

ORSAY
N° d'ordre :

UNIVERSITE PARIS-SUD
CENTRE D'ORSAY

THESE

présentée
pour obtenir

Le titre de DOCTEUR EN SCIENCES

par

Rabah FELLAOUINE

SUJET :

**ORGANISATION SPATIALE ET TEMPORELLE DES RELATIONS
ENTRE *PRAEPHIPPIGERA PACHYGASTER* (ORTHOPTERA,
TETTIGONIIDAE) ET SES PLANTES HÔTES DANS L'EST
ALGERIEN.**

Soutenue le 29 septembre 1995 devant la commission d'examen :

MM. Jean GENERMONT	Président
Gérard STREBLER	Rapporteur
Yves GILLON	Rapporteur
Alain LACOSTE	Examineur
Alain LOUVEAUX	Directeur de thèse

AVANT-PROPOS

Cette étude a été réalisée au Laboratoire de Biologie évolutive et Dynamique des populations de l'Université Paris-Sud, sous la direction de Monsieur Alain LOUVEAUX, Maître de conférences. Je le remercie profondément pour l'accueil chaleureux et le soutien qu'il m'a apporté durant mon séjour dans son équipe. Ses conseils, ses enseignements et ses connaissances de l'écologie des populations m'ont été d'une importance particulière pour mener à terme ce travail.

Mes vifs remerciements vont à Monsieur S.E. DOUMANDJI, Professeur à l'Institut National d'Agronomie, El-Harrach, Algérie, qui m'a beaucoup aidé lors des premières démarches de demande de détachement et a accepté de diriger à distance ce travail. Je lui suis très reconnaissant pour ses encouragements et ses enseignements qui m'ont été déterminants pour aborder ce travail.

Je remercie tout particulièrement Monsieur Jean GENERMONT, Professeur à l'Université Paris-Sud, pour ses conseils, l'intérêt qu'il a apporté à mon travail et pour avoir accepté de présider le jury.

Que Monsieur Alain LACOSTE, Professeur à l'Université de Paris Sud, soit assuré de ma profonde reconnaissance pour ses conseils, pour les corrections qu'il a apporté à mon travail et pour avoir honoré par sa présence mon jury.

Je tiens à remercier Messieurs Yves GILLON, Directeur à l'ORSTOM Paris, et Gérard STREBLER, Professeur à l'Institut National d'Agronomie Paris-Grignon, d'avoir accepté d'être les rapporteurs de ce mémoire.

Je remercie vivement Messieurs Georges ROUX, Université de Paris-Sud, et Kader BELOUED, Institut National d'Agronomie d'El Harrach, pour l'identification des plantes.

Mes vifs remerciements vont également au personnel du laboratoire de Biologie évolutive de l'Université d'Orsay, Claude GAGNEPAIN, Anne-Marie MAINGUET, Annette DEMY, Ghislaine FRYD. Je n'oublierai pas leur aide, leur sympathie et les bons moments que j'ai passé avec eux au Laboratoire.

Je remercie mes collègues de l'Institut de Biologie de Sétif qui m'ont soutenu pour bénéficier de ce détachement.

Que mes amis, mes anciens enseignants de l'Institut National d'Agronomie d'El-Harrach Alger, Hacène ABDELKRIM et Farid BENSETTITI, thésards au laboratoire de Biologie végétale et d'Ecologie de l'Université Paris Sud, ainsi que El Haddi BOUABDELLAH, Docteur en sciences, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude et de ma fidélité à l'amitié qui nous a liée durant notre séjour à Orsay. Nous nous sommes soutenus, les uns et les autres, moralement et amicalement durant les moments difficiles que nous avons vécus pendant que l'Algérie pleure ses enfants et s'enfonce chaque jour dans le désordre et la peur.

Enfin à toi Soraya, ma femme, à vous mes filles Sarra et Rime, et à vous mes parents, toute mon affection et ma profonde reconnaissance pour le soutien que vous m'avez assuré et sans lequel ce travail n'aurait sans doute pas vu le jour.

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

I/ CLIMAT.....	4
1.1 Précipitations	7
1.2 Neige et grêle.....	7
1.3 Humidité relative.....	7
1.4 Brouillard.....	7
1.5 Températures.....	8
1.6 Vents.....	8
1.7 Analyse bioclimatique.....	8
1.7.1 Diagramme ombrothermique.....	9
1.7.2 Climagramme pluviothermique d'Emberger.....	10
II/ VEGETATION ET PRATIQUES CULTURALES.....	13

CHAPITRE II PRESENTATION DE *PRAEPHIPPIGERA PACHYGASTER*

I/ SYSTEMATIQUE ET CARACTERES GENERAUX.....	15
1 Nombre et critères d'identification des stades de développement.....	15
II/ REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE <i>P. PACHYGASTER</i>	23
2.1 En Algérie.....	23
2.2 Dans la wilaya de Sétif et les localités limitrophes.....	23
III/ LES PULLULATIONS DE <i>P. PACHYGASTER</i>	27

CHAPITRE III **RELATIONS DE *P. PACHYGASTER* AVEC LA VEGETATION DE L'ESPACE CULTIVE**

I/ METHODES

1.1 Grille d'échantillonnage.....	28
1.2 Relevé de végétation.....	32
1.3 Dénombrement des Tettigoniides.....	32
1.3.1 Estimation de densités.....	32
1.3.2 Suivi démographique	32
1.3.3 Marquage-lâcher-recapture.....	33
1.4 Etude de la relation insecte/plante perchoirs.....	34

II/ RESULTATS

2.1 Composition, structure et phénologie de la végétation.....	35
2.2 Démographie de la population	38
2.3 Densité et répartition intrastationnelle de <i>P. pachygaster</i>	41
2.4 Relation insecte/plantes perchoirs.....	45

III/ DISCUSSION ET CONCLUSION.....48

CHAPITRE IV **RELATIONS DE *P. PACHYGASTER* AVEC SES PLANTES NOURRICIERES**

PREMIERE PARTIE : REGIME ALIMENTAIRE

I/ MATERIEL ET METHODES.....51

1.1 Relevé de la végétation	51
1.2 Captures des <i>P. Pachygaster</i>	52
1.3 Préparation des fèces.....	52
1.4 Constitution d'une épidermothèque.....	53
1.5 Identification des épidermes végétaux.....	53

II/ RESULTATS

2.1 Composition et structure de la végétation de la station d'étude.....	54
--	----

2.2 Aliments d'origine végétale.....	57
2.3 Aliments d'origine animale.....	64
III/ DISCUSSION ET CONCLUSION	64
<u>DEUXIEME PARTIE : ACTIVITE ENZYMATIQUE DIGESTIVE</u> DE <i>P. PACHYGASTER</i>	
I/ MATERIEL ET METHODE	
1.1 Protocole d'élevage.....	66
1.2 Analyse de l'activité enzymatique.....	67
II/ RESULTATS	
2.1 Elevage	68
2.2 Activités enzymatiques.....	70
III/ DISCUSSION ET CONCLUSION.....	71
CONCLUSION GENERALE.....	76
BIBLIOGRAPHIE.....	79
ANNEXES.....	87

INTRODUCTION

Les plus importants dégâts causés par les Orthoptères aux cultures sont dus à des acridiens grégariaptés, *Schistocerca gregaria* Forsk. (Cyrthacanthacridinae), *Locusta migratoria* L. (Oedipodinae) et *Dociostaurus maroccanus* Thun. (Gomphocerinae) (PASQUIER, 1934, 1937, 1945, 1955, 1957 ; DEMPSTER, 1957 ; SKAF, 1972, 1975 ; LAUNOIS M., 1974 ; UVAROV, 1977 ; POPOV et al., 1991). Certaines années les pertes de récoltes sont inestimables. Les moyens humains et matériels mobilisés pour la lutte antiacridienne pèsent financièrement sur les pays concernés et les organisations internationales (FAO¹, PNUD², OCLALAV³, DFPV⁴). Lors de la dernière invasion de criquet pèlerin (1986-1988), les USA ont dépensé en opérations de traitements plus de 200 millions de dollars (Source Ministère Français de la Coopération et du Développement).

Les acridiens non grégariaptés dits sauteriaux causent des dégâts moins importants que les migrateurs mais constituent un mal chronique pour les agriculteurs et dans de nombreux pays d'Amérique du Sud et Centrale, Afrique, Moyen-Orient, Asie et Australie (DURANTON et al., 1979).

C'est sur le continent africain que l'on trouve le plus grand nombre d'acridiens nuisibles aux cultures. Ils appartiennent aux genres *Ailopus*, *Acrotylus*, *Oedaleus*, *Zonocerus*, *Nomadacris*, *Amphiprosopia*, *Catantops*, *Eyprepocnemis* et *Anacridium* (SKAF, 1975 ; LECOQ, 1978 ; LAUNOIS, 1978 ; ANONYME, 1982). Pour les pays d'Afrique du Nord nous citerons les espèces *Ocneridia volxemi* Boliv. (Pamphaginae) et *Calliptamus wattenwyllianus* Pant. (Calliptaminae) (DELASSUS, 1929 ; CHOPARD, 1943 ; PASQUIER, 1947 ; FELLAOUINE, 1989 ; source I.N.P.V.⁵, Alger).

D'autres Orthoptères Tettigoniides, *Amphiestris baetica* Ramb. (Tettigoniinae), *Praehippiger pachygaster* Luc. (Ehippigerinae) et *Decticus albifrons* Fab. (Decticinae), sont nuisibles aux cultures dans les pays méditerranéens. Comme les sauteriaux, leurs pullulations sont localisées mais parfois d'une ampleur considérable (2500 ha en 1985 avec des densités atteignant 40 individus /m², FELLAOUINE, 1984, 1989 ; source S.P.V.⁶, Sétif).

¹ Food and Agriculture Organization

² Programme des Nations Unies pour le Développement

³ Organisation Commune de Lutte antiacridienne et de Lutte antiaviaire

⁴ Département de Formation en Protection des Végétaux

⁵ Institut National de la Protection des Végétaux

⁶ Station de la protection des végétaux

Malgré des travaux récents portant sur la systématique et la communication acoustique, la biologie et l'écologie des Tettigoniides, connus pour être omnivores et souvent prédateurs d'autres Orthoptères, sont peu étudiées en comparaison de ce qui a été fait sur les acridiens grégariaptés et les sauteriaux ravageurs (CHOPARD, 1943 ; PINEDO, 1983, 1984, 1985a, 1985b, 1988 ; PINEDO et LLORENTE, 1986 ; HELLER, 1988 ; LLORENTE et PINEDO, 1990 ; BAILEY et RENTZ, 1990). La végétation en tant que ressource alimentaire et composante de l'environnement (structure, hauteur, densité, phénologie des plantes) est peu analysée (WIEDMANN et al., 1990 ; CHERILL et BROWN, 1990b, 1992).

En Algérie, malgré les dégâts causés aux cultures par les Tettigoniides, le Service de la protection des végétaux n'a pas de consignes particulières pour lutter contre ces sauterelles. De tous les Orthoptères ravageurs, seul le criquet marocain *Docostaurus maroccanus*, acridien grégariapte, fait l'objet d'une surveillance permanente et d'une lutte chimique en période de pullulations (ANONYME, 1974).

Dans l'est algérien, *Praephippigera pachygaster* a commis des dégâts sur les cultures fruitières (pêchers et abricotiers), céréalières (blé, orge), maraîchères et fourragères (avoine), parfois aussi importants que ceux occasionnés par *Docostaurus maroccanus* Thun. et *Ocneridia volxemi* Boliv. Les plus importantes pullulations dans les wilayas de Batna, M'sila, Bordj Bou Arréridj et Sétif y ont été observées en 1981, 1983, 1984, 1985 et 1986.

Nous avons très peu d'indications sur la répartition géographique de *P. pachygaster*, son mode de vie, son régime alimentaire et les facteurs qui le poussent à envahir les cultures et se comporter comme un ravageur. Les friches et les jachères ont été souvent signalées comme des lieux de multiplication de cet insecte (FELLAOUINE, 1989 ; S.P.V. Sétif). Selon CHOPARD (1943), *P. pachygaster* se trouve dans les terrains secs sur *Eryngium* et *Echinops*. Comme les autres Tettigoniides il a probablement un régime mixte phytophage et carné si l'on en juge par les difficultés que l'on a à le garder en élevage avec ses congénères.

Notre étude a été réalisée, de 1990 à 1993, dans un agrosystème traditionnel de la région de Ouled Tebane (sud de Sétif). Elle a pour objectif d'améliorer nos connaissances sur la biologie et l'écologie d'un ravageur qui ne devrait pas être négligé. Nous nous sommes attaché à préciser les circonstances qui favorisent les pullulations et qui conditionnent le maintien de populations dans les cultures traditionnelles de l'est algérien.

Le premier chapitre est consacré à la présentation du milieu d'étude.

Dans le deuxième chapitre nous avons présenté les critères d'identification des stades de développement de l'insecte, sa répartition géographique et ses pullulations en Algérie.

Dans le troisième chapitre nous avons étudié la démographie de la population, ainsi que ses déplacements spatio-temporels. Les relations de l'insecte avec la structure et la physionomie de la végétation sont discutées.

L'écologie trophique de l'insecte est traitée dans le chapitre IV afin de préciser le statut de ravageur d'un insecte qui peut être soit phytophage soit omnivore. L'activité enzymatique digestive d'une population naturelle a été comparée à celles d'une population alimentée sur un régime graminéen, carné et mixte (carné-graminéen).

Une clé de détermination des épidermes de 42 plantes de friches du semi-aride méditerranéen a été établie.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

La région de Ouled Tebane a été choisie en fonction des pullulations périodiques de *P. pachygaster* observées dans cette localité. Elle est située à 980 m d'altitude par 35° 49' N et 5° 3' E à 65 km au sud-ouest de Sétif (est Algérien) (Figure 1a, b). On trouve de vastes étendues de terres labourables, entourées de massifs montagneux atteignant 1600 m d'altitude. Pour préciser le cadre de notre étude, nous avons utilisé les données climatiques du Centre Météorologique de Sétif (1972-1989). Le poste d'observation de Ouled Tebane ne recueille que des données pluviométriques. Les autres données climatiques sont de Aïn Oulmène située à 20 km au nord-est de Ouled Tebane (Figure 1b).

I - CLIMAT

Le climat de l'Algérie est de type méditerranéen, avec un été chaud et sec et un hiver froid et pluvieux. Il est sous l'influence de masses d'air polaire et tropical (HALIMI A., 1980). L'air polaire continental froid pénètre en Algérie par le nord et le nord-est.

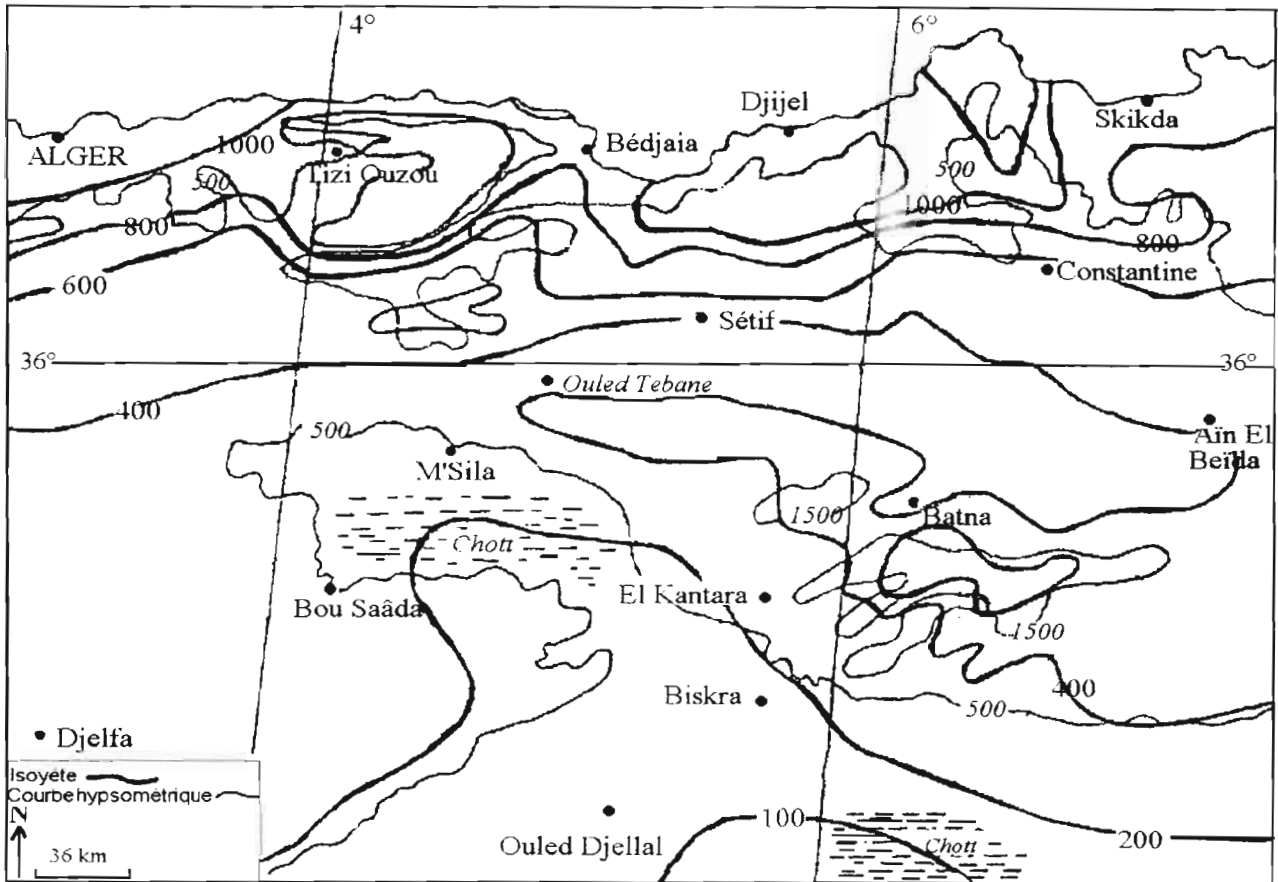
En été des masses d'air tropicales centrées sur le Sahara Oriental et Central dirigent sur l'Algérie un flux de sud, sud-est : c'est le sirocco. Durant cette saison, de faibles pluies peuvent être apportées par des masses d'air maritimes chaudes de sud et ouest.

1.1 - Précipitations

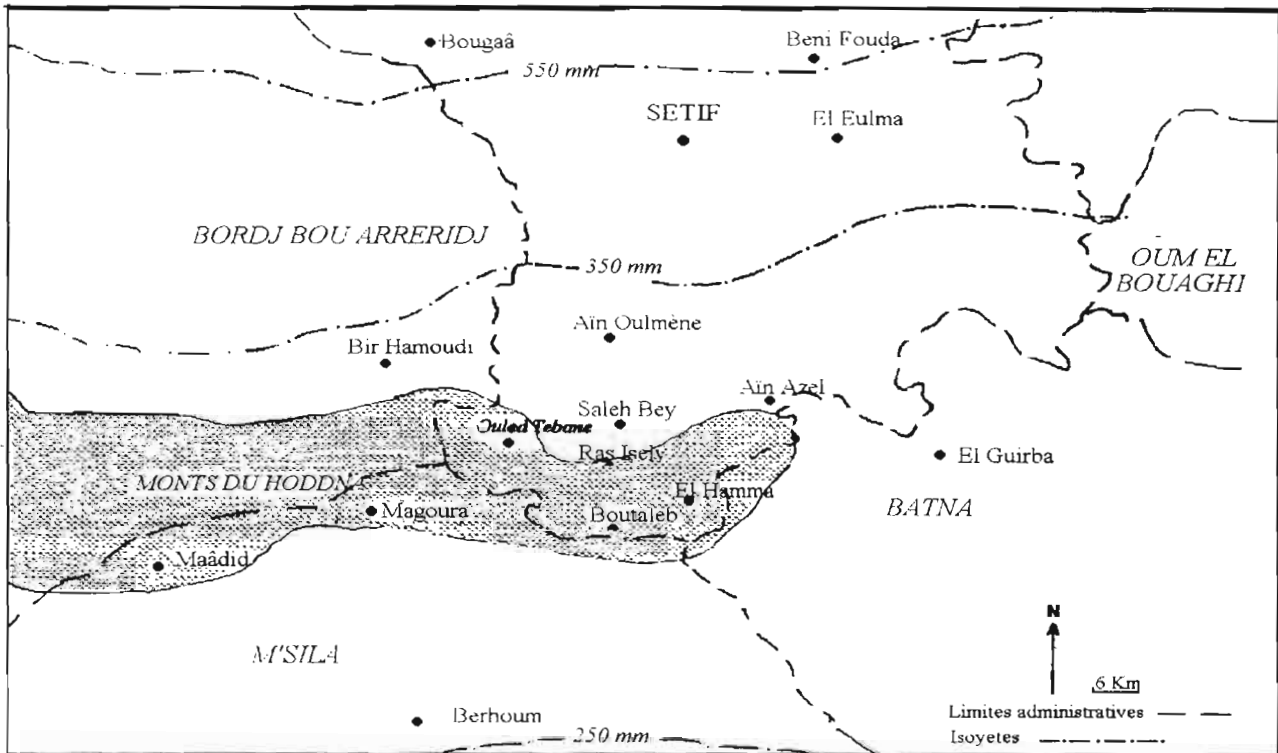
Dans la wilaya de Sétif, la pluviosité est répartie sur les 8 mois de la saison froide (automne, hiver, printemps) avec un maximum en hiver. Les pluies sont essentiellement de secteur ouest et nord-ouest, apportées par les masses d'air polaires maritimes froides, et arrivent en Algérie par le littoral. Ces précipitations sont parfois accompagnées de grêle et de neige sur les sommets.

A Ouled Tebane, les précipitations sont centrées sur la période octobre-mai avec un maximum en décembre (36,6 mm). Le minimum de pluies est en juillet (4,7 mm), mois sec et chaud (Tableau I).

Les pluies se répartissent dans la région de Sétif selon un gradient décroissant du nord au sud, d'une part en relation avec l'abaissement de l'altitude et d'autre part en fonction des influences maritimes et sahariennes.



a



b

Figure 1. Localisation de Ouled Tebane à l'échelle régionale (a) et locale (b).

Tableau I. Normales des précipitations et nombre de jours de pluie, de neige et de gelée. Période 1972-1989.

Précipitations en mm		Nombre de jours				
		Pluie	Gelées	Neige	Brouillard	Grêle
Stations	Ouled Tebane	Aïn Oulmène	Aïn Oulmène			
Mois						
J	22,9	32,0	6	0,7	3,4	0,4
F	34,0	30,4	5	1,0	2,2	1,1
M	28,5	27,7	6	0,5	1,1	0
A	28,3	24,6	3	0	0,1	0,3
M	26,1	28,1	4	0	0	1,8
J	11,2	20,0	3	0	0	0
J	4,7	12,5	2	0	0	0
A	9,8	14,7	3	0	0	0
S	19,6	15,9	3	0	0	0,3
O	31,9	34,0	3	0	0	0,3
N	31,6	25,0	5	0,2	0	1,8
D	36,6	53,0	5	1,1	4,3	1,4
Total /an	285,2	317,9	48	3,5	11,1	7,4

Tableau II. Normales des températures à Aïn Oulmène (1972-1989).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
min	4,3	1,6	3,6	8,6	13,3	15,8	20,4	19,1	14,5	10,6	7,3	1,0
Max	12,5	12,7	14,5	20,8	25,5	29,0	36,6	34,7	27,5	22,8	15,5	9,2
m + M	8,4	7,2	9,0	14,7	19,4	22,4	28,5	26,9	21,0	16,7	11,4	5,1
2												

Tableau III. Moyennes mensuelles de l'humidité relative (1972-1989).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Stations												
Sétif	77	76	74	66	63	52	41	42	55	64	74	75
Aïn Oulmène	75	74	66	55	53	44	37	25	36	51	75	81

Trois zones pluviométriques sont distinguées (Figure 1b) :

- la zone nord, sous influence maritime, reçoit des précipitations variant de 550 mm jusqu'à plus de 1000 mm sur les sommets (Monts des Babors, 2000 m).
- une vaste plaine centrale reçoit des précipitations comprises entre 350 et 550 mm.
- le sud, sous l'influence de la steppe, est moins arrosé (250 à 350 mm). Cette zone englobe notre station d'étude (Figure 1b).

1.2 - Neige et grêle

La neige est fréquente en décembre et janvier et plus importante dans le nord et en montagne. Le nombre de jours de neige par an est en moyenne de 18,9 jours à Sétif et 3,5 jours à Aïn Oulmène (Tableau I). L'épaisseur de neige annuelle varie de 30 à 130 cm suivant les localités et les années.

La grêle est peu fréquente dans la wilaya de Sétif. La fréquence des chutes de grêle est estimée à 2 jours/an pour la période de décembre à mars.

1.3 - Humidité relative

L'humidité relative est influencée par les vents secs et chauds venant du sud, en particulier en été. A Aïn Oulmène la moyenne annuelle est de 55,7 %, le maximum est atteint en décembre et le minimum en août (Tableau III).

1.4 - Brouillard

Le brouillard, fréquent de novembre à février, est plus important dans les zones nord et centre (11,5 jours/an à Sétif) que dans le sud de la wilaya de Sétif (7,5 jours/an à Aïn Oulmène). (Tableau I)

1.5 - Températures

Comme la plupart des régions des Hauts Plateaux algériens, Sétif est connue pour sa rigueur hivernale. A Aïn Oulmène, la température minimale (moyenne mensuelle) se situe en décembre (1°C) et le maximum en juillet (36,6°C) (Tableau II). Les plus fortes chaleurs coïncident avec les précipitations les plus faibles (juillet et août). Le climat est dominé en été par l'air tropical chaud et sec venant du Sahara et en hiver par les gelées. Ces dernières sont fréquentes de fin octobre à mai et sont plus

importantes dans les zones nord et centre (57 jours/an à Sétif) que dans le sud de la wilaya de Sétif (11 jours/an à Aïn Oulmène).

1.6 - Vents

En hiver, les vents dominants sont orientés ouest et nord-ouest (vents porteurs de pluies) avec une fréquence maximale de 65% en décembre. Ces vents sont issus des perturbations provoquées par l'air polaire maritime de l'Océan Atlantique et l'air tropical maritime des Açores.

Pour le reste de l'année, de mars à novembre, des vents du nord et nord-est sont parfois provoqués par des perturbations d'air polaire continental qui se forme en Europe de l'Est et se déplace en général dans le sens cyclonique.

De juin à septembre, le sirocco, est fréquent (Figure 2). Il vient du Sahara Oriental et Central, accompagné de poussières de sable. Son influence dépasse souvent le nord d'Algérie.

La moyenne annuelle du nombre de jours de sirocco est moins importante au nord (15,3 jours à Sétif) qu'au sud de la wilaya (34 jours à Boutaleb). Cette dernière station, située à 20 km au sud-est de Ouled Tebane est influencée par le massif de Boutaleb. Ce dernier, dont l'altitude oscille entre 1100 et 1700 m, constitue sur 35 km une barrière naturelle entre les hautes plaines sétifiennes et le bassin du Hodna (au sud).

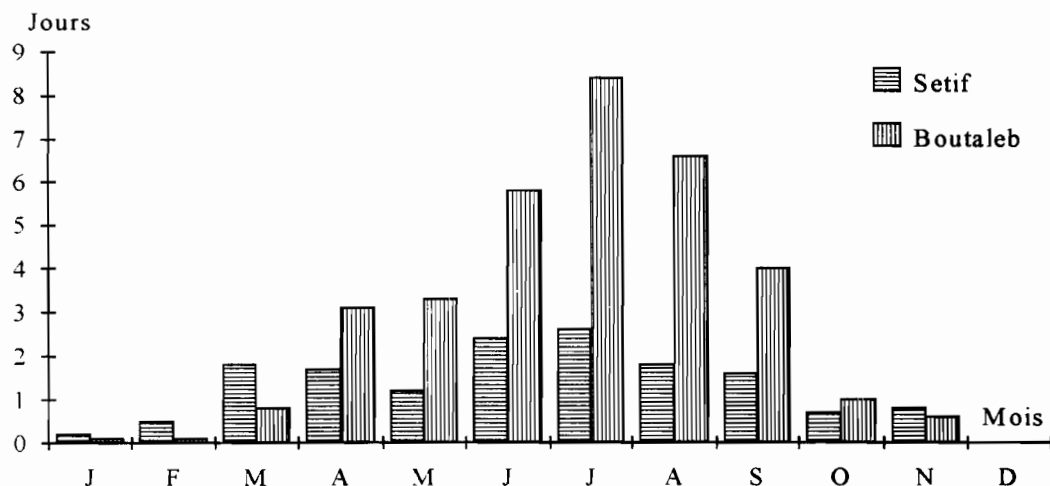


Figure 2. Moyennes mensuelles du nombre de jours de Sirocco (1972-1989).

1.7 - Analyse bioclimatique

Pour caractériser le climat de notre région d'étude et préciser sa position à l'échelle méditerranéenne, nous avons utilisé le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) et le climagramme pluviométrique d'EMBERGER (1955).

1.7.1 - Diagramme ombrothermique

Un mois est considéré comme biologiquement sec quand le total des précipitations annuelles exprimées en millimètres est inférieur au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953).

A Sétif, la période sèche croît du nord au sud de la wilaya. Elle est de 3 mois (juin-août) à Aïn El Kébira (zone nord) et de 6 mois (avril-septembre) à Aïn Azel et Boutaleb (zone sud) (Tableau IV). Les mois de juillet et août sont considérés comme arides. La période de sécheresse à Aïn Oulmène (proche de notre station) va d'avril à septembre (Figure 3, Tableau IV).

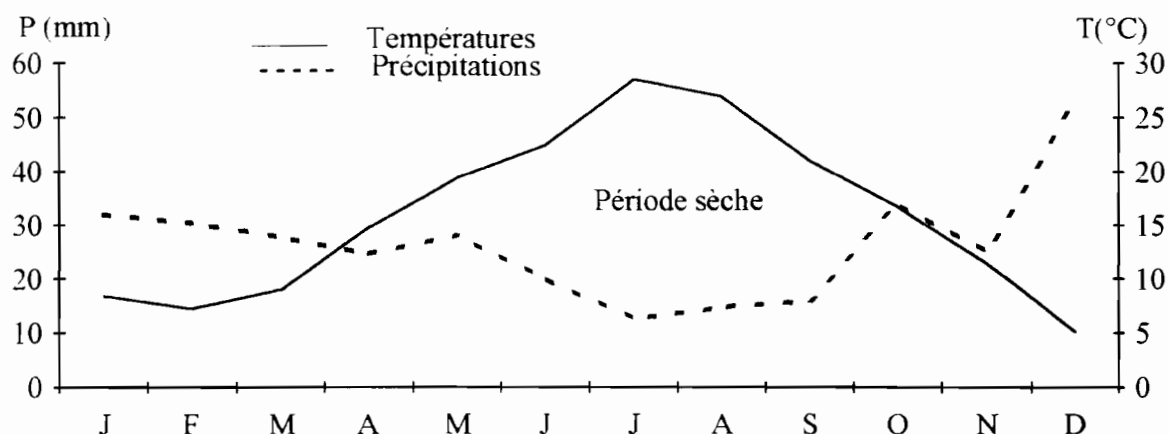


Figure 3. Diagramme ombrothermique de la station de Aïn Oulmène.

En Algérie, le nombre de mois secs progresse du nord au sud, de l'humide à l'aride. Il est faible dans les régions à hiver froid (3 mois) et élevé (6 à 7 mois) pour celles à hiver frais et chaud (DJELLOULI, 1990).

1.7.2 - Climagramme pluviothermique d'Emberger

Le quotient pluviométrique “ Q_2 ” porte sur les précipitations et les températures. Diverses modifications ont été apportées à cette formule (STEWART, 1969 ; CELLES, 1975; LE HOUEROU et al., 1977 ; DAGET et POISSONET, 1978).

Pour typer le climat de la wilaya de Sétif nous avons utilisé la formule suivante:

$$Q_2 = \frac{3,43P}{M - m}, \text{ proposée par STEWART (1969)}$$

P= moyenne des précipitations annuelles en mm.

M et m= moyenne respectivement des maxima du mois le plus chaud et des minima du mois le plus froid.

Le “ Q_2 ” définit des étages bioclimatiques allant de l'humide jusqu'au saharien. Les valeurs de "m" caractérisent les variantes thermiques depuis le froid jusqu'au chaud. Ces deux paramètres servent à établir le climagramme d'Emberger (Figure 4).

Le climat est d'autant plus sec que le quotient pluviométrique est plus petit ; à quotients égaux, les stations sont différenciées par les valeurs de m.

