

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

ⵏⵓⵎⵎⵉⵔ ⵏ ⵔⵉⵔⵉ ⵏⵓⵎⵎⵉⵔ ⵏ ⵔⵉⵔⵉ ⵏⵓⵎⵎⵉⵔ ⵏⵓⵎⵎⵉⵔ

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED-KHIDER –BISKR

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Mémoire

Pour obtenir le diplôme de

Magister en Agronomie et environnement en régions arides

Présenté par

Melle Tahar chaouch Souad

SUJET

*Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des
pucerons associés au milieu naturel dans la région de Biskra*

Jury

Mr BELHAMRA M.

Mr LAAMARI M.

Mr OULD EL HADJ M.D.

Mr OUDJEHIB B.

M.C. (Univ. Biskra)

Prof. (Univ. Batna)

Prof. (Univ. Ouargla)

Prof. (Univ. Batna)

President

Promoteur

Examineur

Examineur

Année universitaire : 2010 / 2011

Introduction générale:

Les pucerons ou les aphides sont considérés actuellement parmi les insectes les plus nuisibles et les plus dommageables pour les cultures. Ils provoquent d'importants dégâts en ponctionnant la sève des plantes et en leurs transmettant des maladies virales. Environ 4000 espèces sont inventoriées à travers le monde, dont 250 sont inféodées aux cultures (**Fraival, 2006**). Cet auteur ajoute, que ces pucerons vivent aux dépens des Conifères, des Composées, des Rosacées, la plupart sont inféodées à une seule espèce végétale mais certains sont polyphages.

En tant que ravageurs, ces pucerons ont montré une grande résistance à l'égard des différentes molécules chimiques utilisées actuellement dans le cadre de la protection phytosanitaire des cultures (**Fraival, 2006**).

Pour cette raison et depuis des années, la lutte biologique a connu un grand essor à travers le monde et plusieurs lâchers à base d'organismes vivants sont effectués.

En entomologie appliquée, les auxiliaires entomophages utilisés dans la lutte biologique, sont regroupés en deux catégories en fonction de leur mode alimentaire. Ils sont désignés de façon conventionnelle sous les termes de 'prédateur' et de 'parasitoïde'. Les prédateurs poursuivent leurs proies pour s'en alimenter, alors que les parasitoïdes vivent aux dépens d'un seul hôte, dans ou sur lequel ils se développent causant sa mort parfois de façon rapide mais le plus souvent de façon différée (**Debras, 2007**)

Il a été observé que certains organismes auxiliaires exercent leur action bénéfique à des niveaux de densité faible ou très faible, alors que d'autres, au contraire, agissent à des niveaux de densité élevée. En raison du souci de s'assurer de la spécificité d'action des organismes auxiliaires utilisés en lutte biologique, la préférence est généralement accordée aux espèces dites spécialistes par rapport aux espèces généralistes. C'est pourquoi les prédateurs sont moins souvent mis en œuvre que les parasitoïdes par exemple, même si cette règle connaît des exceptions (**Allais, 2002**).

Les parasitoïdes sont particulièrement abondants. Actuellement 50 000 espèces d'Hyménoptères, 15 000 espèces de Diptères et 3 000 espèces de Coléoptères, de Lépidoptères et de Névroptères sont décrites (**Cassier *et al.*, 1998**).

Ces parasitoïdes ont adopté une grande variété de styles de vie. D'après Godfray (1994), selon l'espèce, il existe des parasitoïdes qui s'attaquent aux œufs, d'autres aux larves, aux

Introduction générale:

nymphes et enfin aux adultes de leurs hôtes. D'après le même auteur, ces ennemis naturels sont désignés par des endoparasitoïdes s'ils vont pondre leurs œufs dans la cavité générale de l'hôte, alors qu'ils sont appelés des ectoparasitoïdes s'ils vont déposer leurs œufs à la surface de l'hôte. Ils sont également qualifiés de solitaires lorsqu'un seul parasitoïde se développe au sein de l'hôte, ou grégaires si plusieurs parasitoïdes achèvent leur cycle de vie dans un seul hôte.

D'après Dubuffet (2006), les parasitoïdes sont désignés par idiobiontes s'ils paralysent de manière permanente ou tuent leurs hôtes au moment de l'oviposition, ou attaquent un stade qui ne se développera plus. Par contre, les parasitoïdes koinobiontes sont ceux qui permettent à leurs hôtes de continuer à se développer après leur parasitisme.

Les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons appartiennent principalement à deux familles, à s'avoir les Aphidiidae (Braconidae) et les Aphelinidae (**Stary., 1988 et Hofsvaw, 1991 cité par Rafalimanana, 2003**).

L'expérience et le savoir faire des naturalistes et des agronomes ont conduit à l'élaboration d'une stratégie d'intervention sous des formes divers mais complémentaire ; à s'avoir d'une part la préservation et la valorisation du rôle des organismes auxiliaires indigènes et d'autre part l'introduction et l'acclimations d'organismes auxiliaires exotiques.

L'exploitation rationnelle du potentiel des organismes auxiliaires indigènes constitue l'étape préliminaire à toute stratégie phytosanitaire intégrée. Dans le cadre de cette stratégie, les plantes spontanées jouent le rôle de réservoir à la biodiversité et participent dans le renforcement des populations des auxiliaires des cultures avoisinantes.

De ce fait, ce sont surtout les entomologistes rejoints par les malherbologistes, qui attirent l'attention sur le rôle qui peut être jouer par la flore spontanée qui se trouve juste à proximité des cultures, par les haies et les brise-vents et par les plantes ornementales dans la préservation de la faune auxiliaires et notamment les parasitoïdes (**Allais *et al.*, 2002**).

Avant de procéder à toute intervention biologique, il est recommandé tout d'abord de recenser les espèces de parasitoïdes indigènes déjà adaptées aux conditions locales. Pour cette raison, plusieurs pays à travers le monde ont initié des travaux qui consistent à l'évaluation de leur richesse en ces auxiliaires. A titre d'exemple 99 espèces sont recensées en France (**Stary *et al.*, 1971; Stary *et al.*, 1973**), 37 en Grèce (**Kavallieratos *et al.*, 2001**), 11 espèces au Maroc (**Stary & Sakkat, 1987**) et 6 espèces en Tunisie (**Ben Halima-Kamel & Ben Hamouda, 2005**).

Introduction générale:

En Algérie, cette faune utile reste inconnue et peu étudiée. C'est dans ce cadre que s'insère principalement cette étude.

Ce travail consiste à dresser une liste des Hyménoptères parasitoïdes des aphides associés aux plantes spontanées dans quelques localités de la région de Biskra. Les résultats de ce recensement font l'objet d'une analyse destinée à valoriser les espèces indigènes trouvés ainsi que de mettre en évidence le rôle des facteurs environnants (biotiques et abiotiques) sur cette richesse spécifique. En plus, il est procédé à la détermination des relations tri-trophique (plante-puceron - parasitoïde), à l'évaluation du taux d'émergence, du sex- ratio et taux d'hyper parasitisme des espèces recensées. Des préconisations de gestion et/ ou d'aménagement sont proposées au regard de l'importance de ces espèces dans le cadre de leur utilisation éventuelle dans le cadre de la lutte biologique contre les aphides.

Après l'introduction générale, ce travail est scindé en 5 chapitres. Dans un premier chapitre, il est traité une étude bibliographique sur les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons. Dans un deuxième chapitre, les facteurs abiotiques et biotiques régnant dans la région de Biskra sont exposés. Dans le troisième chapitre, il est présenté d'une part le matériel végétal et animal recensé et d'autre part la méthodologie de travail appliquée. Le quatrième chapitre est réservé à la présentation des résultats obtenus et enfin le cinquième est consacré à la discussion des résultats obtenus.

Chapitre I - Synthèse bibliographique sur les Aphidiidae

1-1- Classification

D'après **Dhouibi** (2002), les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons ont la classification suivante :

Sous phylum : Hexapoda

- Classe : Insecta.
- Sous classe : Pterygota
- Section : Neoptera
- Division : Oligoneoptera
- Ordre : Hymenoptera
- Sous ordre : Apocrita
- Division : Parasitica
- Super famille : Ichneumonoidea
- Famille : Aphidiidae (**Stary et Mackauer, 1967 cités par Kambhampati et Volkl, 2000**).

Les travaux et les analyses phylogéniques effectués par **Kambhampati et Volkl (2000)** ont permis de répartir la famille des Aphidiidae comme suit :

- Sous famille 1 : Aphidiinae (**Mackauer 1961 et Mackauer, 1968 cités par Kambhampati et Volkl, 2000**).
- Tribus : Aclitini, Trioxini et Aphidiini
- Sous famille 2 : Ephedriinae (**Finlayson 1990 ; Trembly et Calvert, 1971 cités par Kambhampati et Volkl, 2000**).
- Tribu : Ephedrini
- Sous famille 3 : Prainaie (**Finlayson 1990 ; Trembly et Calvert, 1971 cités par Kambhampati et Volkl, 2000**).
- Tribus : Areopraon, Pseudopraon, Praon et Dyscritulus

Parmi les Aphidiidae, (400 espèces), les genres *Adialytus* (Foister), *Aphidius* (Nees), *Diaeretiella* (Stray), *Ephedrus* (Haliday), *Lipolexis* (Foister), *Lysiphlebus* (Foister) et *Monoctonus* (Haliday) sont les mieux représentés (**Stary, 1988 cité par Rafalimanana, 2003**).

