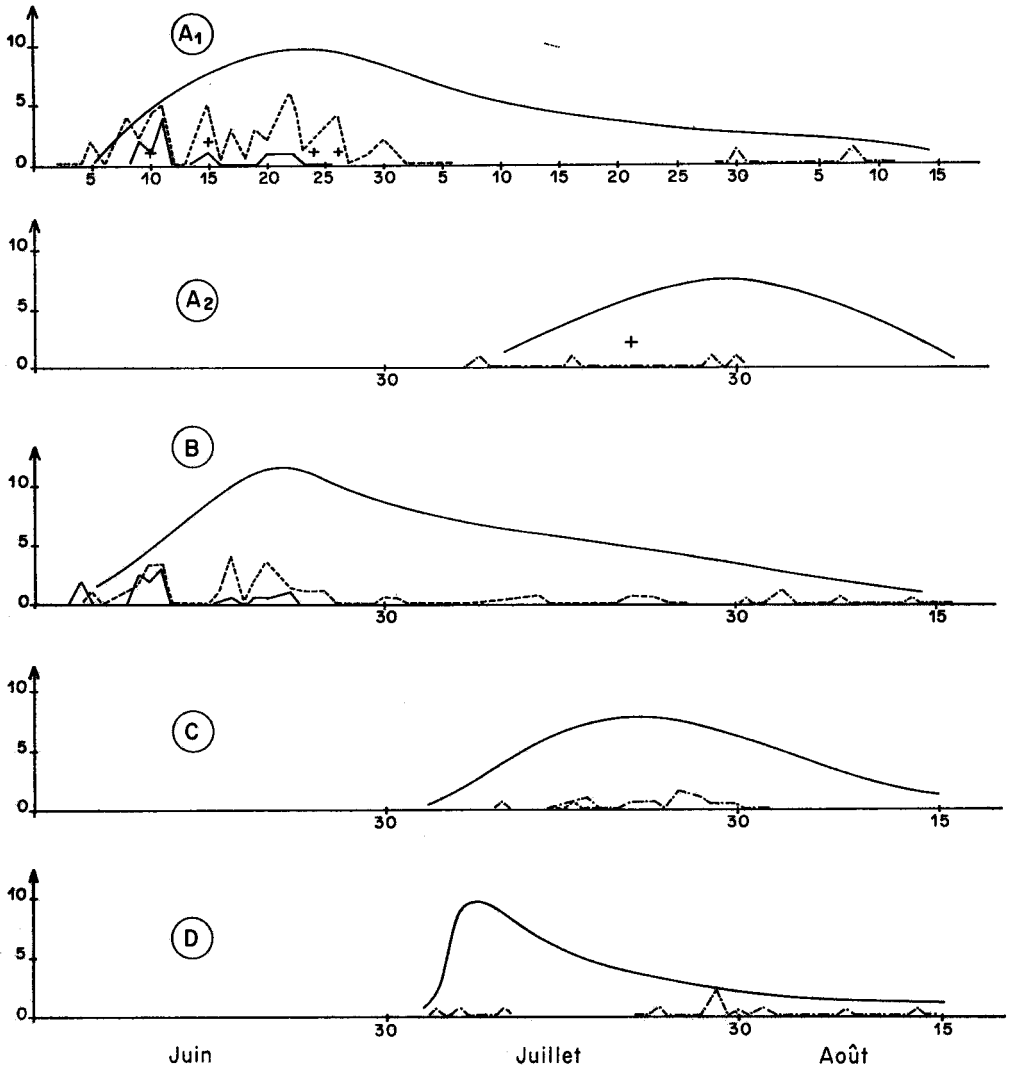


FIG. 2. — Population d'abeilles solitaires sur la luzerne à Barbezieux en juin et juillet 1970. En ordonnées : nombre d'insectes sur 100 m².

— Eucera
 - - - - - Andrena
 Melitta
 + Halictus
 ~ Floraison

Les champs sont les mêmes que ceux de la figure 1.

ABB. 2 — Populationen solitärer Bienen auf der Luzerne in Barbezieux im Juni und Juli 1970. Ordinaten = Zahl der Insekten je 100 m²

— Eucera
 - - - - - Andrena
 Melitta
 + Halictus

~ Blütezeit

Die Felder sind die gleichen wie in Abb. 1.

hivernales et printanières subies par les insectes au stade de repos dans le site de nidification de l'année précédente. (TASEI J.N., sous presse.)

La présence des insectes sur les fleurs dépend des conditions météorologiques momentanées et de l'heure. Ainsi certains Apoïdes ont tendance à fréquenter la luzerne dans la matinée (OBTEL R. et SEDIVY, 1965). Nos observations ont permis de vérifier cette règle dans le cas des *Andrena*. La technique de comptage et la relative discontinuité des renseignements climatologiques officiels (Fig. 3) ne nous permettent pas d'établir de corrélation entre les variations climatiques et les variations du nombre d'insectes observés.