La situation géographique et l'étendue du territoire de la wilaya de Sétif font qu'elle appartient à 3 types de bioclimats (Tableau IV) :

- le sub-humide frais ($Q_2 > 60$; $2 < m < 3$) couvre la zone nord (Babor, Guenzet, Bougâa).
- le semi-aride frais ($30 < Q_2 < 60$; $0 < m < 2$) caractérise les localités centrales et sud de la wilaya (Sétif, Aïn Oulmène, Ras Isely...).
- le semi-aride froid ($25 < Q_2 < 42$; $-3,5 < m < 0$) caractérise la zone sud, Boutaleb, Aïn Azel et une localité située à l'est de la zone centrale de la wilaya (El Eulma).

Tableau IV. Bioclimats et périodes sèches de la wilaya de Sétif.

Bioclimat	Période sèche	Station	Latitude	Longitud e	Altitude	Q_2
sub-humide frais	juin-septembre	Guenzet*	36° 20' N	4° 45' E	1052	83,8
	mai-septembre	Bougâa	36° 13' N	5° 6' E	886	66,2
	juin-août	Aïn El Kebira	36° 22' N	5° 30' E	1020	61,6
semi-aride frais	juin-octobre	Sétif	36° 11' N	5° 15' E	1033	42,6
	avril-septembre	Aïn Oulmène	35° 59' N	5° 17' E	960	30,6
	juin-septembre	Ras Isely	35° 49' N	5° 55' E	944	33,7
	--	Ouled Tebane	35° 57' N	5° 3' E	978	--
semi-aride froid	juin-septembre	El Eulma	36° 9' N	5° 42' E	960	33,2
	avril-septembre	Aïn Azel	35° 49' N	5° 55' E	944	28,2
	avril-septembre	Boutaleb*	35° 42' N	5° 19' E	960	42,5

* Données de SELTZER (1913-1946).

Q_2 = Quotient pluviométrique d'Emberger.

Ouled Tebane, proche de Aïn Oulmène et de Ras Isely, aurait donc un bioclimat semi-aride frais.

A chaque variante thermique (depuis le froid au chaud) du climat méditerranéen correspond un étage bioclimatique. L'unité de végétation correspondante est l'étage bioclimatique de végétation (BARRY et al., sans date).

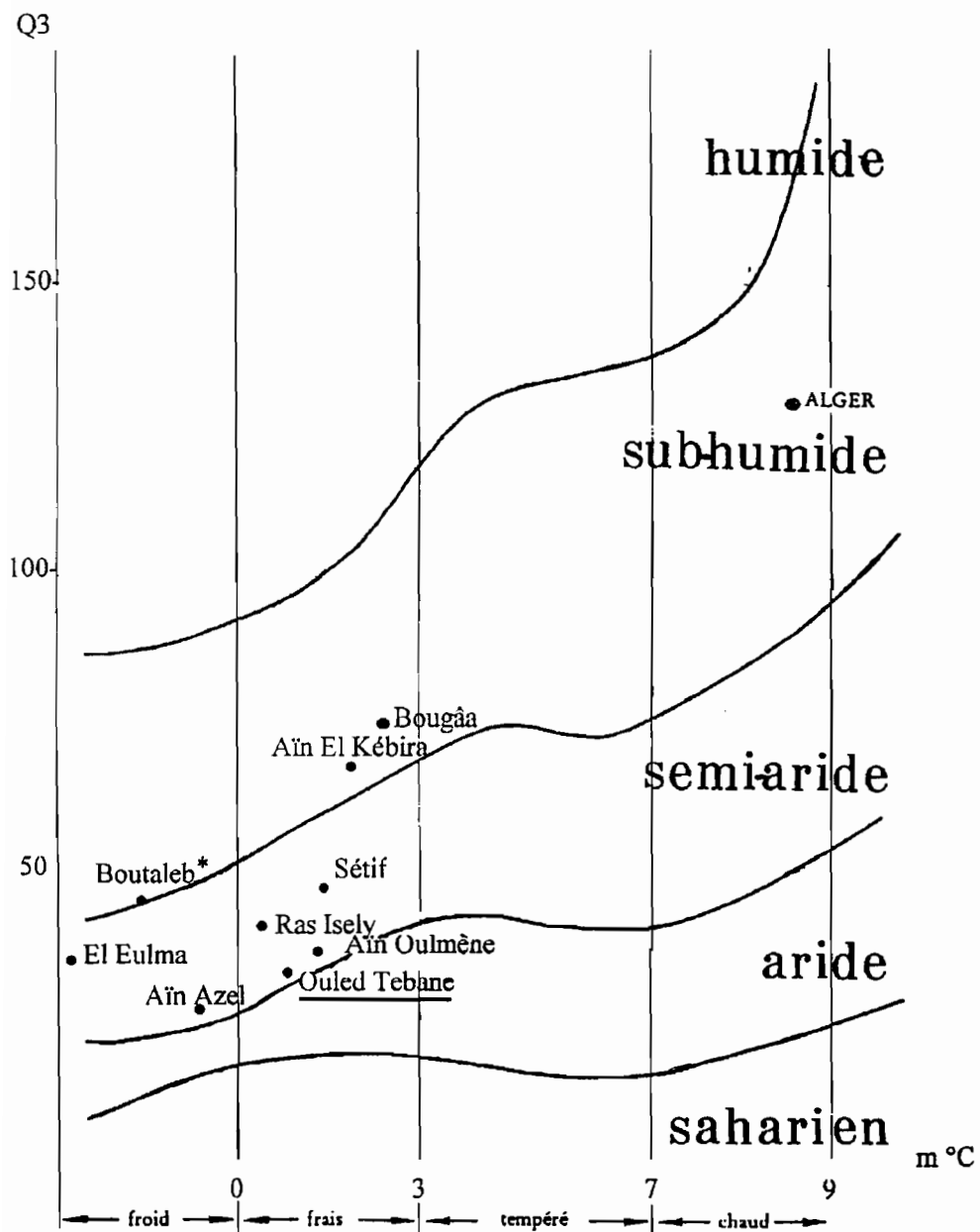


Figure 4. Position de quelques localités de la Wilaya de Sétif
sur le climagramme d'Emberger *Données de SELTZER (1946)

II - VEGETATION ET PRATIQUES CULTURALES

Les groupements végétaux d'Algérie ont été classés, en fonction du bioclimat, en domaines et secteurs phytogéographiques (Figure 9). MAIRE (1926) a donné les grandes lignes de la végétation climacique en distinguant des formations forestières, steppiques et désertiques, caractérisées par une ou plusieurs espèces dominantes (= espèce-climax). D'après la classification proposée par BARRY et CELLES (1972-1973), Ouled Tebane fait partie du domaine Maghrébin-méditerranéen (caractérisé par le Chêne-vert (*Quercus ilex*), le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et le Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*), secteur du Tell méridional et sous-secteur du Tell constantinois. Notre zone d'étude se situe à la limite entre la zone tellienne où dominant les formations forestières et les formations steppiques.

La région de Ouled Tebane est située dans un contexte montagneux, entre 1100 à 1700 m d'altitude, correspondant aux Monts du Hodna, au sud de la limite de la culture extensive du blé, matérialisée par l'isoyète 400 mm. La végétation y est dominée par des formations à Chêne-vert (*Quercus ilex*), Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), Genévrier de Phoenicie (*Juniperus phoenicea*) et l'Alfa (*Stipa tenacissima*). Les piémonts constituent des plaines cultivées en céréales (blé et orge) et fourrage (avoine) ; les jachères et les friches sont dominantes et représentent des lieux de pacage pour le cheptel ovin et caprin.

Pour caractériser la végétation de cette zone, nous nous sommes inspirés des travaux réalisés par FENNI (1991) sur les groupements messicoles de la région de Sétif, KAABECHE (1990) sur la végétation steppique de Bou Saada et AIDOU-LOUNIS (1984) sur les groupements à Sparte des Hauts Plateaux du sud d'Oran et de ABDELKRIM (1995) sur les adventices des cultures du secteur algérois.

Les friches et les jachères de Ouled Tebane sont composées de plantes annuelles et de vivaces représentatives des groupements des *Stellarietea mediae* (*Secalietalia* et *Secalion*), des *Thero-Brachypodietea* (Br.Bl., 1947) et des *Lygeo-Stipetea* (Riv.Mart., 1977). (Cf. Chapitre III, Tableau IX).

La plupart des sols de Ouled Tebane sont peu profonds (inférieurs à 25 cm), pauvres en matière organique et de pH supérieur à 8 (Bureau d'étude O.T.I., in FENNI, 1991). Ils sont à réservoir hydrique limité, calcaires, caillouteux, se dessèchent rapidement et sont perméables.

L'agriculture a conservé un caractère traditionnel, basé sur l'élevage (pratiqué comme palliatif aux récoltes souvent déficitaires et de faibles rendements) et les cultures non irriguées. Les fertilisants et les herbicides ne sont pas employés. Un labour superficiel est effectué mécaniquement tous les 2 à 3 ans. La fauche et les moissons sont souvent manuelles. Le type d'assolement est essentiellement biennal céréale/jachère pâturée. La jachère, qui occupe près de 62 % par an des surfaces labourables du secteur privé de la région de Sétif (FENNI, 1991), est surtout pratiquée dans le but de disposer de chaumes et de pâturages pour le maintien du troupeau et non pas pour améliorer la qualité productrice du sol. Ce type d'assolement favorise le développement et la multiplication de plantes adventices durant l'année de culture (SEBAT, 1982).

CHAPITRE II

PRESENTATION DE *P. PACHYGASTER*

I - SYSTEMATIQUE ET CARACTERES GENERAUX DE *P. PACHYGASTER*

La classification du sous-ordre des ensifères est encore discutée (BAILEY et RENTZ, 1990). *Praehippigerida pachygaster*, qui appartenait à la famille des Tettigoniidae, sous-famille des Ephippigerinae (Ephippigères) (CHOPARD, 1943), a été placé dans la famille des Bradyporidae, sous-famille des Ephippigerinae par KEVAN (1982 in HELLER, 1988). Dans la classification proposée par GOROCHOV (1988 in BAILEY et RENTZ, 1990), les Bradyporidae sont remis au rang de sous-famille dans les Tettigoniidae, alors que les Ephippigerinae n'y figurent pas.

Pour notre étude nous avons conservé l'ancienne classification : famille des Tettigoniidae, sous famille des Ephippigerinae.

Malgré une révision récente de la famille des Tettigoniidae (RAGGE, 1980 ; PINEDO, 1983, 1984, 1985a, 1985b ; PINEDO et LLORENTE, 1986 ; LLORENTE et PINEDO, 1990), à notre connaissance la sous famille des Ephippigerinae n'a pas fait l'objet d'étude depuis CHOPARD (1943).

Quatre genres sont signalés en Afrique du Nord :

- *Ephippigerida*, avec 4 espèces dont une en Algérie, signalée dans le nord de la wilaya de Sétif (FELLAOUNE, 1989).
- *Steropleurus*, 7 espèces dont 4 en Algérie.
- *Uromenus*, 24 espèces dont 7 signalées en Algérie.
- *Praehippigerida*, 1 espèce, localisée en Algérie, Tunisie et Sardaigne.

Praehippigerida pachygaster, se différencie des autres Ephippigères, principalement par le vertex vertical et les caractères suivants :

- pronotum presque aussi large que long, élevé en avant et en arrière, la métazone est carénée au milieu et plus relevée et bombée que la prozone. Le sillon typique du pronotum est situé au milieu et peu profond (Figure 5a, Planche 1).
- vertex plus large au sommet que le premier article des antennes et terminé en un tubercule arrondi (Figure 5c) ; front lisse.
- élytres courts, dépassant de peu le pronotum (Planche 1c).
- oviscapte en forme de sabre et presque droit (Planche 1b).

1 - Nombre et critères d'identification des stades de développement

Nous n'avons pas suivi au laboratoire le développement de cet insecte qui, en groupe, est facilement cannibale. Pour identifier le nombre de stades, nous avons

procédé à des captures au cours du développement sur le terrain, tous les 5 jours, d'avril à juin 1990. Les individus sont examinés sous la loupe binoculaire, mesurés et remis sur le terrain. Les mesures ont porté sur le pronotum, l'élytre, l'oviscapte et le fémur. Une représentation graphique des variations conjointes des longueurs respectives du pronotum et du fémur, en figurant des ellipses de confiance (Figure 8).

La taille des élytres, de la plaque sous-génitale du mâle et de l'oviscapte de la femelle, permettent de distinguer les jeunes stades et les sexes (Figures 6 et 7).

Nous n'avons pas détecté de différences morphologiques entre les deux sexes chez les 7 stades de *P. pachygaster*.

Les principaux résultats des mensurations sont les suivants :

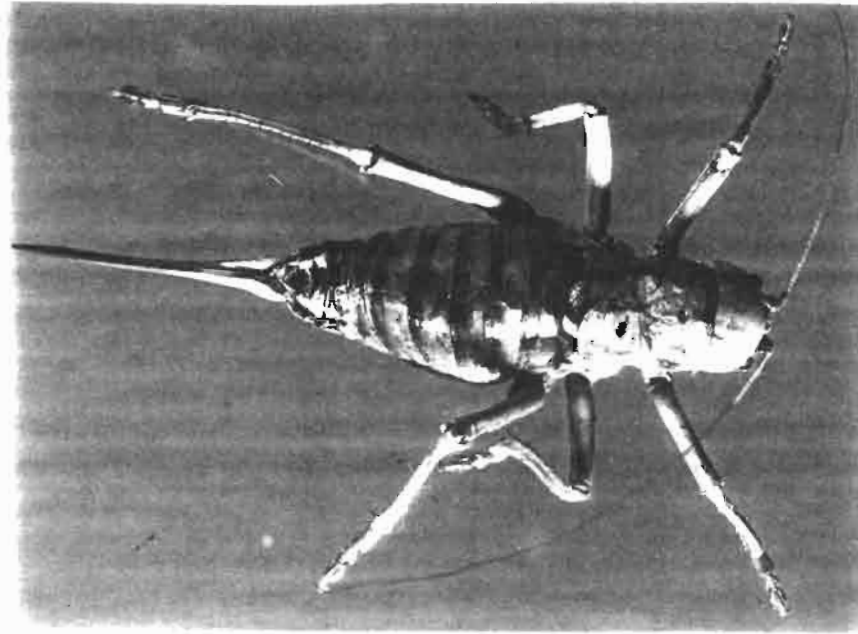
- la longueur du corps (sans l'oviscapte) est identique chez les individus des deux sexes d'un même stade . Elle est en moyenne de 39 mm avec des extrêmes de [36 à 42 mm] chez les adultes.
- la longueur du pronotum qui est [1,2 à 1,4 mm] au stade I atteint en moyenne 10 mm chez les adultes (Tableau V).
- les élytres (à l'état d'ébauche) ne deviennent visibles qu'à partir du stade IV et mesurent 1 mm (Figure 7). A la fin du quatrième stade ils sont presque perpendiculaires au mésonotum, leur retournement intervient à la quatrième mue pour les deux sexes. Au stade V, les élytres sont retournés sur la face dorsale du thorax et mesurent 1,9 mm. Ils atteignent, chez l'adulte, la moitié du premier tergite abdominal et mesurent en moyenne 3 mm avec des extrêmes de [6,8 à 7 mm].
- l'oviscapte mesure 1 mm au stade II et en moyenne 24,35 mm chez les adultes. Il dépend des 8ème et 9ème sternites, et est composé de 3 paires de valves :
 - 2 valves supérieures.
 - 2 valves internes (qui disparaissent chez l'adulte) formées sur le 9ème sternite.
 - 2 valves inférieures formées sur le 8ème sternite.

Tableau V. Longueur moyenne (en mm) de l'oviscapte, pronotum et fémur de *P. pachygaster*.

	Femelles (n= 10)	Mâles (n= 10)
Oviscapte $\bar{X} \pm E.S$	$24,35 \pm 0,30$	-----
Extrêmes	24 - 25	-----
Pronotum $\bar{X} \pm E.S$	$10,84 \pm 0,30$	$10,04 \pm 0,80$
Extrêmes	10 - 11	8,8 - 11
Elytre $\bar{X} \pm E.S$	$6,92 \pm 0,01$	$6,98 \pm 0,63$
Extrêmes	6.8 - 7	6,8 - 7
Fémur $\bar{X} \pm E.S$	$20,44 \pm 0,40$	$20,14 \pm 0,12$
Extrêmes	20 - 21	18 - 21

CHOPARD (1943) a donné, pour *P. pachygaster*, les mesures suivantes (identiques pour les deux sexes) : longueur du corps [35 à 46 mm], pronotum [10 à 12 mm], fémur postérieur [22 à 25 mm] et l'oviscapte [23 à 27 mm].

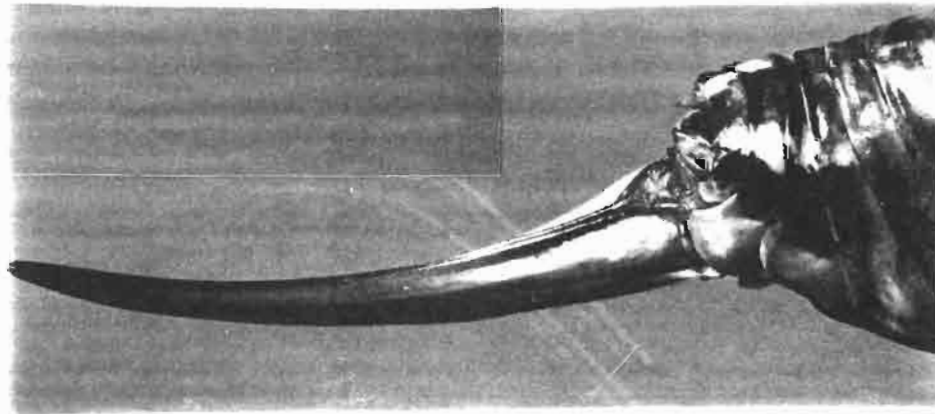
La coloration verdâtre de cette espèce devient parfois brun jaunâtre et pâle chez certains individus adultes.



a

Praephippiger pachygaster, femelle

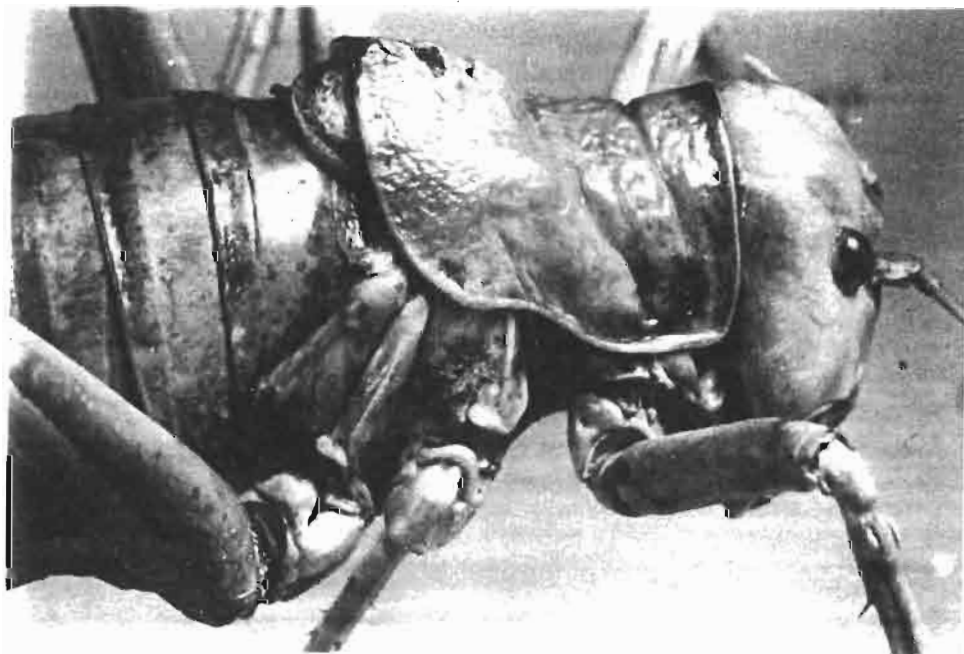
6 mm



b

Oviscapte

2,6 mm



c

tête, pronotum et élytres

2 mm

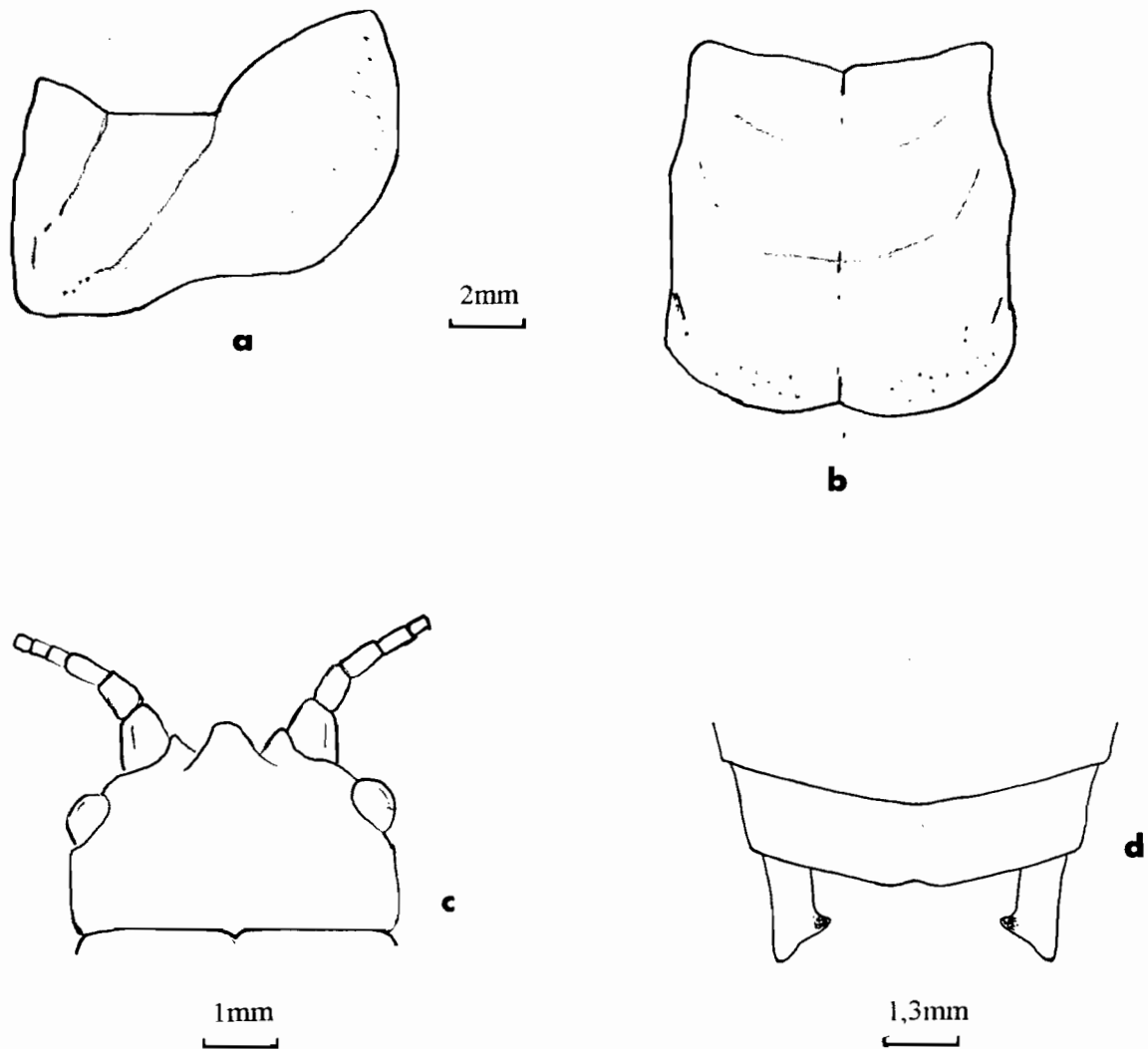


Figure 5. *Praephippiger pachygaster*, pronotum (a et b), vertex (c) et extrémité des cerques du mâle (d).

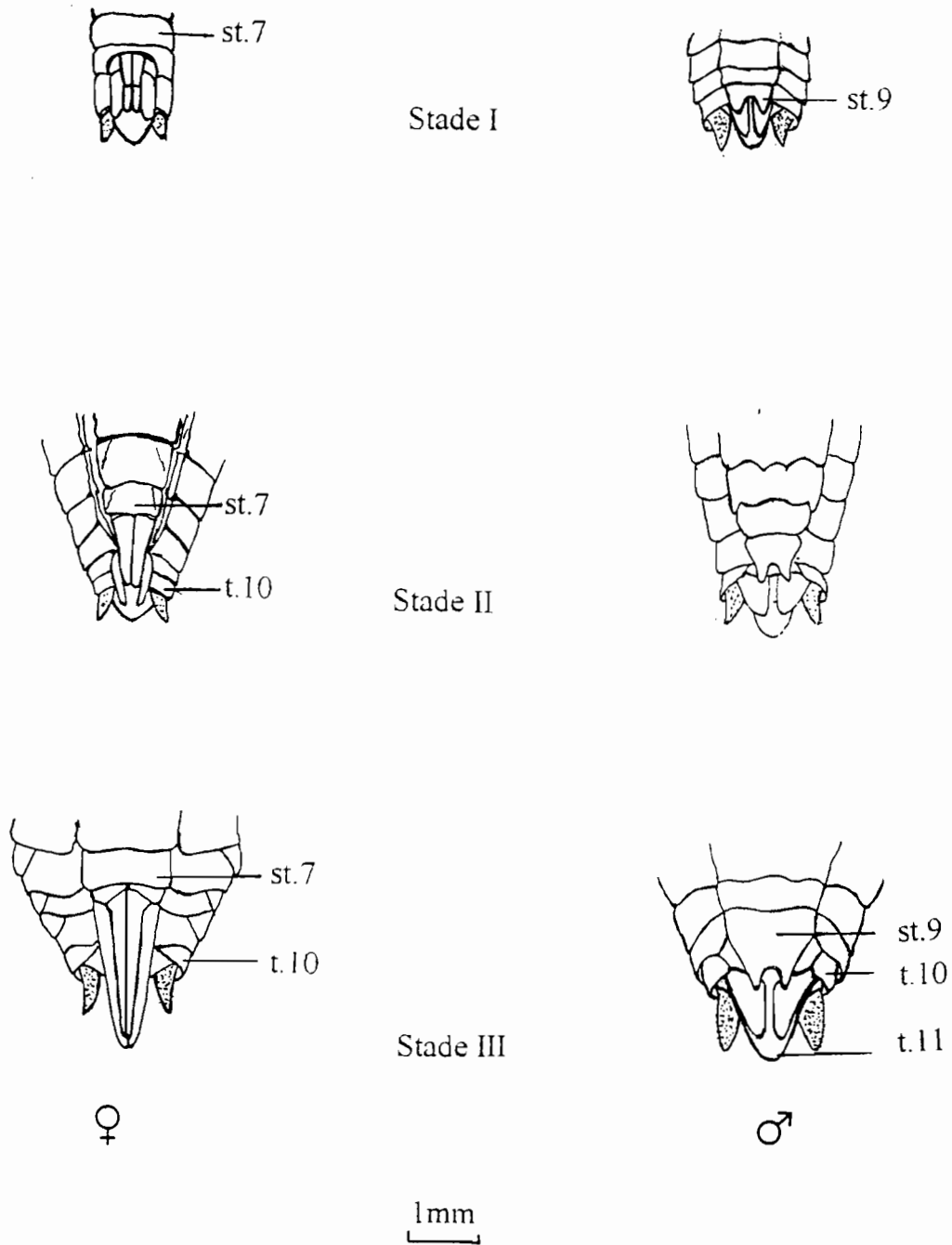
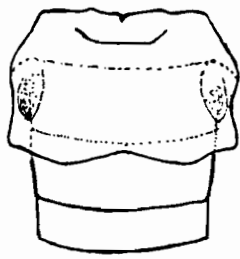


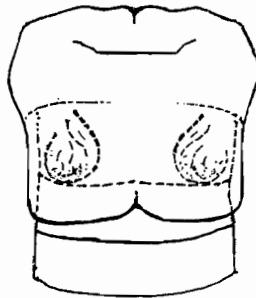
Figure 6. Développement de l'oviscapte de la femelle et de la plaque sous-génitale du mâle de *P. pachygaster* (face ventrale). st : sternite ; t : tergite.



Stade IV

p.
ms.
mt.
t.1

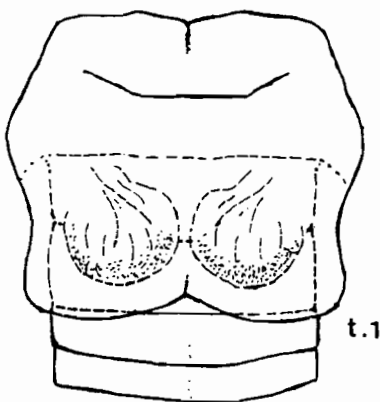
2mm



Stade V

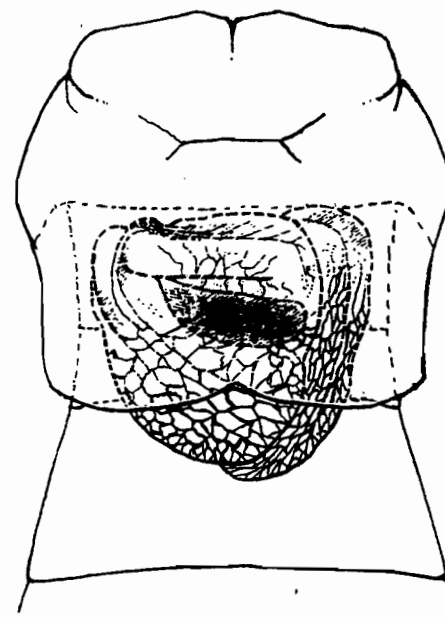
p.
ms.
mt.
t.1

2mm



Stade VI

2,5mm



Imago

t.1

1mm

Figure 7. Développement des élytres chez *P. pachygaster* à partir du stade IV.
p : prothorax ; ms : mésothorax
mt : métathorax ; t 1 : tergite 1.

Longueur du fémur (mm)

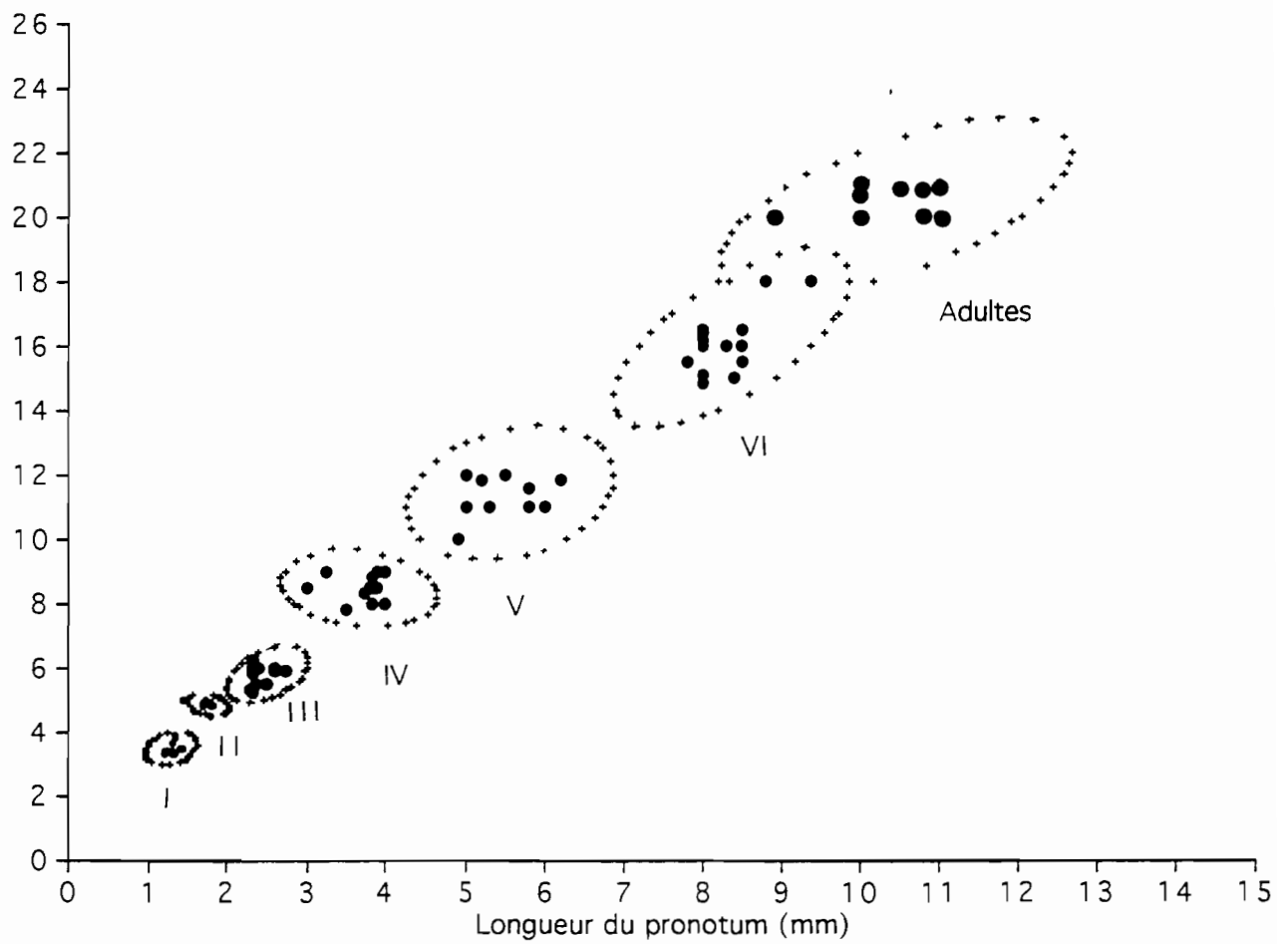


Figure 8. Distinction des stades de développement en fonction de la croissance du pronotum et du fémur de *P. pachygaster* (mâle et femelle).

II - REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE *P. PACHYGASTER*

2.1 - En Algérie

Praephippiger pachygaster est désigné sous les noms arabes de "Boubziz" et "Boukerch" qui signifient respectivement stridulations aiguës et abdomen volumineux. Les agriculteurs et les prospecteurs des services de la protection des végétaux d'Algérie confondent cette espèce avec d'autres Ensifères : *Amphiestris baetica* Ramb. (nuisible aux cultures), *Ephippigerida nigromarginata* Luc., les espèces des genres *Steropleurus* Boliv. et *Uromenus* Boliv. qui ne sont pas connues comme nuisibles.

L'imprécision des signalisations fait que nous possédons très peu de données fiables sur la répartition de *P. pachygaster* en Algérie (Tableau VI). La figure 9 montre que ces localités sont comprises entre les isoyètes 800 au nord et 200 mm au sud et correspondent respectivement à 60 et 20 % d'humidité relative en juillet (BOUABDALLAH, 1992). Elles sont situées entre le sub-humide chaud sur le littoral et l'aride froid en limite de l'Atlas saharien. Le semi-aride frais et le semi-aride froid semblent être les bioclimats préférés de *P. pachygaster*. Sa présence dans les régions de Dar El Beïda et de Annaba, mentionnées par CHOPARD (1943), reste à confirmer car ces localités sont situées dans le sub-humide chaud et aucune autre signalisation n'a été faite dans cet étage bioclimatique.

La répartition géographique de cette sauterelle entre le littoral et la steppe est déterminée entre autre par les territoires exploitables par l'espèce que nous nous attacherons à préciser dans cette étude.

2.2 - Dans la wilaya de Sétif et les localités limitrophes

L'espèce est présente dans les jachères, les friches et les lisières des cultures, au nord et au sud de la wilaya de Sétif entre 900 et 1200 m d'altitude (FELLAOUINE, 1984, 1989). Nous ne l'avons pas observée dans la zone centrale de la wilaya où sont pratiquées sur de grandes surfaces les cultures céréalières et maraîchères. DELYE et ARLES (1955) l'ont mentionnée dans les Monts des Babors dont l'altitude est comprise entre 1300 et 2000 m.

Nous l'avons observée dans les localités proches de Ouled Tebane situées dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Elle a été signalée dans la wilaya de M'sila, limitrophe de la wilaya de Sétif (Serv. Prot. Vég. Sétif), Tableau VII.

Tableau VI. Répartition de *P. pachygaster* en Algérie.

Bioclimats		Localités
sub-humide		
	chaud	Dar El Beida et Annaba (1)
	frais	Théniet El Had (sud-est de Chlef) (1) Berrouaghia (1) Sétif (zone nord) (2, 5, 6, 7, 8)
semi-aride		
	chaud	Dj Mourdjadjo (Oran) (1) Es Sénia (Oran) (1)
	tempéré	N'Gaous (nord ouest de Batna) (6)
	frais	Sour El Ghozlane (Aumale) (1) Boghar (sud de Médéa) (1, 4) Wilayas de Bordj Bou Arréridj (5, 6, 7, 8) Aïn Touta (ouest de Batna) (4) Sétif (zones centrale et sud) (5, 6, 7, 8)
	froid	Sétif (zone sud) (5, 6, 7, 8) Djelfa (1)
aride tempéré		M'sila (zones nord et nord-est) (3, 5)

Signalisations faites par 1 : CHOPARD (1943) ; 2 : DELYE et ARLES (1955) ; 3 : Col. Inst. Nat. Agr. Alger ;

4 : Inst. Prot. Vég. Alger ; 5 : Serv. Prot. Vég. Sétif ; 6 et 7 : FELLAOUINE (1984 et 1989) ; 8 : Nos récentes observations.

Données bioclimatiques de DJELLOULI (1990) ; KAABECHE (1990) ; BOUABDALLAH (1992) et de la Station Météorologie de Sétif.

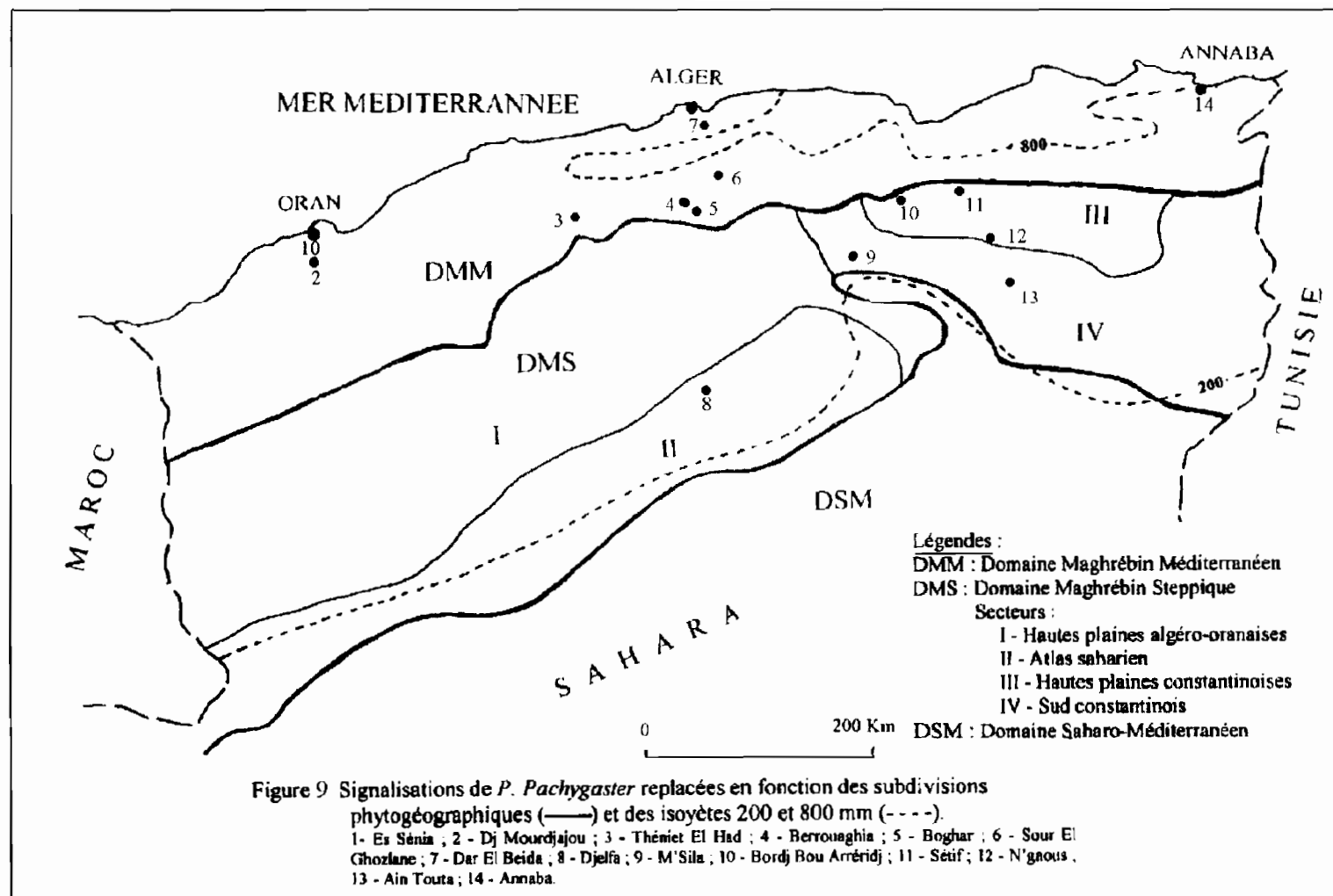


Tableau VII. Répartition de *P. pachygaster* dans la wilaya de Sétif et les localités limitrophes.

*DELYE et ARLES (1955) ; **Serv.Prot.Vég. Sétif et #Collec.Inst.Nat.Agr. Alger. Les localités soulignées sont celles où *P. pachygaster* a pullulé et causé des dégâts aux cultures (1983-1986).

Bioclimats	Localités	Coordonnées	Altitudes
Wilaya de Sétif			
Sub-humide frais	Maâouia (C ^{ne} Beni Aziz)	36° 25' N; 5° 40' E	1200
	Ouled Yakoub (C ^{ne} Djemila)	36° 12' N; 5° 40' E	900
	Ouled Lanani (C ^{ne} Beni Fouda)	36° 14' N; 5° 33' E	850
	Babor*	36° 30' N; 5° 30' E	1300-2004
Semi-aride frais	<u>Maâfer</u> (C ^{ne} Aïn Oulmène)	35° 51' N; 5° 20' E	950
	<u>Saleh Bey</u>	35° 50' N; 5° 16' E	950
	<u>OuledTebane</u>	35° 49' N; 5° 3' E	980
	<u>Ras Isely</u>	35° 49' N; 5° 15' E	950
	<u>El Mehrez</u>	35° 45' N; 5° 15' E	900
Semi-aride froid	Aïn Azel	35° 49' N; 5° 3' E	950-1000
	El Hamma et Badjrou	35° 42' N; 5° 15' E	900-950
	Boutaleb, Bouhellal et Berdaâ	35° 42' N; 5° 24' E	900-950
Wilaya de Bordj Bou Arréridj			
Sub-humide frais	Médjana	36° 15' N; 4° 40' E	950
Semi-aride frais	Téniet El Nasr	36° 13' N; 4° 36' E	900-950
	<u>Ouled Silini et Z'bir</u> ** (C ^{ne} Bordj El Ghedir)	35° 55' N; 4° 53' E	950-1000
	<u>Rabta</u>	35° 53' N; 4° 45' E	950-1000
	<u>Bir Hamoudi</u> (C ^{ne} Ras El Oued)	35° 53' N; 5° E	950-1000
Wilaya de M'sila**			
Aride tempéré	<u>Mâadid</u> #	4° 45' N; 35° 49' E	850-1000
	<u>Ghilassa</u>	ces localités sont	800-900
	<u>El Melâab</u>	situées entre	900-1000
	<u>Akakla</u>	35° 35' à 36° N	900-1000
	<u>Bir Bendib</u>	et	900-1000
	<u>Z'maylia</u>	4° 35' et 5° 10' E	900-1000
	<u>Ouled Braham</u>		900-1000

III - LES PULLULATIONS DE *P. PACHYGASTER*

Dans le semi-aride frais, les pullulations et les dégâts de cet Ehippigrène sur les cultures fruitières, céréalières, fourragères et maraîchères peuvent être considérables.

Des dégâts ont été signalés en juin 1981 sur les fruits de pêcher et d'abricotier dans la région de N'Gaous (wilaya de Batna) au sud-est de la wilaya de Sétif (FELLAOUINE, 1984). Mais les plus importantes pullulations ont été signalées de 1983 à 1986 (Serv. Prot. Vég. Sétif ; FELLAOUINE, 1989) dans les localités situées dans le sud et le sud ouest de la wilaya de Sétif et dans le sud est de Wilaya de Bordj Bou Arréridj (Tableau VIII). Dans ces localités il a été également signalé des pullulations de *Dociostaurus maroccanus* Thun., d'*Ocneridia volxemi* Boliv. (Pamphaginae) et de *Calliptamus wattenwillyanus* Pant. (Calliptaminae) durant les 2ème et 3ème décades du mois de juin 1986.

Bien que ces pullulations soient peu étendues, *P. pachygaster* peut localement faire des dégâts comparables à ceux du criquet marocain, *Dociostaurus maroccanus*.

Cette sauterelle se montre nuisible de la fin avril à début juin. Ce serait, d'après le service de la protection des végétaux, les jeunes qui commettraient le plus de dégâts sur les cultures.

Tableau VIII. Les pullulations de *P. pachygaster* de 1983 à 1986 dans la wilaya de Sétif et les localités limitrophes* de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

années	mois	stades	densités/m 2	superficies infestées (ha)	localités
1983	avril, mai et juin	II à VI	20	30 à 500	Bir Hamoudi*, Ouled Tebane, Saleh Bey, Boutaleb (Guenifa et Boudjellikh)
1984	14 mai au 6 juin 30 avril	III à VI	15	60	Ouled Tebane
		III	10	1000	Bir Hamoudi
1985	avril	II et III	10 à 40	500	Ouled Tebane
	"	"	30	1500	Bir Hamoudi
	"	"	5 à 10	500	Rabta*
1986	avril et mai	II à IV	10 à 20	800	Ouled Tebane
	"		20 à 30	200	Salah Bey

CHAPITRE III

**RELATIONS DE *P. PACHYGASTER* AVEC
LA VEGETATION DE L'ESPACE CULTIVE**

Des études de terrain ont montré que la répartition spatiale des Tettigoniides est en rapport avec le comportement sexuel des mâles et les facteurs de l'environnement (WEIDMANN et al., 1990 ; BAILEY et RENTZ, 1990 ; CHERILL et BROWN, 1992). L'influence de la structure de la végétation (hauteur, densité, phénologie des plantes) sur la distribution des Orthoptères est peu analysée (JOERN et LAWLOR., 1980 ; BELL et al., 1990 ; CHERILL et BROWN, 1990a, 1990b, 1992).

Nous avons essayé d'étudier, d'une part, en 1991, quelles relations existent entre les mouvements spatio-temporels de la population et la physionomie de la végétation (phénologie, structure, hauteur, densité...) dans laquelle elle se trouve, et d'autre part, en 1992, la relation insecte/plantes perchoirs.

I - METHODES

1.1 - Grille d'échantillonnage

En mai 1991 nous avons travaillé sur une jachère de 2,5 ha (Planche 2). Elle est délimitée au nord et au sud par des champs de blé et d'orge, à l'ouest par une jachère et à l'est par un chemin emprunté par les troupeaux de moutons et du matériel agricole (Figure 10A). La pente (de 1 à 2 % environ) est en diagonale de sud-est à nord-ouest. Le sol est plus meuble et moins caillouteux dans la partie nord et ouest de la parcelle.

Sur cette jachère, nous avons délimité une grille de 90 x 240 m, divisée en 3 blocs (A, B et C) de 8 carrés de 30 m de côté chacun (Figure 11). Les carrés ont été repérés par des pierres peintes.

En 1992, nous avons choisi une jachère jouxtant la première, celle-ci ayant été mise en culture (Figure 10B). Les caractéristiques floristiques de ces deux jachères sont peu différentes (Tableau IX). Sur cette jachère a été délimitée une grille d'échantillonnage de 60 x 120 m. divisée en 8 carrés de 30 m de côté.

PLANCHE 2



a



b



c

Station de Ouled-Tebane. Fig.a: vue générale le 18.05.1991.
Fig.b: la partie sud de la station (bloc A) le 12.06.91.
Fig.c: *Echinops spinosus* (Asteracée), plante perchoir de
Preaphippigera pachygaster.

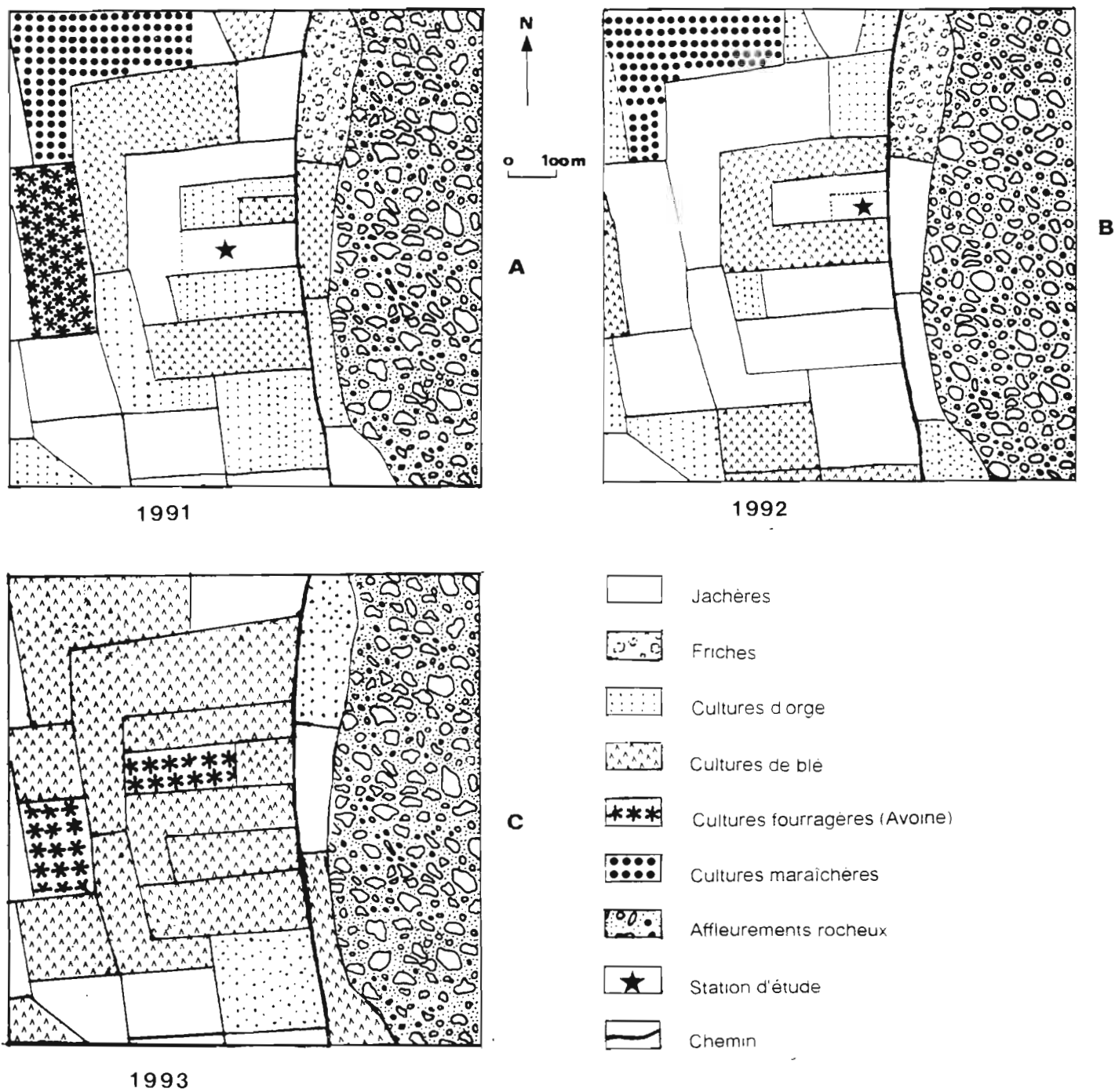


Figure 10. Parcellaire et rotation des cultures sur 3 ans dans la zone d'étude.

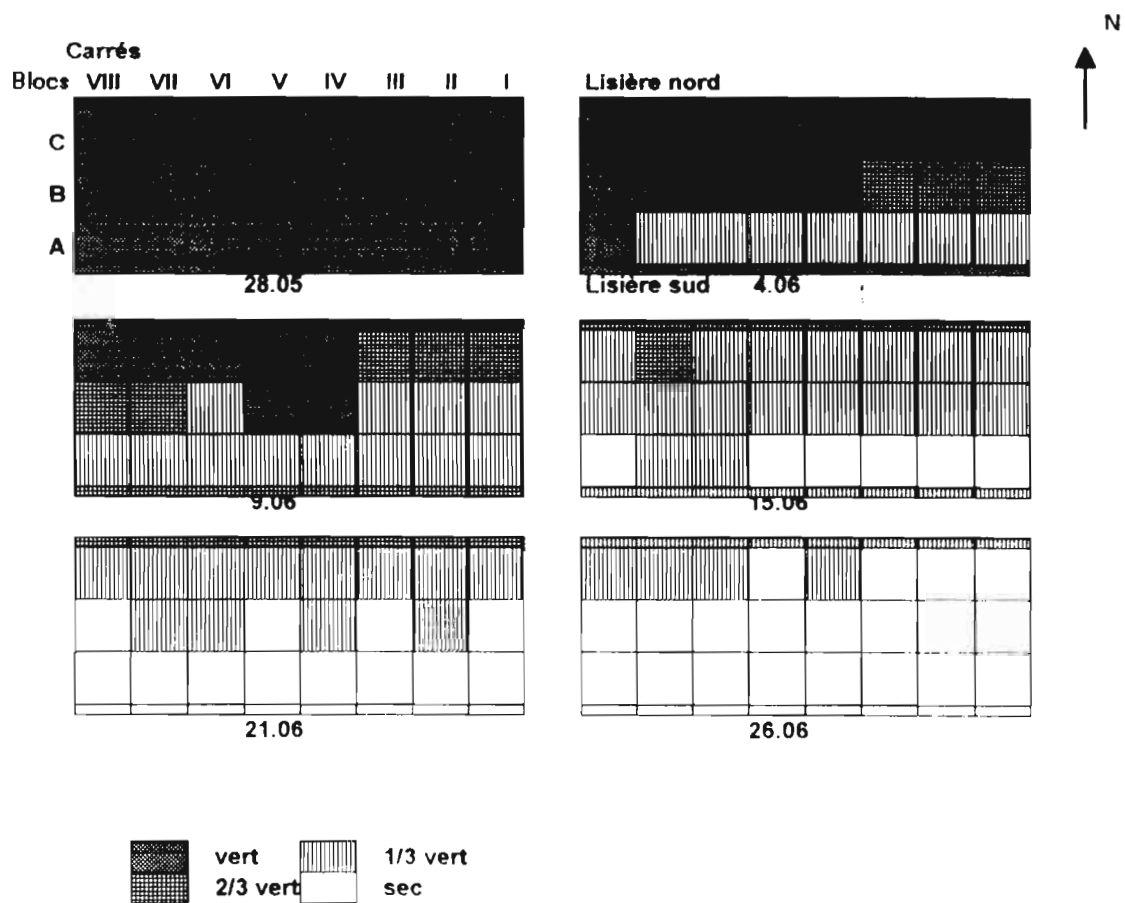


Figure 11. Evolution de l'état de verdure de la végétation dans la jachère en 1991.

1.2 - Relevé de la végétation

La végétation a fait l'objet d'un relevé sur 1 m² répété 4 fois dans chaque carré de la grille. Sur chaque unité d'échantillonnage, les plantes ont été dénombrées, la hauteur moyenne mesurée et le recouvrement herbeux évalué visuellement. L'état de verdure de la végétation dans chaque carré de la grille d'échantillonnage a fait l'objet de 6 relevés entre mai et juin et a été cartographié (Figure 11).

La détermination des plantes a été faite par K. BELOUED et H. ABDELKRIM (Inst. Nat. Agro., Alger) et G. ROUX (Univ. d'Orsay, Paris-sud) à partir de la Flore d'Algérie de QUEZEL et SANTA (1962, 1963). La nomenclature a tenu compte de la mise à jour de Flora Europaea (TUTIN et al., 1964, 1968, 1972, 1976, 1980).

1.3 - Dénombrement des Tettigoniides

1.3.1 - Estimation de densités

En 1991 les estimations de densités des jeunes et des adultes des deux sexes sont réalisées à l'aide d'un cadre de 1 m², répétées 4 fois au hasard dans chaque carré de la grille. Au total 9 dénombrements ont été effectués par échantillonnage stratifié, 2 fois par semaine, entre 10 et 15 h de la journée, du 18 mai au 26 juin.

En bordure nord et sud de la jachère, au niveau des lisières des cultures, les dénombrements ont été réalisés comme précédemment sur une bande de 1 m de large.

On n'a pas pris en compte, les individus du stade I, petits (3 à 4 mm) et déjà rares lors du premier échantillonnage. Ceux des stades II et III, difficiles à distinguer à première vue, ont été provisoirement emprisonnés sous des boîtes plastiques pour faciliter leur identification.

1.3.2 - Suivi démographique

Le suivi de l'évolution des effectifs dans les trois blocs (A, B et C) de la grille nous permettra de déceler l'éventualité de mouvements intrastationnels de *P. pachygaster*.

Les effectifs pour chaque stade de développement ont été convertis en fréquences cumulées. L'évolution de ces dernières en fonction du temps est représentée par une courbe de croissance du type sigmoïde (TOMASSONE et al., 1993) permettant de calculer la durée de vie à chaque stade.

La position de la médiane, 50 % des effectifs cumulés nous permet d'estimer le temps moyen mis par les individus pour passer d'un stade au suivant.

Nous avons effectué une analyse démographique de la population de *P. pachygaster* sur un diagramme de Lexis en portant sur les abscisses les dates de prélèvements et sur les ordonnées la durée moyenne de développement des stades de l'insecte. Pour chaque stade nous avons noté son effectif dans les cases correspondant au jour de l'échantillonnage. L'effectif est proportionnel à la surface traversée par le couloir diagonal au jour de l'échantillonnage. Le taux de décroissance de la population a été calculé en figurant le couloir qu'empruntent les individus au cours de leur développement

Le taux de décroissance de la population sur la grille d'échantillonnage a été calculé à partir du diagramme de Lexis. L'évolution des effectifs, sur la grille, des stades de développement en fonction des dates d'échantillonnage est représentée.

1.3.3 - Marquage-lâcher-recapture

Pour étudier les mouvements des adultes à l'intérieur de la jachère, nous avons effectué des marquages, lâchers et recaptures. Le 15 juin 1991, 144 individus ont été capturés (6 par carré), marqués avec du vernis à ongle de 3 couleurs de façon à distinguer les individus de chaque bloc et relâchés au centre de leur carré d'origine. Le solvant du vernis, de l'acétone, semble sans effet apparent sur le comportement de l'insecte. La couleur du vernis et le code de marquage apposé sur le pronotum et l'abdomen permettent de distinguer les individus de chaque bloc et carré. Trois jours plus tard, ils sont recherchés sur la grille et la position du point de recapture est notée.

1.4 - Etude de la relation insecte/plantes perchoirs

Les *P. pachygaster* étant fréquemment perchés sur les plantes, nous avons mesuré, en 1991, la hauteur relative à laquelle ils se tiennent et identifié la plante perchoir. Les échantillonnages sont effectués de la même façon que pour les évaluations de densités ; un relevé sur 1 mètre carré répété 4 fois au hasard dans chaque carré de la grille. Les observations ont été effectuées une fois par semaine du 13/05 au 14/06.

Pour étudier la fidélité de l'insecte envers les plantes perchoirs, nous avons effectué des marquages-lâchers-recaptures. Le 14/06/1992, des adultes perchés ont été

capturés, marqués comme précédemment et replacés immédiatement sur leur plante perchoir. Au total, nous avons marqué 48 individus rencontrés sur 10 espèces de plantes différentes. Le lendemain, nous les avons recapturés et noté les plantes sur lesquelles ils ont été retrouvés.

l'Indice d'Ivelev (D) revu par JACOBS (1974) permet d'établir une préférence pour un type de perchoir en comparant les plantes utilisées par les adultes avant et après le marquage.

$$D = (r - p) / (r + p - 2rp)$$

Cet indice prend en considération la proportion (r) d'individus sur une plante perchoir par rapport à la proportion (p) de cette même plante dans la zone d'étude. Il varie de -1 à +1 et indique une préférence lorsqu'il est positif.

JACOBS (1974) a montré que cet indice n'est pas sensible aux variations d'abondances relatives des plantes.

II - RESULTATS

2.1 - Composition, structure et phénologie de la végétation

Nous avons inventorié dans les deux jachères, mitoyennes, 45 espèces représentant 15 familles. Les Astéracées, les Brassicacées et les Apiacées sont dominantes. Un tiers des espèces sont des plantes pérennes ou bisannuelles et appartiennent à trois groupements phytosociologiques : *Stellarietea mediae* (*Secalietalia et Secalion*), *Tuberarietea Guttatae* (= *Thero-Brachypodietea*) et *Lygeo-stipetea* (BRAUN-BLANQUET, 1936, 1951 ; GUINOCHET, 1977 ; AIDOU-LOUNIS, 1984 ; KAABECHE, 1990 ; ABDELKRIM, 1995) (Tableau IX).

- Le *Secalion* regroupe des messicoles signalées dans la plupart des régions d'Algérie : la Mitidja, l'Atlas Tellien, les hauts plateaux d'Oran et de Sétif, Bou-Sàada et la steppe. Les plus abondantes sont *Bifora testiculata*, *Rapistrum rugosum* et *Scandix pecten-veneris*.

- Les *Tuberarietea Guttatae* (= *Thero-Brachypodietea*) regroupent les espèces liées aux friches, pelouse de montagnes et steppe des régions à bioclimat méditerranéen semi-aride. Les plus abondantes sont *Hirchfeldia incana*, *Hedypnois cretica*, *Lathyrus sphaericus* et *Picnomon acarna*.

- Les espèces du *Lygeo-stipetea* sont liées aux steppes à bioclimat méditerranéen aride, friches et matorrals à bioclimat semi-aride : *Matthiola fruticulosa*, *Medicago minima*, *Bromus rubens*, *Silybum eburneum* et *Bombycilaena discolor*.

Dans la jachère étudiée en 1991 la densité de plantes augmente du bloc A vers le bloc C (Tableau IX). L'analyse de variance non paramétrique de Kruskal et Wallis sur les différences de densité entre les blocs est hautement significative ($P = 0,009$). Sur l'ensemble de la station, la végétation est restée uniformément verte et non pâturée jusqu'à la fin mai (Figure 11). Le dessèchement de la station en début juin a été accentué par le passage 4 fois par jour d'un troupeau de moutons sur les blocs A et B. En fin juin seules quelques plantes non pâturées, épineuses et dressées ou en touffes étaient encore vertes, comme : *Scolymus hispanicus*, *Carthamus pectinatus*, *Silybum eburneum*, *Carduus pteracanthus* et *Echinops spinosus*.

Tableau IX. Composition floristique et appartenance phytosociologique des 2 jachères étudiées à Ouled Tebane en 1991 et 1992. Densité des plantes est donnée par bloc (32 m²). Espèces pérennes (*), bisannuelles (+), --- plantes perchoirs ;

		1991		1992	
Espèces	Blocs	A	B	C	
Classe: Stellarietea medica (R.T., 1950 em. Lacourt, 1977)					
<i>Adonis aestivalis</i> L.,		0	0	1	0
* <i>Crepis vesicaria</i> L.,		0	0	2	0
<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) K.,		0	1	4	0
<i>Galium tricornutum</i> Dandy,		0	1	5	0
<i>Avena sterilis</i> L.,		0	3	7	0
<i>Reseda alba</i> L.,		7	19	13	0
* <i>Carduncellus pinnatus</i> (Desf.)DC.,		13	13	18	0
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.,		28	45	80	0
<i>Lithospermum arvense</i> L.,		0	0	1	2
<i>Papaver rhoeas</i> L.,		0	1	6	9
<i>Filago pyramidata</i> L.,		0	0	16	12
* <i>Carthamus pectinatus</i> Desf.,		6	4	10	17
* <i>Gladiolus italicus</i> Miller,		0	13	0	33
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.,		0	9	16	36
<i>Vicia sativa</i> L.,		10	14	32	38
<i>Anacyclus tomentosus</i> DC.,		0	12	4	42
<i>Bifora testiculata</i> (L.) Roth.,		0	16	48	48
* <i>Daucus carota</i> L.,		24	30	22	68
* <i>Muscari comosum</i> (L.) Miller,		32	40	56	104

Ordre: Tuberarietea Guttatae Br.Bl. 1952 em. Riv.Mar. 1977 (= Thero-Brachypodietea Br.Bl.1947).