1.2- Description de l'adulte

1.2.1- Tête

La tête d'un Aphidiide adulte est orthognathe, transversale, la face frontale est généralement lisse. Le clypeus couvre la grande partie de labre (**Stary, 1970**) (Figure 1).

Elle porte une paire d'yeux composés, trois ocelles, une paire d'antennes et les pièces buccales (Stary, 1970).

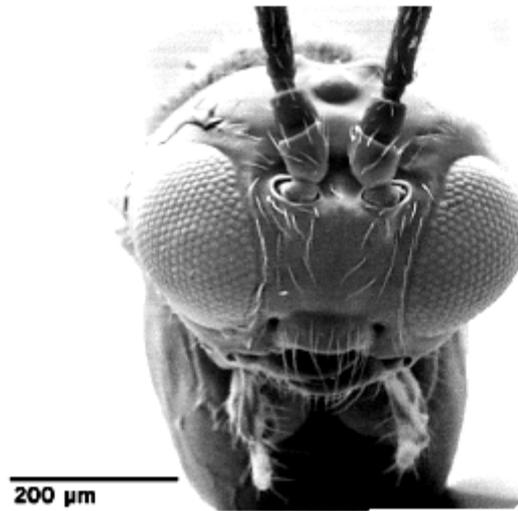


Figure 1 : La tête d'un Aphidiide adulte (Tomanovic, 2006)

D'après Dhouibi (2002), les antennes sont des appendices sensoriels, localisés entre ou juste au dessus des yeux composés. Ils sont formés généralement de 2 segments basilaires (le scape et le pédicelle) et une série de segments similaires constituant le flagellum (F1, F2.). Chez les Aphidiidae le nombre de segments flagellaires varie en fonction de l'espèce et du sexe mais il est compris entre 10 et 30. La forme, la taille, la couleur et l'allure de ces antennes constituent un outil utile pour l'identification des espèces (Stary, 1970) (Figure 2).

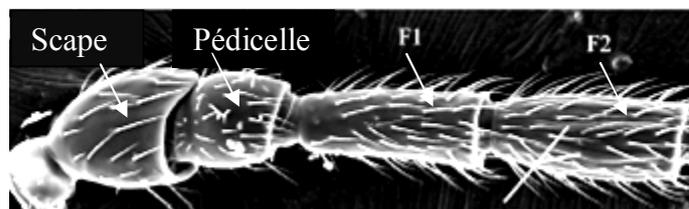


Figure 2 : Les différents articles formant l'antenne d'un Aphidiide adulte, F1 et F2 = les premiers articles du flagellum (Tomanovic, 2003)

Les pièces buccales sont formées par le labre, les mandibules, le labium et du complexe labio-maxillaire. Les mandibules sont bidentelés plus ou moins saillants. Généralement, le nombre de palpes maxillaires est de 4. Le labium est composé de trois parties, submentum,

mentum et le prementum. Les palpes labiaux sont toujours courtes, segmentés et dont le nombre est compris généralement entre 1 et 3 (Stary, 1970) (Figure 3).

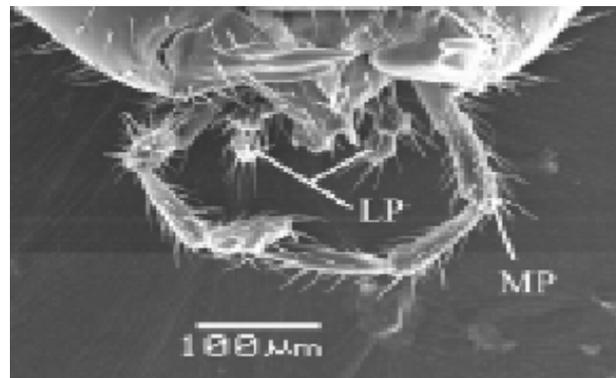


Figure 3 : Les pièces buccales d'un Hyménoptère Aphidiidae, LP : palpes labiaux, MP : palpes mandibulaires (Tomanovic, 2003).

1.2.2- Thorax

Le thorax porte les pattes et les ailes. Il est fusionné avec le premier segment abdominal (propodium), qui est lisse ou avec peu de soies, convexe et présente des sculptures variables et des tailles spécifiques pour chaque genre (Stary, 1970) (Figure 4C). Le mesocutum est pourvu de soies éparses le long des bords et des notaulices effacées pour la plupart des genres. Chez le genre *Praon* (Fig4 A et B), le mesocutum présente un lobe central à pubescence éparses, des lobes latéraux avec de larges aires ovales dénudées, des notaulices profondes et étroites. (Stary, 1970)

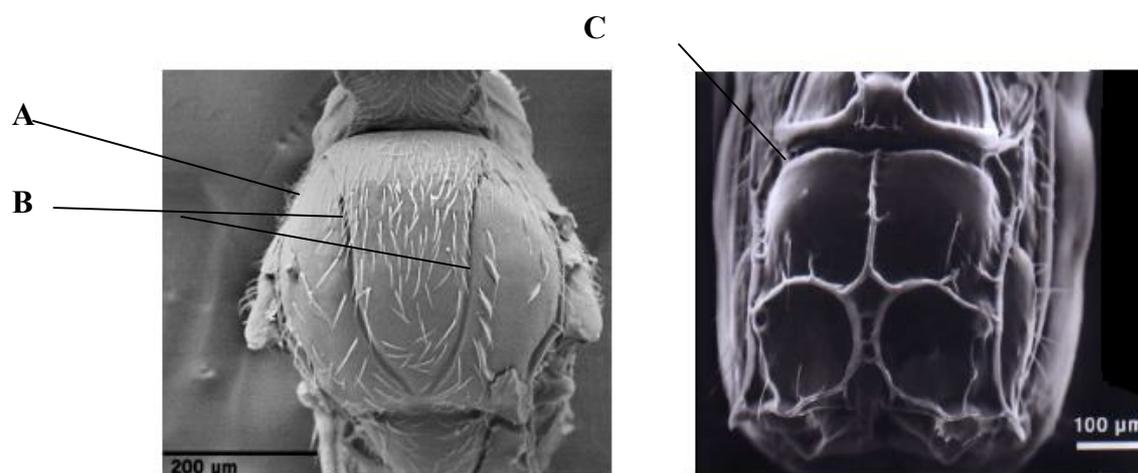


Figure 4 : A : Le mesocutum, B : Les notaulices, C : Le propodium (Tomanovic, 2003)

Les ailes des Aphidiides se caractérisent par une dilatation de la nervure costale et sous costale vers l'apex pour former un prostigma triangulaire. Le prolongement de ce dernier forme le métacarpe. L'apparition ou l'absence des différentes veines (radiales, médianes ou annales) et des cellules sont des caractères morphologiques spécifiques à chaque genre et espèce (Stary, 1970) (Figure 5).

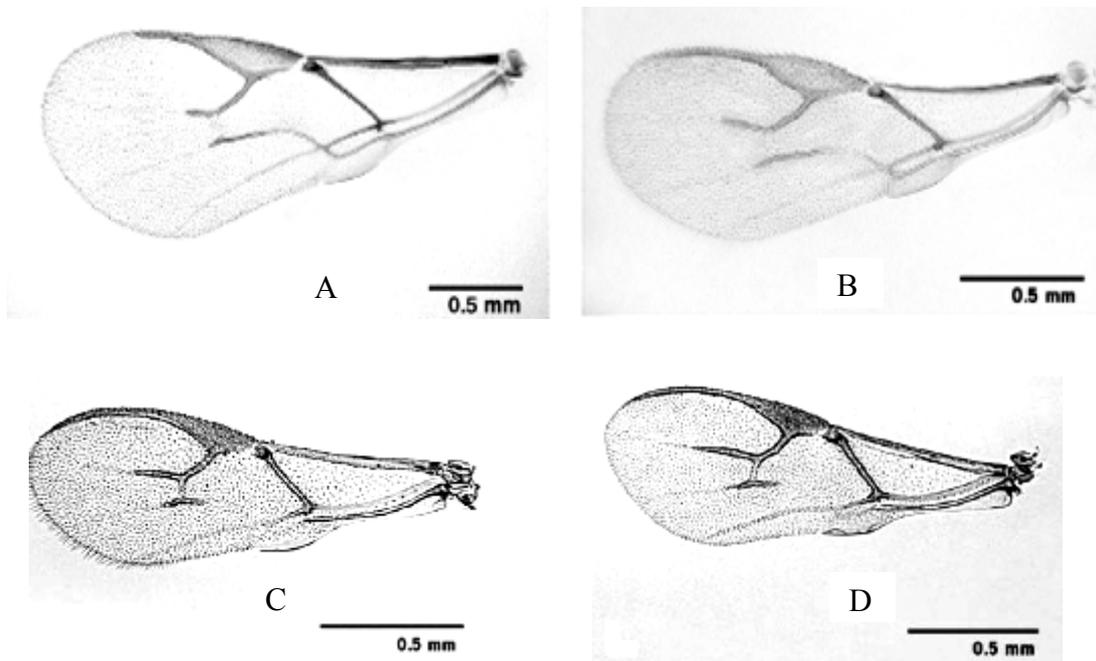


Figure 5 : Différentes nervations alaires chez les Aphidiides (Tomanovic, 2003), **A** : *Aphidius rosae*, **B** : *Aphidius matricariae*, **C** : *Lysiphlebus testaceipes*, **D** : *Lysephlebus fabarum*

1.2.3- Abdomen

Les Aphidiidae sont caractérisés par un corps grêle et une taille assez petite (3 mm au maximum). L'abdomen est formé de 8 segments soutenus par une membrane inter segmentaire. Il est rond chez les mâles et lancéolé chez les femelles. L'abdomen est séparé du thorax par une zone d'étranglement désignée par le pétiole (Stary, 1970) (Figure 6).