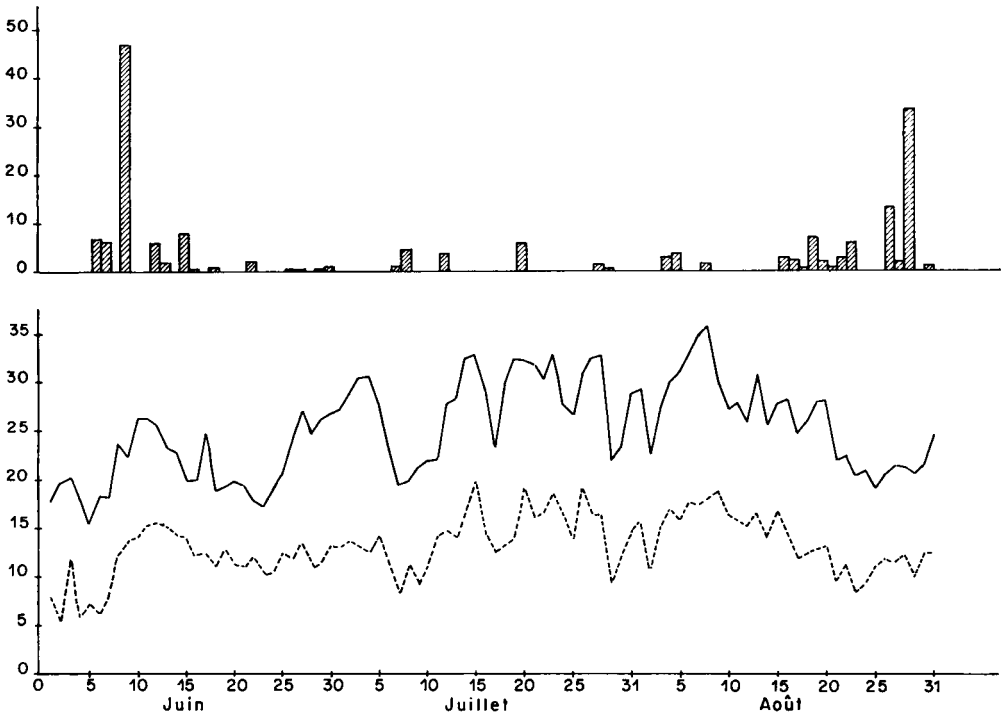


FIG. 3. — Relevés climatologiques de juin, juillet et août 1970 à Barbezieux.

//// Précipitations

— Températures : maximums

..... Températures : minimums

Graphique supérieur : en ordonnées, pluie en mm.

Graphique inférieur : en ordonnées, températures en °C.

ABB. 3 — Witterungsangaben für Juni, Juli und August 1970 in Barbezieux

//// Niederschlag

— Temperatur, Maxima

..... Temperatur, Minima

Obere Abb. auf d. Ordinate = Regenhöhe in mm

Untere Abb. auf d. Ordinate = Temperatur in °C

4. *Plantes compétitrices de la luzerne*

Le tableau 2 donne quelques exemples de compositions polliniques des chargements d'individus capturés sur la luzerne dans le courant du mois de

TABL. 2. - *Composition de quelques chargements de pollen d'Apoïdea capturés sur la luzerne.*

Proportions = + + + + 100 %
 + + 50 %
 — traces

TAB. 2. - *Zusammensetzung einiger Pollenlasten von auf der Luzerne abgefangenen Apoïdeen*

Verhältnis : + + + + = 100 %
 + + = 50 %
 — = Spuren

Insectes Plantes	<i>Medicago sativa</i>	<i>Lathyrus</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Lotus</i>	<i>Tilia</i>	<i>Brassica</i>
<i>Eucera longicornis</i> 1	++++						
— — 2	++++						
<i>Eucera tuberculata</i> 1	++	++					
— — 2	++++						
— — 3	++++						
— — 4	++++						
— — 5	++	++					
— — 6	++	+	+				
— — 7	++++						
— — 8	+	++	+				
— — 9	++++						
— — 10	++++						
— — 11	++++						
— — 12	++++						
— — 13	++	++	—				
— — 14	++	++	—				
<i>Andrena ovatula</i> 1	++		—	++			
<i>Andrena labialis</i> 1	++++		—				
— — 2	++					++	
— — 3	++++				—		
— — 4	++					++	
— — 5	—		++	++			
— — 6	++++						
— — 7	++++						
— — 8	++			++			
— — 9			++		—		++
— — 10	++++		—				
<i>Osmia aurulenta</i> 1	++++						
— — 2	++++						

juin et appartenant en majorité au biotope B. Ce contrôle effectué sur 29 insectes appartenant à 5 espèces différentes permet :

- a) de vérifier si le butinage sur la luzerne de certaines espèces rares n'est pas accidentel ;
 - b) d'apprécier la constance de butinage des espèces de luzerne ;
 - c) de recenser les plantes compétitrices.
- (Voir les travaux de ANASIEWICZ A. et WARAKOMSKA Z. en 1969 dans ces domaines.)