<i>Sonchus oleraceus</i> L.,	0	12	4	0
<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mull.,	2	4	2	0
<i>Plantago lagopus</i> L.,	2	2	3	0
+ <i>Scorzonera lacineata</i> L.,	0	0	2	4
<i>Lathyrus sphaericus</i> Ret.,	0	0	16	6
* <i>Eryngium campestre</i> L.,	8	4	16	8
* <i>Carduus pteracanthus</i> Dur.,	1	3	5	16
* <i>Scolymus hispanicus</i> L.,	2	1	2	16
* <i>Picnemon acarna</i> (L.) Cass.,	3	6	13	22
* <i>Echinops spinosus</i> L.,	9	8	5	26
<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.,	8	12	16	47
+ <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lag.Fossat,	29	47	59	56
<i>Hedypnois cretica</i> (L.)DC.,	19	36	48	82
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin,	2	0	0	144

Suite du tableau IX

Espèces	Blocs	1991			1992
		A	B	C	
Ordre: Lygeo-stipetia Riv.Mart.1977.					
<i>Nonea vesicaria</i> (L.) Reichenh		0	0	4	0
<i>Alyssum granatense</i> Bois.et Reut.,		4	6	0	0
+ <i>Silybum eburneum</i> Cos.et Dur.,		11	7	2	0
<i>Medicago minima</i> (L.) Batal.,		0	8	40	0
* <i>Erodium hirtum</i> (ForsK.) Willd.,		0	9	6	0
<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.		0	12	4	0
<i>Herniaria hirsuta</i> L.,		0	0	0	2
* <i>Matthiola fruticulosa</i> (L.) Maire,		21	38	51	46
* <i>Trigonella stellata</i> Forsk		0	0	0	48
<i>Bombycilaena discolor</i> (Per.)Lain.,		7	6	8	50
<i>Centaurea alba tenoreana</i> (Willk.) Dostal,		0	0	0	52
<i>Bromus rubens</i> L.,		28	22	16	78
Nombre d'espèces		23	34	39	28
Densité/m²		9	15	21	35
Hauteur moyenne (cm)		13	16	27	20
Recouvrement moyen (%)		40	60	80	80

Classe: Stellarietea mediae R.T.1950 em. Lacourt 1977.

Espèces du Sécation regroupant des messicoles signalées dans la plupart des régions d'Algérie : la Mitidja, l'Atlas Télien, les Hauts plateaux d'Oran et de Sétif, Bou-Sâada et la steppe.

Ordre: Tuberarietea Guttatae Br.Bl. 1952 em. Riv.Mar. 1977 (= **Thero-Brachypodietea** Br.Bl.1947).

Espèces liées aux friches, pâturages, pelouses de montagne et steppes à bioclimat méditerranéen semi-aride.

Ordre: Lygeo-stipetia Riv.Mart.1977.

Espèces liées aux steppes à bioclimat méditerranéen aride, friches et matorals à bioclimat semi-aride

2.2 - Démographie de la population

A la première date d'échantillonnage (18 mai), nous avons observé des stades II, III et IV (Figure 12). Ceci laisse penser que les premières éclosions ont eu lieu durant la 3ème décade du mois d'avril.

L'effectif de la population juvénile a atteint son maximum le 25 mai et a ensuite diminué jusqu'au stade adulte (Figure 12).

La durée moyenne des stades calculée à partir des courbes de fréquences cumulées de chaque stade (Figure 13) augmente, avec l'âge, de 3 jours au stade III à 9 jours au stade VI (Tableau X). La durée du stade I n'a pas été déterminée, car les éclosions avaient eu lieu bien avant la première date de dénombrement (18.05.91). La durée du stade II est estimée approximativement car les données ne sont pas complètes.

Tableau X. Durée moyenne (en jours) du développement des jeunes, du stade III au stade VI en mai et juin 1991 à Ouled Tebane.

stades	femelle	mâle
II ?	2,5	2,5
III	3,5	2,0
IV	5,5	5,0
V	9,0	10,0
VI	9,0	8,0
Total en jours	29,5	27,5

Les observations de terrain, concernant le développement de l'insecte, sur la période de 1986-1989 (FELLAOUNE, 1989) et 1990-1993 nous ont permis d'établir une partie du cycle biologique (Tableau XI). Ceci est important pour comprendre la période durant laquelle les stades III, IV, V, et VI, peuvent être nuisibles aux cultures (Tableau VIII, chapitre II).

Nous n'avons pas observé les éclosions qui sont échelonnées d'avril à mai. La durée de développement de *P. pachygaster* est estimée en moyenne à 6 semaines. La période de vie épigée, variable selon les années, s'étale d'avril à juillet. La population devient adulte au début du mois de juin. Les mâles sont plus précoces et deviennent adultes 2 à 3 jours avant les femelles qui restent plus longtemps sur la station.

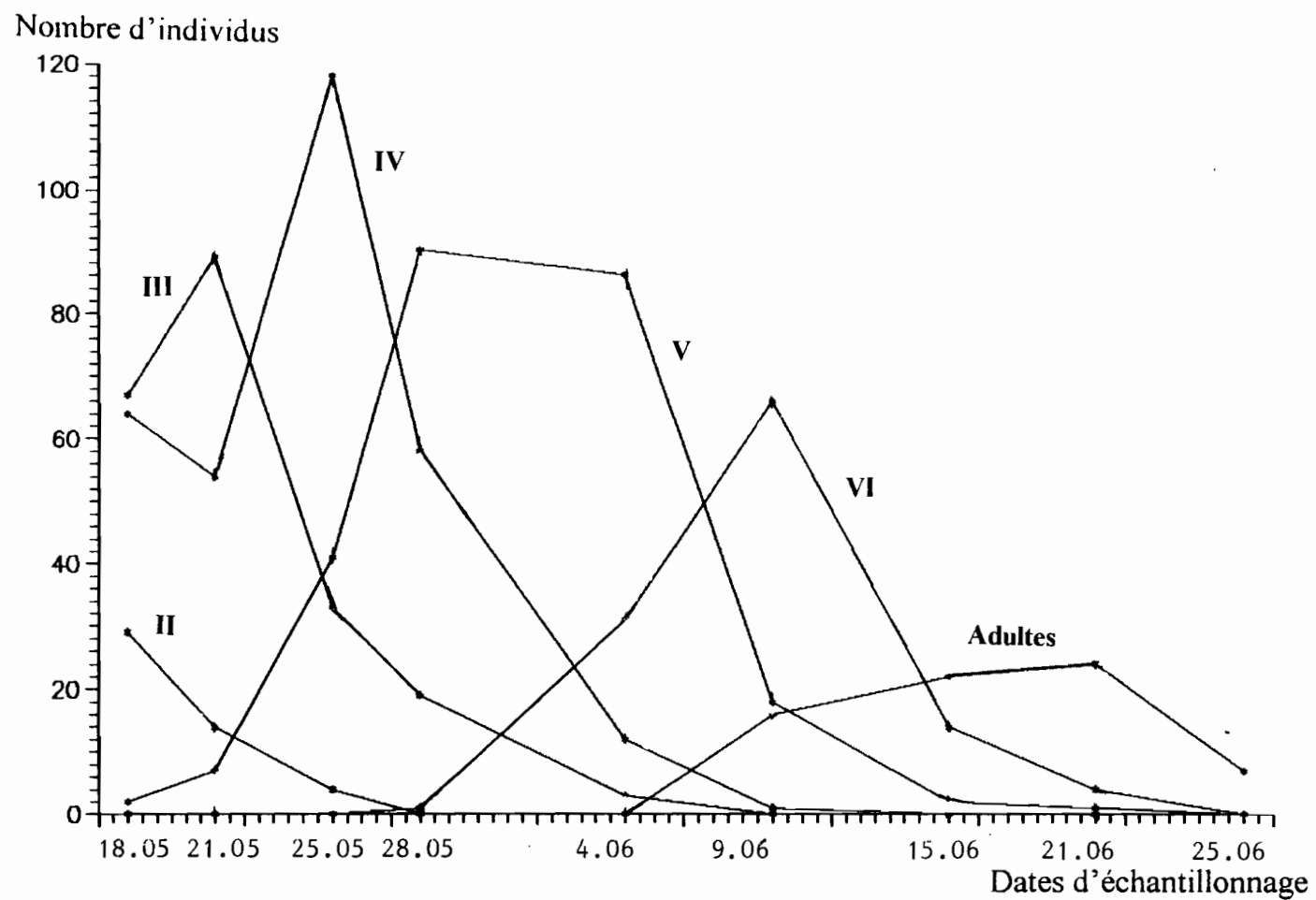


Figure 12. Effectif de la population de *P. pachygaster* à partir du stade II, sur la grille d'échantillonnage en 1991.

Fréquences cumulées

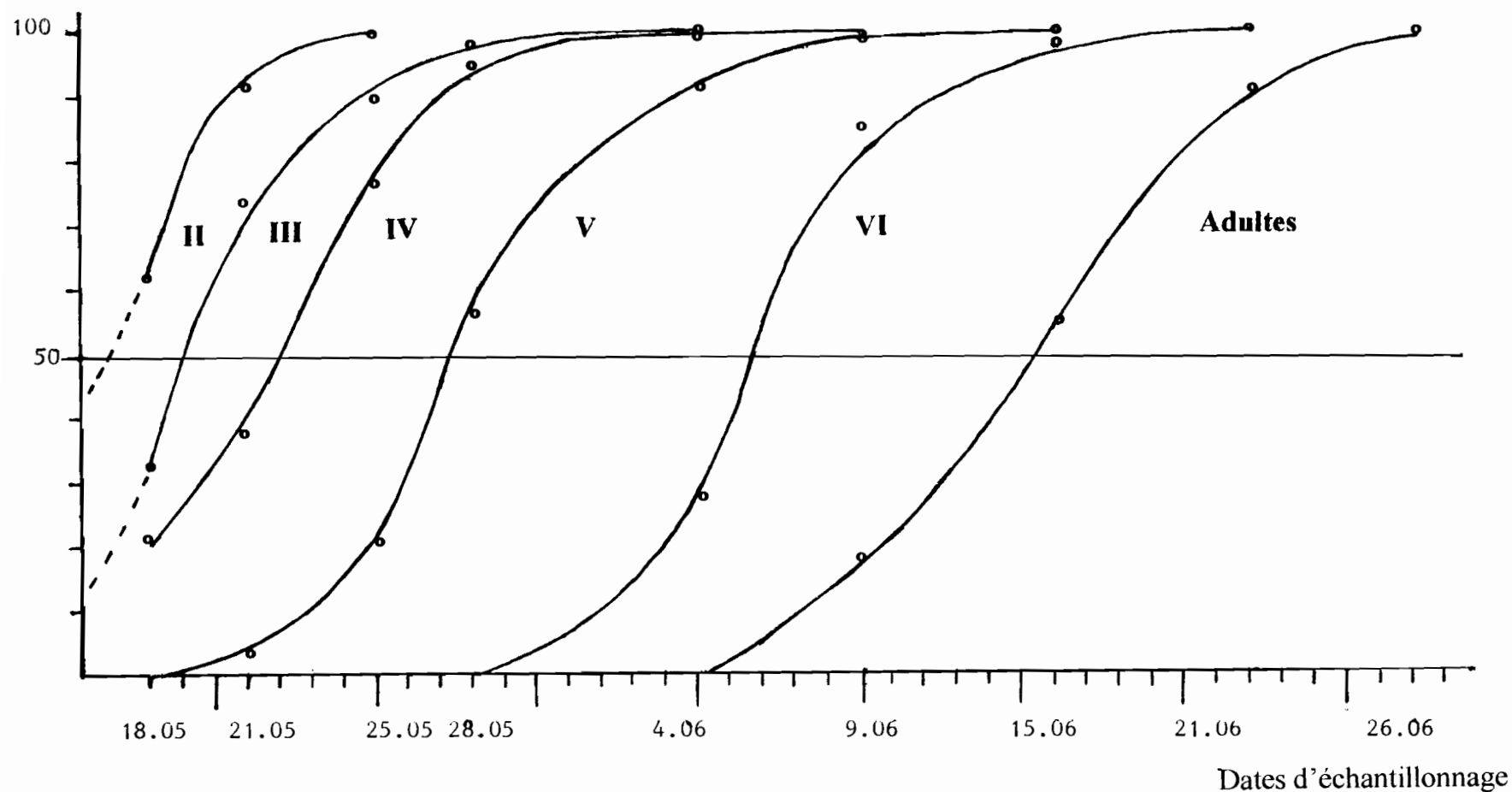


Figure 13. Durée des stades de développement sur la grille d'échantillonnage pour la moitié de l'effectif (50 %) sur la courbe des effectifs (en fréquences cumulées) marque le moment où la moitié des individus change de stade. La durée d'un stade est estimée par le temps qui sépare deux points d'intersection de la médiane avec les courbes.

Tableau XI. Périodes de développement de *P. pachygaster* à Ouled Tebane estimées sur 8 années d'observations (1986-1993).

Mois	avril			mai			juin			juillet	
Dates	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20
Stades											
I		?	-----								
II		?	-----								
III				-----							
IV				-----							
V					-----						
VI						-----					
Imago							-----				

2.3 - Densité et répartition intrastationnelle de *P. pachygaster*

En 1991, la population juvénile a atteint son maximum le 25 mai et a ensuite diminué jusqu'au stade adulte (Figure 12).

La cohorte des individus de stade II au 18 mai a été analysée sur un quadrillage de Lexis (Figure 14). L'effectif de la cohorte est maximum au stade III et non en stade II. Ceci s'explique par le fait que l'échantillonnage a été biaisé par la petite taille des deux premiers stades (I et II). Par conséquent nous avons analysé les résultats à partir du stade III.

La décroissance de la population représentée graphiquement (Figure 15) montre que le taux de décroissance de la cohorte du troisième stade à la mue imaginale a été exponentiel et rapide.

Le meilleur ajustement à une exponentielle décroissante des effectifs de la cohorte estimée à partir du diagramme de Lexis est $Y = 90,79 * e^{-0,095X}$ avec un coefficient de détermination $r^2 = 0,93$. Le taux de mortalité/jour estimé est de -9,5.

Sur le terrain, il nous a été difficile de détecter les causes de la diminution rapide de l'effectif de la population à la fin du développement. Elles peuvent être diverses, liées à l'espèce même ou à d'autres facteurs qui agissent sur sa dynamique de population (prédateurs et parasites, facteurs du milieu, activité humaine, climat...).

Nous n'avons pas observé de cause de mortalité évidente. Nous n'avons pas recensé de prédateurs, mais il faut rappeler que le phénomène de cannibalisme est courant chez *P. pachygaster*.

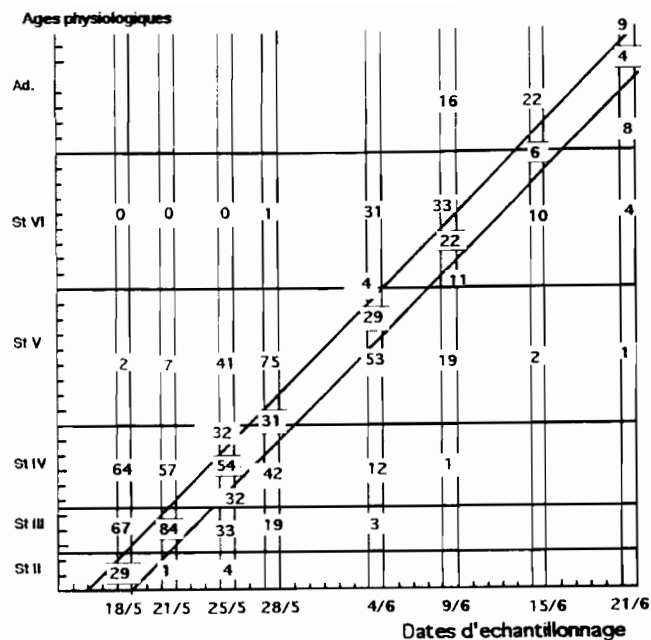


Figure 14. Analyse de la cohorte des jeunes stades II au 18.05.91 sur un diagramme de Lexis.

Effectifs (%)

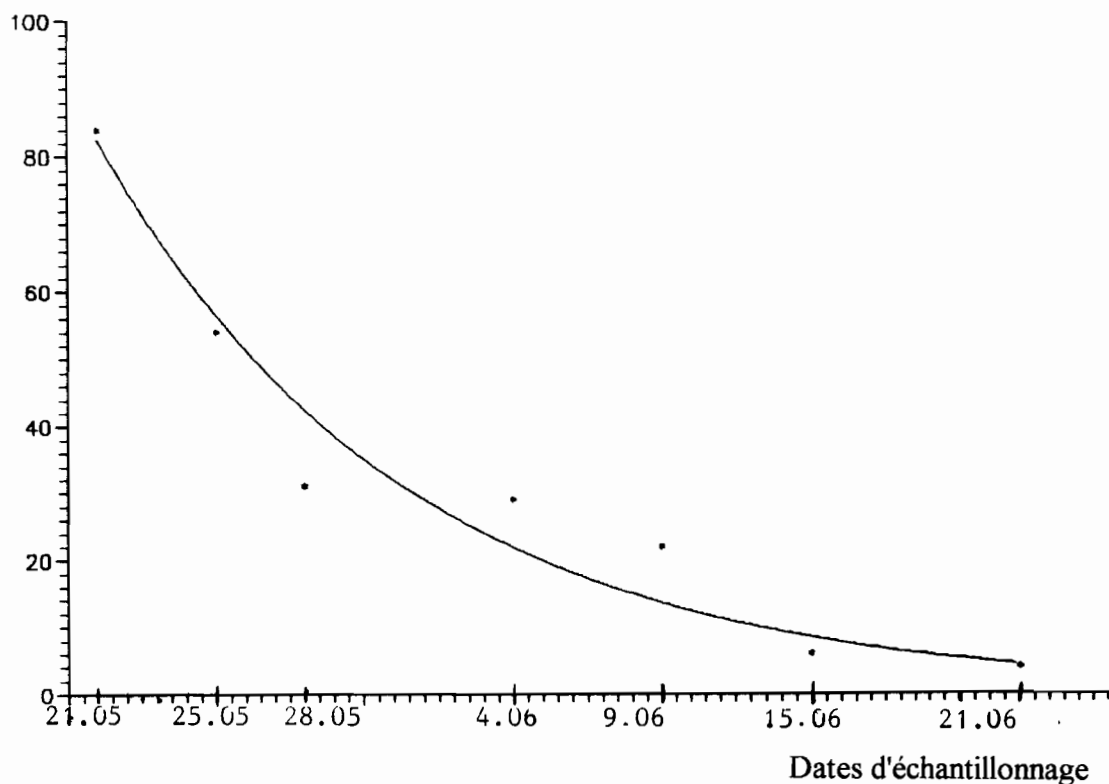


Figure 15. Ajustement à une exponentielle décroissante des effectifs de la cohorte estimée à partir du diagramme de Lexis (Tableau 14) $Y = 90.79 \times e^{-0.095X}$
Coefficient de détermination, $r^2 = 0.93$
Taux de décroissance/jour estimé est de -9.5 %.

La diminution de l'effectif de la population peut s'expliquer probablement par la dispersion des *P. pachygaster* en fonction des modifications de son environnement que nous essayons d'analyser ici.

La densité de *P. pachygaster* très faible dans le bloc C au début de l'échantillonnage (le 18 mai) a régulièrement augmenté pour, en juin, être finalement plus forte que dans les blocs A et B (Figure 16). Sur les lisières sud et nord de la jachère les densités ont varié dans le même sens (Tableau XII). Ces résultats suggèrent un déplacement progressif de la population, du bloc A vers le bloc C, dont la génération précédente aurait pondu (en 1990) dans la lisière sud de la parcelle (Figure 10).

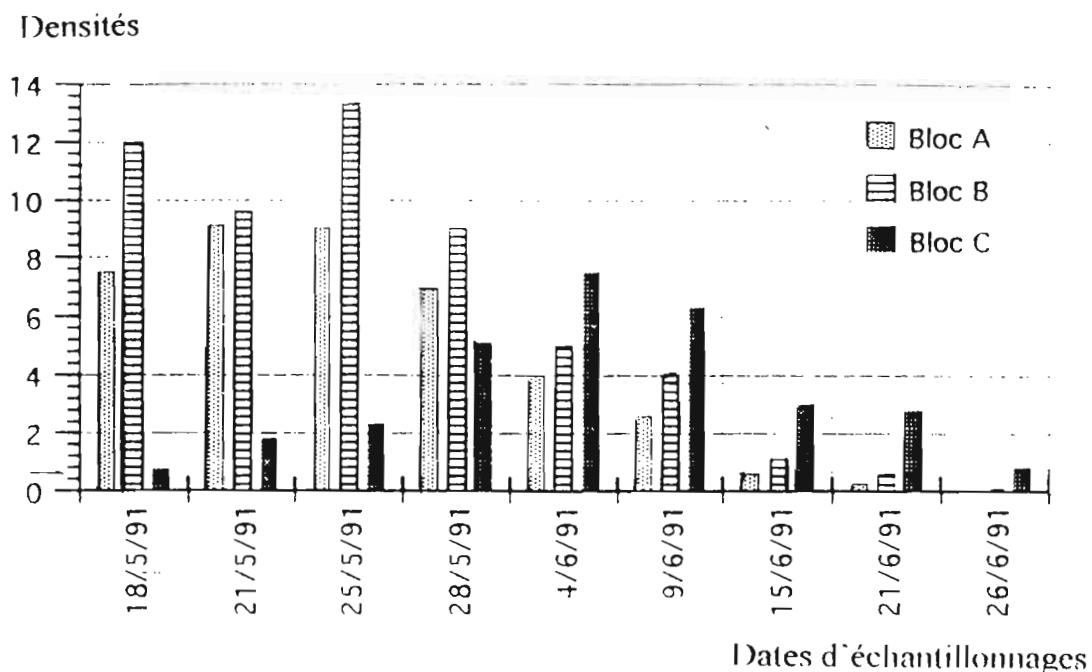


Figure 16. Variations de densités (m²) de *P. pachygaster* entre les 3 blocs de la grille d'échantillonnage (n= 8).

Dates	21/05	25/05	28/05	04/06	9/06	15/06
Lisière sud	1,1	0,9	0,7	0,4	0,3	0,1
Lisière nord	0,2	0,3	0,2	0,5	0,5	0,4

Tableau XII. Densité de *P. pachygaster* sur les lisières nord et sud de la jachère.

Ce mouvement intrastationnel semble s'effectuer à partir du stade V et quand la végétation annuelle commence à se dessécher (Figure 11). Il serait à l'origine de la baisse des effectifs de la population, dans la grille d'échantillonnage, à partir du 25 mai.

La méthode des marquages-lâchers-recaptures, utilisée en 1991, montre que les *P. pachygaster* sont très mobiles. Sur les 144 marqués 51 ont été recapturés 3 jours après. La distance moyenne de dispersion était de 20,5 m du point de lâcher (Figure 17). Quarante vingt dix pour-cent ont parcouru plus de 10 m. La distance maximum a été de 75 m parcourue par un individu du bloc A vers le bloc C. Les distances moyennes de recaptures ne sont pas différentes entre les blocs. Un test X^2 d'homogénéité sur les directions prises conduit à rejeter l'hypothèse nulle ($X^2 = 9,63$, $P = 0,02$ dl = 3), la direction préférentielle étant le nord de la jachère (Figure 18), autrement dit des blocs A vers C (où la végétation est restée plus longtemps verte et surtout sur la lisière nord). Les orientations prises par les individus sont les mêmes pour les mâles et les femelles.

Enfin, le passage de moutons, 2 fois par jour à partir du 3 juin, au niveau du bloc A, a contribué à la dégradation de la végétation dans ce bloc et aux perturbations de la population. Par conséquent la végétation annuelle à faible enracinement se dessèche rapidement et limite les possibilités d'alimentation des sauterelles qui doivent se déplacer vers les autres blocs de la grille et les parcelles voisines.

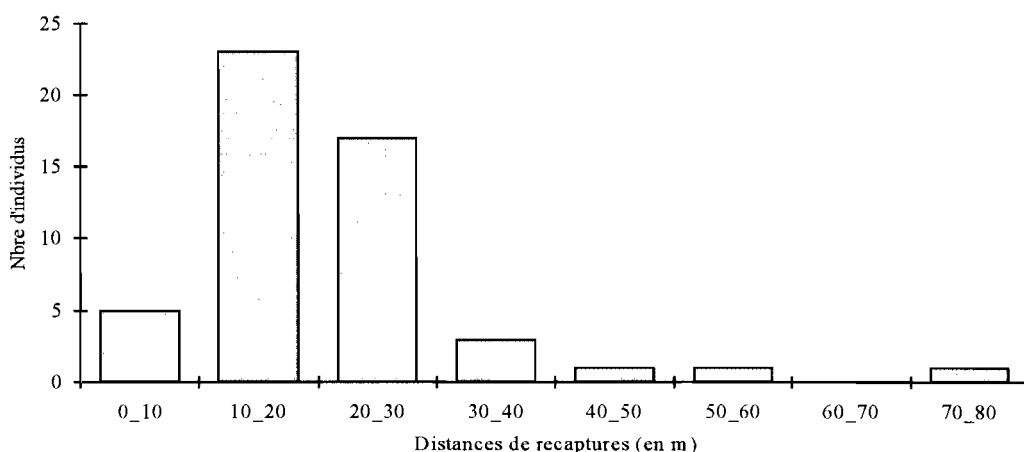


Figure 17. Distances de recaptures dans la grille 3 jours après le lâcher du 15/06/91.

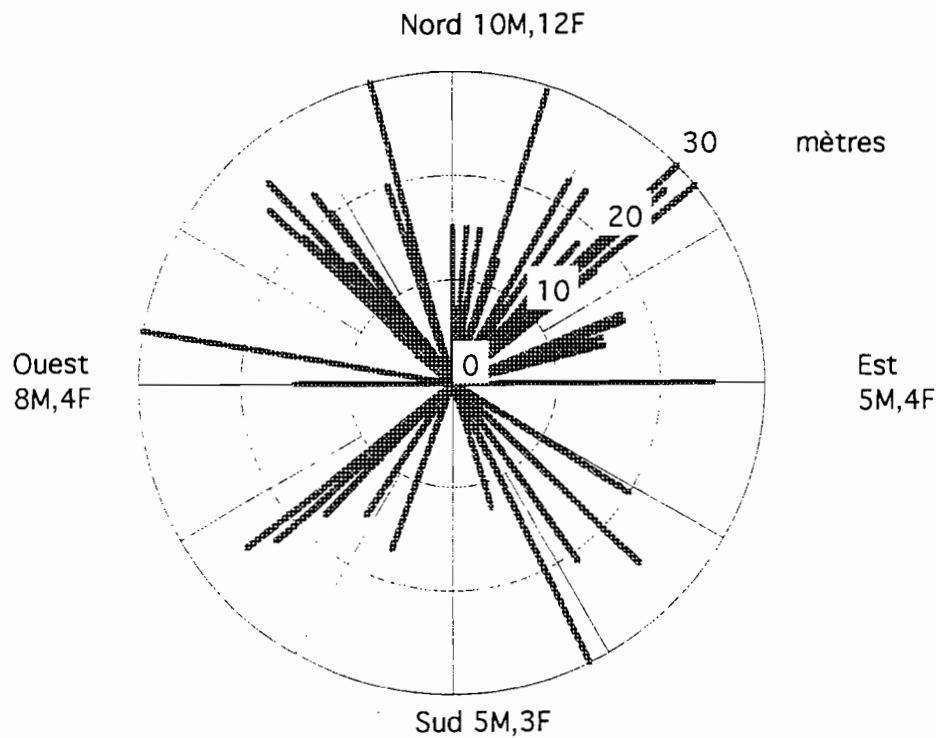


Figure 18. Orientations et distances de dispersion, dans chacune des directions N-S-E-O, de 51 adultes recapturés trois jours après avoir été lâchés. M= mâle, F= femelle. Nombre d'adultes marqués et relâchés = 144. Distance moyenne parcourue = 10,3. $\chi^2_3 = 9,63$; $p = 0,02$.

2.4 - Relation insecte/plantes perchoirs

Les *P. pachygaster*, comme la plupart des Tettigoniides, sont perchés sur les tiges ou les inflorescences des plantes (souvent tête en bas) et préférentiellement sur le 1/4 supérieur de la tige (Tableau XIII). Pendant les heures chaudes de la journée, entre 12 h et 16 h, ils sont fréquemment au sol sous les plantes.

En 1992, nous avons constaté, par une nouvelle expérience de marquage, que 40% des individus marqués et replacés sur leur plante perchoir ont été recapturés le lendemain à une distance moyenne de 10,3 m ; résultat qui confirme la mobilité des adultes sur la station de 1991 (Figures 17 et 18). Un seul individu a été recapturé sur sa plante d'origine. La plante utilisée comme perchoir le lendemain n'est pas forcément la même espèce ; mais les fréquences d'utilisation d'une espèce comme perchoir entre le lâcher et la recapture sont corrélées (Tableau XIV). Sur les 26 espèces de la jachère, 16 étaient encore vertes au moment de l'expérience (le 14 juin). Les *P. pachygaster* ont montré une nette préférence pour 5 d'entre elles (indice d'Ivelev ≥ 5). Celles-ci sont liées aux friches (Tableau XIV et IX). Nous citerons en particulier *Echinops spinosus* (Planche 2c).

Tableau XIII. Hauteurs relatives des individus sur leurs plantes perchoirs.

Classes de hauteur	effectifs et % de jeunes		effectifs et % des adultes	
3/4 - 1	10	35,72	8	40
1/2 - 3/4	8	28,5	5	25
1/4 - 1/2	8	28,5	3	15
0 - 1/4	2	7,15	4	20

Tableau XIV. Fidélité des adultes de *P. pachygaster* envers leurs plantes perchoirs.

N_1 = nombre d'individus capturés sur une plante X et marqués ; N_2 = nombre d'individus recapturés sur la même plante X 24 h après. Coefficient de Corrélation de rang de Spearman entre N_1 et N_2 $r = 0,81$; $P = 0,014$.

Sélection des plantes perchoirs : mesurée par l'indice d'Ivelev revu par JACOBS (1974) ; $D = (r-p)/(r+p-2rp)$. r = proportion de *P. pachygaster* capturés sur une plante X par rapport au nombre d'individus capturés sur les autres plantes perchoirs ; p = proportion de la plante X par rapport aux autres plantes. $-1 < D < 0$ = sélection négative ; $0 < D < 1$ = sélection positive.

Espèces	% vert	Hauteur moyenne(cm)	Nber /32 m²	N1	N2	indice d'Ivelev
<i>Echinops spinosus</i>	100	30	26 16	11		0,94
<i>Picnomon acarna</i>	100	30	22 8	4		0,85
<i>Eryngium campestre</i>	100	15	8 2	1		0,72
<i>Carduus pteracanthus</i>	100	30	16 2	1		0,51
<i>Scolymus hispanicus</i>	100	25	16 2	0		0,51
<i>Hirschfeldia incana</i>	50	32	56 4	2		0,28
<i>Lolium rigidum</i>	60	30	144 9	1		0,26
<i>Carthamus pectinatus</i>	100	25	17 1	0		0,16
<i>Rapistrum rugosum</i>	20	45	36 2	0		0,14
<i>Anacyclus clavatus</i>	80	10	42 2	1		0,05
<i>Hedyponis cretica</i>	40	-	82 0	0		-1
<i>Bombycilaena discolor</i>	50	10	50 0	0		-1
<i>Filago pyramidata</i>	100	10	12 0	0		-1
<i>Muscari comosum</i>	30	8	104 0	0		-1
<i>Gladiolus italicus</i>	100	-	33 0	0		-1
<i>Matthiola fruticulosa</i>	50	15	46 0	0		-1
Autres espèces			402 0	0		-1
Total			1112 48	21		-1

DISCUSSION ET CONCLUSION

Nos observations bien que partielles indiquent que dans la région de Ouled Tebane, *P. pachygaster* est une espèce univoltine à 6 stades larvaires, que les éclosions débutent sans doute en avril et seraient très étalées et que la vie épigée dure du mois d'avril jusqu'au mois de juillet et l'accouplement pouvant commencer dès le mois de juin.

La période du développement des jeunes coïncide avec le début de la saison sèche ; celle des adultes s'effectue au cours de la période chaude et sèche (juin et juillet). La température minimale (moyenne mensuelle) est de 8,6 °C en avril et passe à 20,4 °C en juillet. Les maxima sont de 20,8 °C en avril et atteignent 37 °C en juillet. Ceci peut nous renseigner sur les intervalles [8° à 37°] des températures tolérées, des milieux semi-arides à été sec et chaud et hivers froid, par *P. pachygaster* pour accomplir son cycle.

La répartition de *P. pachygaster* trouve des explications aussi bien à l'échelle de la plante sur laquelle se perche ou se nourrit qu'à l'échelle de l'organisation de l'espace cultivé qui conditionne sa stratégie de reproduction. BLANDIN et LAMOTTE (1988) et THEURILLAT (1992), ont souligné la nécessité de prendre en compte l'espace pour expliquer des phénomènes qui ont chacun une échelle spatio-temporelle propre.

