

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).

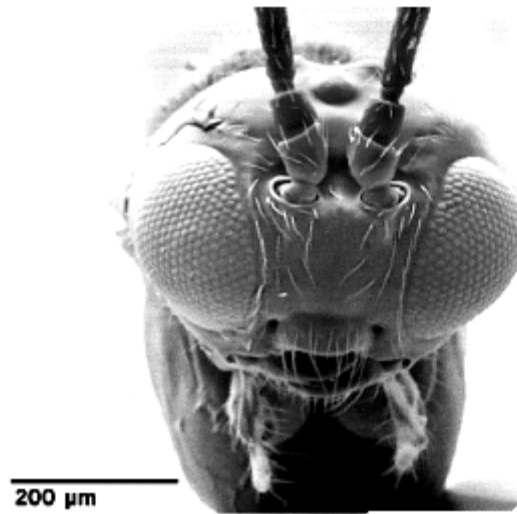


Figure 1 : La tête d'un Aphidiide adulte (Tomanovic, 2006)

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).

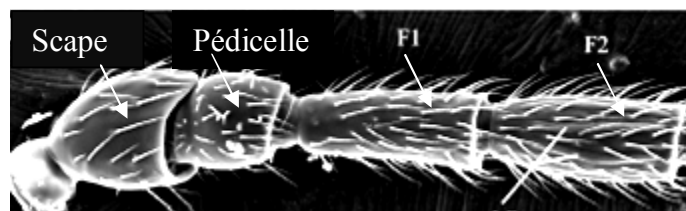


Figure 2 : Les différents articles formant l'antenne d'un Aphidiide adulte, F1 et F2 = les premiers articles du flagellum (Tomanovic, 2003)

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).

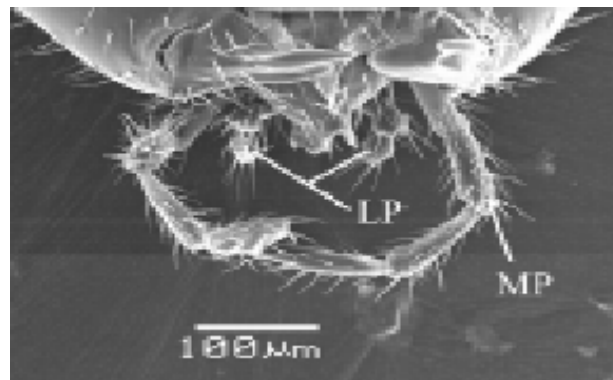


Figure 3 : Les pièces buccales d'un Hyménoptère Aphidiidae, LP : palpes labiaux, MP : palpes mandibulaires (Tomanovic, 2003).

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)

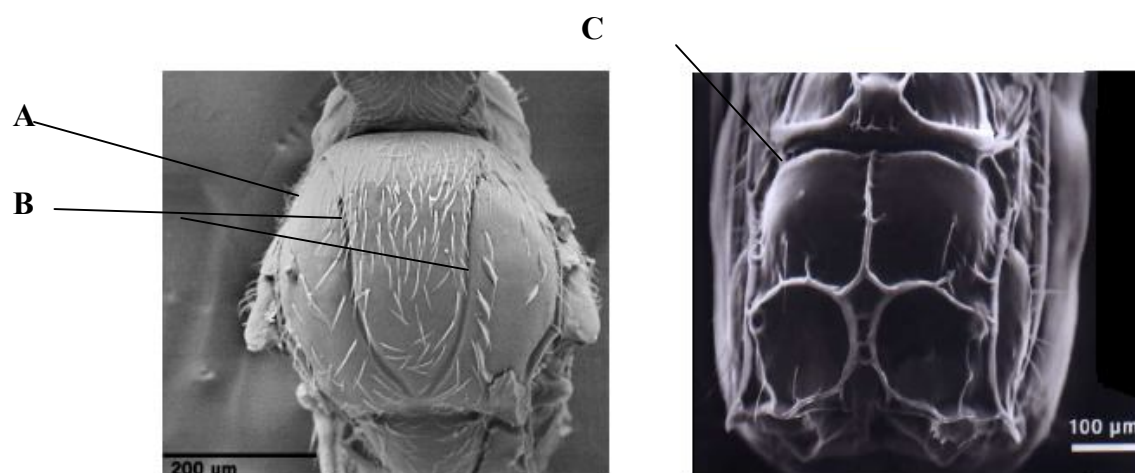


Figure 4 : A : Le mesocutum, B : Les notaulices, C : Le propodium (Tomanovic, 2003)

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).