Malgré le petit nombre d'exemplaires nous voyons que presque tous les chargements analysés contiennent 50 à 100 % de pollen de luzerne. Les genres *Andrena* et *Eucera* sont donc fortement attirés par le pollen de luzerne. Quant à l'espèce *Osmia aurulenta*, elle paraît aussi butiner cette plante pour le pollen. La moitié des chargements contient des pollens étrangers provenant le plus souvent de Papilionacées (*Lathyrus*, *Trifolium*, *Lotus*). Ces plantes compétitrices ont donc été visitées au cours de la journée, mais avec moins d'assiduité que la luzerne : *Eucera tuberculata* a butiné particulièrement sur les gesses (*Lathyrus*) et aussi sur le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.). *Andrena labialis* a butiné sur le trèfle violet, le trèfle blanc (*Trifolium repens* L.), le lotier (*Lotus*), le chou (*Brassica*), le tilleul (*Tilia*), *Andrena labialis* semble donc faire un choix de plantes pollinifères, beaucoup moins précis qu'*Eucera tuberculata*, puisqu'elle visite simultanément trois familles de plantes.

Il faut remarquer que si la présence de ces plantes compétitrices nuit, dans des proportions qui restent à déterminer, à l'efficacité des insectes pollinisateurs de la luzerne, elle est indispensable au maintien de leur population, avant et après la floraison de la luzerne, mais aussi dans les biotopes où la luzerne n'est pas encore cultivée.

5. Coïncidence de la floraison et des sorties d'insectes — son effet sur le rendement grainier

Deux courbes de floraison détaillées (Fig. 4) indiquent que la précoupe raccourcit, rend moins dense, et surtout retarde la période de pleine floraison. La superposition des courbes de floraison schématiques et des courbes de population d'insectes (Fig. 2) met en évidence le fait que la pleine floraison des champs non précoupés a lieu en juin et coïncide avec les sorties des espèces dominantes : *Andrena* et *Eucera*, tandis que la pleine floraison des champs précoupés a lieu en juillet et coïncide avec les sorties d'une seule espèce assez abondante : *Melitta*.

Il n'est donc pas étonnant de constater que les rendements des champs A₁ et B non précoupés, sont supérieurs à ceux des champs A₁, C et D, précoupés. (Tableau 3.) Cependant les très faibles populations des champs précoupés ne laissaient pas prévoir des rendements relativement élevés. Pour les mêmes

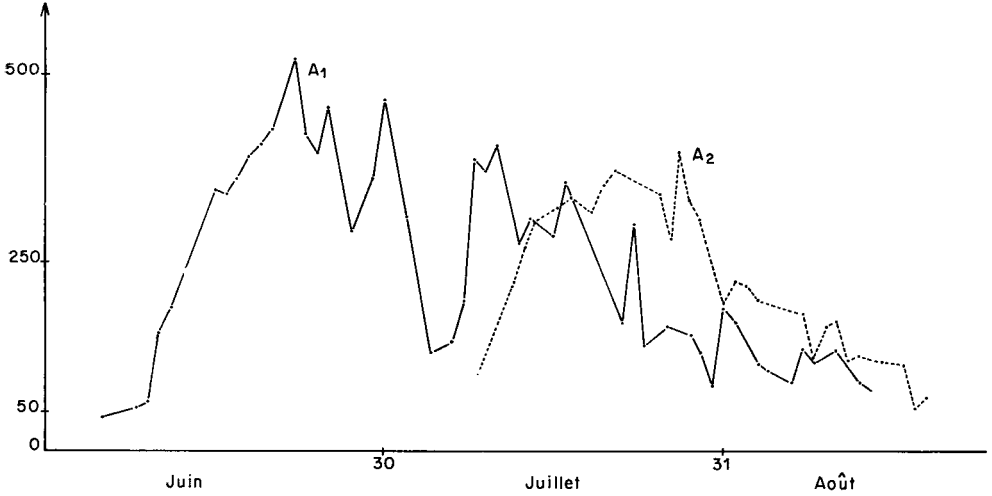


FIG. 4. — Courbes de floraison de la luzerne à Barbezieux en 1970.
 En ordonnées : nombre d'inflorescences au mètre carré.
 — A1 = champ non précoupé,
 A2 = champ précoupé.

ABB. 4 — Kurven der Blütezeit der Luzerne 1970 in Barbezieux
 Ordinate = Zahl d. Blütenstände je m²
 — = A₁ Feld ohne Frühschnitt
 = A₂ Feld mit Frühschnitt

raisons on pouvait s'attendre à obtenir en B un rendement significativement inférieur à celui de A₁.