Dans les milieux semi-arides les Orthoptères ont des ressources alimentaires limitées en quantités et en durées (BEN HALIMA, 1983 ; CHARA, 1987). Selon les saisons et la phénologie des plantes, la valeur nutritive de l'alimentation varie également beaucoup (STIELD et KALMRING, 1989). Ces contraintes provoquent chez les insectes une recherche active de plantes nourricières de substitution lorsque les annuelles éphémères ont disparu (BEN HALIMA, 1983 ; OSAWA et WOODALL, 1990). On sait que *P. pachygaster* change de régime juste avant la mue imaginale. D'herbivore il devient omnivore avec une nette tendance à consommer des pièces florales (Cf. Chapitre IV, Partie I). Ce changement de régime, sans doute induit par les contraintes du milieu, coïncide également avec l'apparition de nouveaux besoins physiologiques liés à la reproduction.

Les adultes marqués et lâchés en des points déterminés de la grille, ont réagi à la perturbation expérimentale, en se dispersant préférentiellement vers le nord de la jachère. Ce résultat est à rapprocher des changements de densité observés entre blocs de la grille d'échantillonnage simultanément au dessèchement de la végétation.

WEIDMANN et al., (1990) ont également constaté que la distribution des femelles de Dectique était plus en relation avec des facteurs environnementaux (humidité, température) et alimentaires que déterminée par le comportement acoustique des mâles.

P. pachygaster comme d'autres Tettigoniides effectue ses stridulations d'appel sur des plantes à port dressé appartenant aux friches (KEUPER et al., 1986). Nos résultats confirment les observations de CHOPARD (1943) et montrent que cet Ensifère a une affinité pour ce type de plantes qui ont la particularité de rester longtemps vertes. Le port dressé de la plante n'est pas le seul critère pour l'insecte qui la choisie comme perchoir pour striduler : *Rapistrum rugosum*, plante haute, n'est que peu fréquentée. L'insecte semble chercher des plantes épineuses de friches qui lui assurent une protection vis-à-vis des prédateurs (BAILEY, 1993). La fidélité d'un individu pour son perchoir est faible. Il n'y a pas d'évidence de comportement territorial, ce qui concorde avec la mobilité générale des individus. La recherche de plantes vertes n'est certainement pas le seul facteur de dispersion. Il a été démontré par ailleurs chez les Tettigoniides que la compétition acoustique entre les mâles conditionne l'espacement et la dispersion des individus (DADOUR et BAILEY, 1990 ; STIELD et BICKMEYER, 1991).

L'occupation de l'espace par les espèces animales et végétales est en relation avec la structure et la dynamique du paysage agricole (BUREL et al., 1992). La distribution et le comportement des tettigoniides est en fonction de la structure de la végétation ; celle des jeunes est en relation avec les sites de pontes maternelles (CHERRILL et BROWN, 1992). L'hétérogénéité de la répartition des individus de *P. pachygaster* dès le stade II, indique que les pontes sont localisées. Si on admet que les individus les plus jeunes n'ont pas migré sur de grandes distances, les sites de pontes préférentiels seraient plutôt en lisières des champs. Les lisières, et les touffes d'herbes en limite avec les espaces ouverts ont souvent été désignées comme foyers de multiplication et de concentration pour de nombreuses espèces animales (FULLER et WHITTINGTON, 1987 ; FROCHOT, 1987 ; CHERRILL et BROWN, 1992). L'interface culture/jachère, permet à la génération suivante une recolonisation proche quelque soit le devenir des parcelles. Les cultures de type traditionnel multiplient ces effets de lisières.

Les pratiques culturales ont été souvent mises en cause pour expliquer les phénomènes de pullulations chez les espèces d'acridiens du genre *Docostaurus* et *Calliptamus* (SKAF, 1972 ; LOUVEAUX et al., 1988 ; LOUVEAUX, 1991). Pour des

insectes qui n'ont pas la possibilité de se déplacer par vol il y a là une adaptation aux milieux cultivés qui est sans doute à l'origine des pullulations constatées.

P. pachygaster pourrait n'être devenu ravageur que secondairement, lorsque l'homme a défriché et cultivé ses biotopes.

L'envahissement des céréales par *P. pachygaster* s'expliquant par leur port dressé et le fait que ces cultures restent plus longtemps vertes que les jachères, ou par le régime alimentaire de l'insecte, que nous analysons dans le chapitre suivant, révèlent une affinité particulière de cette sauterelle pour les plantes messicoles.

Le passage des jachères aux cultures est facilité par la petite taille des parcelles (moins de 1,5 ha) imbriquées les unes dans les autres. Les pratiques culturales et pastorales ont souvent été mises en cause pour expliquer les pullulations d'acridiens (SKAF, 1972, 1975 ; FARROW ; 1987 ; LOUVEAUX et al., 1988), comme le criquet italien, *Calliptamus italicus*, qui pullule principalement dans les luzernières mal entretenues et sur sol pauvre. Il est probable que c'est la pratique de la jachère mal travaillée qui permet à *P. pachygaster* d'être un ravageur des cultures.

CHAPITRE IV

RELATIONS DE *P. PACHYGASTER* AVEC SES PLANTES NOURRICIERES

PREMIERE PARTIE

REGIME ALIMENTAIRE

GANWERE et al. (1989) ont donné une synthèse des travaux sur l'alimentation des Orthoptères qui montre l'importance de la nourriture en tant que facteur écologique.

Comme pour la plupart des Ephippigères, nous avons très peu d'indications concernant le régime alimentaire de *Praehippiger pacygaster*. BAILEY et RENTZ (1990) font une synthèse des connaissances de la biologie des Ensifères sans faire mention de travaux sur les besoins alimentaires particuliers de ces Orthoptères.

Le statut de ravageur de cultures de *P. pacygaster* laisse penser que c'est plutôt un phytophage graminivore ; mais selon CHOPARD (1943) il serait omnivore comme les autres Ensifères d'Afrique du Nord.

La connaissance du spectre et des préférences alimentaires permet d'évaluer les potentialités d'un milieu vis à vis de la reproduction et le développement de la sauterelle.

Dans cette optique nous avons essayé de préciser les préférences alimentaires de *P. pacygaster* dans les conditions naturelles et de rechercher leur signification.

Le travail de terrain a été réalisé en mai et juin 1990 dans la région de Ouled Tebane. Trois jachères, différant par leur structure, densité, hauteur, recouvrement et leur composition floristique, ont été choisies afin d'évaluer la variabilité du régime alimentaire en fonction de la disponibilité des ressources.

I - MATERIEL ET METHODES

Pour connaître le régime alimentaire des phytophages, des méthodes ont été décrites consistant à déterminer les plantes consommées par l'examen des épidermes contenus dans les fèces et leur comparaison avec une épidermothèque préparée à partir des plantes du biotope (BERNAYS et CHAPMAN, 1970 ; CHAPUIS, 1980 ; BEN HALIMA, 1983).

Nous avons procédé comme suit :

- relevé de la végétation sur la grille d'échantillonnage.
- préparation d'une épidermothèque à partir d'épidermes de plantes présentes dans le biotope de l'insecte.
- capture des *P. pacygaster* et prélèvement de leurs fèces.

- examen et identification des débris végétaux contenus dans les fèces par comparaison avec ceux de l'épidermothèque.

1.1 - Relevé de la végétation

Sur chacune des trois jachères choisies a été délimitée une grille d'échantillonnage de 150 x 60 m, divisée en 10 carrés (repérés par des pierres blanchies à la peinture) de 30 m de côté. Les méthodes de relevés et de déterminations de la végétation sont décrites dans le chapitre III. Les fréquences des espèces en pourcentage sont portées dans le tableau XV.

Pour comparer la composition floristique des 3 jachères nous avons utilisé deux indices :

- l'Indice de Sørensen (Q_s) basé sur le nombre d'espèces végétales communes entre deux relevés :

$$Q_s = \frac{2J}{a + b} \quad \text{où } J = \text{nombre d'espèces communes dans deux relevés}$$

a et b = nombre d'espèces dans chacun des relevés, $0 < Q_s < 1$.

- l'indice de similarité de Kulczinski (Q_k), qui est une variante de l'indice de Sørensen, tient compte de la fréquence des espèces. Le pourcentage de similarité pour une paire d'échantillon est donné par la sommation des petites valeurs du pourcentage du total des individus.

$$Q_k = 2 \times \frac{\sum_{k=1}^n (\min(C_{ki} + C_{kj}))}{\sum_{i=1}^n (C_{ki} + C_{kj})}$$

C_{ki} et C_{kj} sont les fréquences de l'espèce k respectivement dans les relevés i et j, $0 < Q_k < 1$.

Nous avons utilisé ces deux indices pour comparer les préférences alimentaires de l'insecte en fonction des disponibilités sur le terrain.

1.2 - Captures des *P. pachygaster*

Les captures sont effectuées tous les cinq jours au cours des mois de mai et juin entre 10 et 15 h. Sur chaque grille, 10 individus par stade et par sexe (à raison de un mâle et une femelle par carré) sont prélevés, mis à jeûner séparément pendant 4 à 8 h dans des boîtes en plastique aérées. Après récupération des fèces dans des piluliers, ils sont relâchés le lendemain sur les lieux de captures. Au total, 840 individus ont été prélevés.

Les individus du premier stade, petits (3 à 4 mm) et déjà rares lors du premier prélèvement (le 10.05.90), n'ont pas été capturés. Les imagos n'ont pu être prélevés sur la station III (fauchée le 3.06.90).

1.3 - Préparation des fèces

Au laboratoire les fèces sont traitées de la façon suivante :

- réhydratation pendant 20 h dans un bain d'eau additionnée d'un agent mouillant (Teepol) pour dissocier les fragments d'épidermes sans les abîmer.
- dilacération sous loupe binoculaire et à la pince.
- passage à l'eau de Javel en solution à 15 % le temps nécessaire (1 à 5 mn) pour détruire les contenus organiques et éclaircir les fragments d'épidermes sans abîmer leurs structures.
- rinçage à l'eau et déshydratation progressive dans les bains d'alcool (pendant 30 secondes à 1 mn) à 70 % puis 95 %.
- montage entre lames et lamelles à l'Euparal et sous binoculaire. Sur chaque lame nous avons noté l'origine des fèces, numéro de la station, stade de l'individu sur lequel on a prélevé les crottes et sa date de captures.

Les lames sont séchées à l'étuve à 60°C pendant 1 à 4 jours et conservées en collection.

Pour chaque station, 4 à 5 lames sont préparées avec les quantités de fèces représentant environ la moitié collectées pour chaque lot de 10 mâles et 10 femelles :

30 mg pour les stades II et III	
60	IV
130	V
250	VI
600	adultes

1.4 - Constitution d'une épidermothèque

Pour identifier les fragments d'épidermes végétaux observés dans les fèces, une collection d'épidermes de références a été établie à partir de plantes dont dispose l'insecte dans son biotope naturel.

La technique consiste à :

- faire un herbier à partir des espèces présentes dans la station d'étude. Ceci est nécessaire à la détermination des plantes et à la constitution de l'épidermothèque.
- prélever des fragments d'épidermes sur les différentes parties de chaque espèce de plantes (tige, feuille, inflorescence) en portant celles-ci à ébullition dans l'eau pendant 5 à 15 mn selon la consistance de la plante. Le décapage des épidermes est fait sous loupe binoculaire, pour enlever les fibres adhérentes sans abîmer la structure des épidermes.

La suite des opérations est la même que pour les fèces.

Sur chaque lame préparée, nous avons noté le numéro de la station, le nom de la plante, la partie de plante prélevée et la face (supérieure ou inférieure) du limbe.

1.5 - Identification des épidermes végétaux

L'identification des épidermes au microscope est réalisée en parcourant systématiquement chaque lame (HERCUS, 1960 ; LAUNOIS-LUONG, 1975 ; CHAPUIS, 1980). La durée d'observation varie de 0 à 30 mn par lame. Nous avons noté la fréquence des épidermes végétaux, des pollens et des cuticules d'invertébrés. Cette méthode nous a permis d'évaluer la part de chaque régime et sa variabilité au cours du développement de *P. pachygaster*.

Comme il est toujours possible que la digestion altère certains caractères morphologiques des épidermes, nous avons établi une fiche de référence (Annexe I) avec schémas et prises de vue (pour faciliter la reconnaissance des épidermes observés dans les fèces) à partir d'épidermes ayant subi le transit digestif. Les critères morphologiques retenus sont la forme, la taille, la densité et la disposition des différentes structures : stomates, parois cellulaires, cellules épidermiques, poils, crochets et phytolites.

L'observation comparée des épidermes de références, faces supérieure et inférieure du limbe, tige, organes floraux, nous a permis de lever certaines ambiguïtés.

II - RESULTATS

2.1 - Composition et structure de la végétation de la station d'étude

La station I correspond à une végétation semi-aride et peu pâturée. La hauteur des plantes varie de 5 à 30 cm et le recouvrement est de 60 %.

La station II se caractérise par une végétation ouverte, pâturée et piétinée par les moutons. La hauteur des plantes dépasse rarement 10 cm, avec un recouvrement moyen de 50 %.

La station III présente une végétation non pâturée, de hauteur variable entre 5 et 40 cm, elle est semi-ouverte à ouverte et de recouvrement moyen de 80 %.

Nous avons inventorié au total 63 espèces représentant 19 familles (Tableaux XV). Les plus abondantes en nombre d'individus dans les trois stations sont les Astéracées, les Poacées et les Brassicacées. Les thérophytes sont plus nombreuses (87 %) et caractérisent souvent des milieux perturbés par les interventions agronomiques. Les vivaces (Géophytes, Hémicryptophytes et Chaméphytes) représentent 13 % et traduisent un mauvais entretien des cultures ainsi qu'un travail insuffisant du sol (FENNI, 1991).

La végétation est restée verte jusqu'au début du mois de juin. Le piétinement et le pâturage par les moutons ont accéléré le dessèchement des stations. Le vent du sud fréquent en juin a encore accentué l'évolution des stations.

La station III était entièrement desséchée après le fauchage qui a lieu le 3 juin. Dans les deux autres stations, à l'exception des zones humides, les Poacées ont été les premières à se dessécher (mis à part *Lolium rigidum*).

Tableau XV. Fréquence des espèces végétales dans 3 stations; estimation faite le 28.05.90 sur 20 prélèvements de 1 m² par station. Comparaison avec les épidermes contenus dans les fèces des jeunes et des adultes de *Praehippiger pacygaster*.

	Fréquences: sur le terrain			dans les fèces des jeunes			dans les fèces des adultes	
	Stations			Stations			Stations	
	I	II	III	I	II	III	I	II
Renonculacées								
<i>Ranunculus arvensis</i> L.,			5,5					
Papavéracées								
<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) J.H.Rudo.,	0,5	0,3	0,5					
<i>Papaver rhoeas</i> L.,	0,5	1,1	2,1			1,2		
Caryophyllacées								
<i>Herniaria hirsuta</i> L.,			3,4					
<i>Petrorhagia illyrica</i> (L.) P.W.Ba.et H.,	0,5							
<i>Silene muscipula</i> L.,		0,5						
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke,	1	1,1	4,1	5,4	2,3			
Brassicacées								
<i>Bifora testiculata</i> (L.) Roth,	3,1	3,2	0,3					
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lag.Fossat,	1	0,5			2,3			
<i>Matthiola fruticulosa</i> (L.) Maire,	9,4	2,1	5,5	9,7	9	14		14
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.,		0,5	6,2					
<i>Sisymbrium crassifolium</i> Cav.,		1,6	0,3					
Résédacées								
<i>Reseda alba</i> L.,	3,1		7,1	3,2				
Fabacées								
<i>Lathyrus sphaericus</i> Ret.,	0,5	0,5	0,3					
<i>Medicago aculeata</i> Gaert.,			0,3					
<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.,			3,4					
<i>Medicago polymorpha</i> L.,			0,3					
<i>Trigonella polycerata</i> L.,	3,1	2,1	0,7					
<i>Trigonella stellata</i> Forsk.,			+					
<i>Vicia sativa</i> L.,	0,5	4,8	5,2					
Geraniacées								
<i>Erodium hirtum</i> (Forsk.) Willd.,			0,3					
Malvacées								
<i>Malva sylvestris</i> L.,			0,3			2,3		
Apiacées								
<i>Daucus carota</i> L.,		1,1	1,7					
<i>Eryngium campestre</i> L.,		0,5			3			4,8
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.,	0,5							
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.,	1							
Orobanchacées								
<i>Orobanche crenata</i> Forsk.,		0,5						
Valerianacées								
<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.,	6,3	0,5	7,2					
Boraginacées								
<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tauch.,	0,5	0,5						
<i>Rochelia disperma</i> (L.fil) L.,	0,5							

Tableau XV suite

	Fréquences: sur le terrain			dans les fèces des jeunes			dans les fèces des adultes	
	Stations			Stations			Stations	
	I	II	III	I	II	III	I	II
Labiacées								
<i>Salvia verbenaca</i> L.,			0,3		1,5			2,4
Plantaginacées								
<i>Plantago lagopus</i> L.,			0,5					
Rubiacées								
<i>Galium tricornutum</i> Dandy,			0,5					
Astéracées								
<i>Alyssum granatense</i> Boiss. et Reuter,	3,1		4,1					
<i>Anacyclus tomentosus</i> DC.,	1	1,6	5,5					
<i>Bombycilanea discolor</i> (Pers.) Lain.,	2,6		1					
<i>Carduncellus pinatus</i> (Desf.) DC.,	0,5	1,6						
<i>Carduus pteracanthus</i> Dur.,			0,3					
<i>Carthamus pectinatus</i> Desf.,	0,5	0,5						2,4
<i>Centaurea alba tenoreana</i> (W.) Dos.,	0,5		2,8	0	3,8	7	4,8	9,5
<i>Centaurea pullata</i> L.,			1,4					
<i>Filago pyramidata</i> L.,	2,1	3,2						
<i>Hedypnois cretica</i> (L.) DC.,	6,8	25	3,1	27	22	24	19	24
<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.,	0,5	0,5	0,3					
<i>Mantisalca salmantica</i> (L.) Briq. et av.,			0,7					
<i>Picnomon acarna</i> (L.) cass.,	1,6	4,8	0,3	11	3,8	12	24	
<i>Scolymus hispanicus</i> L.,	0,5		0,3			1,2		
<i>Scorzonera laciniata</i> L.,		0,5	0,7			3,5		
<i>Senecio vulgaris</i> L.,	3,1	2,1	4,1					
<i>Silybum eburneum</i> Cosson et Durieu,	1		5,2					
<i>Sonchus oleraceus</i> L.,	0,5	19	0,3					
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.,	+							
<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Muller			0,3					
Liliacées								
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller,	20	4,8	5,2	1,1	3		9,5	
Iridacées								
<i>Gladiolus italicus</i> Miller,			2,8					
Poacées								
<i>Aegilops ovata</i> L.,		+						
<i>Aegilops triuncialis</i> L.,			1,4					
<i>Bromus madritensis</i> L.,		0,5	0,3					
<i>Bromus rubens</i> L.,	7,3	9,5	3,1	14	25	8,1		
<i>Desmazeria rigida</i> (L.) Tutin	4,2	1,1						
<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.,	6,3							
<i>Hordeum murinum</i> L.,	0,5	1,1	0,7					
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin,	4,2	1,6					14	14
Nombre total d'espèces	38	35	44					
Epidermes indéterminés				29	24	14	29	29

Certaines espèces comme *Muscari comosum*, *Matthiola fruticulosa*, *Hedypnois cretica*, *Anacyclus tomentosus*, *Hirschfeldia incana*, *Rapistrum rugosum*, se sont desséchées moins rapidement que les Fabacées et sont restées partiellement vertes jusqu'à la deuxième semaine du mois de juin. Les Astéracées à tiges dressées et feuilles épineuses comme *Picnomon acarna*, *Scolymus hispanicus*, *Carthamus pectinatus*, *Silybum eburneum*, *Carduus pteracanthus*, sont restées vertes tout le mois de juin. Il s'agit pour la plupart de plantes bisannuelles et de vivaces profondément enracinées et non pâturées.

2.2 - Aliment d'origine végétale

Nous n'avons pas détecté de différences de régime alimentaire entre les mâles et les femelles. Sur les 63 espèces végétales présentes dans les trois stations, 18 ont été observées au moins une fois dans les fèces (Tableau XV). Les espèces végétales ne sont pas consommées proportionnellement à leur fréquence sur le terrain. Des espèces non consommées sont au moins aussi présentes sur le terrain que les autres, par exemple, *Valerianella coronata*, *Anacyclus clavatus*, *Filago pyramidata*, *Rapistrum rugosum*, *Ranunculus arvensis*.

Les trois jachères ont une composition floristique assez semblable. L'indice de similarité de Sørensen (Qs) est compris entre 0,56 et 0,69. Elles diffèrent par l'abondance de certaines espèces, ce qui traduit la faible valeur de l'indice de similarité de kulczinski (Qs), compris entre 0,15 et 0,22.

Le nombre d'espèces consommées est de 16 au total chez les jeunes. Il passe par un maximum au stade V (Figure 19). Les stades IV, V et VI étaient présents de la troisième semaine du mois de mai jusqu'à mi juin, période où le tapis végétal est en plein développement. Le spectre alimentaire est moins diversifié chez les imagos (8 espèces). L'apparition des adultes coïncide avec le dessèchement de la végétation et par conséquent une restriction des ressources alimentaires.

L'insecte a consommé surtout des Astéracées, des Poacées et des Brassicacées. Les espèces les plus représentatives dans le régime sont : *Hedypnois cretica* et *Picnomon acarna* (Astéracées), *Matthiola fruticulosa* (Brassicacées) et *Muscari comosum* (Liliacées).

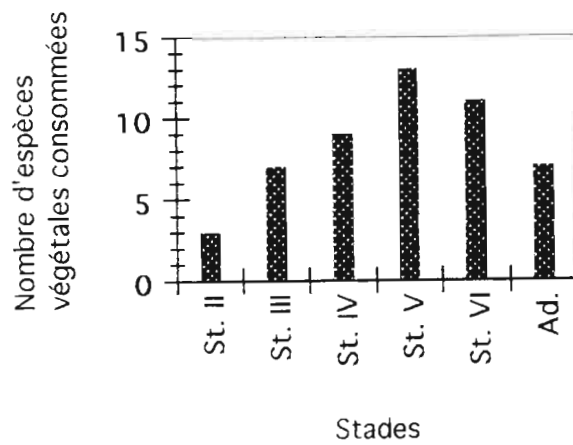


Figure 19. Nombre d'espèces végétales consommées en fonction des stades de développement de *P. pachygaster*.

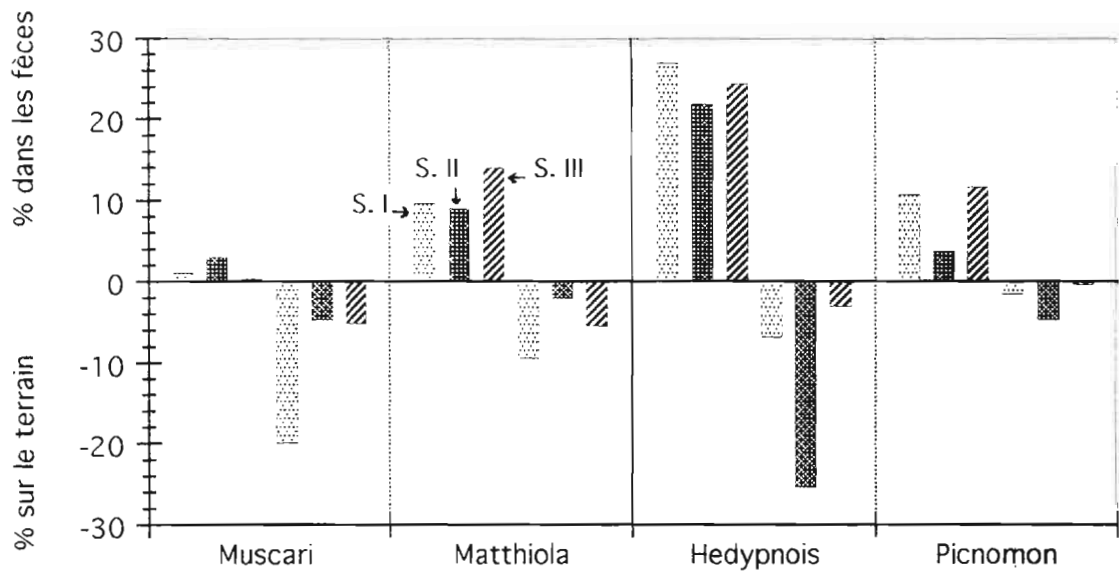


Figure 20. Comparaison de la fréquence entre les trois stations (SI, SII, SIII) de quatre espèces végétales sur le terrain et dans les fèces de *P. pachygaster*.

Un X^2 sur des tableaux de contingence 2x2 comparant pour chaque station la fréquence de quatre principales espèces sur le terrain et dans les fèces des jeunes (Tableau XVI a) montre qu'elles ne sont pas nécessairement consommées en fonction de leur représentativité sur le terrain. L'insecte a montré une préférence pour *M. fruticulosa*, *P. acarna* et *H. cretica*. Cette dernière représente près de 24 % de la consommation des jeunes (Figure 20). Les mêmes données reprises dans un tableau de contingence 3x2, comparant pour les stations la fréquence d'une espèce végétale sur le terrain ou dans les fèces des jeunes montrent que les quatre espèces sont présentes différemment dans les trois stations. le X^2 est significatif au seuil de risque de 0,01 (Tableau XVI b). Par contre, ces mêmes espèces représentent dans les trois stations la même part de l'alimentation des jeunes : on ne détecte pas de différence au risque de 0.05.

Les Poacées prises dans leur ensemble sont bien représentées dans les trois stations, en moyenne 14 %. Un X^2 comparant la famille sur le terrain et dans les fèces ne montre pas de différence significative sauf dans la station I où elle est sous-consommée, le X^2 est significatif à 2 %. Les Fabacées n'étaient fréquentes que dans la station III et n'ont été observées dans les fèces que chez les individus de cette station. Il n'y a pas de différence significative entre leur abondance sur le terrain et dans les fèces ($X^2= 0,5$ Pr= 0.59).

L'analyse du régime en fonction de la date des prélèvements (Figure 21), montre que celui-ci varie au cours du développement. Les Poacées sont surtout consommées par les stades IV et V. Leur moindre importance chez les stades VI et les adultes est liée au dessèchement des stations. Par contre les dicotylédones ont été consommées de la même manière par tous les stades.

Des grains de pollen (Planche 3 d. e et f) apparaissent de plus en plus fréquemment dans les fèces et surtout à partir du 26 mai chez les derniers stades (Figure 21). Les pollens, altérés par la digestion et la préparation sur lame, n'ont pu être identifiés avec exactitude. Il s'agit de pollen de Brassicacées, de Poacées et d'Astéracées. Sur le terrain nous avons observé des jeunes de *P. pachygaster* consommant des fleurs de *Centaurea alba*, *Hirschfeldia incana* et *Rapistrum rugosum*, les fleurs et les fruits de *Muscari comosum* et *Reseda alba*.

Tableau XVI a. Comparaison de la fréquence de quatre espèces végétales sur le terrain et dans les fèces des jeunes.

Test de χ^2 d'homogénéité pour chaque station sur un tableau de contingence 2x2.

		Effectif espèce	Effectif autres	χ^2	P.
<i>Muscari comosum</i> Station 1	Terrain	38	153	17,14	<0,001
	Fèces	1	92		
Station 2	Terrain	9	180	0,25	0,62
	Fèces	4	129		
Station 3	Terrain	15	275	3,38	0,07
	Fèces	0	86		
<i>Matthiola fruticulosa</i> Station 1	Terrain	18	173	0,02	0,88
	Fèces	9	84		
Station 2	Terrain	4	185	6,49	0,011
	Fèces	12	121		
Station 3	Terrain	16	274	5,68	0,02
	Fèces	12	74		
<i>Hedypnois cretica</i> Station 1	Terrain	13	178	20,05	<0,001
	Fèces	25	68		
Station 2	Terrain	48	141	0,37	0,54
	Fèces	29	104		
Station 3	Terrain	9	281	38,19	<0,001
	Fèces	21	65		
<i>Picnomon acarua</i> Station 1	Terrain	3	188	10,06	0,002
	Fèces	10	83		
Station 2	Terrain	9	180	0,02	0,88
	Fèces	5	128		
Station 3	Terrain	1	289	25,89	<0,001
	Fèces	10	76		

Tableau XVI b. Comparaison entre les trois stations de la fréquence de quatre espèces végétales sur le terrain ou dans les fèces des jeunes.

χ^2 sur un tableau de contingence 3x2.

	Terrain		Fèces	
	χ^2	P.	χ^2	P.
<i>Muscari comosum</i>	36,05	<0,001	3,22	0,20
<i>Matthiola fruticulosa</i>	9,50	0,009	1,45	0,50
<i>Hedypnois cretica</i>	64,56	<0,001	0,78	0,70
<i>Picnomon acarua</i>	11,92	0,003	5,73	0,07

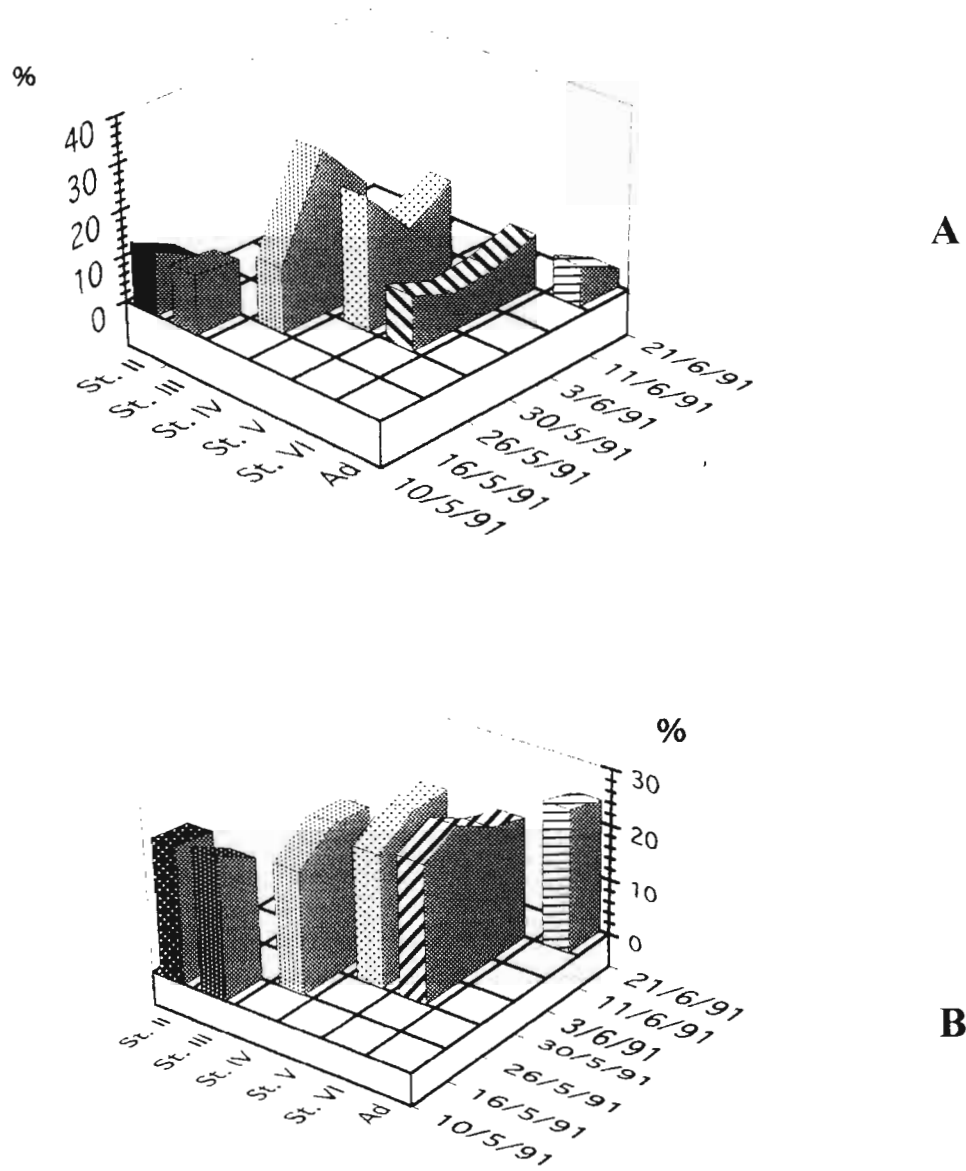
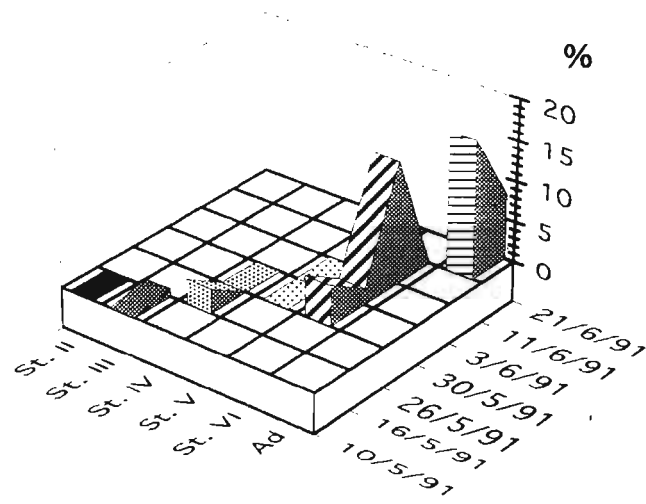
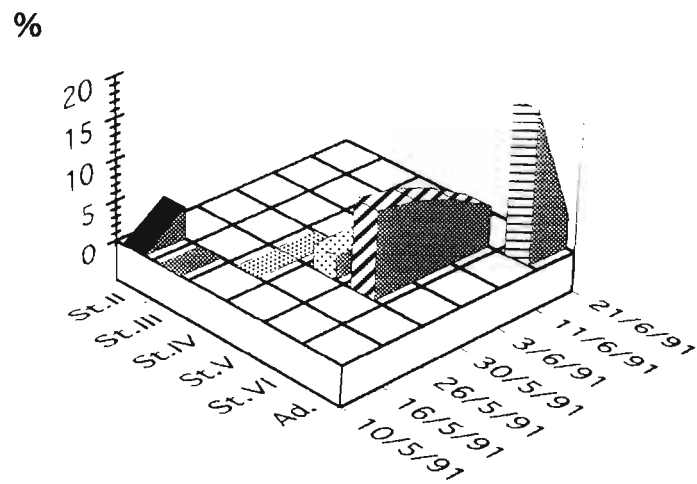


Figure 21. Fréquence des Poacées (A), Dicotylédones (B), Pollen (C) et Cuticules (D) dans les fèces des stades de développement de *P. pachygaster*.