La coloration de l'ensemble du corps varie du noir, marron, rouge et jaune. Elle dépend de l'aire de distribution, de la saison et de la taille de l'hôte (Stary, 1970).

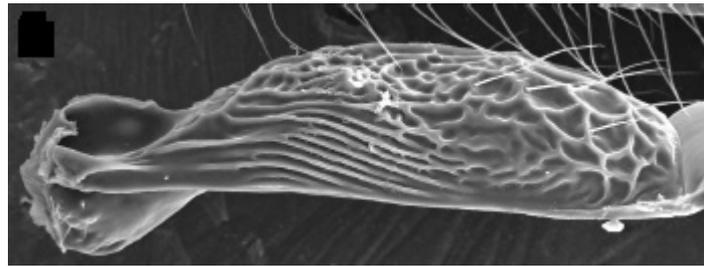


Figure 6 : Le pétiole d'un Aphidiide (Tomanovic, 2003)

L'extrémité de l'abdomen chez la femelle porte un appareil génital externe, qui est formé des 8^{ème} et 9^{ème} segments. L'apex de l'ovipositeur est simple, tranchant et capable de se dilater.

La base du genitalia est formée de la 1^{ère} et de la 2^{ème} paire de valves qui représentent les gonapophyses. Tandis que, la 3^{ème} paire forme le préservateur de l'ovipositeur et elle est pourvue de plusieurs poils sensoriels. En fonction des espèces, cet ovipositeur peut être droit ou recourbé (Stary, 1970) (Figure 7).

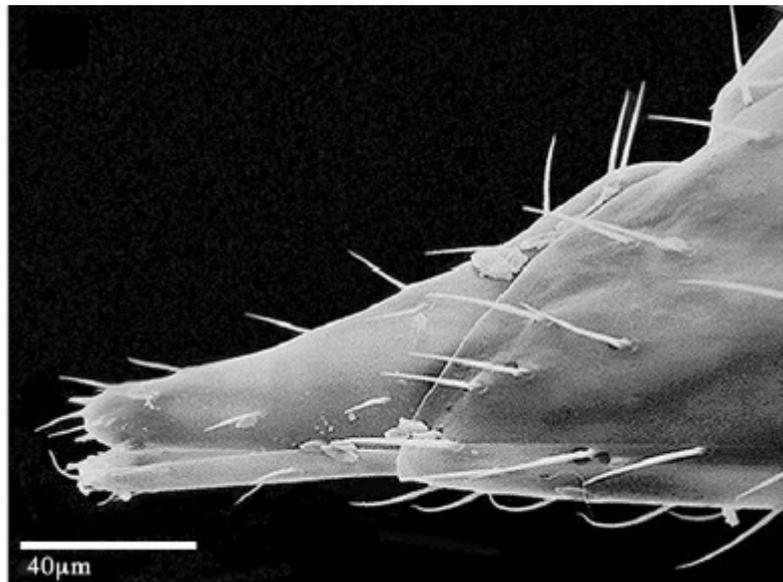


Figure 7 : Ovipositeur d'un Aphidiide (Tomanovic, 2003)

1.3- Bio- écologie

1.3.1- Reproduction

Les Hyménoptères ont un mode de reproduction qui les sépare de tous les autres insectes et qui peut être unique dans le règne animal. **Bernard (1999)** a noté que les femelles, notamment, celles des espèces prédatrices et mellifères, ont la faculté de connaître et de déterminer à volonté le sexe de l'œuf pondu.

Chez les Aphidiides, 3 types de reproductions parthénogénétiques peuvent être distingués.

La parthénogénèse arrhénotoque se caractérise par le fait que les œufs peuvent donner naissance à la fois à des mâles et à des femelles. Ce type de multiplication est très fréquent chez les espèces appartenant au genre *Aphidius* (**Stary, 1962 et 1964 cités par Stary, 1970**).

Dans le cas de la parthénogénèse deutérotroque, les œufs pondus ne donnent que des mâles (**Doutt, 1959 cité par Stary, 1970**). Ce type a été observé seulement chez *Lysiphlebus fabarum* (**Stary, 1966 cité par Stary, 1970**).

En cas de parthénogénèse thélytoque, les œufs donnent exclusivement des femelles et les mâles sont inconnus (**Doutt, 1959 cité par Stary, 1970**).

1.3.2- Oviposition

L'oviposition chez les Aphidiides est le résultat d'une série d'événements qui débute par l'émission de signaux spécifiques par les plantes et les pucerons. Ces signaux ont fait l'objet de plusieurs travaux, entre autres ceux de **Powell (2002)** ; **Lopinto (2003)** ; **Tentelier (2005)** ; **Zhang Ying (1998)** ; **Rao et Vinson (1999)** ; **Bernasconi (2001)** ; **Wyckhuny (2007)** ; **Kalule et Wright (2004)** ; **Léroy (2009)** et **Grasswitz (1992)**.

Une fois que le puceron hôte est détecté et localisé de façon olfactive ou visuelle (**Shaun, 2006**), l'oviposition peut intervenir immédiatement ou après une période de pré-oviposition (**Stary, 1970**). Dans ce deuxième cas, le parasitoïde entame d'abord une phase de prospection à l'échelle de la plante, notamment au niveau des organes infestés. Une fois que le puceron hôte et

défecté, il le prospecte avec ses antennes pour déterminer l'espèce et le stade larvaire. Après cette étape, le réflexe postural se déclenche et s'illustre par la courbure de l'abdomen vers l'avant au dessus du thorax et entre les pattes (**Figure 8**). Il procède ensuite à l'oviposition. Généralement un seul œuf est déposé dans le corps de l'hôte. Enfin, il retire son ovipositeur du corps de l'hôte.

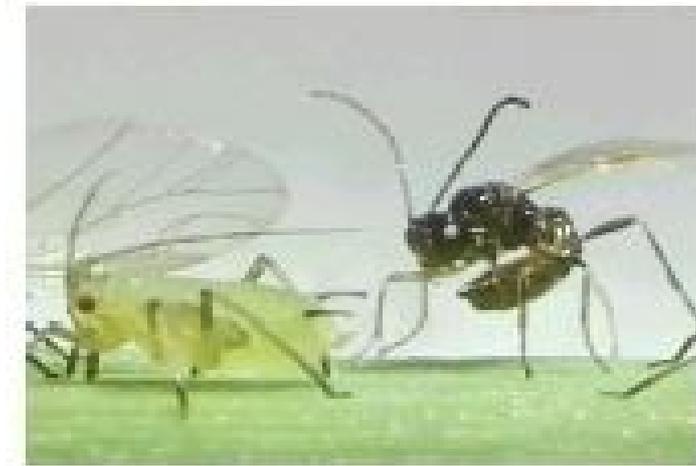


Figure 8 : Femelle d'*Aphidius colemani* (Aphidiidae) en train de pondre dans le corps d'un puceron (**Ronzon, 2006**)

D'après **Vevai (1942)** cité par **Stary (1970)**, la ponte peut s'effectuer à n'importe quel endroit du corps de l'hôte.

Plusieurs facteurs peuvent agir directement sur l'oviposition et par conséquent sur le succès reproductif de la femelle. Parmi ceux-ci, la température et le photopériodisme apparaissent comme les plus déterminants. Ils contrôlent la durée de vie du parasitoïde, sa période d'activité et l'entrée en diapause (**Polgar, 2000 ; Hance et al., 2006; Marin et al., 2009**). Par ailleurs, plusieurs travaux (**Zhang, 2003 ; Rakhshani, 2004 ; Colinet 2005 ; Einat, 2006 ; Tahriris, 2007 ; Martinou, 2007**) ont montré que le stade évolutif du puceron intervient également sur l'oviposition. Généralement, les femelles préfèrent pondre sur le 3^{ème} et le 4^{ème} stade larvaire en comparaison avec les deux premiers stades et les formes adultes.