TABL. 3. — Nombre de pollinisateurs et rendements grainiers
 TAB. 3. — Zahl der bestäubenden Insekten und Körnerertrag

Champs	A ₁	B	D	C	A ₂
Feld					
Rendements en kg/ha ..	500	480	420	360	250
Körnerertrag in kg/ha					
Nombre total d'unité de pol. *	51	24	7	8	5
Gesamtzahl der Bestäubungseinheiten *					
Précoupe	0	0	+	+	+
Frühschnitt					

* — Étant donné les différences de rapidité de déclenchement d'une espèce à une autre, nous estimons approximativement que : 1 unité de pollinisation = 1 *Melitturga* = 2 *Melitta* = 2 *Eucera* = 4 *Andrena* = 4 *Halictus* = 20 *Bombus* = 100 *Apis mellifica* (*Osmia*).

* Da die Unterschiede in der Geschwindigkeit der Bestäubung zwischen den einzelnen Arten bekannt sind, setzen wir 1 Bestäubungseinheit = 1 *Melitturga* = 2 *Melitta* = 2 *Eucera* = 4 *Andrena* = 4 *Halictus* = 20 *Bombus* = 100 *Apis mellifica* (*Osmia*?).

B. — *Observations sur la coulure*1. *Taux de déclenchement*

Au cours des 8 semaines de comptage, 70 % des fleurs dénombrées ont été déclenchées. Le taux de pollinisation évolue en fonction du temps de manière très caractéristique (Fig. 6) : au début et à la fin de la floraison lorsque le nombre de fleurs est peu élevé, peu d'insectes suffisent pour les polliniser de façon satisfaisante, tandis qu'au moment critique de la pleine floraison, lorsque les besoins en insectes sont très élevés, une fleur sur deux seulement est déclenchée.

Cependant un point demeure inexpliqué : la discordance entre le nombre de pollinisateurs rencontrés pendant le mois de juillet et le taux de déclenchement correspondant. Une population d'insectes aussi faible ne peut pas déclencher une telle masse de fleurs. Les méthodes de comptage ayant déjà fait leurs preuves et d'entres circonstances, seuls, un taux particulièrement élevé d'auto-déclenchement, l'action d'un pollinisateur ayant échappé aux observations ou une efficacité exceptionnelle de l'abeille domestique peuvent être mis en cause.

2. *Coulure physiologique*

a) *en pollinisation artificielle* (manuelle), 38 % des fleurs déclenchées tombent avant d'avoir donné une gousse verte. Le taux de coulure physiologique est remarquablement constant pendant un mois en période de pleine floraison (Fig. 5, Tabl. 4). Il est plus élevé au début et à la fin de la floraison, ce qui confirme les observations effectuées en serre à Lusignan.

TABL. 4. — *Déclenchement et coulure*TAB. 4. — *Bestäubung und Abfallen der Blüten*

Semaines Wochen	1	2	3	4	5	6	7	8
% déclenchement % Bestäubung	86	79	67	51	61	70	73	77
% coulure physiol. en pollin. natur. % physiol. Abfallen bei nat. Bestäubung	63	47	55	72	45	51	42	52
% coulure physiol. en pollin. manuelle % physiol. Abfallen b. künstl. Bestäubung	50	35	35	37	36	35	60	66