Figure 21 suite

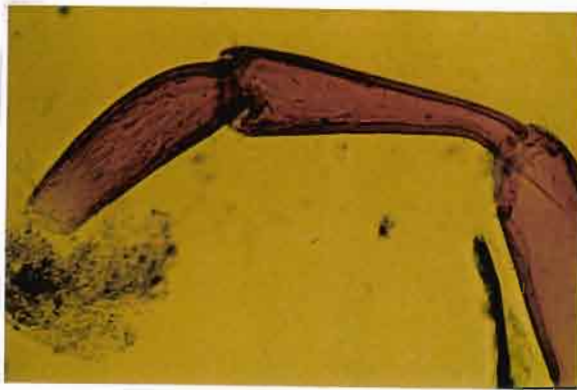


C



D

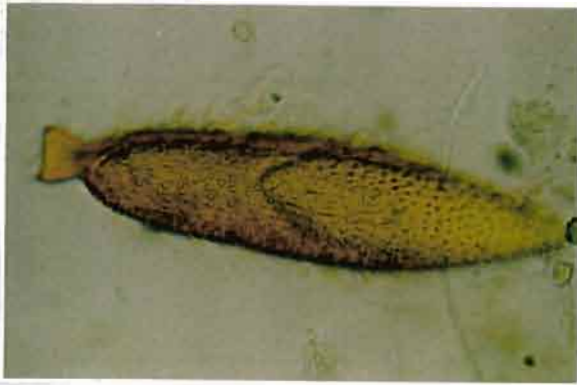
PLANCHE 3



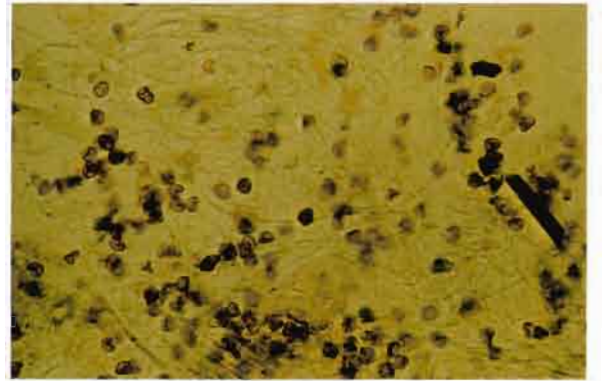
a



d



b



e



c



f

Cuticules d'invertébrés (figures a,b et c) et pollens (figures d,e et f) observés dans les fèces de *Preaphippigera pachygaster*.

d: Pollen de *Reseda alba* (Résédacée).

2.3 - Aliments d'origine animale

Des fragments de cuticule d'invertébrés (Planche 3 a, b et c) (pattes, antennes, pièces buccales, ailes, etc.) sont observés dans les fèces de tous les stades, mais deviennent abondants à partir du 26 mai chez les stades VI et à partir du 11 juin chez les adultes (Figure 21). Ces fragments (difficiles à déterminer) proviennent d'invertébrés ou d'insectes de petite taille. Sur le terrain nous avons pu observer une femelle adulte de *P. pachygaster* consommer un mâle adulte d'*Ocneridia volxemi* Boliv. (Orthoptera, Pamphaginae), proie relativement grosse (16-18 mm).

III - DISCUSSION ET CONCLUSION

Praephippigera pachygaster a un régime alimentaire varié, mais un tiers seulement des espèces végétales présentes sur les stations ont été observées dans les fèces, la plupart n'étant consommées qu'en faibles quantités. En dehors des Poacées, l'insecte a manifesté des préférences nettes pour trois des quatre plantes principales qui lui servent de perchoirs. On peut remarquer, contrairement à notre étude qui tient compte de trois situations différentes, l'analyse des préférences sur le terrain n'avait jusqu'alors porté que sur un seul type de situation (CHARA et al. 1986). La comparaison que nous avons faite entre trois jachères nous permet d'affirmer que *P. pachygaster* a des préférences relativement indépendantes de la représentation des plantes sur le terrain.

L'omnivorie a été signalée chez les Ensifères d'Afrique du Nord ; *Amphiestris haetica* Ramb. et *Decticus albifrons* Fab. qui causent des dégâts sur les feuilles et les épis au stade laiteux des céréales, les genres *Praephippigera*, *Ephippigerida*, *Eugaster* et *Steropleurus* qui sont cannibales en élevage. Ces derniers sont connus pour consommer des criquets et même des *Pimelia* (Coléoptères). D'autres Ensifères fondamentalement herbivores comme les Méconéminés, Tettigoninés et les Conocéphalinés peuvent être occasionnellement carnassiers (CHOPARD, 1943 ; PINEDO, 1983, 1984, 1985b).

Selon CHOPARD (1943), des Ensifères comme les *Odontura* se tiennent souvent sur les ombelles des Apiacées. *Eugaster nigripes* Chop. (Heterodinae) recherche surtout les fleurs et les gousses des Fabacées (Genêts et *Adenocarpus*). *Uromenus brevicollis* Fisch. (Ephippigerinae) utilise les hampes florales des Asphodèles (Liliacées) comme sites de ponte.

L'augmentation du nombre de grains de pollen dans les fèces à la fin du développement juvénile coïncide avec la floraison de la plupart des plantes à partir du 26 mai. Nous pouvons faire deux hypothèses :

- l'insecte exploite de façon opportuniste une nouvelle source de nourriture qui devient abondante.
- les besoins physiologiques en relation avec la mue imaginale et la vittelogénèse font que l'insecte change de régime.

Le passage relativement brutal d'un régime phytophage à un régime de type omnivore au dernier stade suggère que la deuxième hypothèse est la plus vraisemblable. La consommation simultanée de pièces florales et de proies résulterait d'un choix actif pour les organes floraux riches en azote et glucides assimilables (DILLON et LOUVEAUX, 1987) alors que les protéines animales peuvent apporter un complément d'acides aminés indispensables (MATTSON, 1980 ; AL-ZUBAIDI et CAPINERA, 1983).

Ce type de compensation alimentaire est largement répandu chez les insectes. Il a été observé chez *Locusta migratoria* qui régule son apport en protéines et en carbohydrates pendant la phase de croissance en sélectionnant ses aliments (CHYB et SIMPSON, 1990). *Blatella germanica* requiert une nourriture riche en azote au moment de la reproduction et investit jusqu'à 26 % de son azote corporel dans ses oothèques (SLANSKY et RODRIGUEZ, 1987). OSAWA et WOODALL (1990) soulignent que *Wallabia bicolor* (Aphidae) change de plantes hôtes quand celles-ci deviennent moins riches en azote.

Mais l'omnivorie peut aussi traduire un besoin en eau à un moment où le tapis végétal se dessèche rapidement. BEN HALIMA et al. (1984) ont montré que, dans la même situation, le criquet marocain, *Dociostaurus maroccanus*, élargit ses choix alimentaires. Des plantes auparavant refusées comme *Scorzonera pygmaea*, défavorables à la reproduction, sont consommées semble-t-il, pour leur contenu en eau.

Les déplacements de *P. pachygaster* dans les cultures, où il se comporte comme un ravageur, peuvent avoir des causes diverses qui ne sont pas forcément exclusives :

- des perturbations comme la fauche, le pâturage ou le dessèchement précoce de la végétation.
- la recherche de supports que l'insecte utilise comme perchoirs. Les tiges des céréales pouvant être perçues comme attractives.
- les besoins nutritionnels qui changent et poussent l'insecte à rechercher des ressources adaptées à sa physiologie.

CHAPITRE IV

DEUXIEME PARTIE

ACTIVITE ENZYMATIQUE DIGESTIVE DE *P. PACHYGASTER*

Bien que le régime alimentaire de *P. pachygaster* soit essentiellement phytophage (cf. Chapitre IV, Partie I), et ce à tous ses stades de développement, les individus du dernier stade larvaire et les imagos ont consommé du pollen et des arthropodes. Ce changement de régime alimentaire, peut s'il est confirmé, être corrélé soit à des besoins physiologiques en rapport avec la reproduction, ou à un effet induit par la diversification temporaire des ressources alimentaires (floraison/abondance d'insectes) au moment où *P. pachygaster* termine son développement juvénile.

Nous avons essayé de comprendre si ce comportement alimentaire, fréquent chez les Ensifères et également observé chez les grillons (CHIFFAUD et GILLON, 1984), est déterminé par des modifications de l'activité enzymatique, ou au contraire induit par la nature de l'alimentation (DADD, 1970, 1985 ; APPLEBAUM, 1984).

On peut faire l'hypothèse que selon le régime alimentaire, les enzymes digestives actives prédominantes soient plutôt des protéases (carnivores, nécrophages), ou des carbohydrases (phytophages), ou des situations intermédiaires (omnivores) (MORGAN, 1975). Pour cela nous avons élevé l'insecte à partir du stade III avec des régimes alimentaires différents (carné, graminéen et mixte) et procédé à des analyses de l'activité enzymatique du mésentéron où s'effectue l'essentiel des processus de digestion et d'absorption des aliments.

I - MATERIEL ET METHODE

Pour cette étude de l'activité enzymatique du mésentéron, nous avons utilisé la technique semi-quantitative, Api Zym, permettant de détecter 19 enzymes courantes.

1.1 - Protocole d'élevage

L'élevage est effectué au laboratoire de l'Université de Sétif (Algérie) en conditions ambiantes (20 à 23 °C) et lumière du jour.

Des femelles de stade III de *P. pachygaster*, capturées le 18.05.93 dans une jachère de Ouled Tebane, ont été élevées individuellement dans des boîtes en plastique aérées (10 cm de diamètre et 8 cm de hauteur) jusqu'au stade imaginal. Rappelons que le développement de l'insecte présente six stades larvaires (cf. Chap. II).

Les femelles récoltées ont été séparées en trois lots (A, B et C) de 40 individus et alimentées quotidiennement selon le protocole suivant :

- A : feuilles de blé prélevées dans la nature
- B : fragments d'insectes
- C : feuilles de blé + fragments d'insectes.

L'eau est fournie sur du coton et le nettoyage des boîtes est quotidien.

1.2 - Analyse de l'activité enzymatique

A chaque stade trois individus par lot sont prélevés pour tester l'activité du mésentéron. Des analyses similaires sont parallèlement effectuées sur trois individus par stade prélevés sur une population de notre site d'étude (Ouled Tebane) à des fins comparatifs.

Le protocole d'analyse de l'activité enzymatique est le suivant :

- dissection de l'insecte et prélèvement du mésentéron.
- après rinçage à l'eau distillée, broyage séparé de l'intestin moyen de chaque individu, dans un tube de Potter avec 2 ml de liquide physiologique.
- répartition du broyat à la pipette Pasteur dans les 20 cupules d'une plaquette (correspondant à 19 substrats indicateurs d'enzymes et un témoin) à raison de 2 gouttes (65 microlitres) par cupule.
- la plaquette est placée pendant 3 h dans une étuve à 37 °C.
- ajout d'une goutte de réactif Zym A et une goutte de réactif Zym B dans chaque cupule (l'agent tensioactif, réactif Zym A, facilite la solubilisation du réactif Zym B dans le milieu et évite la formation de précipité qui pourrait altérer la réaction).
- exposition des plaquettes à la lumière solaire pendant 5 mn.
- comparaison des colorations des réactions dans les micro-cuves avec une gamme étalon de 6 notes (0 à 5 équivalentes à 0, 5, 10, 20, 30 et > 40 nanomoles de substrat hydrolysé en 3h).

II - RESULTATS

2.1 - Elevage

Une forte mortalité a été observée, pour les 3 régimes testés (Figure 22), durant les 10 premiers jours de l'élevage (du 18 au 27 mai) :

68 % pour le régime carné

60 % pour le régime mixte

46% pour le régime graminéen.

A la fin de l'expérience, soit après 27 jours d'élevage, les mortalités totales étaient respectivement pour les régimes carné, mixte et graminéen, de 93%, 75% et 60%.

La durée moyenne de développement des stades IV et V est présentée dans le tableau XVII. La durée de développement du stade IV est identique avec les 3 régimes. Les individus du stade V ont mis 10 jours pour passer au stade VI sur régime carné et 7,5 jours sur régime graminéen.

Les données sont incomplètes pour les individus du stade VI qui n'avaient pas tous fait leur mue imaginale à la fin de l'expérimentation. De ce fait nous donnons seulement la durée moyenne des individus ayant mué.

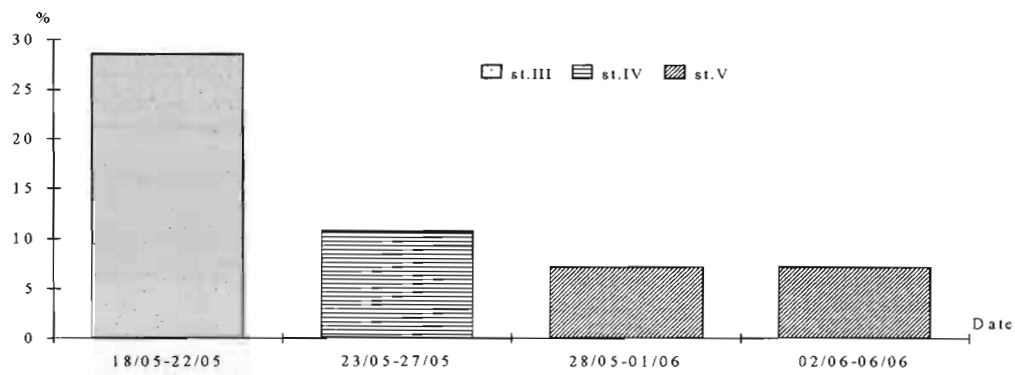
Les premiers imagos sont apparus sur régime graminéen, soit au 23ème jour.

Stades	Régimes		
	Carné	Mixte	Graminéen
IV	$7,5 \pm 0,08$ (n = 12)	$7,9 \pm 0,22$ (n = 13)	$7,5 \pm 0,14$ (n = 21)
V	$10,0 \pm 0,10$ (n = 8)	$8,2 \pm 0,15$ (n = 13)	$7,5 \pm 0,07$ (n = 15)
VI	$8,3 \pm 0,19$ (n = 3) 2 individus n'ont pas mué	$8,4 \pm 0,13$ (n = 5) 5 n'ont pas mué	$7,4 \pm 0,10$ (n = 7) 5 n'ont pas mué

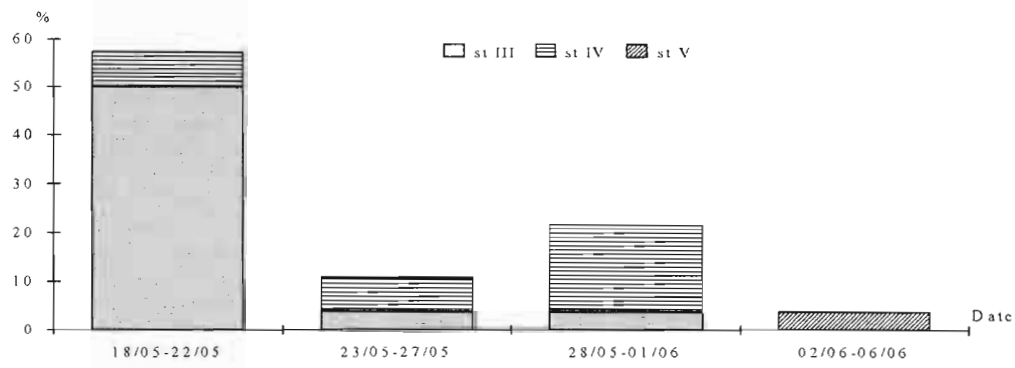
Tableau XVII. Durée moyenne ($X \pm E.S$) de développement, en jours, des stades IV, V et VI selon les trois types de régimes alimentaires.

Nous ne nous disposons pas de données concernant la durée de développement des stades IV, V et VI dans la nature, mais les imagos sont apparus le 10 juin 93, soit au même jour que pour le régime graminéen dans nos élevages.

Graminéen



Carné



Mixte

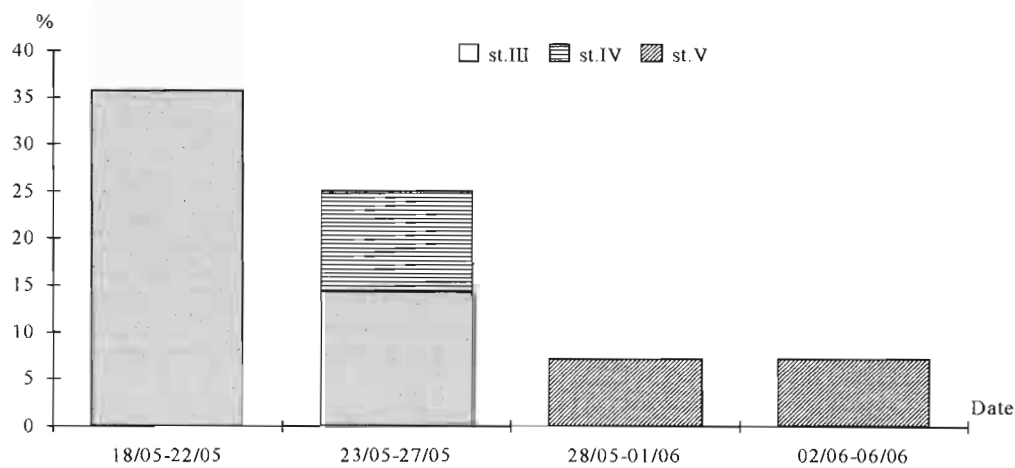


Figure 22. Mortalité (en %) des stades III, IV et V de *P. pachygaster* au cours de l'élevage avec 3 régimes alimentaires. N= 40
Pas de mortalité pour les stades VI et Imagos à partir du 7 juin.

2.2 - Activités enzymatiques

Les 19 substrats utilisés (Tableau XVIII) ont permis de détecter chez les stades IV, V, VI et les imagos 18 enzymes actives. La β glucosidase (n°17) n'est pas active, la trypsine (n°9) et la lipase (n°5) sont inactives ou faiblement actives (Tableau XIX).

Les enzymes les plus actives sont :

- phosphatases alcaline (n°2) et acide (n°11)
- estérases (n°3 et 4)
- une seule protéase (n°6)
- deux carbohydrases (n°14 et 18).

Les enzymes ont été regroupées en : Phosphatases, Estérases, Protéases et Carbohydrases. (Tableau XX).

Pour les individus élevés et ceux pris dans la nature, le nombre d'enzymes ayant montré un test positif croît du stade IV au stade VI sauf sur le régime carné où il a diminué (Tableau XIX). De même l'activité enzymatique globale a augmenté, en fonction de la taille du mésenteron, jusqu'au stade VI pour tous les régimes (Tableau XXI et Figure 23).

L'activité enzymatique des adultes est par contre faible du fait probablement que les analyses ont été effectuées 1 à 2 jours après la mue imaginale. Aussi, il n'en sera pas tenu compte pour les comparaisons.

Stades	Enzymes	Régimes			
		Graminéen	Carné	Mixte	Terrain
IV	Phosphatases	1	2	1	1
	Estérases	0	3	1	3
	Protéases	1	1	0	1
	Carbohydrases	1	3	0	3
V	Phosphatases	1	0	1	3
	Estérases	3	1	2	3
	Protéases	2	0	0	3
	Carbohydrases	2	2	0	4
VI	Phosphatases	3	1	3	4
	Estérases	4	2	3	5
	Protéases	4	0	3	4
	Carbohydrases	4	3	2	5

Tableau XXI. Activité moyenne de quatre groupes d'enzymes digestives des stades IV, V et VI de *P. pachygaster* en fonction de quatre régimes alimentaires. N= 3.

Le test de Friedman (Tableau XXII), qui est une analyse de variance non paramétrique, compare les activités enzymatiques entre les populations expérimentales

et la population naturelle. Il montre que celles-ci diffèrent selon les régimes ; l'activité enzymatique est plus faible sur les régimes carné et mixte que dans le cas d'un régime à base de graminées. Les individus du terrain ont l'activité la plus forte. Les différences d'activités s'accroissent avec l'âge, $P=0,05$ au stade IV, et $0,02$ au stade VI.

Sur le régime carné, une seule protéase (leucine arylamidase) est faiblement présente au stade IV (Tableau XIX et Figure 23), mais les carbohydrases et les estérases sont bien actives.

Stade	Régime	Graminéen	Carné	Mixte	Terrain
IV	Somme des rangs	8	14	6	12
	Moy. des rangs	2	3,5	1,5	3
	P		0,05		
V	Somme des rangs	11,5	6	7	15
	Moy. des rangs	2,8	1,5	1,7	3,8
	P		0,02		
VI	Somme des rangs	12	5	7	15
	Moy. des rangs	3	1,2	1,8	3,8
	P		0,02		

Tableau XXII. Comparaison, par le test de Friedman, de l'activité enzymatique digestive des stades IV, V et VI alimentés sur quatre régimes différents. $P=$ probabilité corrigée pour les ex aequo.

III - DISCUSSION ET CONCLUSION

La plupart des travaux sur l'activité enzymatique digestive des Orthoptères ont porté sur des phytophages et ont concerné surtout les espèces nuisibles et migratrices, *Locusta migratoria* L. (KHAN, 1963 ; MORGAN, 1973, 1975, 1976 ; DROSTE et ZEBE, 1974 ; STREBLER, 1978, 1979 ; NAVON et BERNAYS, 1978 ; NAQVI, 1981) et *Schistocerca gregaria* F. (NAQVI, 1981 ; BERNAYS et BRIGHT, 1991).

Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de publications sur les techniques d'élevage des Tettigoniides ce qui nous a causé des difficultés pour entamer cette étude. L'élevage s'est révélé délicat, l'espèce est d'une part cannibale, et d'autre part semble mal supporter la captivité. Les nourritures que nous lui avons fournies n'étaient peut-être pas adéquates. Il serait souhaitable que l'élevage soit mis au point pour mieux cerner sa biologie.

Les individus récoltés dans la nature ont une activité enzymatique digestive comparable à celle d'autres Orthoptères (KHAN 1963 ; STREBLER, 1978 ; DOW,

1986 ; MORGAN, 1976). Les 16 enzymes actives montrent que l'animal a la possibilité de diversifier son alimentation.

En élevage, l'activité enzymatique est faible et le taux de mortalité est élevé sur les régimes carné et carné-graminéen. C'est avec le régime graminéen que l'on a obtenu le meilleur résultat. Le spectre enzymatique est comparable à celui des individus pris dans la nature mais avec une plus faible intensité.

Le fait d'avoir donné des cadavres et non des proies a pu induire un refus de prise de nourriture. Les cadavres d'insectes ont été consommés quand ils sont encore frais, mais à l'état sec ils attireraient peu les sauterelles. De ce fait dans nos expériences avec les régimes carné et mixte *P. pachygaster* a probablement jeûné. On sait que le jeûne prolongé augmente l'activité des carbohydrases (STREBLER, 1978) et il pourrait avoir eu une répercussion défavorable sur l'activité protéasique contrairement aux insectes carnivores, nécrophages et omnivores qui ont une forte activité protéasique (JAVILLIER et al., 1964).

Ces résultats montrent que cet insecte n'est pas nécrophage, mais peut occasionnellement être omnivore et en particulier les individus âgés (cf. Chapitre IV, partie I). La possibilité de devenir carnassier dépend non seulement de l'espèce, du sexe, du stade de développement mais aussi de la disponibilité des ressources et de la température de l'habitat. L'analyse du régime alimentaire de *P. pachygaster* a montré que l'omnivorie apparaît au moment où la végétation commence à se dessécher. Il a été constaté que pendant les moments chauds, certains Orthoptères deviennent agressifs, et consomment des proies pour réduire le risque de stress thermique (LOCKWOOD, 1989 ; BOMAR et LOCKWOOD, 1994). Le comportement, de chasse et de cannibalisme (consommation de proies vivantes ou mortes), est commun chez plusieurs espèces d'Orthoptères et en particulier les Tettigoniides et les grillons (CHOPARD, 1943 ; UVAROV, 1977 ; CHIFFAUD et GILLON, 1984 ; BOMAR et LOCKWOOD, 1994).

Sur la base de nos observations, nous pouvons souligner que *P. pachygaster* est phytophage, se nourrit de plantes variées appartenant aux Poacées, Astéracées, Apiacées, Fabacées (cf. Chapitre IV, Partie I) et peut cependant dans certaines conditions, liées à son habitat et à la disponibilité des ressources, devenir omnivore et consommer des proies. Il est possible que ce comportement alimentaire soit également déterminé par des besoins physiologiques particuliers (maturation sexuelle, reproduction...). Il reste à parfaire le protocole expérimental pour cerner cet aspect.

Tableau XVIII. Enzymes testées et substrats utilisés.

N°	Enzymes	Substrats (Api Zym)	pH
1	Témoin		
2	Phosphatase alcaline	2-naphtyl phosphate	8,5
3	Estérase (C4)	2-naphtyl butyrate	6,5
4	Estérase lipase (C8)	2-naphtyl caprylate	7,5
5	Lipase (C14)	2-naphtyl myristate	7,5
6	Leucine arylamidase	L-leucyl-2-naphtylamide	7,5
7	Valine arylamidase	L-valyl-2-naphtylamide	"
8	Cystine arylamidase	L-cystyl-2-naphtylamide	"
9	Trypsine	N-benzoyl-DL-arginine-2-naphtylamide	8,5
10	α Chymotrypsine	N-glutaryl-phénylalanine-2-naphtylamide	7,5
11	Phosphatase acide	2-naphtyl phosphate	5,4
12	Naphtyl-AS-BI-phosphohydrolase	Naphtol-AS-BI-phosphate	"
13	α galactosidase	6-Br-2-naphtyl- α D-galactopyranosidase	"
14	β galactosidase	2-naphtyl-galactopyranoside	5,4
15	β glucuronidase	Naphtol-AS-BI- β D-glucuronide	"
16	α glucosidase	2-naphtyl- α D-glucopyranoside	"
17	β glucosidase	6-Br-2-naphtyl- β D-glucosaminide	"
18	N-acétyl- β glucosaminidase	1-naphtyl-N-acétyl- β D-glucosaminide	5,4
19	α mannosidase	6-Br-2- naphtyl- α D-mannopyranoside	"
20	α fucosidase	2-naphtyl- α L-fucopyranoside	"

Tableau XIX. Intensité de la réaction des enzymes digestives de *P. pachygaster* femelle alimenté avec 3 régimes, **graminéen** (feuilles de blé), **carné** (fragments d'insectes), **mixte** (carné/graminéen), et pris dans la nature (régime **terrain**).

N°	Enzymes\ Stades	Régimes															
		Graminéen				Carné				Mixte				Terrain			
		IV	V	VI	Im	IV	V	VI	Im	IV	V	VI	Im	IV	V	VI	Im
1	témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Phosphatase alcaline	1	1	2	1	3	+	1	1	3	1	2	2	1	3	4	3
3	Estérase (C4)	1	4	5	3	4	1	3	1	1	2	4	2	4	3	5	5
4	Estérase lipase (C8)	+	3	4	2	1	1	1	1	1	+	3	1	1	3	4	5
5	Lipase (C14)	0	+	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
6	Leucine arylamidase	1	2	4	1	1	+	+	+	0	0	3	3	1	3	4	3
7	Valine arylamidase	+	0	2	1	+	0	0	0	0	+	1	+	+	+	+	1
8	Cystine arylamidase	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	+	+	1	+	1
9	Trypsine	0	0	1	0	+	0	0	0	0	0	1	+	+	+	+	+
10	Erreur! Source du renvoi introuvable. α Chymotrypsine	0	0	1	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	+	1	+
11	Phosphatase acide	1	1	5	2	2	+	1	1	+	+	2	2	1	3	5	5
12	Naphtyl-AS-BI-phosphohydrolase	+	2	3	2	1	+	0	1	+	+	3	3	1	3	4	4
13	α galactosidase	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	0
14	β galactosidase	1	3	5	2	5	2	2	2	+	+	2	2	3	4	5	4
15	β glucuronidase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	2
16	α glucosidase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	2	+
17	β glucosidase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	N-acétyl- β glucosaminidase	1	1	4	1	1	2	3	3	0	+	3	2	2	4	5	5
19	α mannosidase	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
20	α fucosidase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	2
Nombre d'enzymes		9	9	14	9	11	8	7	8	6	9	13	13	12	16	17	15

Substrat n°1 = témoin

Intensité des réactions notée de 0 à 5 équivalente à 0, 5, 10, 20, 30, 30, et >40 nanomoles.

+ = présente (< 2,5 nanomoles).

Tableau XX. Groupes d'enzymes testées

Phosphatases

Phosphatase alcaline

Phosphatase acide

Naphtyl-AS-BI-phosphohydrolase

Estérases

Estérase (C4)

Estérase lipase (C8)

Lipase (C14)

Protéases

Leucine arylamidase

Valine arylamidase

Cystine arylamidase

Trypsine

α Chymotrypsine

Carbohydases

α galactosidase

β galactosidase

β glucuronidase

α glucosidase

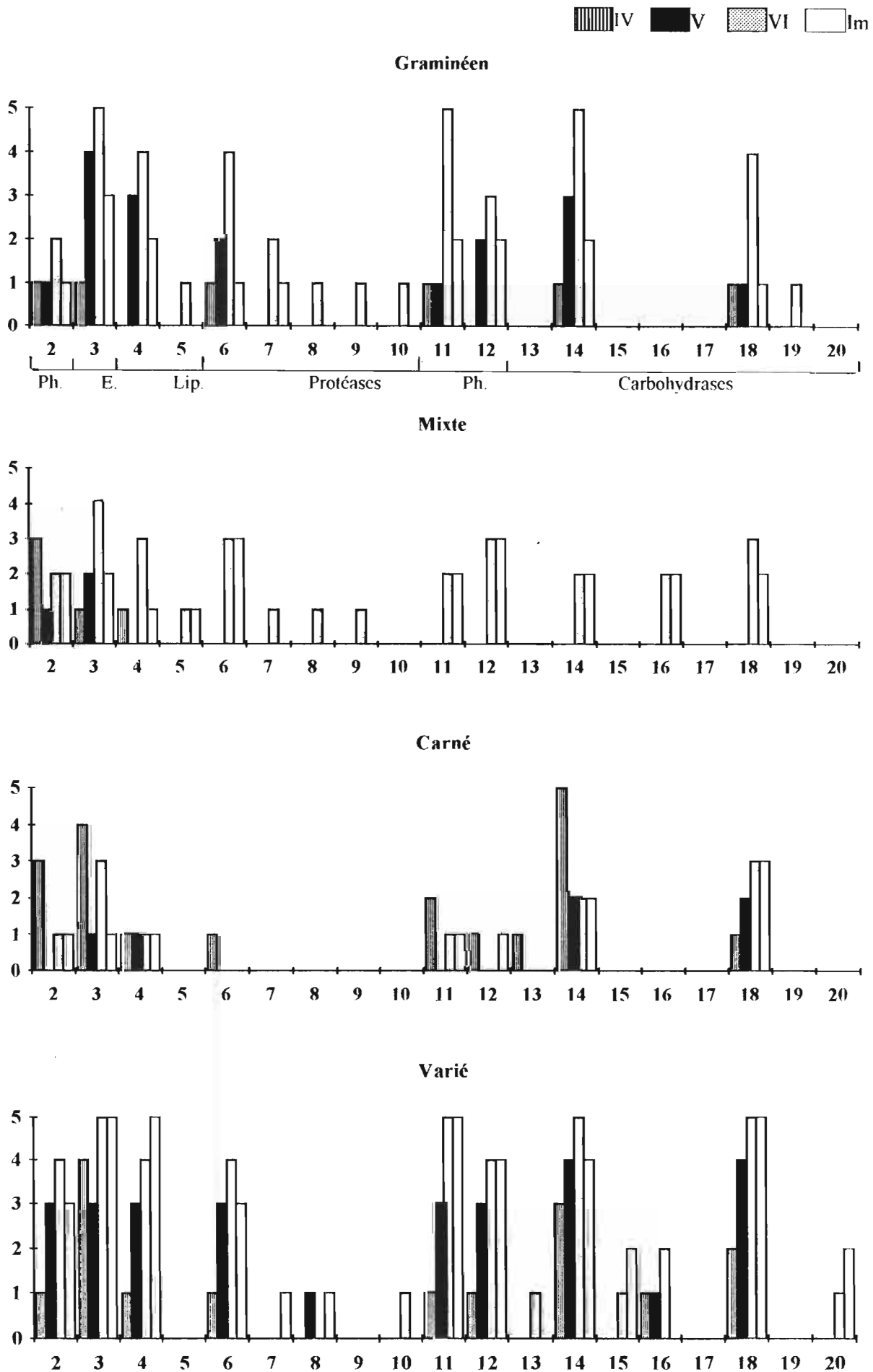
β glucosidase

N-acétyl- β glucosaminidase

α mannosidase

α fucosidase

Figure 23. Intensité de la réaction des enzymes digestives de *P. pachygaster* femelle alimenté avec 3 régimes, graminéen (feuilles de blé), carné (fragments d'insectes), mixte (carné/graminéen), et pris dans la nature (régime varié). Ph.: phosphatases ; E.: estérases ; Lip.: lipases.