1.3.3- Développement post embryonnaire

Face aux contraintes imposées surtout par le système immunitaire de l'hôte, les femelles des Aphidiidae ont développé une multitude de stratégies afin d'optimiser la survie de leurs œufs

ou de leurs larves (**Moreau, 2003**). Quelques heures après la ponte, l'embryogenèse s'opère et l'œuf devient translucide. Après 2 jours, il donne naissance à une jeune larve apode. Celle-ci se développe en consommant intérieurement les tissus de l'hôte (**Rabasse, 1984**). Au 4^{ème} stade de son développement, la larve exploite tout le contenu de son hôte et se transforme au bout de 12 heures en pronympe à une température de 20 °C, puis en nymphe. A cette étape, le puceron devient une momie très bombée et facilement détectable et de couleurs variables (brunâtre, noirâtre, blanchâtre, rougeâtre) (**Stary, 1970 ; Goofray, 1994**).

1.3.4- Interactions tri- trophiques

Les études des relations insecte-végétal ont été le plus souvent limitées aux deux partenaires ; le végétal et l'insecte herbivore. D'autres travaux, notamment, ceux de **Price et al. (1980)** cités par **De Moraes (1998)** ont mis en évidence que ces relations sont plutôt d'ordre tri-trophique et elles sont déterminantes également pour le troisième partenaire qui est les prédateurs et les parasitoïdes.

D'après **Dajoz (2000)**, les stratégies déployées par les végétaux pour se défendre contre leurs bio-agresseurs sont de deux types. Il y a une défense directe et qui fait intervenir la production de toxines, de répulsifs, la baisse de la digestibilité des tissus et l'instauration de barrières physiques (feuillage coriace, cire de surface). Ce type de défense est peu bénéfique pour les ennemis naturels mais il réduit surtout le potentiel biotique du phytophage. Le deuxième type de défense est le plus bénéfique pour les prédateurs et les parasitoïdes. Dans ce cas, la plante-hôte émet des signaux d'ordre chimique (terpènes) qui permettent aux ennemis naturels de localiser leurs proies et leurs hôtes. La communication chimique par les substances sémi-chimiques entre les insectes et les plantes d'une part et les insectes d'autre part, joue un rôle très important dans la détermination du comportement des insectes parasitoïdes et prédateurs.

D'après **Dicke et al. (1994)** cités par **Rouabah (2008)**, l'émission de ces signaux varie dans l'espace et dans le temps. Ils peuvent être produits seulement par la partie endommagée ou systémiquement par d'autres parties de la plante. Ces signaux sont dégagés seulement pendant l'attaque.

Turling et al. (1995) cités par **Rouabah (2008)** ont montré que les signaux émis par la plante sont spécifiques pour chaque interaction plante –ravageur et plante –ennemi naturel. Il est

d'ailleurs bien connu que les parasitoïdes réagissent aux sémiochimiques émis par les plantes mais aussi à ceux libérés par les ravageurs.

Les interactions : plante – herbivore - parasitoïde, sont souvent très complexes. Elles méritent d'être prises en compte dans l'élaboration des théories qui veulent expliquer les variations d'abondance des insectes phytophages ainsi l'efficacité des parasitoïdes choisis dans les programmes de lutte.

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

Dans ce chapitre il est traité d'une part la situation géographique et le relief de la région de Biskra et d'autre part les facteurs abiotiques et biotiques qui peuvent avoir un effet sur la distribution et le potentiel biotique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons.

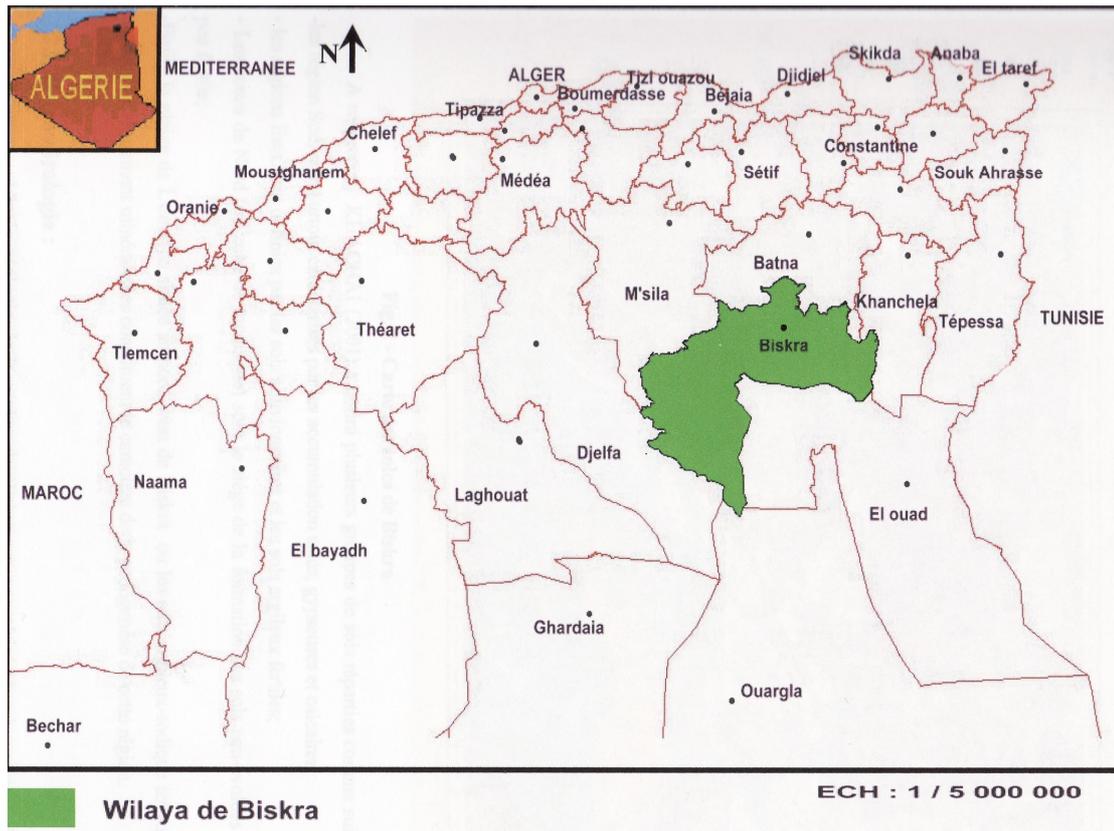
2.1- Situation géographique

La région de Biskra (**Figure9**) est située au Sud- Est algérien. Elle s'étend sur une surface de 22.379, 95 km² et dont la ville de Biskra se trouve à une altitude moyenne de 124 m. Sa latitude est comprise entre 34°39' et 35° 24' (N.) et sa longitude entre 4°99' et 6°79' (E.) (**A.N.A.T, 2003**).

2.2- Relief

D'après **A.N.A.T (2003)**, la région de Biskra est une zone de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Le nord de cette région est caractérisé par un relief assez élevé et accidenté, alors que, le sud est dominé par des plateaux et des plaines. D'une façon générale, ce relief peut être réparti en 4 grandes zones:

- Zone Montagneuse : située au nord (El kantara, Djamoura, M'chounche) et dont le point culminant apparaît dans le Djebel Takyiout (1942m).
- Zone des plateaux : située à l'ouest et s'étend du nord au sud et englobe les daïras de Ouled Djallal, Sidi khaled et une partie de Tolga.
- Zone des plaines : s'étend sur l'axe Eloutaya- Sidi okba- Zeribet El Oued et Doucen.
- Zone des dépressions : située dans la partie sud-est de la région de Biskra (Chatt-Melghigh).



Source A.N.A.T, 2003

Figure 9: Situation de la wilaya de Biskra

2.3- Facteurs abiotiques

2.3.1- Sol

L'étude morpho-analytique des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types. Les études de **Khachai (2001)** et **A.N.A.T (2003)** ont noté que trois classes pédologiques. Les sols calci-magnésiques sont les plus répondus, ils se caractérisent par leur richesse en carbonates de calcium, en magnésium ou en sulfate de calcium et avec une structure bien développée. Ces sols se localisent dans le sud et l'est de la wilaya.

Les chaines montagneuses du nord sont dominées par des sols peu évolués et peu- fertiles et qui représente la deuxième classe.

Les sols au niveau des plaines sont argileux- sodiques (plaine d'Eloutaya) ou halomorphes (Ain Naga et M'ziraa).

2.3.2- Climat

Il est bien évident que les facteurs climatiques n'agissent jamais de façons isolées. Seule la combinaison de l'ensemble des valeurs climatiques (température, pluviométrie, humidité, vent...) permet de comprendre l'influence du climat sur l'apparition et l'abondance d'une espèce végétale ou animale donnée (**Ramade, 2003**).

2.3.2.1- Températures

D'après **Stary (1970)**, la température est facteur limitant pour les Aphidiides. Elle détermine la longévité des adultes, l'oviposition, l'accouplement, la sex- ration de la progéniture ainsi que la quiescence et la diapause.