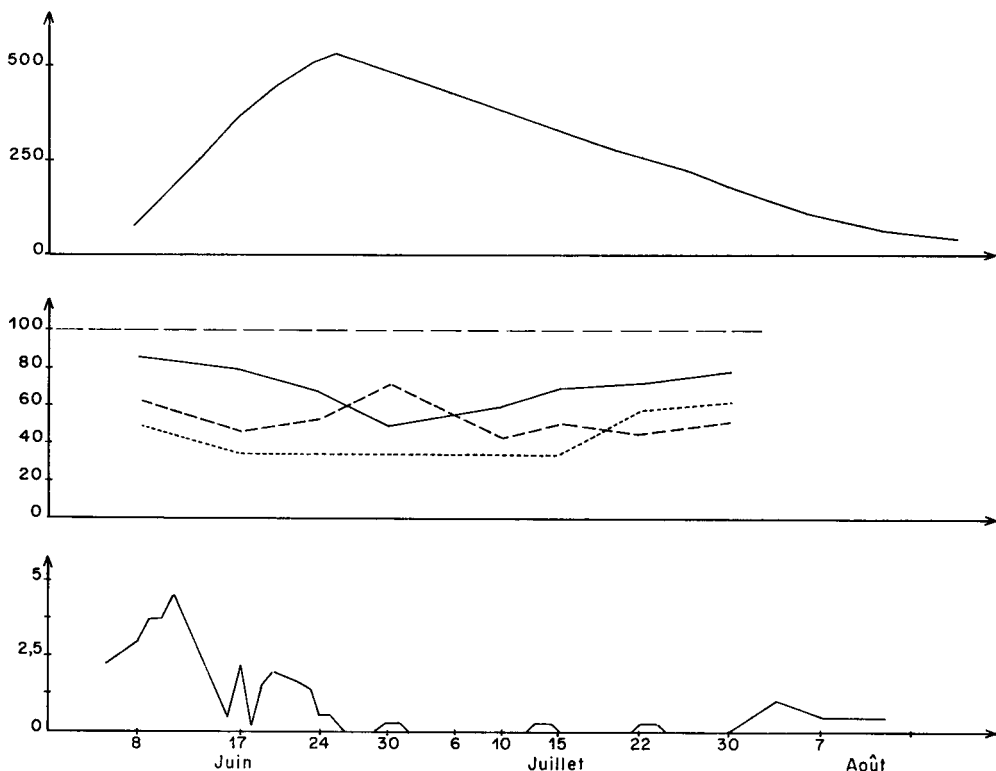


FIG. 5. — Déclenchement et coulure.

Figure supérieure, en ordonnées : nombre d'inflorescences au mètre carré.

Figure centrale, ———— taux de déclenchement en %

----- Pollinisation naturelle } Taux de coulure physiologique en %
 Pollinisation manuelle }

Figure inférieure, en ordonnées : unités de pollinisation pour 100 mètres carrés.

ABB. 5 — Bestäubung und Blütenabfall

Oben auf d. Ordinate = Zahl der Blütenstände je m²

Mitte : ———— Prozentsatz der Bestäubung

----- natürliche Bestäubung } Prozentsatz d. « physiol. Blütenabfalls »
 künstliche Bestäubung }

Unten : Ordinate = Bestäubungseinheiten je 100 m²

Signalons qu'une attaque tardive de Cecidomyies, peut-être sous estimée, vient se superposer à cet effet. On peut malgré tout affirmer que la fertilité diminue très vite en fin de floraison.

b) en pollinisation naturelle (insectes), la coulure physiologique est plus irrégulière. Elle augmente curieusement lorsque le taux de déclenchement atteint son minimum, alors que c'est le phénomène inverse qui est observé généralement (DELAUDE A. 1970). Seul un pourcentage plus élevé d'auto-déclenchement provoqué par une brusque variation de température et d'humidité

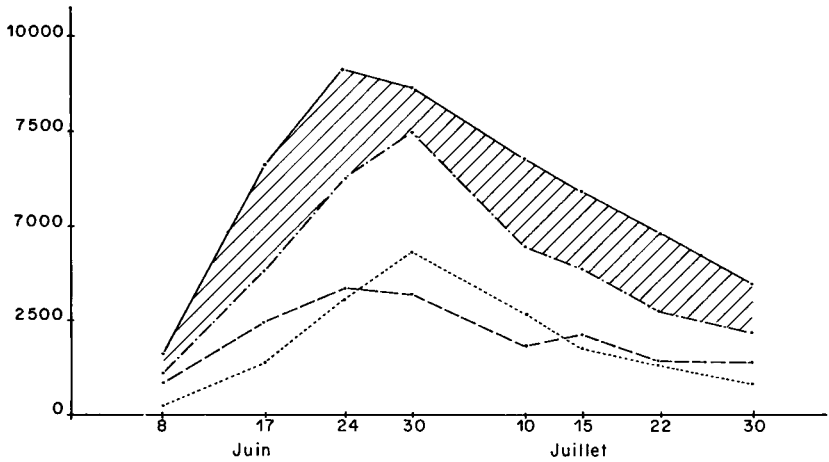


FIG. 6. — *Estimation des pertes réelles.*

En ordonnées, nombre de fleurs ou de gousses par mètre carré.

— — — — — Nombre total de fleurs.

— — — — — Nombre de fleurs perdues par « coulure physiologique ».

..... Nombre de fleurs perdues par manque de pollinisation.

— · — · — · Nombre total de fleurs perdues.

//// //// //// Fraction de la floraison ayant donné des gousses récoltables.

ABB. 6 — *Berechnung der tatsächlichen Verluste*

Ordinate = Zahl der Blüten oder Schoten je m²

— — — — — = Gesamtzahl der Blüten

— — — — — = durch « physiologisches Abfallen » bedingter Verlust an Blüten

..... = durch fehlende Bestäubung verursachter Blütenverlust

— · — · — · = Gesamtblütenverlust

//// //// //// = Zeitraum der Blüte, der reife Schoten lieferte

dité de l'air pourrait expliquer cette irrégularité, puisque les taux de coulure sur inflorescence déclenchée à la main ne varient pas. L'examen des relevés météorologiques ne permettent pas de confirmer cette hypothèse.