CONCLUSION GENERALE

Praehippiger pacygaster, qui est un Ensifère signalé uniquement en Algérie, Tunisie et Sardaigne, a fait pour la première fois l'objet d'une étude en Algérie. Ses populations sont distribuées entre le littoral à climat sub-humide chaud et l'Atlas saharien à climat aride froid. Cette aire de distribution est comprise entre les isoyètes 800 mm au nord et 200 mm au sud correspondant respectivement à 60 et 20 % d'humidité relative en juillet.

Cette espèce est univoltine avec six stades larvaires pour les deux sexes. Les éclosions peuvent s'échelonner d'avril jusqu'à mai. L'insecte est adulte en juin, les mâles apparaissent plus tôt que les femelles. La durée moyenne de développement de l'insecte peut être de six semaines et l'accouplement commence en juin. La population atteint son effectif maximum durant la troisième décade du mois de mai et est formé essentiellement par les stades III, IV et V qui sont les plus nuisibles aux cultures. La vie épicée dure du mois d'avril jusqu'au mois de juillet et coïncide avec le début de la saison sèche et chaude dans le semi-aride méditerranéen. Dans le milieu étudié, les températures moyennes pour les mois d'avril et juillet sont respectivement de 14,7 °C (les minima sont de 9 °C) et 28,5 °C (les maxima sont de 37 °C) ; c'est l'intervalle de températures tolérées par l'insecte pour accomplir son cycle.

Les caractéristiques morphologiques des mâles et des femelles (sans l'oviscapte) sont identiques. La taille des élytres, de la plaque sous-génitale du mâle et de l'oviscapte de la femelle, permettent de distinguer les stades et les sexes. Ces éléments permettent d'identifier l'insecte sur le terrain et d'éviter d'attribuer ses pullulations à d'autres Orthoptères. Ils permettent également de préciser son aire de distribution en Algérie qui n'est pas connue.

Cette étude a mis en évidence l'existence de relations entre *P. pacygaster* et la végétation (structure, physionomie...) sur laquelle il se nourrit et se perche. Les caractéristiques de cette végétation étant elle-même liées à l'organisation de l'espace fortement influencée par les pratiques culturales et pastorales.

Cet insecte fréquente les espaces où dominant les petites parcelles de cultures céréalières non irriguées, de jachères et de friches, et où les pratiques culturales sont traditionnelles : fauche et moisson manuelles, labour superficiel sans fertilisants et herbicides. Dans les années qui ont précédé les pullulations de *P. pacygaster* (1983-1986), les faibles rendements (dus à la qualité du sol et du climat) ont poussé les agriculteurs à abandonner temporairement ou définitivement leurs terres en jachères et en friches, ce qui aurait favorisé la multiplication et la pullulation de la sauterelle.

Il a été montré une relation entre les activités humaines et les mouvements spatio-temporels des sauterelles, c'est ainsi qu'une diminution rapide de la densité de la population a eu lieu après le fauchage de la station (1990). Le pâturage et le piétinement par les troupeaux ont aussi accéléré le dessèchement de la végétation, ce qui a favorisé le déplacement de l'insecte vers les lisières de cultures.

La caractérisation floristique des jachères étudiées montre le type de végétation exploitée par la sauterelle dans les milieux à bioclimats méditerranéens arides et semi-arides. Les soixante-cinq espèces végétales identifiées, dont un tiers sont des bisannuelles ou pérennes, appartiennent à 19 familles. Les Astéracées, les Brassicacées et les Poacées sont dominantes. Cette végétation appartient à trois groupements :

- *Stellarietea mediae* (*Secalietalia* et *Secalionea*), sont des messicoles de cultures situées entre le sub-littoral au nord et l'Atlas Saharien au sud.
- *Tuberarietea Guttatae* (= *Thero-Brachypodietea*), sont des plantes de friches, pâturages, pelouses de montagnes et steppes du semi-aride méditerranéen.
- *Lygeo-stipetea*, formé de plantes de friches et matorals du semi-aride et de steppes de l'aride méditerranéen.

La distribution et la physionomie des plantes (phénologie, structure, hauteur, densité...), sur lesquelles l'insecte se nourrit ou se perche, déterminent aussi ses mouvements spatio-temporels et sa répartition. Des vivaces épineuses et à port dressé comme *Eryngium campestre*, *Echinops spinosus*, *Scolymus hispanicus*, *Carduus pteracanthus*, *Picnomon acarna*..., sont fréquentées par l'insecte, semble-t-il, pour son comportement acoustique. Ces plantes, appartenant au *Tuberarietea Guttatae*, ont la particularité de rester plus longtemps vertes que les annuelles, particulièrement sur les lisières des parcelles. La concentration de l'insecte, en fin de saison, au niveau des lisières serait liée à la recherche de perchoirs et de sites de pontes qui s'effectuent probablement dans le sol. Les pontes n'ont pas été repérées, mais nous pensons que les fortes densités des jeunes stades notées au début de l'échantillonnage (1991) dans la lisière sud de la parcelle seraient dues aux pontes de la génération précédente. Le choix de l'interface culture/jachère comme site de pontes permet à la génération suivante de *P. pachygaster* une recolonisation proche de l'espace quel que soit le devenir des parcelles. Les cultures traditionnelles multiplient ces effets de lisières et assurent donc le maintien et la multiplication de l'insecte.

Le régime alimentaire de cet insecte est constitué de plantes appartenant essentiellement aux Astéracées, Poacées et Brassicacées. Les espèces représentatives du régime sont *Hedypnois cretica* et *Picnomon acarna* (Astéracées), *Matthiola fruticulosa* (Brassicacées) et *Muscari comosum* (Liliacées). Le spectre alimentaire est diversifié chez les jeunes (16 espèces) et passe par un maximum au stade V. Les

adultes, dont l'apparition a coïncidé avec le dessèchement de la végétation et la restriction des ressources alimentaires, ont consommé 8 espèces végétales. L'insecte a manifesté un certain choix alimentaire, les plantes, qui ne sont pas forcément des perchoirs, sont consommées parfois indépendamment de leur abondance sur le terrain. Des espèces non consommées sont au moins aussi présentes sur le terrain que celles consommées, *Valerianella coronata*, *Anacyclus clavatus*, *Filago pyramidata*...

Le dessèchement, naturel et anthropique, des plantes a limité les possibilités d'alimentation de l'insecte qui s'est déplacé vers les lisières et les parcelles voisines. Le déplacement vers les cultures céréalières, facilité par la petite taille des parcelles imbriquées les unes dans les autres, serait conditionné par leur port dressé et par le fait qu'elles restent vertes après le dessèchement des jachères et des friches. Le changement de la valeur nutritive des plantes nourricières, en relation avec la phénologie, pousse l'insecte à rechercher activement d'autres plantes ou une alimentation de substitution. Les derniers stades et les imagos ont consommé du pollen et des fragments d'invertébrés. Ce passage de la phytophagie à l'omnivorie avant la mue imaginale, induit par les contraintes du milieu (température, disponibilité des ressources), coïncide avec les besoins physiologiques liés à la reproduction. Les proies et les pollens constituent des apports protéiques. Le comportement carnivore peut aussi être mis en relation avec la nécessité de couvrir les besoins en eau.

L'élevage de cette sauterelle sur des régimes soit graminéen, soit carné ou mixte (carné-graminéen) montre les possibilités de vivre sur un seul aliment. L'étude du système enzymatique digestif montre que l'insecte peut diversifier son alimentation, et peut également dans certaines conditions, liées à son habitat et ses besoins, devenir omnivore et consommer des proies. L'absence de la bêta-glucosidase chez ce phytophage serait liée à la méthode Apy Zym qui donne des résultats difficilement interprétables et des conclusions très délicates.

Enfin, il est nécessaire de prendre en considération les relations insecte/plantes, l'organisation du paysage agricole et les pratiques culturales pour expliquer les facteurs qui peuvent être à l'origine de la multiplication et du maintien de la population.

Certains facteurs sont susceptibles de réduire les possibilités de multiplication et d'extension de l'insecte comme :

- la généralisation de la monoculture sur de grandes superficies, comme il a été le cas dans la zone centrale de la wilaya de Sétif où sont pratiquées essentiellement les cultures céréalières.
- la mécanisation des opérations culturales qui permettrait de détruire les souches des plantes vivaces.
- mise en culture des terres abandonnées, jachères, friches.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDELKRIM H., 1995. Contribution à la connaissance des groupements de mauvaises herbes des cultures du secteur algérois : Approches syntaxonomique et phénologique. Thèse Docteur en sciences, Univ. Paris-Sud, Orsay, 150p.
- AIDOUD-LOUNIS F., 1984. Contribution à la connaissance des groupements à Sparte (*Lygeum spartum* L.) des Hauts plateaux du sud d'Oran. Etude phytosociologique et syntaxonomique. Thèse 3ème cycle, Univ. Sci. Tech., Alger, 110 p.
- AL-ZUBAIDI F.S. et CAPINERA J.L., 1983. Application of different nitrogen levels to the host plant and cannibalistic of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae). Envir. ent. 112 : 1687-1689.
- ANONYME, 1974. Note technique de la lutte antiacridienne. Minist. Agric. Rech. Agro., Alger, 1974, N°00684, AG/DPV/SG, 8 p.
- ANONYME, 1982. The locust and grasshoppers. Agricultural Manuel. C.O.P.R. London, 690 p.
- APPLEBAUM M.S.W., 1985. Biochemistry of digestion. in Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology. Ed. by KERKUT G.A. et GILBERT L.I. Pergamon Press, Vol.4 : 279-311.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. nat., Toulouse, 88 : 193-239.
- BAILEY W.J. et RENTZ D.C.F., 1990. The Tettigoniidae. Biology, systematic and evolution. Bailey W.j. et Rentz D.C.F.(eds.), Imp. Grawford Housse Press Bathurst, 395p.
- BARRY J.P. et CELLES J.C. et FAUREL, (sans date). Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/1 000 000. Cent. Rech. Ress. Biol. Terr., Alger, 42 p.
- BARRY J.P. et CELLES J.C., 1972-1973. Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. Nat. Monspel., Sér., Bot., 23-24 : 5-48.
- BELL S.S., Mc COY E.D. et MUSHINSKY H.R., 1990. Habitat structure. Chapman et Hall, 464 p.
- BEN HALIMA T., 1983. Etude expérimentale de la niche trophique de *Dociostaurus maroccanus* (Thun., 1815) en phase solitaire au Maroc. Thèse Doc. Ing., Univ. Paris-Sud., 177 p.
- BEN HALIMA T., GILLON Y. et LOUVEAUX A., 1984. Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thun., 1815) (Orthoptera, Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. Acta Oecol. Oecol. Gen., 5(4) : 383-406.

- BERNAYS E.A. et CHAPAMAN R.F., 1970. Food selection by *Chortippus parallelus* (Zetterstedt) (Orthoptera, Acrididae) in the field. J. Anim. Ecol., 39 : 383-394.
- BERNAYS S.E. et BRIGHT K.L., 1991. Dietary mixing in grasshoppers : switching induced by nutritional imbalances in foods. Entomol. Exp. appl., 61 : 247-25.
- BLANDIN P. et LAMOTTE M., 1988. Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'éco-complexe. Bul. Ecol., 19 : 547-55.
- BOMAR C.R. et LOCKWOOD A., 1994. Olfactory basis of cannibalism in grasshoppers (Orthoptera : Acrididae) : I. Laboratory assessment of attractants. II. Field assessment of attractants. Jour. Chem. Ecol., 20(9) : 2249-2272.
- BOUABDALLAH E., 1992. La végétation steppique sur sols salés des Hautes-plaines sud-algéroises. Composition, structure et production. Thèse Docteur en Sciences, Univ. Paris-Sud, Orsay, 206 p.
- BRAUN-BLANQUET J., 1936. Prodrome des groupements végétaux : classe des Rudereto-Secalinetales. Groupements messicoles, culturaux et nitrophiles-rudéraux, cercle de végétation méditerranéen. Montpellier, (3) : 37 p.
- BRAUN-BLANQUET J., 1951. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S., Paris, 278 p.
- BUREL F., BAUDRY J., CLERGEAU P., CONSTANT P. et EYBERT M C., 1992. Approche spatial des phénomènes écologiques : échelle et hiérarchie. Bull. Ecol., 23(1-2) : 93-101.
- CELLES J.C., 1975. Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct., Univ. Nice.
- CHAPUIS J.L., 1980. Méthode d'étude du régime alimentaire du lapin de garenne, *Oryctolagus cuniculus* (L.) par l'analyse micrographique des fèces. La terre et la vie, 34 : 159-198.
- CHARA B. 1987. Etude comparée de la biologie et de l'écologie de *Calliptamus barbarus* et *C. wattenwyllianus* (Orthoptera, Acrididae) dans l'Ouest Algérien. Thèse Doct.Ing., Univ. Droit. Econo. Sc., Aix Marseille, 190 p.
- CHARA B., BIGOT L. et LOISEL R., 1986. Contribution à l'étude du régime alimentaire d'*Omocestus ventralis* Zetterstedt, 1821 (Orthoptera, Acrididae) dans les conditions naturelles. Ecol. Medit., XII (3-4): 25-32.
- CHERRILL A. et BROWN V.K., 1990a. The life cycle and distribution of the water-biter *Decticus verrucivorus* (L.) (Tettigoniidae) within a chalk grassland in southern England. Biol. Conserv., 53 : 125-143.

- 1990b. The habitat requirements of adults of the water-biter *Decticus verrucivorus* (L.) (Orthoptera, Tettigoniidae). Biol. Conserv., 53 : 144-157.
- 1992. Ontogenetic changes in the micro-habitat preferences of *Decticus verrucivorus* (L.) (Orthoptera, Tettigoniidae) at the edge of its range. Ecography, 15 : 37-44.

CHIFFAUD J. et GILLON Y., 1984. Relations entre niche trophique et habitat chez un peuplement de grillon en mosaïque forêt-savane (Lamto, Côte-d'Ivoire). Acta Oecol. Oecol. Gen., 5(1) : 53-62.

CHOPARD L., 1943. Les Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Lechevalier P., Paris, 541 p.

CHYB S. et SIMPSON S.J., 1990. Dietary selection in adult *Locusta migratoria*. Ent. Exp. app., 56: 47-60.

DADD R.H., 1970. Digestion in insects. In chemical zoology. Ed. by FLORKIN M. et SCHEER B.T. Academic Press, Vol.5 (A) : 117-145.

DADD R.H., 1985. Nutrition : organisms. in Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology. Ed. by KERKUT G.A. et GILBERT L.I.. Pergamon Press. Vol.4 : 313-390.

DADOUR I.R. BAILEY W.J., 1990. The acoustic behaviour of male *Mygalopsis marki* (Copiphorinae). In the Tettigoniidae. Biology, Systematic and Evolution, Bailey W.j. et Rentz D.C.F. (Eds), pp 88-111.

DAGET P. et POISSONET J., 1978. Le statut thérophytique des pelouses méditerranéennes du Languedoc. Coll. Phytos, VI.....

DELAGE-DARCHEN B. et DARCHEN R., 1984. Les enzymes digestives de divreses abeilles sociales et en particulier de *Dactylurina staudingeri*. Pub. Sci. Accél., Univ. René Descartes, Clichy, 5, 28 p.

DELASSUS, 1929. Le criquet italien à Bône. Ser. Def. Cult., Rev. Agri. Afr. Nord, n°433, 2 p.

DELYE G et ARLES C., 1955. Promenades entomologiques au Djebel Babor (Algérie). Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, 46 (1-2) : 16-27.

DEMPSTER J.P., 1957. The dynamics of the Moroccan Locust *Dociostaurus maroccanus* Thun. in Cyprus. Anti-Locust Bull., 27 : 64 p.

DILLON J.C. et LOUVEAUX J., 1987. Pollen et gelée royale. Cah. Nutr. Diet., 22(6): 456-464.

- DJELLOULI Y., 1990. Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doctorat es Sciences, Univ. Sci. et Tech. USTHB, Alger, 262 p.
- DROSTE et ZEBE, 1974. Resorption and metabolism of glucose in the alimentary canal of the migratory locust *Locusta migratoria*. J. Insect. Physiol., 20 (12) : 2385-2396.
- DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H., et LECOQ M., 1979. Biologie et écologie de *Catantops hemorrhoidalis* en Afrique de l'Ouest (Orthoptera, Acrididae). Ann. Soc. ent. Fr. (N.S.), 15(2) : 319-343.
- EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Lab. Bot., Geol. et Zool. Fac. Sc., Montpellier, 7 : 3-43.
- FAROW R.A., 1987. Effect of changing land use on outbreaks of tropical migratory locust *Locusta migratoria migratorioides*. Ins. Sci. appl., 8(4, 5 et 6) : 969-975.
- FELLAOUINE, 1984. Contribution à l'étude des Sauteriaux nuisibles aux cultures dans la région de Sétif. Thèse d'Ing. Agro., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 71 p.
- FELLAOUINE R., 1989. Bioécologie des Orthoptères de la région de Sétif. Thèse de Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 91 p.
- FENNI M., 1991. Contribution à l'étude des groupements messicoles des hautes plaines Sétifiennes. Thèse de Magister, Univ. Sétif, Algérie, 142 p.
- FROCHOT B., 1987. Synergism in bird communities : a method to mesure edge effect. Acta Oecologica Oecol. Gene., 8(2) : 253-258.
- FULLER F.J. et WHITTINGTON P.A., 1987. Breeding bird distribution within Lincolnshire ash-lime woodlands : the influence of rides and the woodland edge. Acta Oecol., Oecl. Gener., 8(2) : 259-268.
- GANWERE S.K., MURALIRANGAN M.C. et MIRALIGRANGAN M., 1989. Food selection and feeding in Acridoids : A review. Contrib. Amer. Ent. Inst., 25 : 56p.
- GUINOCHET M., 1977. Contribution à la synsystème des pelouses thérophytiques du Nord de la Tunisie et de l'Algérie. Coll. Phytosoc. " Pelouses sèches ". VI : 1-21.
- HALIMI 1980. L'Atlas blidéen. Climats et étages végétaux. Off. Pub. Univ., Alger, 523p.
- HELLER K.G., 1988. Bioakustik der europäischen laubheuschrecken. Ökologie in Forschung und Anwendung, 358p.

- HERCUS B.H., 1960. Plant cuticle as an aid to determining the diet of grazing animals. Proc. 8th. Int. Grass. Cong., 433-447.
- JACOBS J., 1974. Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivelev's electivity index. *Oecologia*, 14 : 413-417.
- JOERN A. et LAWLOR L.R., 1980. Food and microhabitat utilization by grasshoppers from arid grasslands : comparisons with neutral models. *Ecology*, 61(3) : 591-599.
- KAABECHE M., 1990. Les groupements végétaux de la région de Bou-Saada (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse de Doc.; Univ. Paris-Sud, Orsay, 103 p.
- KEUPER A., KALMRING K., SCHATRAL A., LATIMER W. et KAISER W., 1986. Behaviour adaptations of ground living bushcrickets to the properties of sound propagation in low grassland. *Oecologia*, 70 : 414-422.
- KHAN M.A., 1963. The distribution of proteinase, invertase and amylase activity in various parts of alimentary of *Locusta migratoria* L. Ind. Jour. Ent., 25 : 200-203.
- LACOURT J., 1977. Essai de synthèse sur les syntaxons commensaux d'Europe. Thèse 3ème cycle, Univ. Paris-Sud, Orsay, 149p.
- LAUNOIS M., 1974. Influence du facteur pluviométrique sur l'évolution saisonnière du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* Sauss. en phase solitaire et sur sa grégarisation à Madagascar. Imp. Ministère de la Coopération. Thèse d'Etat, Univ. Paris-Sud, , 159 p.
- LAUNOIS M., 1978. Modélisation écologique et simulation opérationnelle en Acridologie : application à *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877). Ministère de la Coopération, GERDAT, Paris, 214.
- LAUNOIS-LUONG M.H., 1975. L'alimentation du criquet migrateur *Locusta migratoria* (Sauss.) en phase solitaire à Madagascar: régime et effets. Imp. Ministère de la coopération. Thèse d'Etat, Univ. Paris-Sud, 202 p.
- LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J. et POUGET M., 1977. Etude bioclimatique des steppes algériennes. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, 68 (3-4) : 33-74 (+ cartes h.t.)
- LECOQ M., 1978. Bioécologie et dynamique d'un peuplement acridien de zone soudanienne en Afrique de l'ouest (Orthoptera, Acrididae). Ann. Soc.ent. Fr. (N.S.), 14(4) : 603-681.
- LLORENTE et PINEDO, 1990. Los Tettigoniidae de la Peninsula Iberica, Islas Baleares y norte de Africa. Género *Odontura* Rambur, 1838 (Orthoptera). Boletín Asoc. esp. Entom., 14 : 153-174.

- LOCKWOOD J.A., 1988. Canibalism in rangeland grasshoppers (Orthoptera, Acrididae) : attraction to cadavres. J. Kans. Ent. Soc., 61 : 379-387.
- LOUVEAUX A., 1991. Instabilité démographique et stratégie de dispersion des acridiens : un exemple chez deux Orthoptères Calliptaminae. Bull. Soc. zool. Fr., 116(3-4) : 243-251.
- LOUVEAUX A., PEYRELONGUE J.Y. et GILLON Y., 1988. Analyse des facteurs de pullulation du criquet italien (*Calliptamus italicus* L.) en Poitou-Charentes. C. R. Acad. Agric. Fr., 74(8) : 91-102.
- MAIRE R., 1926. Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie, + notice. Baconnier, Alger, 78p.
- MATTSON W.J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. Ann. Rev. Ecol. Syst., 11 : 119-161.
- MORGAN M.R.J., 1973. The relationship between locust gut glucosidase and galactosidase activation. Biochem. Soc. Trans., 1 : 196-198.
- MORGAN M.R.J., 1975. Initial characterisation of gut cellobiase of the African migratory locust *Locusta migratoria migratorioides*. Insect. Biochem., 5 : 251-264.
- MORGAN M.R.J., 1976. Gut carbohydrases in locusts and grasshoppers. Acrida, 5(1) : 45-48.
- NAQVI S.N.H., 1981. Purification of alkaline phosphatase from the alimentary canal of *Schistocerca gregaria* (Forsk.). Arch. Int. Physio. Bioch., 89 : 235-244.
- NAVON A. et BERNAYS E.A., 1978. Inhibition of feeding in Acridids by non-protein amino-acids. Comp. Biochem. Physiol., 59 (A) : 161-164.
- OSAWA R. et WOODALL P.F., 1990. Feeding strategies of the swamp wallaby, *Wallabia bicolor*, on north stradbroke Island, Queensland. I - Effect of seasonal changes in diet quality on intestinal morphology. Aust. Wild. Res., 17(6): 623-632.
- PASQUIER , 1957. Etude de la sauterelle marocaine *Dociostaurus maroccanus* en Iran. Rapport d'expert, mission F.A.O. (document non publié), Alger, 74 p.
- PASQUIER R., 1934. Contribution à l'étude du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* Thun. en Afrique mineure. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord., Alger, 25 : 167-200.
- PASQUIER R., 1937. Le criquet marocain en Algérie. L'Agria, Alger, n°53, 54 et 55.

- PASQUIER R., 1945. Les étapes de la vie de la sauterelle pélerine. Bull. Sem. Off. nat. Antiacrid., Alger, 1 : 7-12.
- PASQUIER R., 1947. Les acridiens en 1947. L'Agria, Alger, 124 : 161-173.
- PASQUIER R., 1955. La sauterelle pélerine *Schistocerca gregaria*. L'Agria, Alger, 179, 83 p.
- PINEDO M.C. et LLORENTE V., 1986. Los Tettigoniidae (Orthoptera) de la Península Ibérica, España insular y norte de África. - Subfamilia Pycnogastrinae Kirby, 1906. Eos, LXII : 215-245.
- PINEDO M.C. Los Tettigoniidae (Orthoptera) de la Península Ibérica, España insular y norte de África.
 1983 - Subfamilia Meconeminae Kirby, 1906. Eos, LIX : 207-222.
 1984 - Subfamilia Conocephalinae Kirby, 1906. Eos, LX : 267-280.
 1985a - Subfamilia Saginae Stal, 1874. Graellsia, XLI : 167-172.
 1985b - Subfamilia Tettigoniinae Uvarov, 1924. Eos, LXI : 241-263.
- PINEDO M.C., 1988. Los Tettigoniidae (Orthoptera) de las Sierras de Guadarrama, Gredos y zonas adyacentes. Eos., 64 : 229- 242.
- PLANTEVIN G. et NARDON P., 1970. Utilisation d'une microméthode de détection (Auxotab) pour la recherche qualitative d'activités enzymatiques dans les tissus d'insectes. Ann. Ecol. anim., 4(2) : 229-248.
- POPOV G.B., DURANTON J-F. et GIGAULT J., 1991. Etude écologique des biotopes du criquet pélerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) en Afrique Nord-Occidentale. Mise en évidence et description des unités territoriales écologiquement homogènes. PRIFAS, CIRAD, 743p.
- QUEZEL P. et SANTA S., Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S.(ed.), -1962, T1, 1170 p. ; -1963, T2, 1169p.
- RAGGE D.R., 1980. A review of the African Phaneropterinae with open tympana (Orthoptera, Tettigoniidae). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.) Ser. 40(2) : 67-192.
- RIVAS MARTINEZ S., 1977. Sur la syntaxonomie des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale. Coll. Phytosoc. "Pelouses sèches". VI : 55-71.
- SEBAT, 1982. Essai de lutte contre les mauvaises herbes adventices des céréales d'hiver en Mitidja (lutte culturale et chimique). Thèse Ing., Inst. Nat. Agron., Alger, 109p.
- SELTZER P., 1946. Le climat d'Algérie. Trav. Inst. Météo. Phys. Globe, Univ. d'Alger, 219 p.

- SKAF R., 1972. Le criquet marocain au proche orient et sa grégarisation sous l'influence de l'homme. Bull. Soc. Ecol., 3(3) : 247-325.
- SKAF R., 1975. Le problème des sauteriaux en Afrique du Nord et de l'Ouest et dans les îles du Cap-Vert. Rapport de la lutte contre les ennemis de cultures. O.N.U.A.A., N° UNDP/DL/TC 9, 695 p.
- SLANSKY F.JR. et RODRIGUEZ J.G., 1987. Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates : an overview. in Slansky F. Jr. and Rodriguez J.G. (eds.). Wiley, New York, : pp.1-69.
- STEWART p., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : Quelques réflexions. Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, Alger, 59 : 23-36.
- STIELD O. et BICKMEYER U., 1991. Acoustic behaviour of *Ephippiger ephippiger* Fiebig (Orthoptera, Tettigoniidae) within a habitat of Southern France. Behav.proces., 23 : 125-135.
- STIELD O. et KALMRING K., 1989. The importance of song and vibratory signals in the behaviour of the bushcricket *Ephippiger ephippiger* Fiebig (Orthoptera, Tettigoniidae) : taxis by females. Oecologia, 80 : 142-144.
- STREBLER G., 1978. L'activité osidasique des enzymes digestives de *Schistocerca gregaria* Forsk. Données quantitatives nouvelles. Ann. Zool. Ecol. anim., 10(1) : 85-96.
- STREBLER G., 1979. Incidence du jeune et de la présence de microorganismes dans le tube digestif sur l'activité osidasique digestive de *Schistocerca gregaria* Forsk. Acrida, 8(1) : 35-47.
- THEURILLAT J.p., 1992. L'analyse du paysage végétal en symphytocoenologie : ses niveaux et leurs domaines spatiaux. Bul. Ecol., 23(1-2) : 83-92.
- TOMASSONE R., DERVIN C. et MASSON J.P., 1993. Biométrie. Modélisation de phénomènes biologiques. Ed. Masson, 553p.
- TUTIN .T.G. HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS M.S. et WEBB Q.A. Flora europea. Camb. Univ. Press ; - 1964. Vol.1, 464 p. - 1968. Vol.2, 454 p. - 1972. Vol.3, 370 p. - 1976. Vol.4, 505 p. - 1980. Vol.5, 452 p.
- UVAROV B., - 1966. Grasshoppers and Locusts. Cambridge Univ. Press ; T.1, 481 p. - 1977. Grasshoppers and Locusts. Cambridge Univ. Press ; T.2, 613 p.
- WEIDMANN S., STIELD O. et KALMRING K., 1990. Distribution and population density of the bushcricket *Decticus verrucivorus* in damp-meadow biotope. Oecologia, 2 : 369-373.