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra enregistrées durant la période 1995-2008 et l'année d'étude 2009 (Station météorologique de Biskra, 104m)

Période	Mois TC°	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
		1995 - 2008	Tm	6,97	9,12	12,5	16,5	20,1	26,5	29,2	27,7	23	18,3
TM	15,9		18,1	23,2	27,4	33,4	37,3	40,2	39,8	33,03	29,3	21,3	17,7
Tmoy	11,4		13,6	17,8	21,9	26,7	31,9	34,7	33,7	31,4	23,8	16,7	12,8
2009	Tm	8,1	6,2	9,8	12,6	19,1	24,7	28,2	28,3	21,4	17,1	11,1	7,8
	TM	16,5	18	22,6	24,7	32,9	38,4	42,7	40,9	32,7	29	23,8	19,2
	Tmoy	12,3	12,1	16,2	18,7	26,3	32,1	36	34,8	27,1	23	16,9	13,2

Tm : température minimale, TM : température maximale, Tmoy : température moyenne.

D'après **Hance (2006)**, les relations tri-trophique : plante- puceron- parasitoïde, sont le résultat d'un long processus de coévolution spécifique à un environnement particulier, dont les conditions climatiques sont relativement stables. **Stary (1970)** a mentionné également que la longévité des Aphidiidae est l'une des réponses de l'adulte aux conditions environnementales. Cet auteur ajoute que les températures basses prolongent la durée de vie et diminuent l'activité, par contre les températures élevées réduisent la durée de vie et stimulent l'activité. Les travaux d'**Abraham (1975)** cité par **Langer (2004)** ont montré que la température moyenne favorable à l'activité de la plupart des Aphidiides était de 13°C mais elle reste variable d'une espèce à une autre. A titre exemple *Aphidius rhopalosiphi* est plus actif à 12 °C, *Praon gallicum* à 19°C, *Praon volucre* et *Aphidius ervi* à 15°C.

Les Aphidiides ont développé plusieurs adaptations morphologiques à l'égard des températures extrêmes. La coloration joue un rôle important dans le processus de la thermorégulation ainsi que des mécanismes comportementaux.

Les valeurs moyennes mensuelles des températures enregistrées par la station météorologique de Biskra (124 m d'altitude) pour la période allant de 1995 à 2008 et celles de l'année 2009 sont regroupées dans le tableau 1.

Il est remarqué que la température moyenne annuelle de la région de Biskra est de 23,03°C pour la période 1995-2008 et de 22,3°C en 2009. Durant la période 1995-2008, le mois de janvier est le plus froid avec une température moyenne des minima de l'ordre de 6,97, alors qu'en 2009 c'est février qui est le plus froid (6,2°C). Tandis que, le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne des maxima de l'ordre de 40, 2°C pour la période 1995-2008 et de 42,7°C pour l'année d'étude 2009.

2.3.2.2- Pluviométrie

D'après **Weisser *et al.* (1997)** et **Fink et Volkl (1995)** cités par **langer (2004)** et **Stary (1970)**, les pluies empêchent non seulement la recherche de l'hôte mais l'ensemble des activités du parasitoïde.

Durant la période allant de 1995 à 2008, il est remarqué que les précipitations moyennes annuelles n'ont pas dépassé 119,4 mm (**Tableau2**). En 2009, cette quantité était de 133,61 mm.

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) pour de la région de Biskra (Station météorologique de Biskra ,104m).

Période / Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
1995 – 2008	20,3	9,6	6,9	13,6	10,5	1,1	0,1	1,02	20,07	15,1	11,6	9,6	119,4
2009	38,1	7,12	13,21	8,89	15,24	0	3,56	0	32	0	0,25	15,24	133,61

2.3.2.3- Les vents

D'après **Vater (1971)**; **Fink et Volkl (1995)**; **Weisser *et al.* (1997)** cité par **Langer (2004)**, les vents forts empêchent l'envol et la dispersion l'insecte, notamment les pucerons et leurs ennemis. **Vater (1971)** cité par **Langer (2004)** ont montré qu'*Aphidius rhopalosiphi* ne peut pas voler si la vitesse des vents dépasse 3 m / s. Le relief peu accidenté d'une part et l'absence d'un couvert végétal naturel abondant (strate arborescente) d'une autre part sont responsables en partie de l'exposition de la région de Biskra surtout à des vents forts (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Vitesse mensuelle moyennes de vents (m / s) dans la région de Biskra (Station météorologique de Biskra ,104m).

Période / Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1995 – 2008	3,35	3,9	5,02	5,4	5,2	4,5	3,8	3,6	3,8	3,5	3,6	4
2009	4,5	3,02	4,1	5,6	4,02	3,75	2,9	3,41	3,3	2,1	3,4	2,8

Les vents chauds, secs et chargés de sables, soufflent surtout durant les périodes estivale et printanière. En hiver, les vents qui arrivent des hauts plateaux sont plutôt froids et plus ou moins humides.

2.3.2.4- Humidité

D'après **Stray (1970)**, l'humidité relative est extrêmement liée aux températures. Cet auteur ajoute qu'une faible humidité associée à des températures élevées, affectent considérablement la vie des futures femelles des insectes et leur succès reproductif.

De sa part **Abraham (1971)** cité par **Langer (2004)**, a signalé que des températures modérées associées à des taux d'humidité compris entre 25 % et 90 % favorisent l'activité des Aphidiides.

Durant la période allant de 1995 à 2008, il est constaté que la région de Biskra est caractérisée par un taux d'humidité ne dépassant pas 56,9 % enregistré durant le mois de décembre (Tableau 4).

Tableau 4 : Humidité mensuelle moyennes de la région de Biskra (Station météorologique de Biskra ,104m).

Période Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1995 – 2008	55,6	51,3	41,7	39,2	34,2	27,6	26,8	29,2	38	46,3	52,5	56,9
2009	66,3	50,9	49,9	41,9	30,7	24,7	24	26	50,5	44,9	45,9	60,2

L'année d'étude (2009), était plus humide, avec des taux supérieurs à 60 % durant les mois de décembre et janvier.

2.3.2.5- Synthèse climatique

2.3.2.5.1- Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Biskra établit sur la base des données climatiques de la période 1995-2008, montre que la saison sèche s'étale sur toute l'année (Figure 10).

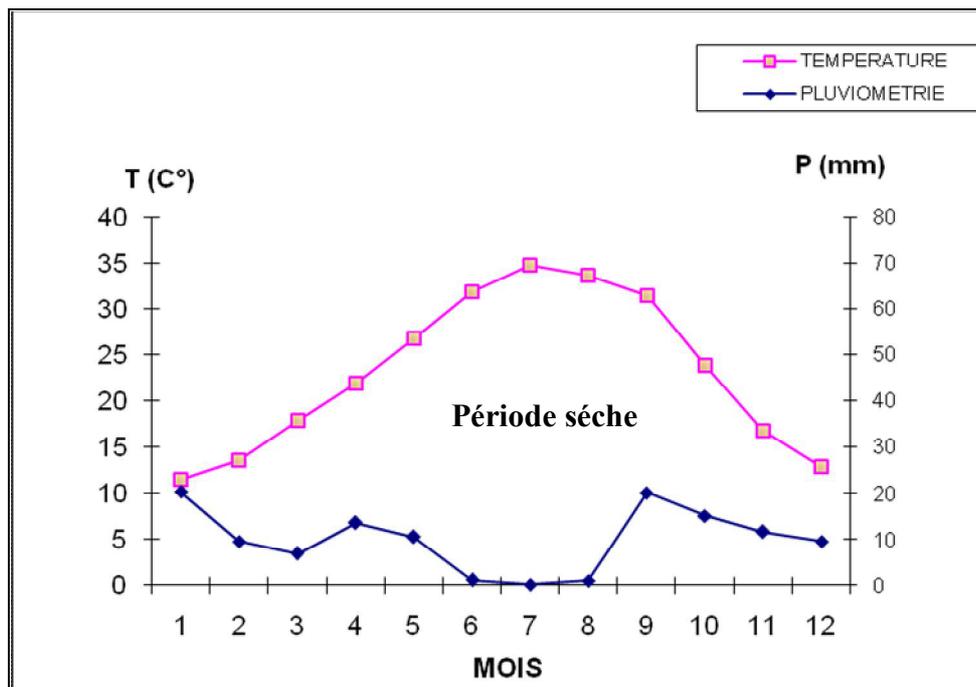


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de la région de Biskra (1995-2008)

2-3-2-5-2- Climagramme d'Emberger

Les données enregistrées durant la période allant de 1995 et 2008, dont les précipitations moyennes annuelles ($P = 119,4$ mm), la moyenne des maxima du mois le plus chaud ($T_{Max} = 40,2$ °C) et la moyenne des minima du mois le plus froid ($T_{min} = 6,97$ °C) ont permis de calculer le quotient pluviométrique d'Emberger selon la formule :

$$Q = \frac{3,43 \cdot P \text{ (mm)}}{T_{Max} - T_{min}}$$

$$Q = 12,32$$

D'après la valeur du quotient ($Q = 12,32$) et la valeur de la température moyenne des minima du mois le plus froid ($T_{min} = 6,97$ °C), il est remarqué que la région de Biskra fait partie de l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (**Figure 11**).