Malgré la pollinisation partielle des inflorescences, le nombre de gousses vertes issues de 100 fleurs déclenchées est plus faible en pollinisation naturelle qu'en pollinisation artificielle (54 % et 62 % respectivement). Les pertes de gousses sont également plus irrégulières et plus élevées (Tableau 5). Nos expériences antérieures aboutissant aux conclusions inverses se trouvent-elles démenties ? Il ne semble pas, car c'est un autre phénomène qui a pris le pas sur le précédent : tout se passe comme si 10 % environ des fleurs déclenchées étaient mal, ou pas pollinisées. S'agit-il d'autodéclenchement naturel ou d'autofécondation effectuée par les insectes ? Il est impossible de conclure de façon formelle. Peut-être les deux causes de mauvaise pollinisation interviennent-elles simultanément. Des essais réalisés en serre ont déjà prouvé la supériorité de la pollinisation manuelle (avec apport de pollen étranger), sur la pollinisation naturelle par les insectes (Guy P., Lecomte J., Ecalle C., 1969).

TABL. 5. - *Pertes des gousses vertes (du stade vert au stade brun)*
 TAB. 5. - *Verlust an grünen Hülsen (zwischen grünem u. braunem Stadium)*

% des pertes des gousses Hülsenverlust in %	Semaines Wochen	1	2	3	4	5	6	7	8
	en pollinisation naturelle (insectes) bei natürl. Bestäubung (Insekten)		-	25	8	13	3	9	2
en pollinisation manuelle bei künstl. Bestäubung		-	5	3	4	8	4	7	0

3. Coulure totale

Elle cumule les pertes de fleurs dues à une mauvaise pollinisation et celles dues à la coulure physiologique. Ce taux est très élevé, surtout au moment de la pleine floraison (Fig. 6 et 7).

4. Estimation des pertes réelles

Les taux de coulure précédents ne représentent que des pertes relatives. Ils doivent être pondérés par la densité de la floraison, afin d'obtenir une estimation de pertes réelles. La courbe de floraison permet en effet de calculer le nombre moyen de fleurs au mètre carré pour chaque semaine, et de déterminer au moyen des taux de déclenchement et de coulure le nombre approximatif de fleurs perdues par manque de pollinisation et par coulure physiologique. La figure 6 fait ressortir l'évolution de ces pertes en fonction du temps, le maximum, correspond à la pleine floraison. Au total une fleur sur trois donne une gousse récoltable. Malgré le niveau très important des pertes le champ a fourni 500 kgs de graines par hectare. Ceci confirme une fois de plus le potentiel de production très élevé de la culture.

CONCLUSION

Bien que certains phénomènes demeurent inexplicés, les méthodes d'observation utilisées en Charente paraissent donner satisfaction.

Nous avons constaté que la faune pollinisatrice de cette région est essentiellement terricole et proche de celle de Lusignan. La période de pleine floraison des champs non préoccupés correspond aux sorties massives des insectes de juin. Enfin, nous avons recueilli quelques données sur la spécialisation de ces espèces précoces dans leur butinage.

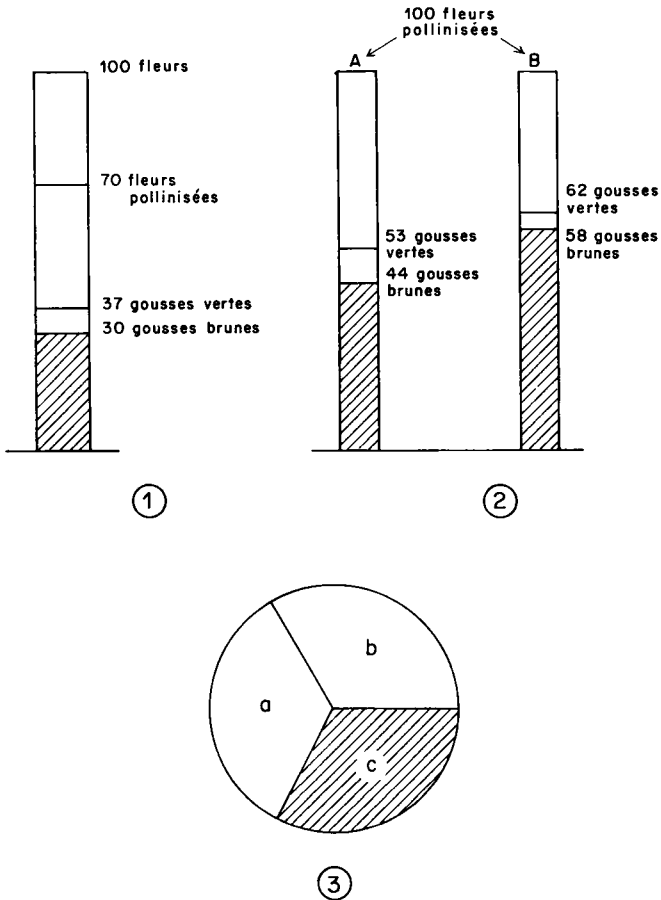


FIG. 7. — Estimation schématique des pertes réelles.

1. Taux moyens de pollinisation et de nouaison.
2. Estimation de la coulure physiologique.
 - A. Sur les inflorescences pollinisées par les insectes.
 - B. Sur les inflorescences entièrement pollinisées (complément manuel).
3. a = coulure physiologique 35 %,
 - b = coulure « pollinisation » 35 %,
 - c = gousses récoltables 32 %.

ABB. 7 — Schematische Berechnung der tatsächlichen Verluste

1. Durchschnittswerte von Bestäubung und Fruchtausatz.
2. Berechnung des « physiologischen Abfallens ».
 - A auf Blütenständen bei Insektenbestäubung.
 - B auf vollständig bestäubten Blütenständen (durch Handbestäubung ergänzt).
3. a = Physiologisches Abfallen 35 %.
 - b = Abfallen nach Bestäubung 35 %.
 - c = reife Schoten 32 %.

D'autre part, nous avons mis en évidence l'influence du mode de pollinisation sur la chute des fleurs pollinisées et vérifié une nouvelle fois le niveau élevé des pertes.

Ces résultats nous incitent à poursuivre simultanément nos recherches sur la pollinisation et la coulure physiologique.

Nous devons déterminer la période la plus favorable à la pollinisation et les causes des variations locales et annuelles des populations d'insectes, afin de les protéger efficacement et si possible les accroître. De plus, il sera intéressant d'étudier la coulure des fleurs en fonction des types de sol ou de l'exposition et de préciser l'importance de l'autodéclenchement.

Reçu pour publication en février 1971.

Eingegangen im Februar 1971.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre reconnaissance envers le C.E.T.A. de Barbezieux (Charentes) sans lequel cette étude n'aurait pas été possible.

Nous remercions M. DESMIER de CHENON qui a déterminé les *Apoïdea*.

ZUSAMMENFASSUNG

Die meisten Angaben über Bestäubung und Abfallen befruchteter Blüten bei der Luzerne stammen aus der Gegend von Lusignan. Es erschien uns notwendig, diese Beobachtungen auf südlichere Gebiete auszudehnen. Wir stellten uns die Aufgabe, einerseits gewisse Eigenschaften der bestäubenden Insekten zu untersuchen, andererseits den Einfluss der Sammeltätigkeit sowie Bedeutung und Ursache der Verluste an Blüten und Früchten der Luzerne im Gebiet von Barbezieux zu erforschen.

Methodik

Es handelt sich um vier Versuchsfelder, A, B, C und D, von verschiedener Lage und Grösse. Teil A, des Feldes A und Feld B waren mit Frühblühern (ohne Frühschnitt), die Felder C, D und Teil A, des Feldes A mit Spätblühern (vorzeitiger Schnitt) bestanden. In jedem Feld sind fünf Streifen von 40×1 m diagonal über das Feld verteilt abgegrenzt, um den Einfluss des Feldrandes zu verringern und um eine repräsentative Fläche zu untersuchen.

Studium der Fauna

Dazu schreitet der Beobachter einmal täglich die Luzernestreifen ab und zählt die Weibchen der solitären Bienen und die Hummel-Arbeiterinnen, die die Blüten bestäuben (die Honigbiene wird ihrer geringen Bedeutung wegen nicht berücksichtigt). Die Reihenfolge der Feldüberprüfung wechselt jeden Tag. Von Zeit zu Zeit werden Tiere abgefangen, ihre Pollenlasten nach der Methode von MAURIZIO und LOUVEAUX (1965) analysiert.

Studium der Blütezeit

Die Dichte der Blüte wird durch Zählen der aufgeblühten Blütenstände innerhalb eines Ringes von 0,5 m Durchmesser, der fünfmal willkürlich über das Feld geworfen wird, berechnet.

Berechnung der Blüten- und Hülsenverluste

Auf Feld B (ohne Frühschnitt) werden 15 Pflanzen — 3 je Streifen — und 2 Stengel je Pflanze markiert. Auf einem der beiden Stengel werden 2 benachbarte Blütenstände im Sta-

dium « fortgeschrittener Knospen » ausgewählt. Ein Blütenstand wird mit rotem Wollfaden, der andere mit blauem markiert. Der rot markierte Blütenstand wird während seiner Entwicklung nicht berührt, danach werden die grünen Hülsen gezählt, und man bestimmt den Grad absoluter Körnerreife¹. Vom blau markierten Blütenstand wird täglich Material entnommen und die bestäubten, abgewelkten Blüten sowie die ohne Bestäubung verwelkten werden getrennt gezählt. Dadurch ist es möglich, den Grad der Bestäubung¹ mit grosser Genauigkeit festzustellen.

Vom zweiten Stengel nimmt man einen einzigen Blütenstand im Zustand « fortgeschrittener Knospe » und zählt die Blüten. Der Beobachter führt täglich die Bestäubung von Hand aus, danach zählt er die Schoten, die sich gebildet haben, was die Berechnung des Grades des physiologischen Abfallens erlaubt.