ANNEXES

**CLE DE DETERMINATION DES EPIDERMES DE 40 PLANTES
DE JACHERES DANS LE SEMI-ARIDE. REGION DE OULED TEBANE.**

* Epiderme sans poils	1
* Epiderme avec poils.....	6
1 * Cellules épidermiques rectangulaires, nettement plus longues que larges	2
* Cellules épidermiques pas plus longues que larges, polygonales.....	4
2 * Cellules épidermiques disposées régulièrement.....	3
* Cellules épidermiques disposées irrégulièrement (Planche 3 B).....	<i>Carduncellus pinatus</i>
3 * 5 à 10 phytolithes intracellulaires.....	<i>Gladiolus italicus</i> (Planches 3 et 3 A)
* Absence de phytolithes et cellules épidermiques à parois rectilignes, épaisses	<i>Lathyrus sphaericus</i> (Planche 3 et 3 A)
4 * Parois cellulaires ondulées.....	<i>Senecio vulgaris</i> (Planche 3 A)
* Parois cellulaires rectilignes.....	5
5 * Limbe cloisonné par les nervures (Planches 3 et 3 A).....	<i>Eryngium campestre</i>
* Limbe ne présentant pas de cloisonnants	<i>Sonchus asper</i>
6 * Poils ramifiés en étoile (Planche 3 A)	7
* Poils non ramifiés (Planche 1 A)	8
7 * Poils ornementés de tubercules et de spicules (Planches 3 et 3 A).....	<i>Alyssum granatense</i> , <i>Malva sylvestris</i>
* Poils lisses	<i>Matthiola fruticulosa</i> .
8 * Poils unicellulaires.....	9
* Poils pluricellulaires.....	19
9 * Poils unicellulaires laineux (fins et longs) (Planche 3A)	10
* Poils unicellulaires non laineux.....	11
10 * Cellules épidermique à parois rectilignes, disposition irrégulière, forme polygonale	<i>Picnoman acarna</i> (Planches 3 et 3 A)

- * cellules à parois ondulées, plus longues que larges.(Planche 3 A) *Xeranthemum inapertum*
- 11 * Poils unicellulaires lisses (Planche 1 A) 12
 * Poils présentant des ornements et des tubercules (Planche 1 B) 17
- 12 * Poils courts (≤ 5 fois la longueur d'une cellule épidermique) 13
 * Poils longs (> 5 fois la longueur d'une cellule épidermique) 15
- 13 * Epiderme sans phytolites..... 14
 * Epiderme avec phytolites entre les cellules (Planche 1 et 1 A). Poacées : *Bromus rubens*,
Hordeum murinum , *Echinaria capitata*
- 14 * Poils longs de 1 à 2 fois la longueur d'une cellule épidermique disposés souvent sur le bord
 du limbe (Planches 1 et 1 A) *Reseda alba*
 * Poils longs de 4 à 5 fois la longueur d'une cellule épidermique plus nombreux sur les
 nervures. Limbe cloisonné par les nervures (Planche 1 A)..... *Valerianella coronata*
- 15 * Cellules épidermiques polygonales, à parois rectilignes, disposition irrégulière, nombre de
 cellules à la base du poil > 7 *Scorzonera laciniata*
 * Cellules épidermiques plus longues que larges, à parois ondulées, disposition irrégulière,
 nombre de cellules à la base du poil ≤ 7 16
- 16 * Le point d'insertion du poil mesure 3 fois le diamètre moyen du poil, poil légèrement ondulé
Vicia sativa (Planches 1 et 1 A)
 * Le point d'insertion du poil égal au diamètre moyen du poil, poil non ondulé,
Ranunculus arvensis (Planche 1A), *Hernaria hirsuta* (Planche 2A), *Hirschfeldia incana*
- 17 * Nombre de cellules épidermiques entourant la base du poil > 10 . (Planches 1 et 1 B)
Rochelia disperma , *Erodium hirtum*, *Plantago lagopus*
 * Nombre de cellules épidermiques entourant la base du poil ≤ 10 18
- 18 * Cellules épidermiques polygonales, la base du poil large ≥ 3 fois le diamètre moyen du poil
 (Planche 1 B) : *Silybum eburneum*
 * Cellules épidermiques plus longues que larges, la base du poil est non large < 3 fois le
 diamètre moyen du poil. Fabacées (Planches 1 et 1 B) : *Medicago orbicularis*,
M. polymorpha, *M. aculeata*, *Trigonella polycerata*
- 19 * Poils pluricellulaires courts (longueur < 6 fois à celle d'une cellule épidermique)..... 20
 * Poils pluricellulaires longs (≥ 6 fois la longueur d'une cellule épidermique)..... 22

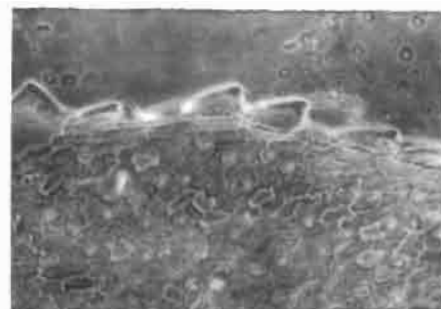
- 20 * Point d'insertion du poil en forme de rosette, poils disposés sur le limbe (Planches 2 et 2 B)
Scolymus hispanicus
 * Point d'insertion du poil n'est pas en forme d'une rosette, poils disposés souvent sur le bord du limbe21
- 21 * Cellules épidermiques à parois rectilignes, épaisses, à disposition régulière
 (Planches 2 et 2 A) : *Silene vulgaris* .
 * Cellules épidermiques à parois ondulées, à disposition régulière (Planches 2 et 2 B)
Salvia verbenaca
- 22 * Cellules épidermiques en continuité avec les cellules du poil.....23
 * Cellules épidermiques ne sont en continuité avec les cellules du poil.....24
- 23 * Poils bifurqués à l'extrémité (Planches 2 et 2 A)..... *Hedypnois cretica*
 * Poils non bifurqués à l'extrémité (Planches 2 et 2 A) *Papaver rhoeas*
- 24 * Nombre de cellules à la base du poil > 7 , parois cellulaires rectilignes (Planches 2 et 2 B)
Glaucium corniculatum
 * Nombre de cellules à la base du poil ≤ 7 et parois cellulaires ondulées (Planches 2, 2 A et 2 B) : *Carthamus pectinatus*, *Centaurea alba tenoreana* et *C. pullata*



Vicia sativa
Limbe face sup.x250
poils lisses



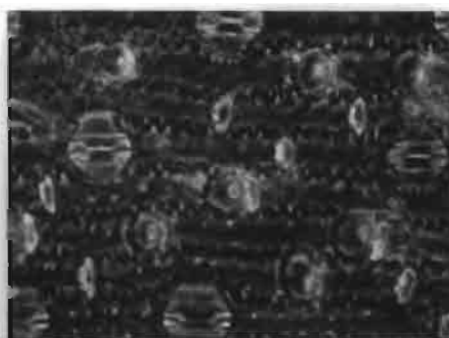
Vicia sativa
Parois cellu.ondulées



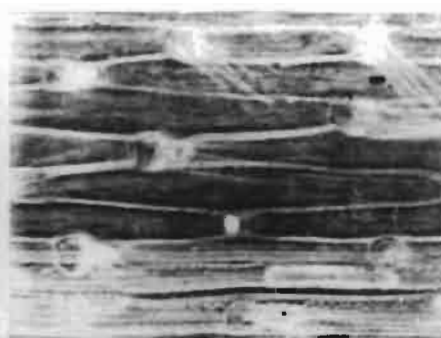
Reseda alba
Limbe x100, poils courts (papilles)



Bromus rubens
Limbe face sup.x250



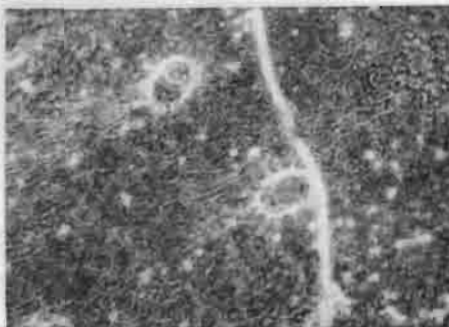
Bromus rubens
Parois cell.engrenées
Stomates et phytolytes



Bromus rubens
Limbe face inf.x250



Rochelia disperma
Limbe x100, poils avec tubercules.



Plantago lagopus
Points d'insertion des poils.



Medicago polymorpha
Limbe face sup.x250.



Trigonella polycerata
Poils avec tubercules

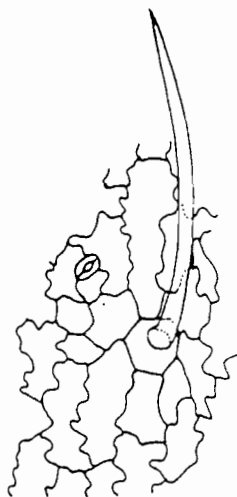


Trigonella polycerata
Limbe face sup.x250

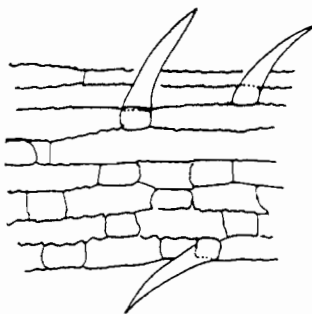


Medicago orbicularis
Limbe face sup.x250

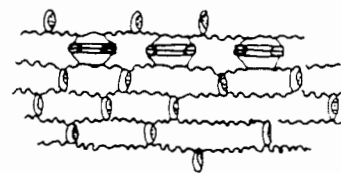
Planche 1 A



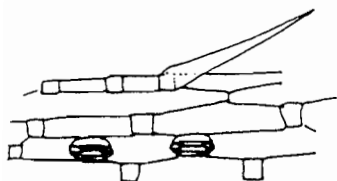
Vicia sativa
Limbe, face sup. x 250.
Poil. lisse
Parois cell.ondulées.



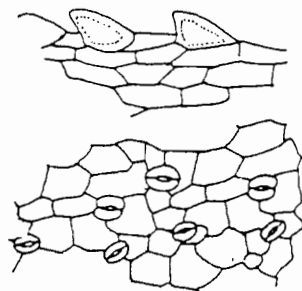
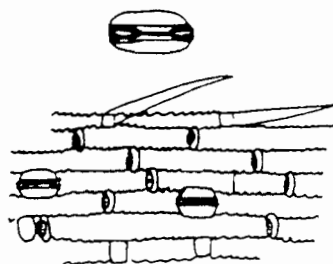
Echinaria capitata
Limbe, face inf. x250



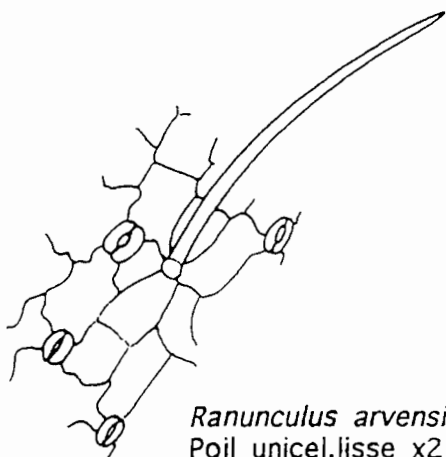
Hordeum murinum.
Limbe x250, phytolytes
entre les cellules



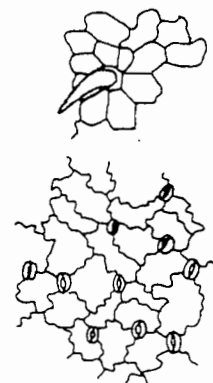
Bromus rubens
Cellules, stomates
phytolytes et poils. x 250



Reseda alba
Limbe x 100,poils courts
(= papilles).

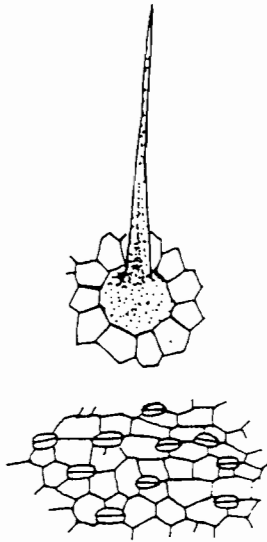


Ranunculus arvensis
Poil unicel.lisse x250

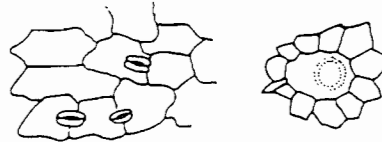


Valerianella coronata
Poils unicel. courts et lisses
Limbe x 250

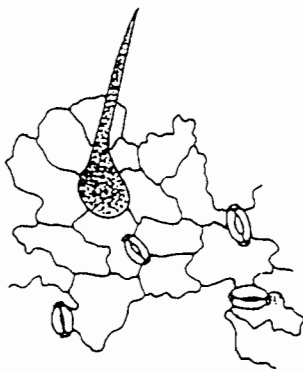
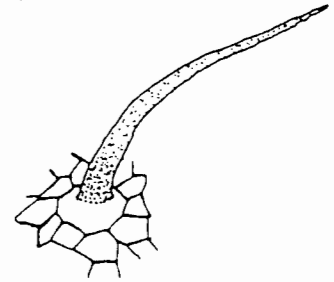
Planche 1 B



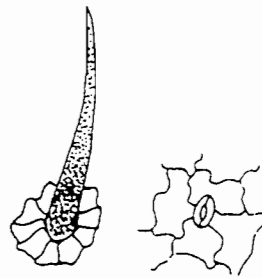
Rochelia disperma
Cellules épidermi. de type
isodiamétriques x250
Poil unicel. avec tubercules



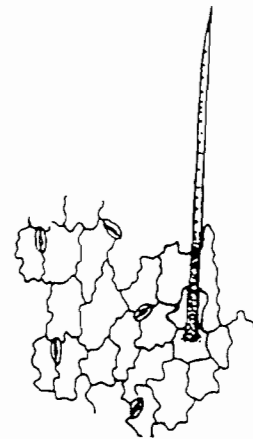
Plantago lagopus
Points d'insertion des poils
Limbe face sup. x100.



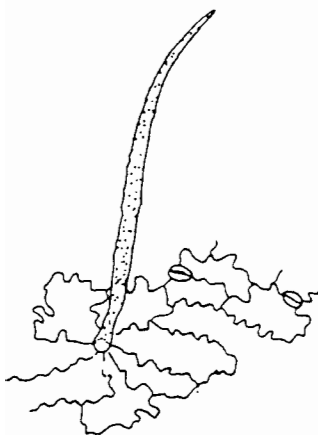
Silibum ebrineum
Cellules épidermi. et poil
unicel. avec tubercules x100



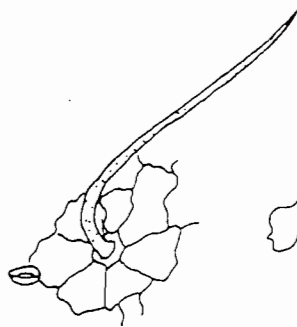
Erodium hirtum
Cellules épidermi. et poil
unicel. avec tubercules x100



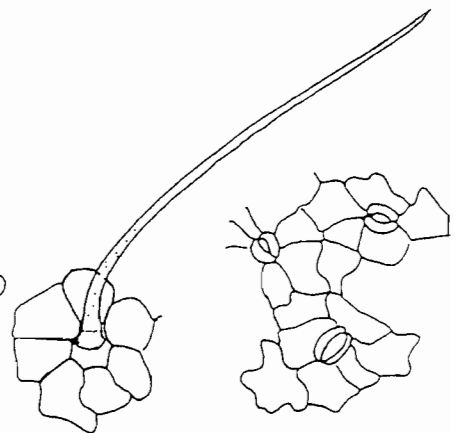
Trigonella polycerata
Limbe x100, poils avec
tubercules.



Medicago orbicularis
Limbe face sup. x 250

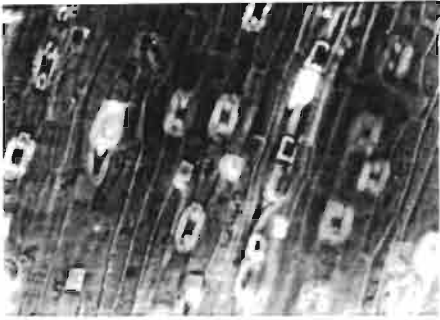


Medicago aculeata
Poil unicel. avec tubercules

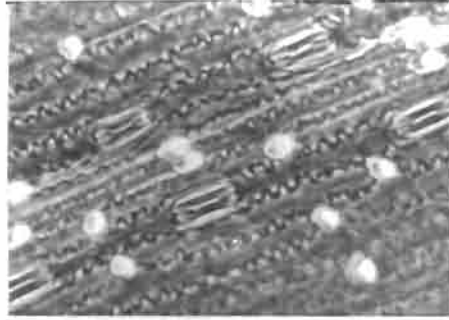


Medicago polymorpha
Poil unicel. avec tubercules

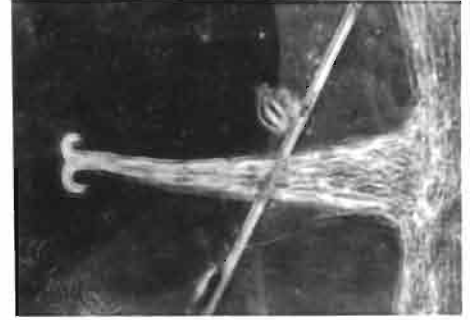
PLANCHE 2



Hordeum murinum
Poils unicel.x250



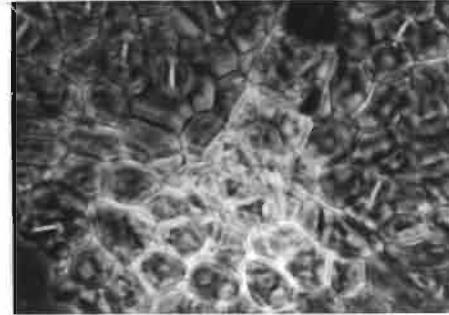
Hordeum murinum
Limbe x250, phytolites
entre les cellules



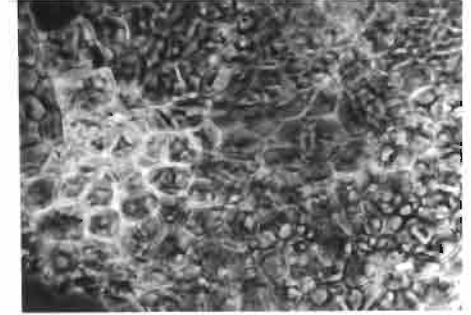
Hedypnois cretica
Poil pluricellulaire
bifurqué x100.



Papaver rhoeas
Poil pluricel.x100.



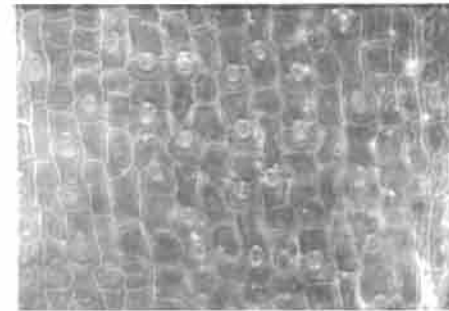
Scolymus hispanicus
Poil pluricel.x100.



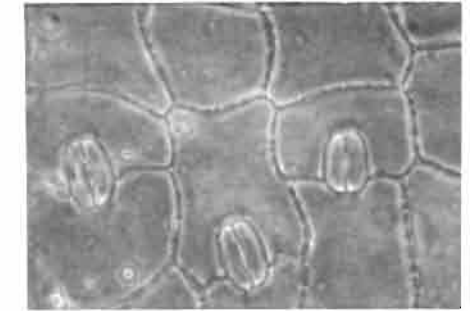
Scolymus hispanicus
Limbe face sup x100



Salvia verbenaca
Poils pluricel.x400



Silene vulgaris
Limbe face sup.x100



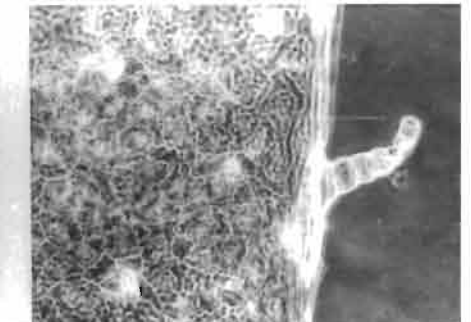
Silene vulgaris
Limbe face sup.x250



Centaurea alba
Poils pluricel.x100

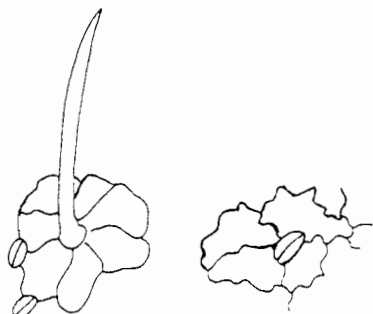


Centaurea pullata
Poils pluricel.x100

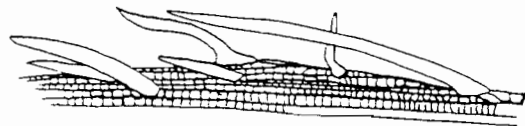


Carthamus pectinatus
Poil pluricel.x250

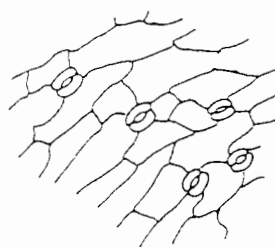
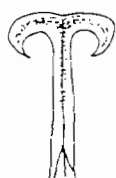
Planche 2 A



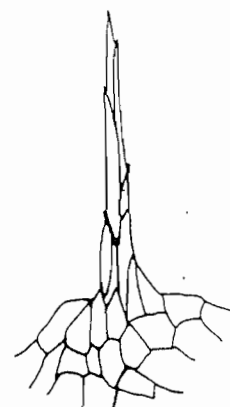
Herniaria hirsuta
Poil unicel.x100



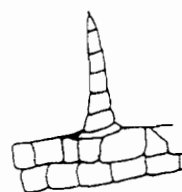
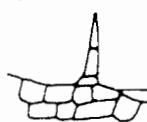
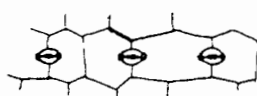
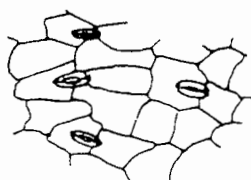
Echium plantagineum
Limbe face inf.x100



Hedypnois cretica
Poils pluricel. bifurqués x250.
Limbe face sup.x250

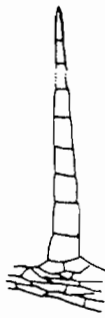


Papaver rhoeas
Poil pluricel.x250

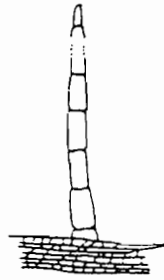


Silene vulgaris
Limbe x 250
Poil pluricellulaire

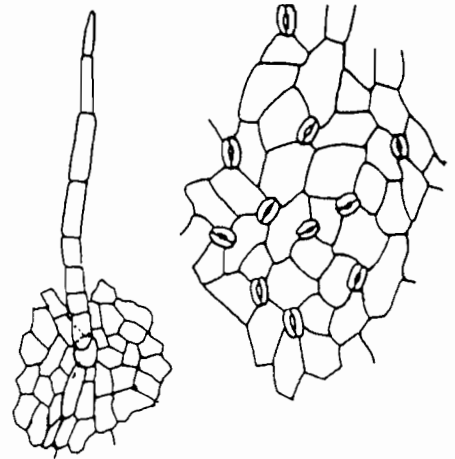
Planche 2 B



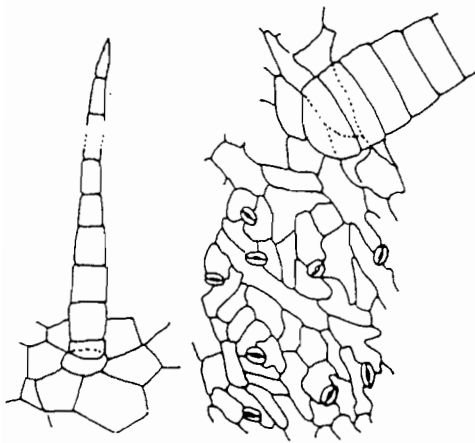
Centaurea pullata
Poil pluricel. x250



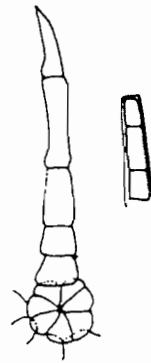
Centaurea alba tenoreana
Poil pluricellulaire x100



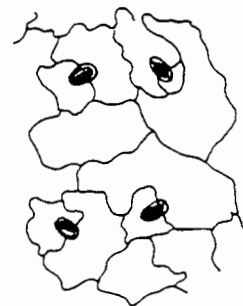
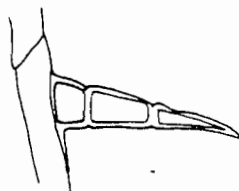
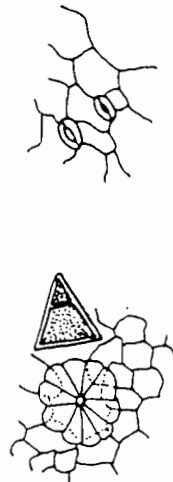
Glaucium corniculatum
Poil pluricel. x250



Carthamus pectinatus
Poil pluricel. x 250
limbe face sup. x250

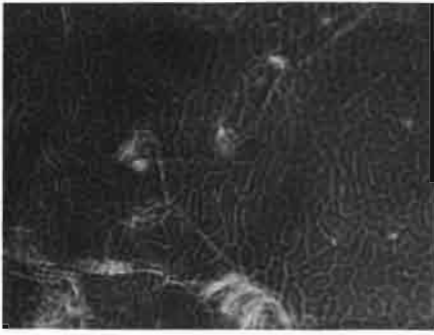


Scolymus hispanicus
Poil pluricel. x100



Salvia verbenaca
Cellules épidermiques,
stomates et poils pluricel. x 250

PLANCHE 3



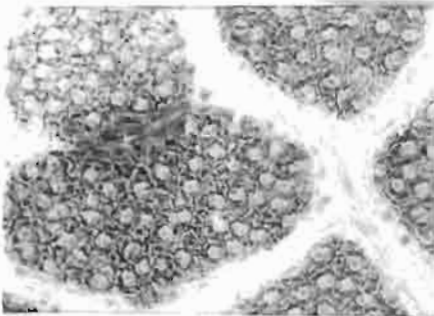
Glaucium corniculatum
Poil pluricel.x100



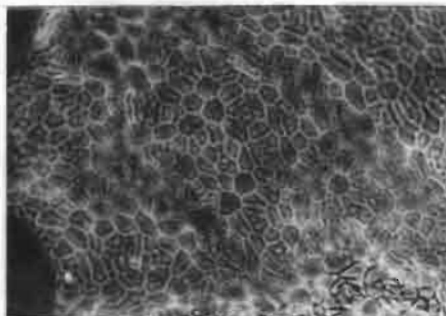
Gladiolus italicus
Limbe x250, phytolytes
intracellulaires



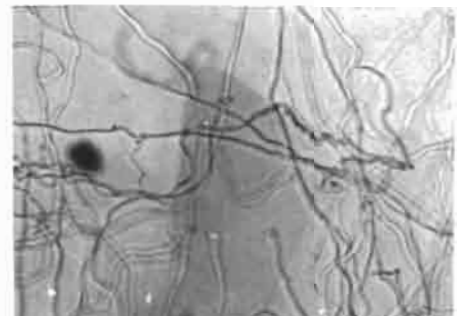
Lathyrus sphaericus
Limbe face sup.x100.



Eryngium campestre
Limbe face sup.x100.



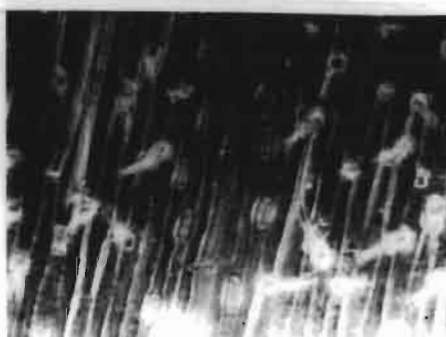
Picnemon acarna
Limbe face sup.x100



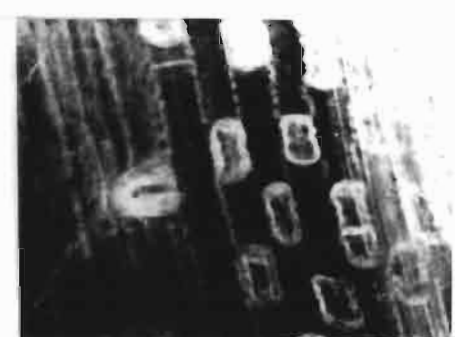
Xéranthémum inapertum
Poils laineux x100.



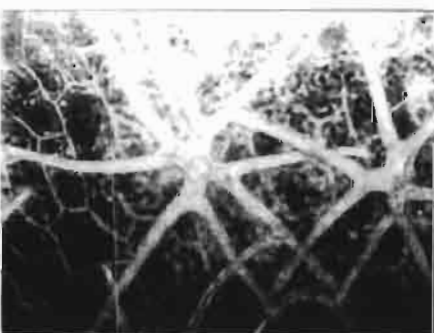
Matthiola fruticulosa
Poils ramifiés x 100.



Echinaria capitata
Limbe face sup.x100.



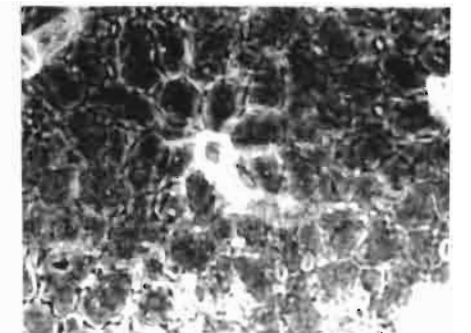
Echinaria capitata
Limbe face inf.x250



Alyssum granatense
Limbe face sup.x250

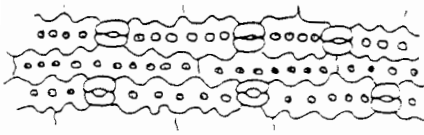


Valerianella coronata
Poils courts et lisses

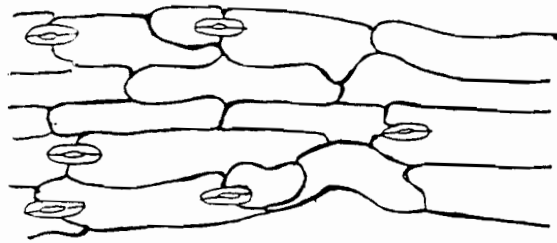


Valerianella coronata
Limbe face inf.x100.

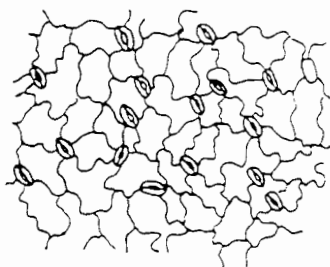
Planche 3 A



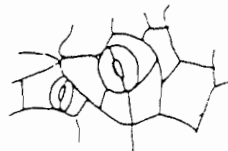
Gladiolus italicus
Limbe x250, phytolytes
intra - cellulaires.



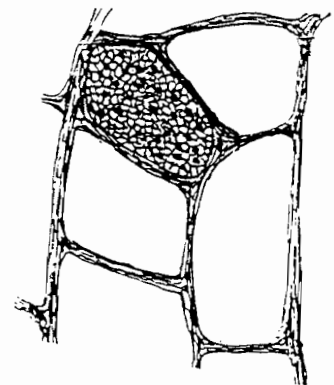
Lathyrus sphaericus
Limbe face sup.x100



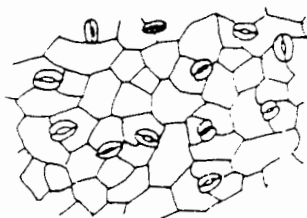
Senecio vulgaris
Limbe face inf. x250



Eryngium campestre
Stomate x 250



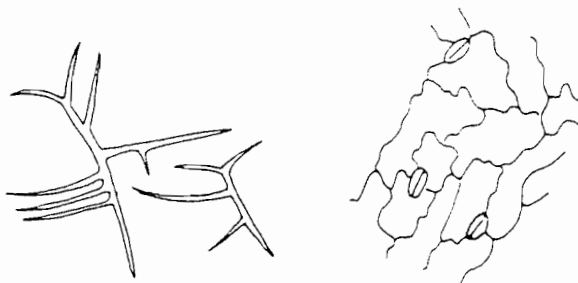
limbe cloisonné par
les Nervures (x 100)



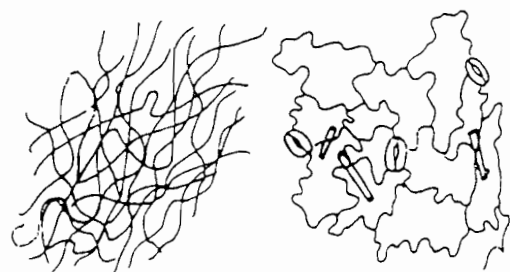
Alyssum granatense
Limbe, face sup.x250



Picnomon acarna
Poils laineux x100

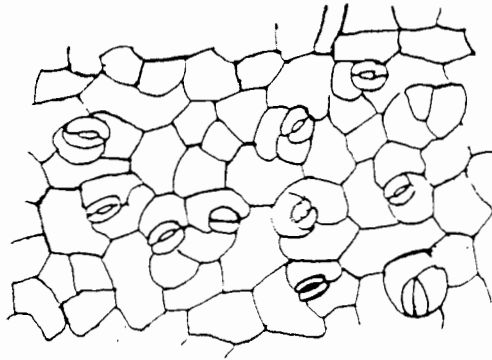


Matthiola fruticulosa.
Poil ramifié x 100
Limbe x250

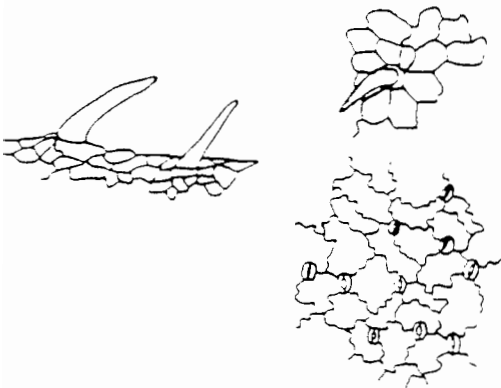


Xeranthemum inapertum
Poils laineux x100

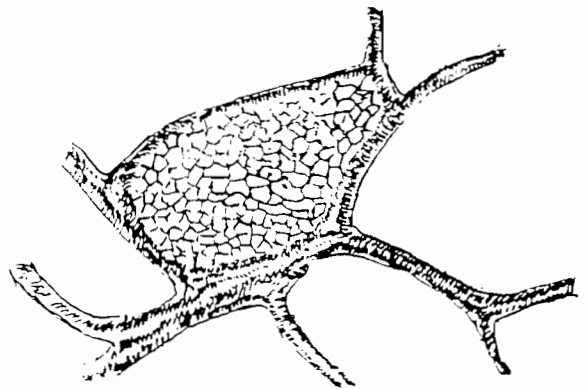
Planche 3 B



Carduncellus pinatus
Nervures du limbe cloisonnées (x 100)



Valerianella coronatta
Poils unicel. courts et lisses
Limbe x 250



limbe cloisonné par
les Nervures (x 100)