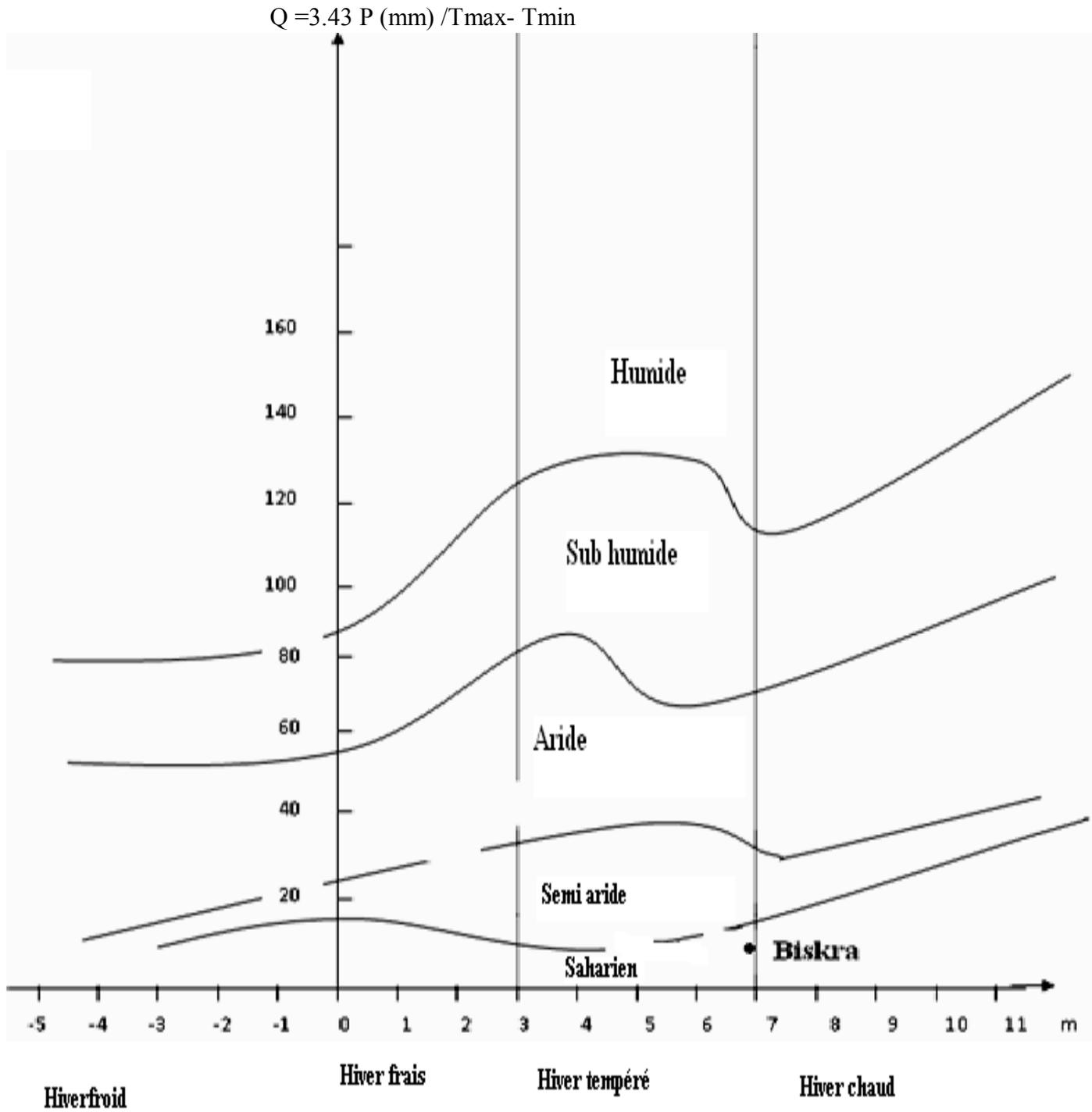


Figure 11 : Situation de la région d'étude dans le climagramme d'Emberger

2.4- Végétation

La végétation naturelle de la région de Biskra est type saharien, adaptée à un climat sec et chaud presque toute l'année. Ce milieu naturel propre à la région n'a bénéficié que de peu de travaux. L'étude effectuée par le comité local de la société botanique de France en 1892 citée par **Tarai (1995)** a fait ressortir une richesse floristique de 280 espèces. Les études phytosociologiques établies par **Djebaili (1984)** ; **Boumezbour (2002)** ; **Sana (2002)** ; **Madani (2008)** ont mis en relief les groupements suivants :

- **Groupement à *Limoniastrum guyonianum* et *Traganum nudatum*** avec aussi localement *Zygophyllum cornutum* et *Limonium pruinosum*. Son taux de recouvrement est faible, oscille généralement entre 5 et 15 %. La liste floristique se compose également de : *Aristida plusoma*, *Astragalus guzhensis*, *Salsola tetrandra*, *Suaeda mollis*, *Fagonia microphylla*, *Beta macrocarpa*....
- **Groupement des Gypso- psammophiles sur cryptosolontchaks.** Ce groupement s'observe sur des sols peu évolués et dont la végétation est dominée par *Thymelea microphylla* et *Traganum nudatum*. Son taux de recouvrement est compris entre 5 et 20 % et il peut atteindre parfois 30%. Des plantes comme *Limoniastrum guyonianum*, *Plantago ovata*, *salsola vermiculata*, *Schismus barbatus*, *Erodium glaucophyllum* sont associées également à ce groupement.
- **Groupement des hyper-halophiles.** Il est associé aux sols salés. Parmi ces plantes halophiles, il y a *Arthrocnemum indicum*, *Aeluropus littoralis*, *Halocnemum strobliaceum*, *Suaeda mollis*, *Limonium pruinosum*, *Frankenia corymbosa*.
- **Groupement *Stipa tenacissima*.** Il est réparti sur les basses altitudes du versant sud de l'Atlas saharien. Son taux de recouvrement est de 35%. **Djebaili (1984)** a distingué que ce groupement comporte également 4 associations dont la plus importante est Centaureeto-Coronilletum-Anarrhinetosum, elle est composée de : *Alyssum parviflora*, *Diploaxis catholica*, *Lolium rigidum*, *Chrysanthemum macrotum*.
- **Groupement à alliance.** Il est composée d'*Artemisia herba*, de *Plantago albicans*, de *Stipa parviflora*, d'*Astractylis serratuloides* et de *Schismus barbatus*.

Chapitre III - Matériels et Méthodes

3.1- Matériel de travail

3.1.1- matériel végétal

Des prospections hebdomadaires sont effectuées dans des localités appartenant principalement au Zab Chergui, notamment les communes de Biskra, Sidi Okba, Ain Naga et M'ziraa. Au niveau de ces localités toute la flore spontanée et adventice abritant à la fois les pucerons et les Hyménoptères parasitoïdes a fait l'objet d'un échantillonnage. Le matériel végétal est formé d'organes de plantes (jeunes pousses, feuilles et inflorescences). Le milieu naturel prospecté est formé essentiellement de terrains incultes et des bordures des champs. Ce milieu qui se trouve juste à proximité des cultures peut servir de refuge aux Hyménoptères parasitoïdes des pucerons en absence de cultures ou en cas de traitements chimiques intensifs.

3.1.2- Matériel animal

Il est composé de colonies de pucerons, de momies et d'Hyménoptères adultes récupérés après leur émergence.

3.1.3- Matériel de conservation

Il est constitué de boîtes de Pétri, de sachets en plastique, de tubes à essai contenant de d'éthanol à 70 % et de sachets en papier

3.1.4- Matériel de montage et d'observation

Ce matériel est composé de verres de montre, d'épingles entomologiques, de lames et lamelles, d'une plaque chauffante, d'une loupe de poche, d'une loupe binoculaire et d'un microscope optique.

3.2- Méthodes de travail

3.2.1- Choix des stations

Pour effectuer cette étude, il est procédé à la prospection de plusieurs localités appartenant principalement au Zab Chergui (Figure 12). Zab Chergui est considérée actuellement comme un pôle agricole au niveau de la région de Biskra surtout après les derniers programmes de mise en valeur. En plus de la plasticulture qui est considérée comme la principale spéculation,

cette zone est réputée également pour ses cultures maraîchères en plein champ, notamment, la fève, le petit pois, l'haricot, l'ognon, l'ail, la pastèque, le melon et autres. La phoeniciculture, l'arboriculture et la céréaliculture commencent également à gagner de l'espace. Il est à noter que le Zab Chergui est située dans la partie Est de la région de Biskra. Cette zone est limitée au nord par la chaîne montagneuse de l'Atlas saharien. Les plaines fertiles (alluvions) qui forment la majeure partie, englobant Feliach, Chetma, Sidi Okba, Guerta, M'ziraa, Ain Naga, Zeribet El Oued.

Le milieu naturel qui a fait l'objet de cette étude est plus ou moins diversifié et comporte entre autre de l'*Atriplex halimus*, *Chenopodium murale*, *Suaeda fruticosa*, *Reseda luttea*, *Amaranthus lividus*, *Euphorbia serata*, *Melilotus indica*, *Moricandia arvensis*, *Tamarix gallica*, *Thymelea microphilla*, *Erodium triangulare*, *Adonis annua*, *Daucus carota*, *Moricandia arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Diplotaxis erucoides*, *Centaurea omphylotricha* (Sana, 2002). En plus des bordures des cultures et des mauvaises herbes, toute cette flore naturelle peut servir comme un refuge aux Hyménoptères parasitoïdes des pucerons et par conséquent elle peut jouer un rôle non négligeable dans la reconstitution des effectifs de ces auxiliaires et leur réinstallation sur des cultures de plein champ ou sous serre.