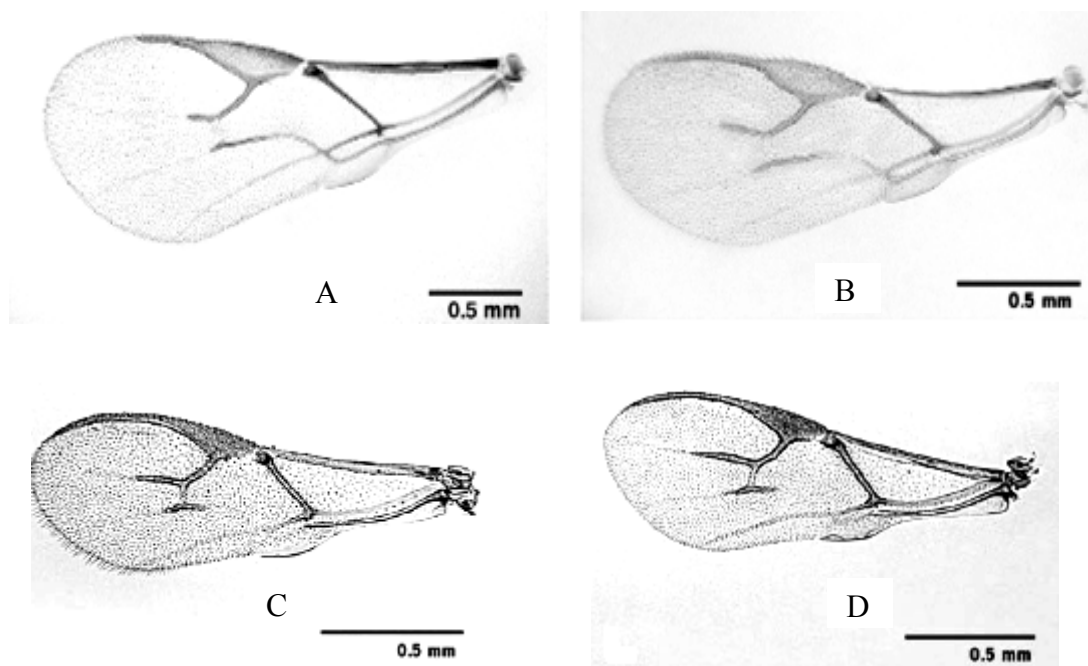


Figure 5 : Différentes nervations alaires chez les Aphidiides (Tomanovic, 2003), **A** : *Aphidius rosae*, **B** : *Aphidius matricariae*, **C** : *Lysiphlebus testaceipes*, **D** : *Lysephlebus fabarum*

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).

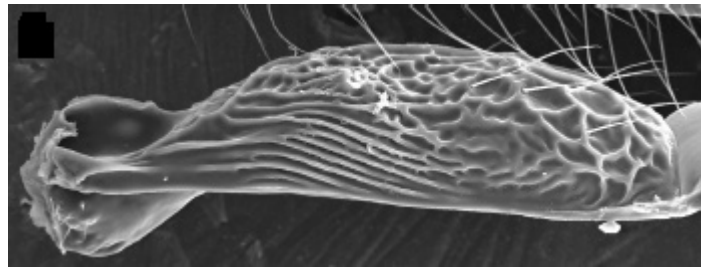


Figure 6 : Le pétiole d'un Aphidiide (Tomanovic, 2003)

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).

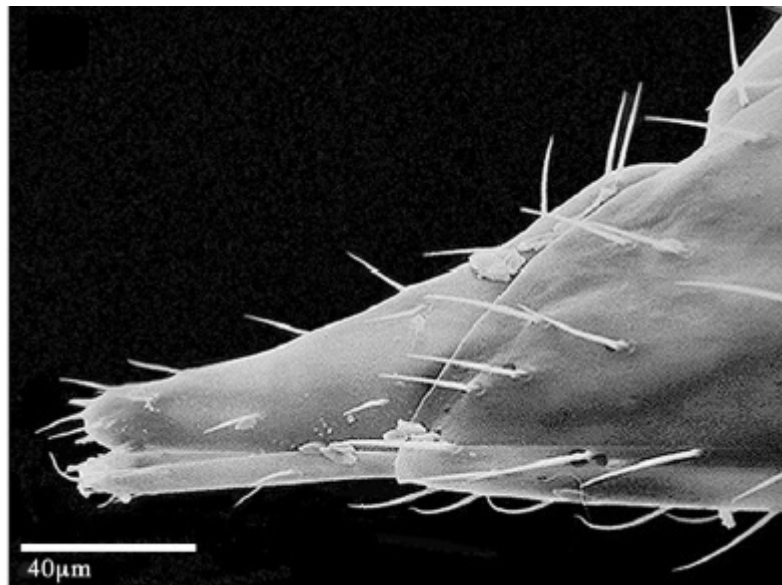


Figure 7 : Ovipositeur d'un Aphidiide (Tomanovic, 2003)

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

détecté, 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.

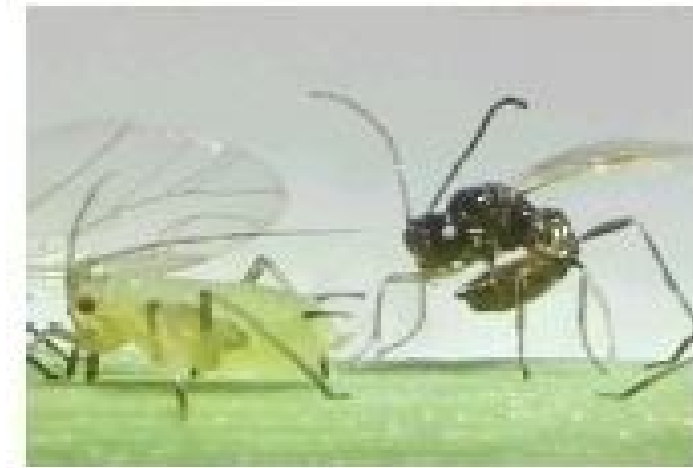


Figure 8 : Femelle d'*Aphidius colemani* (Aphidiidae) en train de pondre dans le corps d'un puceron (**Ronzon, 2006**)

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 Aphidiides 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.