Ergebnisse

Über die Apoideen-Drei Hauptarten wurden festgestellt (Abb. 1) : *Andrena labialis* Kby., *Eucera tuberculata* F. im Juni und *Melitta leporina* Panz. im Juli. Seltener sind *Eucera longicornis* L., *Andrena ovatula* Kby., *Osmia aurulenta* Panz., *Melitturga clavicornis* Latr., *Halictus sp.* und *Bombus sp.*

Da *Andrena* und *Eucera* zahlreicher auftreten als *Melitta*, musste die Luzerne ohne Frühschnitt besser bestäubt sein als die vorzeitig geschnittene (Abb. 2). *Eucera tuberculata* scheint völlig auf Papilionaceen eingestellt zu sein (*M. sativa*, *Lathyrus*; *T. pratense*), während *Andrena labialis* polytrop ist (*M. sativa*; *T. pratense*; *T. repens*; *Lotus*; *Tilia*; *Brassica* (Tab. 2).

Über das Abfallen — Der Durchschnittsgrad der Bestäubung lag bei 70 %. Zu Beginn und am Ende der Blütezeit ist der Bestäubungsgrad sehr hoch, in der Zeit der Vollblüte niedriger (Abb. 6). Gewisse Diskrepanzen zwischen Insektenbesuchen und Bestäubung werden entweder durch die Tätigkeit eines der Beobachtung entgangenen Insekts oder durch eine ungewöhnliche Wirksamkeit der Honigbiene verursacht (Abb. 5). Die Verluste an bestäubten Blüten und an Hülsen sind bei natürlicher Bestäubung bedeutend. Dies bestätigt einmal mehr die Überlegenheit künstlicher Bestäubung, wie sie schon in Treibhäusern festgestellt wurde (Tab. 4 u. 5). Man schätzt, dass durchschnittlich von drei Blüten eine reife Hülse liefert.

Schlussfolgerungen

- die angewandten Methoden scheinen befriedigend
- die bestäubenden Insekten in der Gegend von Barbezieux sind hauptsächlich Erdbewohner
- die volle Blütezeit der nicht vorzeitig geschnittenen Luzernefelder trifft mit den Massenausflügen der Insekten im Juni zusammen
- die ersten Daten über die Bedeutung der zu bewertenden Luzernepflanzen werden gesammelt
- der Einfluss der Bestäubungsart auf das Abwerfen bestäubter Blüten wurde nachgewiesen und erneut der hohe Grad an Verlusten bestätigt.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANASIEWICZ A., WARAKOMSKA Z., 1969. Occurrence of Bumble bees on alfalfa (*M. media*) in the province of Lublin and analysis of their pollen loads — *Ekol. Pol. Ser A*, 17, 587-609.
- BOHART G. E., 1957. Pollination of alfalfa and red clover—Ann. *Rev. Entom.*, 2, 355-380.

1. Grad vollständiger Fruchtreife : Zahl der reifen Körner je 100 Blüten.

Grad der Bestäubung : Zahl der bestäubten Blüten auf 100 aufgeblühte.

Grad des physiologischen Abfallens : Zahl der Blüten, die keine reifen Körner lieferten, je 100 bestäubte

- DELAUDE A., 1970. Influence de quelques facteurs externes sur la coulure des fleurs et la production de graines de luzerne, *Symp. Production de graines de luzerne-Polawy-Pologne*, VIII, 1970.
- GUY P., LECOMTE J., ECALLE C., 1969. Utilisation d'insectes pour la pollinisation de la luzerne en enceintes fermées — *Ann. Amélior. Pl.* 19 (3) — 333-43.
- GUY P., ECALLE C., GENIER G., 1970. Influence de la morphologie d'une inflorescence sur la production de graines, *Symp. Production de graines de luzerne. Polawy-Pologne*, VIII, 1970.
- LECOMTE J., 1959. Premières observations sur le comportement des insectes pollinisateurs de la luzerne — *Ann. Abeille*, IV (277-284).
- LECOMTE J., TIRGARI S., 1962. Sur quelques pollinisateurs des légumineuses fourragères — *Ann. Abeille*, 8, 83-93.
- MAURIZIO A., LOUVEAUX J., 1965. *Pollens de plantes mellifères d'Europe* U.G.A.F., 38 bd Sébastopol, Paris IV^e.
- MALYSHEV S. I., 1935. Nesting habits of solitary bees — a comparative study. *Eos* XI — LAMS III — XV.
- OBRTTEL R., SEDIVY J., 1965. Insects pollinating lucerne (*M. sativa*) in Czechoslovakia — *Zool. listy*, 14, (4), 339-48.
- TASEI J. N. Influence de la date de la précoupe de la luzerne sur la pollinisation. *Apidologie* (sous presse.)
- TIRGARI S., 1968. *Étude expérimentale et comparée de la construction et de l'approvisionnement du nid de Melitta leporina* Panz. Thèse Fac. Sc. Poitiers.
-