3.2.2- Techniques de prélèvement

Les méthodes adoptées pour des études entomologiques doivent être choisies en fonction des objectifs tracés. Dans cette étude, le principe était de mettre en relief la richesse qualitative de la région et des stations prospectées en Hyménoptères parasitoïdes des pucerons installées sur les plantes spontanées.

Dans la nature, ces plantes spontanées sont réparties d'une façon aléatoire. Une espèce végétale peut être représentée par un ou plusieurs spécimens. Il est difficile donc d'adopter une technique d'échantillonnage valable à toutes les espèces végétales trouvées. Dans ce cas, les prélèvements doivent commencer juste après les premières infestations des plantes par les aphides et continuent jusqu'à leur disparition complète (**Kavallieratos et al, 2008**). Pour cela, il peut être procédé de deux façons.

Dans le premier cas, **Muller et al. (1999)**, préconisent des contrôles visuels, à raison de 2 fois par mois sur l'ensemble des plantes trouvées. A chaque sortie, les auteurs proposent de noter le taux de recouvrement de chaque plante hôte, son stade phénologique, son taux d'attaque par les pucerons ainsi que les organes infestés et le suivi des fluctuations des colonies aphidiennes dans le temps et dans l'espace et mentionner l'activité des parasitoïdes après l'apparition des premières momies.

D'après **Muller et al. (1999)**, cette méthode est nécessaire pour évaluer la réalité écologique des milieux naturels. Dans ce cas, toutes les observations s'effectuent sur terrain et aucune évaluation n'est faite sur la base d'un élevage ou d'une conservation des momies au niveau du laboratoire.

Dans le deuxième cas, les colonies de pucerons présentant des traces de momification vont subir un suivi après leur élevage au niveau du laboratoire. C'est la méthode qui a été adoptée lors de cette étude.

Des prospections et des contrôles minutieux sont effectués chaque semaine dans le maximum de localités appartenant au Zab Chergui. Ces sorties sont étalées de la fin janvier jusqu'au 10 juin 2009 et du 10 octobre jusqu'au 14 mars 2010. A chaque sortie, tous les organes infestés par les pucerons et présentant des traces de parasitisme de la part des Hyménoptères parasitoïdes sont collectés et ramenés au laboratoire.

Si le nombre de plants par espèce végétale présentant des traces de parasitisme est important, il est procédé au prélèvement d'un maximum de feuilles ou de jeunes pousses en fonction de la morphologie de la plante. Il est à noter que certaines plantes se caractérisent par des feuilles très étroites, alors que d'autres possèdent des feuilles larges. Dans le premier cas, les colonies aphidiennes forment une sorte de manchons autour des jeunes pousses, tandis que, dans le deuxième cas, elles s'installent sur la face inférieure des feuilles. Les valeurs exploitées concernant les effectifs des pucerons et des Hyménoptères par espèce végétale sont celles représentant la moyenne maximale obtenue par organe dans le temps et dans l'espace. C'est-à-dire, pour chaque plante hôte, c'est l'organe qui présente le maximum de momies dans le temps parmi l'ensemble des stations qui est pris en considération.

3.2.3- Conservation

3.2.3.1- Pucerons et Hyménoptères

La conservation des pucerons et des Hyménoptères parasitoïdes s'effectue dans de l'éthanol à 75%. Par ailleurs, les momies qui n'ont pas encore émergé sont laissées jusqu'à 21 jours dans des boîtes de Pétri suffisamment aérées.

3.2.3.2 Plantes

Après Séchage, l'ensemble des plantes collectées afin de confectionner un herbier sont conservées entre des feuilles de papier buvard préalablement étiquetés.

3.2.4- Montage

3.2.4.1- Pucerons

Le montage des pucerons est effectué selon la méthode proposée par **Leclant (1978)**. Après avoir pratiqué une incision au niveau de l'abdomen, les aphides sont placés dans un verre de montre contenant de la potasse (KOH) à 10 % et chauffés pendant 3 à 10 minutes en fonction de la taille des individus. Ensuite, il est procédé à un rinçage dans deux bains d'eau distillée pour se débarrasser la potasse. Les échantillons sont transférés dans une solution de chloral phénol pendant quelques jours afin de rendre le spécimen plus transparent (**Bouchery et Jacky, 1982**). Le montage est réalisé dans une goutte d'Eukitt placée entre lame et lamelle.

3.2.4.2- Hyménoptères

D'après **Stary et Ghosh (1983)** cités par **Abdessmed (1998)**, dans le cas des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons, il est possible de monter l'individu entier entre lame et lamelle mais pour observer certains détails microscopiques il est préférable de procéder à une dissection avant de monter chaque partie du corps à part.

3.2.5-Identification

3.2.5.1-Plantes

La détermination des plantes hôtes des pucerons est faite par Mr Oudjehih B. et Mr Laamari M., enseignants au département d'Agronomie de l'université de Batna.

3.2.5.2-Pucerons et parasitoïdes

L'identification des pucerons a nécessité l'observation des antennes, de l'ornementation abdominale, de la nervation alaire, des cornicules, de la cauda et du rostre. En plus, plusieurs clefs sont utilisées, en particulier, celles de **Leclant (1978, 1999)** ; **Macgillivray (1979)** ; **Bouchery et Jacky (1982)** ; **Remaudiere et al. (1985)** ; **Autrique et Ntahimpera (1989)** ; **Blackman et Eastop (1993 a, 1993 b)** ; **Van-Harten et al. (1994)** et **Hulle et al. (1998, 1999)**.

Dans le cas des Hyménoptères, avant de procéder aux observations microscopiques, il faut d'abord identifier le puceron hôte et s'informer sur la momie (couleur) (**Stray, 1970** ; **Stray, 1979** ; **Kavallieratos et al., 2006**) (Figure 13). Ensuite, il est procédé à l'observation de certains caractères microscopiques, entre autres, la nervation des ailes, la forme et les dimensions du prostigma, l'ovipositeur, le nombre de segments antennaires, la forme du pétiole et du propodium, la couleur et les dimensions du flagellomère F₁, la présence ou l'absence des placodes sensoriels et leur nombre sur le F₂ et enfin la couleur de corps. L'identification des Hyménoptères parasitoïdes a nécessité l'utilisation des clés de **Buitenhuis et al. (2004)** ; **Chou – Liang – Yih (1981)** ; **Chen Jia – Hua et al. (1990)** ; **Kavallieratos et al. (2004)** ; **Kavallieratos et al. (2005)** ; **Kavallieratos et al. (2006)** ; **Rakhshani et al. (2005)** ; **Rakhshani et al. (2006)** ; **Takada (1968)** ; **Tomanovic et al. (2003a)** ; **Tomanovic (2003b)** ; **Tomanovic et al. (2006)** ; **Tomanovic et al. (2008)** ; **Tomic et al. (2005)** ; **Stray (1970)** ; **Stray (1979)**.

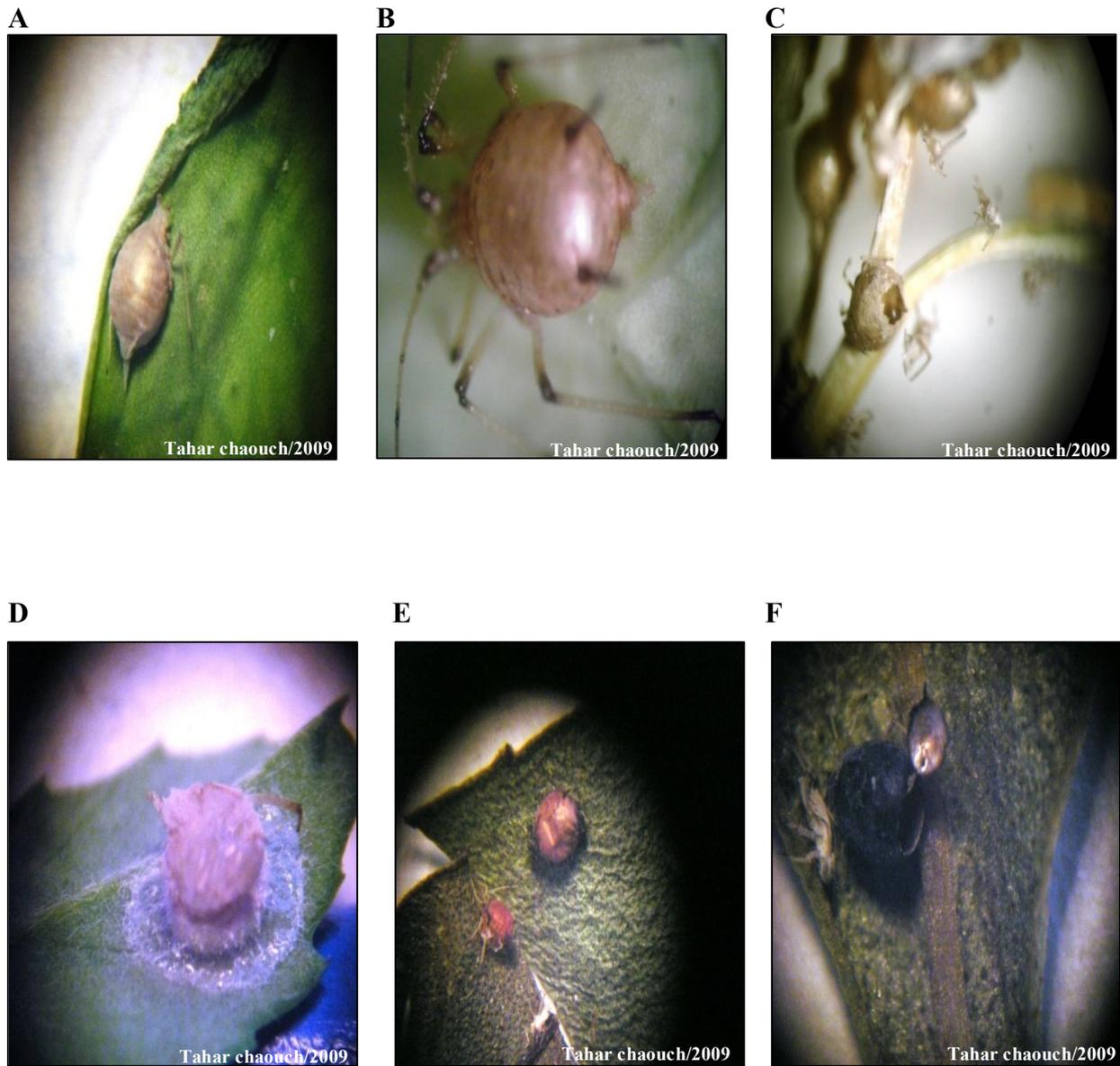


Figure 13 : Les différentes couleurs des momies. **A** et **B** : Momies du genre *Aphidius* : Momie du genre *Diaeretilla*, **D** : Momie du genre *Praon*, **E** : Momie du genre *Trioxys*, **F** : Momie du genre *Ephedrus*

(Photo de l'auteur)

3.2.6 - Exploitation des résultats

Les résultats obtenus sont exploités pour calculer quelques paramètres démographiques des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons (Aphidiidae).

3.2.6.1-Inventaire

Il consiste à dresser une liste des hyménoptères parasitoïdes des aphides inféodés aux plantes spontanées de la région étudiée et connaître leur richesse spécifique.

3.2.6.2- Relations trophiques

A travers ce paramètre, le rôle des plantes spontanées en tant que réservoirs des parasitoïdes peut être ressortit. Dans cette partie, l'action de cette flore naturelle en tant que réservoir d'auxiliaires et son rôle dans l'approvisionnement du milieu cultivé en insectes utiles peut être également analysée.

3.2.6.3-Taux d'émergence (%)

C'est le nombre d'adultes des parasitoïdes émergés x 100 / le nombre de momies comptées.

C'est un paramètre qui peut déterminer l'action des hyperparasites, du système immunitaire et de la valeur alimentaire du puceron hôte et enfin des conditions environnementales sur l'achèvement du cycle de développement du parasitoïde.

3.2.6.4-Taux d'hyper parasitisme (%)

Il correspond au nombre d'hyperparasites comptés x 100 / le nombre total de parasitoïdes émergés (primaires et secondaires).

L'hyperparasitisme est un facteur de mortalité des parasitoïdes primaires et reflète la nature et l'importance des interactions interspécifiques existantes.

3.2.6.5- Sex- ratio

Selon certains facteurs intrinsèques et extrinsèques, les femelles déterminent le sexe de leur progéniture. Par les phénomènes d'haploïdie ou de diploïdie, l'œuf pondu donnera un mâle ou une femelle (**Wajnberg et Ris, 2006**).

Ce paramètre correspond au nombre de mâles / le nombre des femelles.

Les résultats de cette étude ont permis d'établir un premier inventaire des parasitoïdes des pucerons inféodés aux plantes spontanées dans la région de Biskra. Un total de 19 espèces a été collecté à partir des momies des 11 espèces d'aphides rencontrées dans les différentes localités prospectées en 2009 et 2010. Parmi ces auxiliaires, 14 sont des parasitoïdes primaires. Il s'agit d'*Ephedrus persicae*, *Aphidius matricariae*, *Aphidius ervi*, *Aphidius funebris*, *Aphidius sonchi*, *Aphidius eadyi*, *Aphidius rhapalosiphi*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Diaeretiella rapae*, *Trioxys angelicae*, *Trioxys acalephae*, *Praon volucre* et *Aphelinus* spp.

Les espèces *Coruna clavata*, *Alloxysta vitrix*, *Asaphes suspensus*, *Dendrocerus* spp et *Pteromalidae* sp sont des hyperparasitoïdes (parasitoïdes secondaires).

Cette étude a permis également de collecter une totale 709 momies. Parmi celles-ci, 449 ont émergé et donné naissance à 403 individus de parasitoïdes primaires (89,75%) et à 46 individus d'hyperparasitoïdes (10,24%).

L'espèce *Aphidius matricariae* est la plus dominante et la plus polyphage, elle est représentée par 113 individus, soit 25,16% des parasitoïdes primaires. Chez les hyperparasitoïdes, les espèces appartenant à la famille des Pteromalidae sont les plus présentes.

L'importance numérique de chaque parasitoïde diffère suivant l'hôte et le support végétal. *A. matricariae* a été représentée par 113 individus trouvés sur *M. persicae*, *Capitophorus eleagni*, *Aphis fabae*, *Aphis craccivora*, *Rhopalosiphum padi*, *Aphis gossypii* inféodés aux plantes *Malva sylvestris*, *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Silybum marianum*, *Medicago polymorpha*, *Centaurea* spp., *Vicia sativa* et *Myoporum laetum*. Un nombre de 98 individus de *Diaeretiella rapae* sont prélevés à partir des momies de *Myzus persicae* et *Brevicoryne brassicae* trouvées sur *Malva sylvestris* et *Moricandia arvensis*.

Les parasitoïdes répertoriés sont de deux types. Il ya les généralistes ou polyphages et qui sont représentés par *Aphidius matricariae*, *Praon volucre*,

Aphidius ervi et *Trioxys angelicae*. Les espèces spécialistes sont représentés par *Aphidius funebris*, *Aphidius sonchi*, *Aphidius eadyi* et *Aphidius rhopalosiphi*.

L'étude des relations tritrophiques, a fait ressortir 39 associations parasitoïde-puceron- plante. A elle seule, *Malva sylvestris* a favorisé l'installation de 7 aphides et 10 parasitoïdes primaires, soit 15 associations tritrophiques.

Par ailleurs 7 associations de type tétra-trophique : plante – puceron – parasitoïde – hyperparasitoïde sont notées dans la région de Biskra. L'espèce *Diaeretiella rapae* est la plus exposée à l'installation des hyperparasitoïdes.

Il est remarqué également que le taux d'émergence des momies est très important. Apparemment, les parasitoïdes primaires ont trouvé des hôtes potentiels qui ont assuré leur développement complet. D'autre part, ce taux n'a été beaucoup affecté par l'hyperparasitisme.

Le taux d'hyperparasitisme est généralement faible. L'espèce *Diaeretiella rapae* est la plus touchée par ce phénomène, dont 41 individus sont hyperparasités, soit un taux de 36,28 %.

La sex-ratio chez la majorité des espèces de parasitoïdes primaires était à la faveur des femelles. Apparemment, toutes les conditions sont favorables au développement de ces espèces.

D'une manière générale, il est constaté que l'action de ces auxiliaires est loin de résoudre le problème posé par les aphides. Cette étude a permis d'avoir une image préliminaire sur l'activité de ces auxiliaires dans cette région. La liste des espèces répertoriées reste toujours ouverte car il est probable que la durée, le nombre des localités prospectés et les échantillons prélevés sont insuffisants pour comprendre et expliquer les potentialités de ces parasitoïdes dans le contrôle des aphides. Il faut un rassemblement d'un maximum d'informations et de connaissances sur les exigences climatiques (surtout le photopériodisme) des espèces répertoriées, de leurs ennemis naturels existants et l'analyse de la nature de l'interaction parasitoïdes –fourmis.

Apparemment, cette région est riche qualitativement en matière de parasitoïdes primaires. Ces auxiliaires indigènes ont besoin seulement d'une intervention de l'homme par des lâchers inondatifs pour renforcer leurs effectifs afin

Conclusion générale

de résoudre le problème des aphides en milieu cultivé. Il est souhaitable de préserver ou d'aménager davantage le milieu naturel afin de répondre aux exigences d'un plus grand nombre d'espèces auxiliaires. De cette façon, ils vont trouver tout au long de l'année les ressources et les conditions correspondant à chaque phase de leur développement. Il est souhaitable également de choisir les plantes ornementales utilisées pour l'embellissement de la ville de Biskra sur la base de leur rôle dans le maintien et l'accroissement des effectifs des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons.