

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Abou Bekr Belkaid -Tlemcen -

**Faculté des Sciences de
la Nature et de la Vie
et des Sciences de la
Terre et de l'Univers**



Département de Foresterie

Mémoire

**En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Foresterie
Option : Gestion et conservation des écosystèmes**

Présenté par :

Mr NICHANE Mohamed

**Contribution à l'étude de l'entomofaune de
quelques espèces résineuses de la région
des Traras Occidentaux
(W.Tlemcen)**

Soutenu le : -

Devant le jury composé de :

Président :
Encadreur : **KHELIL Mohamed Anouar, Professeur**
Examineurs :

Année universitaire :

Dédicaces



Je dédie ce modeste travail à :



Le pur esprit de mon père que Dieu lui fasse miséricorde.

Ma très chère mère.

Celle que j'aime ma femme, pour son amour et sa patience et ses encouragements.

Mes beaux parents.

Mes frères et ma sœur.

Mes beaux frères.

Mes belles sœurs.

Toute ma famille.

Tous mes amis (es).

En fin à tous ceux qui m'ont aidé à mettre au point ce travail.

NICHANE. M^{ed}

Remerciements

Nombreux sont ceux qui n'ont épargné aucun effort pour mener à bien ce travail :

Je témoigne, en premier lieu, mon énorme gratitude à Monsieur *KHELIL Mohamed Anouar*, Professeur au département de biologie, université de Tlemcen, pour avoir bien accepté de diriger mon travail, pour sa patience et surtout pour tout ce qu'il a apporté directement ou indirectement à ma formation, pour ses bons conseils qu'il m'a promulgué.

J'exprime ma reconnaissance à Monsieur *AMRANI Sidi Mohamed*, Professeur au département d'agronomie, université de Tlemcen, pour l'honneur qu'il m'a fait en présidant le jury de ce mémoire. Qu'il trouve là, mon profond respect.

Mes sincères remerciements vont à Monsieur *BOUHRAOUA Tarik Rachid*, Professeur au département de foresterie, université de Tlemcen, pour avoir bien accepté de faire partie du jury et pour l'effort qu'il a déployé pour examiner ce mémoire.

Je tiens à remercier Mademoiselle *DAMERDJI Amina*, Maître de conférences au département de biologie, université de Tlemcen, pour avoir bien accepté de faire partie du jury et pour avoir pris le temps de juger ce travail.

J'adresse mes remerciements aux Messieurs *FELLAG Abdellatif*, inspecteur, chef de district forestier de Bab El Assa et l'agent technique *TRARI TANI Mohamed*, pour l'aide qui m'ont apporté et leurs conseils et leurs encouragements.

Je tiens à remercier également mes amis ainsi tous ceux qui de près ou de loin, m'ont aidé à la réalisation de ce travail.

En fin, j'exprime mes vifs remerciements à ma femme pour sa patience, ses conseils et ses encouragements.

Résumé

Dans le cadre de l'étude biocénotique des insectes liés aux espèces résineuses dans la région des Traras Occidentaux (Tlemcen) , une connaissance aussi complète que possible de l'entomofaune fréquentant en particulier le pin d'Alep, le Thuya de Berbérie et le Cyprès vert s'avère indispensable.

Les différentes méthodes de capture des insectes utilisées nous ont permis de récolter un nombre important des espèces, et un grand nombre reste encore inconnu. Ces espèces sont réparties entre 10 ordres systématiques dont les plus importants sont les Coléoptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères. A travers cette liste d'insectes et suivant leur mode de nourriture, nous avons discerné 6 régimes alimentaires auxquelles appartiennent ces espèces. Les plus représentatifs sont les phytophages, les auxiliaires et les xylophages.

Cet inventaire nous a permis de dresser une liste des insectes nuisibles aux espèces résineuses étudiées dans la région. Ils totalisent 30 espèces dont 9 phytophages ,8 xylophages, 7 granivores, 5 opophages et une espèce gallicole.

Une étude exhaustive a porté sur les niveaux d'infestation des principaux ravageurs. Nous notons l'existence d'une stratification de l'entomofaune au sein de la plante hôte.

Mots clés : espèces résineuses, pin d'Alep, Thuya de Berbérie, Cyprès vert, inventaire, entomofaune, Traras Occidentaux (Tlemcen), niveaux d'infestation, dépérissement, biocénose.

Summary

Through the study of insects Biocenotic related conifer species in the Western Region Traras (Tlemcen), one as full as possible attending the insect fauna in particular the Aleppo pine, Thuya Barbary and cypress green is essential.

The various methods used for capturing insects allowed us to collect a large number of species, and a large number still remains unknown. These species are distributed among 10 orders of which the most important systematic are the *Coleoptera*, *Hymenoptera* and *Lepidoptera*. Through this list of insects and on their mode of food, we have discerned six diets to which these species belong. The most representative are herbivores, auxiliaries and borers.

This inventory allowed us to compile a list of pests to conifer species studied in the region. They total 30 species including 9 phytophagous, 8 xylophagous, 7 seed-eating species, 5 opophages and one specie's gall.

A comprehensive study focused on levels of infestation of major pests. We note that there is a stratification of the insect fauna in the host plant.

Key words: conifers, Aleppo pine, Thuya Barbary, Cypress green, inventory, entomofauna, Traras Westerners (Tlemcen), levels of infestation, decay, and biota.

ملخص

ففي إطار دراسة البيوصينوتيك للحشرات المرتبطة بالأنواع المخروطية في منطقة تارة الغربية (تلمسان) ،
معرفة جد كاملة بقدر الإمكان للحشرات التي تنتشر في غابات الصنوبر الحلبي،التويا و السرو الأخضر تبدو ضرورية

الطرق المختلفة المستخدمة لصيد الحشرات مكنتنا من جمع عدد كبير من الأنواع في ، و الكثير منها لا

يزال مجهولا. هذه الأنواع موزعة علي 10 تراتيب منهجية أهمها :

Coleoptera, Hymenoptera و Lepidoptera .

من خلال هذه القائمة من الحشرات ومن خلال أساليب غذائهم ، نميز 6 أنظمة غذائية الأكثر تمثيلا

هي : أكلات الأوراق- المساعدين و أكلات الخشب.

هذا الجرد مكنتنا من إعداد قائمة الحشرات الضارة بالأشجار المخروطية المدروسة بالمنطقة و التي تتكون

من 30 نوع مقسمة على 9 أكلات الأوراق - 8 أكلات الخشب - 7 أكلات البذور - 5 الماصة و واحد

مسبب الأورام.

دراسة شاملة تركز على مستويات الإصابة لأبرز الحشرات المسببة للأضرار ، نسجل وجود ترتيب

الحشرات داخل النبات العائل.

كلمات المفتاح : الأنواع المخروطية - الصنوبر الحلبي- التويا- السرو الأخضر - جرد- الحشرات - تارة الغربية (

تلمسان)- مستويات الإصابة - تسوس - المجتمعات البيولوجية الحيوية.

Sommaire

Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre I : Présentation du milieu d'étude : région des Traras Occidentaux | |
| 1- Milieu physique | 4 |
| 1-1- Localisation géographique | 4 |
| 1-2- Topographie | 5 |
| 1-3- Hydrographie | 5 |
| 1-4- Géologie | 6 |
| 1-5- Pédologie | 7 |
| 2- Risques naturels | 8 |
| 2-1- Erosions | 8 |
| 2-2- Les incendies des forêts | 8 |
| 3- Climatologie | 9 |
| 3-1- Facteurs climatiques | 10 |
| 3-1-1- Les précipitations | 10 |
| 3-1-2- Les température | 12 |
| 3-1-3- Humidité relative | 17 |
| 3-1-4- Vents | 17 |
| 4- Synthèse climatique | 18 |
| 4-1- Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité | 18 |
| 4-2- Etage altitudinale de végétation | 19 |
| 4-3- Indice de sécheresse estivale | 19 |
| 4-4- Diagramme Ombrothermique | 20 |
| 4-5- Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger | 21 |
| 5- La végétation | 24 |
| Chapitre II : Monographie de la plante hôte | |
| 1- Origine des résineux | 26 |

| | |
|---|----|
| 2- Critères de reconnaissance ----- | 26 |
| 3- Aire de répartition ----- | 27 |
| 4- Espèces résineuses actuelles ----- | 28 |
| 5- Etude de la plante hôte ----- | 30 |
| 5-1- Taxonomie ----- | 30 |
| 5-2- Caractères botaniques ----- | 30 |
| 5-2-1- Le pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i>) ----- | 30 |
| 5-2-2- Le Thuya de berberie (<i>Tetraclinis articulata</i>) ----- | 32 |
| 5-2-3- Le Cyprès vert (<i>Cupressus sempervirens</i>) ----- | 33 |
| 5-3- Ecologie ----- | 35 |
| 5-3-1- Le pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i>) ----- | 35 |
| 5-3-2- Le Thuya de berberie (<i>Tetraclinis articulata</i>) ----- | 35 |
| 5-3-3- Le Cyprès vert (<i>Cupressus sempervirens</i>) ----- | 36 |
| 5-4- Aire de répartition ----- | 37 |
| 5-4-1- Dans le bassin méditerranéen ----- | 37 |
| 5-4-2- En Algérie ----- | 37 |
| 5-5- Utilisation ----- | 38 |

Chapitre III : Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| 1- Choix des stations ----- | 39 |
| 2- Installation des stations ----- | 39 |
| 3- Description des stations ----- | 40 |
| 3-1- Station 01 : pin d'Alep ----- | 42 |
| 3-2- Station 02 : Thuya de berberie ----- | 44 |
| 3-3- Station 03 : Cyprès commun ----- | 46 |
| 4- Méthodes d'échantillonnage des insectes ----- | 49 |
| 4-1- Matériel requis pour la récolte ----- | 49 |
| 4-2- Méthodologie adoptée ----- | 50 |
| 4-2-1- Eude sur terrain ----- | 50 |
| 4-2-1-1- Prélèvement des rameaux feuillés ----- | 51 |
| 4-2-1-2- Prélèvement des glands ----- | 51 |

| | |
|---|----|
| 4-2-1-3- La chasse à vue ----- | 52 |
| 4-2-1-4- Le filet fauchoir ----- | 53 |
| 4-2-1-5- Le battage au parapluie japonais ----- | 54 |
| 4-2-1-6- L'écorçage ----- | 55 |
| 4-2-1-7- Piège aérien (à alcool) ----- | 55 |
| 4-2-1-8- Le piège fosse (piège Barber) ----- | 56 |
| 4-2-1-9- Le bac jaune ----- | 57 |
| 4-2-2- Etude au laboratoire ----- | 58 |
| 4-2-2-1- Tris des insectes ----- | 58 |
| 4-2-2-2- Mise en élevage ----- | 58 |
| 4-2-2-3- Récolte et conservation des insectes ----- | 58 |
| 4-2-2-4- Détermination des insectes récoltés ----- | 59 |
| 5- Méthodologie statistique ----- | 59 |

Chapitre IV : Résultats et discussion

| | |
|---|----|
| 1-Résultats (insectes inventoriés) ----- | 61 |
| 1-1- Inventaire de l'entomofaune des trois espèces résineuses ----- | 61 |
| 1-2- Répartition des espèces recensées selon leur plante hôte ----- | 71 |
| 1-3- Répartition des espèces recensées selon leur position systématique ----- | 73 |
| 1-3-1- Ordre des Coléoptères ----- | 73 |
| 1-3-2- Ordre des Hyménoptères ----- | 75 |
| 1-3-3- Ordre des Lépidoptères ----- | 76 |
| 1-3-4- Ordre des Diptères ----- | 76 |
| 1-3-5- Ordre des Homoptères ----- | 77 |
| 1-3-6- Ordre des Orthoptères ----- | 78 |
| 1-3-7- Ordre des Hémiptères ----- | 78 |
| 1-3-8- Ordre des Dermaptères, des Névroptères et des Mantoptères ----- | 79 |
| 1-4- Répartition des espèces recensées selon leur régime alimentaire ----- | 79 |
| 1-5- Répartition des espèces recensées selon leur importance économique ----- | 81 |
| 1-6- L'entomofaune associée aux espèces résineuses ----- | 83 |
| 2- Discussion ----- | 84 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2-1- | La liste globale ----- | 84 |
| 2-2- | Aperçu bibliographique des principaux ravageurs recensés ----- | 87 |
| 2-2-1- | Les insectes défoliateurs ----- | 87 |
| 2-2-2- | Les insectes xylophages ----- | 89 |
| 2-2-3- | les prédateurs et les parasites ----- | 91 |
| 2-2-4- | Les autres insectes ----- | 92 |
| 2-3- | Distribution temporelle l'entomofaune ----- | 93 |
| 2-4- | Distribution spatiale de l'entomofaune ----- | 94 |
| 2-5- | Analyse synécologique ----- | 98 |
| 2-5-1- | La richesse spécifique « S » ----- | 98 |
| 2-5-2- | La diversité spécifique « H » ----- | 98 |
| 2-5-3- | L'équitabilité « E » ----- | 99 |
| 2-5-4- | Abondance relative des espèces « Ar » ----- | 99 |
| 100 | 3- Etude des niveaux d'infestation des principaux ravageurs ----- | |
| 100 | 3-1- Résultats et discussion ----- | |
| 102 | 4- Conclusion ----- | |
| 103 | 5- Dépérissement et biocénose de la plante hôte (un résineux) ----- | |
| 103 | 5-1- Dépérissement de la plante hôte ----- | |
| 103 | 5-1-1- Symptômes du dépérissement ----- | |
| 106 | 5-2- Biocénose de la plante hôte ----- | |
| 108 | 6- Conclusion ----- | |
| 109 | Conclusion générale et perspectives ----- | |
| 112 | Références bibliographiques ----- | |

Introduction générale

Introduction générale

La forêt représente un élément intégral et principal du système de support de la vie de la planète, de l'environnement, réservoir génétique précieux et source de revenus appréciables. Dans ce contexte, elle doit être gérée et développée dans un but d'assurer la durabilité du bien être social et économique, (**ANONYME, 2009**).

L'équilibre écologique, la protection de l'environnement, la désertification et le développement durable sont devenus des questions vitales, quand nous savons que la forêt a été considérée par l'homme comme une source inépuisable de bois. Ce milieu a été inconsidérément défriché par l'homme ce qui a entraîné des conséquences néfastes sur la perte de biodiversité et la destruction de l'équilibre des chaînes trophiques existantes.

A cette exploitation irrationnelle, s'ajoutent les nombreux problèmes posés à l'économie forestière du monde entier, par la très grande nocivité des insectes ravageurs. C'est pourquoi, la lutte contre les ravageurs des forêts passe par la connaissance de l'entomologie forestière, science à laquelle s'intéressent beaucoup de chercheurs actuellement, (**DUMERLE, 1991 ; ABGRALL & SOUTRENON, 1991**).

La forêt algérienne abrite une diversité biologique significative. Plusieurs organismes (insectes, plantes, champignons ...) interagissent directement ou indirectement avec les arbres vivants et constituent des éléments naturels et intégraux des écosystèmes. La majorité de ces interactions ne causent pas de bouleversements aux arbres, mais parfois les explosions démographiques de certains d'entre eux peuvent impliquer la réduction de la croissance, la difformité et même la mort de l'arbre, (**CHARARAS, 1977**). Ces phénomènes parfois cycliques, sont augmentés par l'interaction volontaire et irrationnelle de l'homme dans l'écosystème ou par leur interaction involontaire dans la dynamique naturelle

du à l'ignorance fonctionnelle du système, ce qui provoque de grandes pertes économiques, **(SEIGUE, 1985)**.

Les forêts de conifères qui sont l'objet de notre étude, le pin d'Alep, le Thuya et le Cyprès connaissent depuis plusieurs années d'importants problèmes phytosanitaires. Il est évident que le facteur causal est le manque de sylviculture appropriée et le non respect des méthodes de reboisement. Dans ce type de forêts, les insectes ravageurs constituent les principales sources de perturbation forestière, **(KHOUS & GACHI, 1996)**.

Les inventaires ont toutefois évolué et les travaux de détection, de suivi et de contrôle sont maintenant axés sur les insectes dont l'impact économique ou social est reconnu. Effectuer un bon inventaire est fondamental non seulement pour comprendre la diversité et l'état de la santé d'une forêt, mais aussi pour pouvoir comprendre le fonctionnement et la complexité des interactions entre les organismes dans l'écosystème forestier.

L'intérêt écologique et biogéographique d'un inventaire est considérable en raison de la grande biodiversité signalée au niveau des massifs forestiers de la région des Traras Occidentaux. Ces massifs, au même titre que tous les autres écosystèmes représentent un patrimoine naturel dû à sa richesse biologique et aux fonctions naturelles qu'elles remplissent. En raison de l'ampleur de la tâche, il est apparu nécessaire d'en faire un inventaire et d'évaluer sa contribution dans le maintien de la diversité biologique.

Pour cela, notre travail d'inventaire entomologique est réalisé sur quelques espèces résineuses de la région des Traras Occidentaux (Tlemcen), en particulier le pin d'Alep, le Thuya de barbarie et le Cyprès commun.

Ce présent travail, réalisé pour la première fois dans la région a pour but de mieux connaître les ravageurs des espèces résineuses par l'inventaire et l'étude des niveaux d'infestations des principaux ravageurs.

Selon le type des dégâts qu'ils occasionnent, les principaux insectes forestiers rencontrés au niveau de la zone d'étude se classent en six catégories : les

phytophages, les xylophages, les granivores, les opophages, les gallicoles et les prédateurs et les parasites.

Nous avons conçu notre travail en quatre chapitres distincts. Nous présentons dans le premier chapitre le milieu d'étude (région des Traras Occidentaux). Le second chapitre est consacré à une synthèse sur la monographie de la plante hôte (*Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata* et *Cupressus sempervirens*). Dans le troisième chapitre, nous présentons les différentes méthodes de capture d'insectes et le matériel utilisé dans cette opération. Nos résultats et discussion sont étudiés dans le quatrième chapitre. En fin, dans le dernier chapitre, nous avons présenté l'étude des niveaux d'infestation des principaux ravageurs ainsi que le dépérissement et la biocénose de la plante hôte.



Chapitre I

Présentation du milieu d'étude



Chapitre I

Présentation du milieu d'étude : région des Traras Occidentaux

1- Milieu physique :

1-1- Localisation géographique : (Fig I.1)

Les Traras Occidentaux ou région de M'Sirda, c'est-à-dire la région qui a été reconnue par les opérations de délimitation entrepris entre 1905-1923.

Administrativement, cet espace d'étend sur une superficie de 338 km², et concerne quatre communes :

- 1- la commune de Bab El Assa.
- 2- la commune de Souk Tleta.
- 3- la commune de M'Sirda Fouaga.
- 4- la commune de Marsa Ben M'hidi.

La région est située à l'extrémité occidentale de l'Algérie, touche à la fois la mer méditerranée et le royaume du Maroc avec les limites suivantes :

- ✓ Au nord, la mer méditerranée.
- ✓ A l'est, la commune de Souahlia.
- ✓ Au sud, la commune de Maghnia.
- ✓ A l'ouest, la frontière algéro-marocaine.

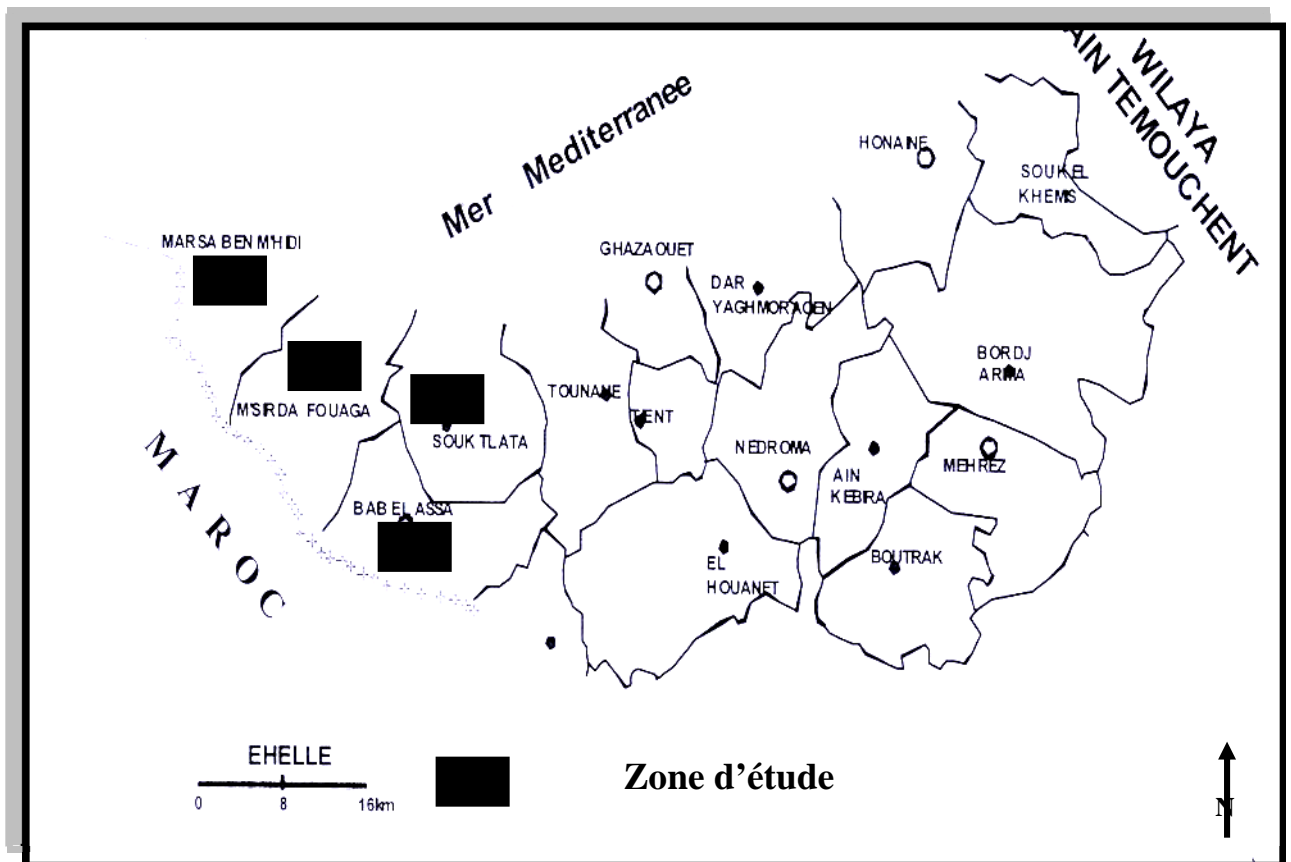


Fig I.1 : Localisation de la zone d'étude, (BERRAYAH, 2004)

1-2- Topographie :

L'espace dans son ensemble présente le caractère montagneux, à l'exception d'une plaine assez peu étendue qui se trouve sur la frontière entre les douars de Beni Mengouch et Attia et qui est le prolongement de la plaine marocaine des Terrifia.

Les aspects de l'arrière pays changent en moyenne tous les vingt kilomètres (20 km) selon la nature des roches qui affleurent successivement dans les trois massifs de Beni Mengouch, de M'Sirda et de Souahlia, (THINTOIN, 1960).

Les altitudes varient entre 100m-600m. Elles peuvent atteindre les 600m, c'est le cas de Djebel Zindel (618m).

Il existe plusieurs classes de pentes dont les dominantes sont en général supérieures à 25%, alors que seulement 15% de superficie ont des pentes comprises entre 12 et 15%.

1-3- Hydrographie :

Le massif renferme un réseau hydrographique relativement important constitué de plusieurs oueds dont les plus importants sont :

- ✓ Oued Kiss, il prend naissance dans le territoire marocain. Il rentre en confluence avec Oued El Malha au niveau de Bab El Assa avant de se déverser dans la mer méditerranée au niveau de l'agglomération de Marsa Ben M'hidi. Il représente aussi une limite administrative d'état (frontière avec le Maroc). Le long de cet Oued on peut identifier trois petites aires d'irrigation bien distinctes : le Kiss aval, le Kiss amont et Oued Sidi Slimane totalisant une superficie près de 300ha.
- ✓ Oued Kouarda: il draine sous bassin de 82 km². Il est formé par le versant nord de Bab El Assa et Djebel Zendel. La totalité de ses affluents (Oued Berhoum, Oued Mizab, Oued Ouaddane) se rejoignent au niveau de la commune de Souk Tleta. Ils donnent naissance à un cours d'eau très encaissé qui se jette au niveau de la plage de Ouled Ben Aïd.

D'une manière générale, la région de Traras Occidentaux est caractérisée par un bassin hydrogéologique qui s'étend de la commune de Souk Tleta jusqu'à la frontière Algéro-marocaine. Les faibles précipitations que reçoit cette région, la structure pédologique des sols (en majorité argilo marneuse) ainsi que le faible couverture végétale sont autant d'éléments qui favorisent beaucoup plus le ruissellement, (**AUBERT & MANJAUZE, 1946**).

De ce fait, les eaux pluviales sont presque entièrement canalisées par un réseau hydrographique très ramassé qui rejoint rapidement la mer.

Toute fois, deux exceptions peuvent être soulevées :

- ✓ La vallée du Kiss dispose d'une nappe d'importance locale dans sa partie aval. L'inconvénient de l'exploitation de cette dernière réside dans la

remontée des sels marins pendant les périodes d'étiages ce qui les rend parfois inconsommables.

- ✓ Le versant nord de Djebel Zendel qui représente le bassin le mieux arrosé de toute la partie occidentale. Plusieurs émergences de sources sont à l'origine d'une vallée marécageuse.

1-4- Géologie :

La géologie constitue une donnée importante pour la connaissance et l'étude du milieu. La nature des terrains est un des principaux critères qui conditionne le choix des travaux et mise en valeur, **(BERRAYAH, 2004)**.

Les principaux ensembles constituant le substratum géologique des Traras Occidentaux sont :

- Formations carbonatées : calcaire, grès et dolomies, argile et marnes cas de Djebel Zendel, Marsa Ben M'hidi.
- Formations non carbonatées : regroupent les terrains non calcaires.
- Formations volcaniques : ces formations sont représentées sur des superficies restreintes au niveau de la commune de Marsa Ben M'hidi et M'Sirda Fouaga.
- Formations quaternaires : le quaternaire demeure mal connu au niveau de la région nord-ouest ; c'est le cas évidemment de certaines zones relevant des Traras, **(BENEST, 1985)**.

Les terrains quaternaires fournissent des substrats diversifiées selon leur origine et leur dynamique. Il s'agit deux types :

- 1- Les formations d'origine éolienne.
- 2- Les formations alluviales.

Les formations alluviales sont représentées par des terrasses étagées ou non et se rencontrent le long de l'Oued Kiss.

1-5- Pédologie :

Le sol est l'élément principal de l'environnement et règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la nature de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat, **(BOUKRERIS, 2008)**.

Les données disponibles sur les ressources en sol de la région des Traras sont très mal connues, en effet très peu d'études ont été réalisées au niveau de cet espace.

D'une manière générale les principaux types de sols rencontrés dans la zone d'étude peuvent se résumer comme suit :

- Les sols décalcifiés : ils occupent le nord de la vallée de Kiss, les pentes argileuses des montagnes jurassiques et les dépôts marneux des coulées volcaniques : ils posent souvent des problèmes de glissement, (**BENEST & DEBARD & BAGHLI, 1991**). Ils sont couverts d'une végétation herbacée. Les sols décalcifiés purs constituent de bonnes terres à céréales notamment sur les terrains plats. En pente, ils s'adaptent mieux à la vigne et l'olivier en sec.
- Les sols calcaires : ce sont des sols plus ou moins riches en matière organique (25%), leur forte teneur en matière organique s'explique par le fait qu'ils se sont développés au dépend d'anciens sols marécageux calcaires. On les rencontre en grande partie sur la bande côtière, (**KAZI TANI, 1996**).
- Les sols dunaires : on les rencontre du côté de Marsa Ben M'hidi. Ils sont souvent instables et sont caractérisés par un couvert végétal clairsemé.
- Les sols calcimagnésiques : ils sont très abondants au niveau de la zone d'étude en raison de la forte présence des roches calcaires et l'action active de l'érosion, ce type de sol peut se rencontrer dans la région de Souk Tleta, Bab El Assa et M'Sirda Fouaga.
- Les solentz : ils se sont formés au dépend des marnes salifères du miocène. Ils forment les bassins versants supérieurs de Oued Kouarda et Kiss. Ils sont caractérisés par une texture lourde qui favorise le développement d'une gamme variée de cultures.
- Les sols alluvionneux : ils constituent les terrasses modernes et récentes des principaux cours d'eau, ils se rencontrent le long de l'Oued Kiss.

D'une manière générale on peut dire la région de Traras Occidentaux contient surtout des sols calcaires (60%).

2- Risques naturels :

2-1- Erosions :

Au niveau des mondes des Traras ; il n'existe pas de stations d'observation ni d'études approfondies portant sur l'érosion des sols.

Le phénomène est visible et ancien comme l'indique l'état du ravinement dans de nombreuses communes affectées de manière très variable. Les causes sont essentiellement

- ✓ le relief.
- ✓ la nature de substratum.
- ✓ Le climat.
- ✓ L'action anthropique.

2-2- Les incendies des forêts :

D'une manière générale, les incendies constituent le facteur le plus ravageur des massifs forestiers, (**MADOUI, 2000**). Le potentiel forestier de la zone d'étude est dominé dans son ensemble par des formations basses (maquis), les espèces résineuses les plus dominantes sont le pin d'Alep, le Thuya et le Cyprès.

L'enjeu majeur du patrimoine forestier demeure sa présentation contre toute forme de dégradation notamment les incendies et l'amélioration de la situation des infrastructures et des équipements forestiers en particulier, ainsi la multiplication des points d'eau.

Entre 2000- 2009 a titre d'exemple et selon les services des forêts, la répartition et l'évolution du nombre et des superficies incendiées par commune dans la zone d'étude est enregistrée ci-dessous comme suit :

| Superficie (ha) | Nombre | Communes |
|------------------------|---------------|------------------|
| 20 | 07 | Marsa Ben M'hidi |
| 171 | 10 | M'Sirda Fouaga |
| 23 | 04 | Bab El Assa |
| 202 | 04 | Souk Tleta |

3- Climatologie :

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes, dont les facteurs climatiques jouent un rôle prépondérant dans la distribution spatiale des espèces animales et végétales, (**DREUX, 1980**).

Les principaux paramètres pris en considération restent la précipitation et la température. Ils nous permettent de situer la zone d'étude au niveau de l'étage bioclimatique appropriée à partir du quotient pluviométrique d'**EMBERGER (1942)** et de déterminer la période sèche par le diagramme ombrothermique de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**.

Les phénomènes météorologiques, (**EMBERGER, 1955**) et surtout pluviométriques jouent un rôle fondamental dans toute étude d'aménagement mais, ils ne sont pas toujours simples à analyser et cela par suite de la faiblesse du réseau d'observation au niveau de la zone d'étude qui n'est qu'un échantillon représentatif du réseau météorologique national.

Les stations existantes se regroupent le long des voies de communication et dans les anciens centres administratifs et militaires de l'époque coloniale. C'est ainsi que les quelques stations de mesure existantes sont périphériques et mal équipées au niveau de la zone d'étude.

Pour mieux caractériser le climat de la zone d'étude et afin de montrer les variations climatiques dans le temps, il a été procédé à l'analyse des données climatiques de deux périodes différentes :

✓ L'une ancienne : 1913-1938, (**SELTZER, 1946**).

✓ L'autre récente : (1970-2009)

Principales caractéristiques de la station de référence.

Station de référence : Ghazaouet.

Altitude : 04 m

Longitude : 01° 52' 21'' Ouest.

Latitude : 35° 06' 00'' Nord.

La distance de cette station à la zone d'étude est de l'ordre de quelques kilomètres. Pour cela nous l'avons choisi à cause de l'absence de barrière climatique et les coordonnées géographiques qui sont plus proches.

Les données climatiques (pluviométriques et thermiques) de la station de référence de Ghazaouet entre la période 1913-1938 selon **SELTZER (1946)** et 1970 -2009 (station de Ghazaouet) sont consignées dans les tableaux suivants :

3-1- Facteurs climatiques :

3-1-1- Les précipitations :

La pluie est un facteur déterminant de toute activité biologique. Elle est toujours dépendante de l'altitude.

La pluie est l'un des facteurs climatiques qui conditionnent le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu par le phénomène d'érosion d'autre part, (**ESCOUROU, 1980**).

C'est la quantité d'eau qui tombe et qui forme la lame d'eau ou la lame pluviométrique. Elle est évaluée en millimètres par jour, par mois ou par an.

AUBERT et **MANJAUZE (1946)** signalent que l'un des traits originaux du climat en Oranie s'exprime par l'irrégularité des pluies le long de l'année : abondantes en automne et en hiver et parfois en printemps et presque nulles en été.

Les données pluviométriques mensuelles et annuelles de la station de référence de Ghazaouet entre la période 1913-1938 et la période 1970-2009 sont mentionnées dans le tableau (**I.1**) ci-dessous.

Tableau I.1 : Les données pluviométriques (mm) mensuelles et annuelles de la station de référence de Ghazaouet pour les deux périodes :

| Total | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | Mois Période |
|---------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 466.79 | 69.17 | 66.90 | 47.62 | 21.54 | 1.13 | 1.13 | 13.34 | 35.05 | 44.22 | 51.03 | 49.89 | 65.77 | 1913- 1938 |
| 390.05 | 67.28 | 65.17 | 38.22 | 20.86 | 0.87 | 2.01 | 12.64 | 27.24 | 30.02 | 34.82 | 47.07 | 43.85 | 1970- 2009 |

Source : **SELTZER (1946)**, Station de Ghazaouet (2009)

On constate d'une manière générale que pour l'ensemble des stations considérées de la zone d'étude, la période la plus arrosée s'étend du mois d'octobre à avril. Par ailleurs les mois de juin, juillet et août présentent une sécheresse récurrente.

Pour ce qui de la période récente, les précipitations enregistrées sont de l'ordre de 390.05 mm, soit une diminution de 76.74 mm par rapport à l'ancienne période qui est de l'ordre de 466.79 mm. Les mois de juin, juillet et août restent toujours secs.

Régime saisonnier des pluies de la station :

Le régime saisonnier des pluies au niveau de la station est présenté dans le tableau (I.2)

Tableau I.2 : Le régime saisonnier des pluies de la station de référence de Ghazaouet entre la période 1913-1938 et la période 1970-2009.

| Type de régime | Printemps (M-A-M) | Hiver (D-J-F) | Automne (S-O-N) | Été (J-Jt-A) | Période /Saisons |
|----------------|-------------------|---------------|-----------------|--------------|------------------|
| HAPE | 130.3 | 184.83 | 136.06 | 15.60 | 1913-1938 |
| HAPE | 92.08 | 158.20 | 124.25 | 15.52 | 1970-2009 |

Source : SELTZER (1946), station de Ghazaouet (2009)

Le régime saisonnier des pluies au niveau de la station de référence de Ghazaouet est de type HAPE pendant la période 1913-1938 selon SELTZER (1946), il est de même HAPE pour la période 1970-2009 avec une différence au niveau de la lame d'eau ce qui donc correspond aux zones littorales à influence maritime , c'est-à-dire que le maximum des précipitations est accumulé en hiver avec une hauteur de 158.20mm , soit 40,56% du total annuel, puis vient l'automne avec 124.25 mm ce qui représente 31.86%, le printemps avec 92.08 mm soit 23.61% du total annuel .En fin l'été vient avec quelques millimètres de pluies de 15.52 mm soit 3.98% du total annuel .

3-1-2 Les températures :

- Températures mensuelles et annuelles :

La température reste aussi un élément essentiel et plus important pour la détermination du climat de la zone d'étude, (DJELLOULI, 1990).

La température, second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée, (DAJOZ, 1985).

La température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation, ainsi que la répartition géographique des espèces.

Les températures jouent un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs moyennes annuelles et mensuelles « T » et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M ».

- Moyenne des minima du mois le plus froids « m ».

Le tableau (I.3) illustre la répartition des températures moyennes minimales de la station de référence pendant les deux périodes.

Tableau I.3 : Températures minimales moyennes en (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet.

| Moy | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | Périodes |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|------------------|
| 12.43 | 7.5 | 10 | 14 | 17.7 | 19.5 | 18.6 | 16 | 12.9 | 10.4 | 8.3 | 7.2 | 7.0 | 1913-1938 |
| 14.09 | 8.93 | 11.74 | 15.69 | 18.94 | 21.94 | 20.41 | 17.31 | 15.37 | 11.55 | 9.25 | 9.15 | 8.8 | 1970-2009 |

Source : SELTZER (1946), station de Ghazaouet (2009)

Dans la station de référence, les valeurs « m » sont de l'ordre de 7.0 °C pour la période ancienne 1913-1938 et de 8.8 °C pour la période récente 1970-2009 ce qui explique un certain réchauffement. Elles sont toujours enregistrées en mois de janvier.

- Moyenne des maxima du mois le plus chaud «M».

Le tableau (I.4) regroupe les différentes températures maximales enregistrées toujours au niveau de la station de référence pendant les deux périodes.

Tableau I.4 : Températures maximales moyennes en (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet.

| Moy | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | Périodes |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------------------|
| 21.61 | 17.1 | 19.6 | 22.4 | 26.6 | 29 | 27.9 | 25.2 | 21.9 | 19.7 | 17.5 | 16.5 | 15.9 | 1913-1938 |
| 23.54 | 20.44 | 22.98 | 24.26 | 27.91 | 31.33 | 28.07 | 25.90 | 22.6 | 21.8 | 20.2 | 19.0 | 18.0 | 1970-2009 |

Source : SELTZER (1946), station de Ghazaouet (2009)

On remarque d'après ce tableau que les maxima sont enregistrés au mois d'août pour les deux périodes avec une valeur de 29°C pour la période ancienne contre 31.33°C pour la période récente. Ceci montre une augmentation de 2.33°C, ce qui explique aussi un réchauffement de la saison estivale. La moyenne annuelle dans la station de référence est de l'ordre de 22.5°C.

- Températures moyennes mensuelles et annuelles « T » en (°C) :

Les températures moyennes mensuelles et annuelles sont consignées dans le tableau (I.5)

Tableau I.5 : Températures moyennes mensuelles et annuelles (°C) enregistrées au niveau de la station de référence de Ghazaouet.

| Moy | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | Périodes |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 17.02 | 12.3 | 14.8 | 18.2 | 22.15 | 24.25 | 23.25 | 20.6 | 17.4 | 15.05 | 12.90 | 11.85 | 11.45 | 1913-1938 |
| 18.82 | 14.69 | 17.36 | 19.98 | 23.43 | 26.64 | 24.24 | 21.61 | 19.17 | 16.68 | 14.73 | 14.08 | 13.4 | 1970-2009 |

Source : SELTZER (1946), station de Ghazaouet (2009)

D'après ce tableau, nous constatons que la température dans la station de référence est de l'ordre de 18° C. Le mois de janvier reste en général le mois le plus froid avec 12°C et le mois le plus chaud est par contre noté en août avec 25°C.

- Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité :

L'amplitude thermique moyenne (M-m) est un indice climatique très important car il permet de définir à partir de ce qu'on appelle « *indice de continentalité* » si la zone est sous influence maritime ou continentale, tableau (I.6).

Selon la classification thermique des climats proposée par **DEBRACH (1953)**, nous distinguons quatre types de climat :

- ✓ Le climat insulaire: $M-m < 15^{\circ} C$
- ✓ Le climat littoral : $15^{\circ} C < M-m < 25^{\circ} C$.
- ✓ Le climat semi continental : $25^{\circ} C < M-m < 35^{\circ} C$.
- ✓ Le climat continental : $M - m > 35^{\circ} C$

Tableau I.6 : Indice de continentalité de la station de référence :

| Type de climat | (M-m) (°C) | m (°C) | M (°C) | Périodes |
|-----------------|------------|--------|--------|-----------|
| Climat littoral | 22 | 7.0 | 29 | 1913-1938 |
| | 22.53 | 8.8 | 31.33 | 1970-2009 |

Source : SELTZER (1946), station de Ghazaouet (2009)

D'après le tableau, on constate que notre station se rattache au climat méditerranéen littoral.

- Ambiance bioclimatique de la zone d'étude :

Afin de caractériser l'ambiance climatique qui règne dans la région et en absence d'une station météorologique propre au niveau de la zone d'étude pouvant nous fournir des données climatiques, nous avons effectué des corrections climatiques de la station la plus proche. C'est-à-dire celle de Ghazaouet en prenant en considération l'altitude moyenne.

Il est à noter à cet effet que notre région située dans la partie littorale, ou les altitudes varient entre 100 à 600 m, soit 350 m en moyenne.

Les données pluviométriques et thermiques ont été corrigées donc par rapport à cette altitude moyenne.

1- Corrections pluviométriques :

La méthode retenue pour la correction de ce paramètre est celle préconisée par STEWART (in BEKHADRA, 1991). Ceci, signale que les précipitations augmentent de 10 mm/an pour une élévation de 100 m. (DREUX, 1980).

Correction pluviométrique :

Calcul de la pluviométrie annuelle :

- ✓ Altitude moyenne : 350 m
- ✓ Altitude de la station : 04 m
- ✓ Différence altitudinale : 346 m.
- ✓ Pluviométrie de la station : 390.05 mm/an.

Pour une différence d'altitude de 346 m, elle augmente de :

$$(346 * 10) / 100 = 34.60 \text{ mm / an}$$

De ce fait, la pluviométrie annuelle de la région sera :

$$390.05 + 34.60 = 424.65 \text{ mm.}$$

Calcul de coefficient d'augmentation :

$$K = Ph / Ps$$

Ph : Pluviométrie de la région.

Ps : Pluviométrie de la station.

$$K = 424.65 / 390.05 = 1.09$$

Ce coefficient nous permet d'apporter les corrections de la pluviométrie mensuelle de la région.

Exemple : Pour le mois de janvier, la pluviométrie est de : $P_j = 43.85 * 1.09 = 47.80$ mm.

Les résultats obtenus sur les pluies pendant la période allant de 1970-2009 par rapport aux données pluviométriques fournies par la station de Ghazaouet ,en tenant compte de la différence altitudinale entre la station de référence et la région qui sont représentés dans le tableau (I.7) .

Tableau I.7 : Résultats de la correction des précipitations pour la période 1970-2009.

| Année | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | Mois |
|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| 390.05 | 67.28 | 65.17 | 38.22 | 20.86 | 0.87 | 2.01 | 12.64 | 27.24 | 30.02 | 34.82 | 47.07 | 43.85 | P (mm) station |
| 425.20 | 73.34 | 71.04 | 41.66 | 22.74 | 0.95 | 2.19 | 13.78 | 29.70 | 32.73 | 37.96 | 51.31 | 47.80 | P (mm) corrigée pour la zone d'étude |

Source : Station de Ghazaouet (2009)

D'après le tableau, nous remarquons que les précipitations de la région des Traras Occidentaux sont plus importantes par rapport à celles enregistrées au niveau de la station de référence. La hauteur des pluies augmente de 35.15 mm pour arriver à 425.20 mm/an.

- Le régime saisonnier de la zone d'étude :

Le régime saisonnier des pluies de la zone d'étude après les corrections est signalé dans le tableau (I.8).

Tableau I.8 : Régime saisonnier de la zone d'étude (1970-2009).

| Type de régime | Printemps (M-A-M) | Hiver (D-J-F) | Automne (S-O-N) | Eté (J-Jt-A) | Période /Saisons |
|----------------|-------------------|---------------|-----------------|--------------|------------------|
| HAPE | 100.39 | 172.45 | 135.44 | 16.92 | 1970-2009 |

Source : Station de Ghazaouet (2009)

Le régime saisonnier de la zone d'étude est de type HAPE. Il est de même que celui obtenu au niveau de la station de référence. Le maximum des précipitations est enregistré alors pendant l'hiver avec 172.45 mm soit 40.56% du total annuel, puis en second lieu vient l'automne avec 135.44 mm soit 31.86%, le printemps avec 100.39 mm soit 23.61% et en fin l'été avec 16.92 mm ce qui représente 3.98 % seulement.

2 - Correction thermique:

Tout comme la pluviométrie, les valeurs de la température sont également en étroite relation avec l'altitude.

Cependant, pour une élévation de 100 m d'altitude, la valeur de la température maximale (M) diminue de 0.6 ° C et celle de la température minimale (m) de 0.4 ° C, (**DREUX ,1980**)

Correction thermique :

Calcul des températures des maxima (M) :

- ✓ Altitude moyenne : 350 m
- ✓ Altitude de la station : 04 m
- ✓ Différence d'altitude : 346 m

Pour une élévation de 100m, « M » diminue de 0.6 ° C

$$M = (346 * 0.6) / 100 = 2.08^\circ \text{ C}$$

Exemple : Pour le mois de janvier : $M = 18.0 - 2.08 = 15.92^\circ \text{ C}$

Pour une élévation de 100 m, « m » diminue de 0.4° C

$$m = (346 * 0.4) / 100 = 1.39^\circ \text{ C.}$$

Exemple : Pour le mois de janvier : $m = 8.8 - 1.39 = 7.41^\circ \text{ C.}$

Les résultats de telle correction sont mentionnés dans le tableau (**I.9**).

| Mois | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | T/Mois |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 21.46 | 18.36 | 20.90 | 22.18 | 25.83 | 29.25 | 25.99 | 23.82 | 20.52 | 19.72 | 18.12 | 16.92 | 15.92 | M |
| 12.70 | 7.54 | 10.35 | 14.30 | 17.55 | 20.55 | 19.02 | 15.92 | 13.98 | 10.16 | 7.86 | 7.76 | 7.41 | m |
| 17.08 | 12.95 | 15.63 | 18.24 | 21.69 | 24.90 | 22.56 | 19.87 | 17.25 | 14.94 | 12.99 | 12.34 | 11.67 | (M+m)/2 |

Tableau I.9 : Résultats de la correction thermique pour la période 1970-2009.

Source : Station de Ghazaouet (2009)

Nous remarquons d'après ce tableau que :

- ✓ La température maximale moyenne du mois le plus chaud « M » est de 29.25° C enregistrée en août.
- ✓ La température minimale moyenne du mois le plus froid « m » est de 7.41° C observée en janvier.

3-1-3- Humidité relative:

L'humidité de l'air est un facteur écologique fondamental. Chez les insectes en particulier, son action s'opère surtout au cours des stades larvaires plus sensibles écologiquement, (DREUX, 1980).

Les données hygrométriques enregistrées au niveau de la station de référence (Ghazaouet) seulement entre 2005 et 2009 sont consignées dans le tableau (I.10) :

Tableau I.10 : Moyennes mensuelles et annuelle de l'humidité relative de l'air dans la station de référence (période d'observation 2005-2009).

| Moy | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | Mois |
|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-----------|
| 72.35 | 72.25 | 71.5 | 77.25 | 72.75 | 70.5 | 68.5 | 72.25 | 70.0 | 72.2 | 72.8 | 74.8 | 73.4 | H% |

Source : Station de Ghazaouet (2009)

Ce tableau nous montre que les valeurs de l'humidité sont élevées pendant toute l'année .la moyenne annuelle est donc supérieur à 70%, cela favorise par voie de conséquence la bonne régénération des espèces étudiées.

3-1-4- Vents :

Le vent a une influence non négligeable sur les êtres vivants par le nombre de jours, sa vitesse ainsi que sa direction. C'est un facteur important en écologie forestière.

L'espace étudié est fortement influencé par la présence de la mer. Les vents dominants sont souvent humides et sont en provenance du nord est et nord ouest. Les vents marins du nord ouest et de l'ouest sont prédominants en hiver. En été de petites perturbations orageuses amènent les vents du sud ouest au nord ouest et du sud est au sud déterminant ainsi un sirocco sec et très chaud, (TINTHOIN, 1960).

Le vent a une influence contre versée sur les insectes, d'une part il joue un rôle positif dans la dissémination de certaines espèces, et d'autre part il peut inhiber l'activité de beaucoup d'insectes, (DAJOZ, 1980). Il peut encore jouer un rôle important, en renversant les arbres, surtout lorsque ceux-ci sont faibles ou dépérissant.

La vitesse du vent enregistrée au niveau de la station de référence (Ghazaouet) seulement entre 2005 et 2009 est consignée dans le tableau (I.11) :

Tableau I.11 : Moyennes mensuelles et annuelle de la vitesse du vent dans la station de référence (période d'observation 2005-2009).

| Moy | D | N | O | S | A | Jt | J | M | A | M | F | J | Mois |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 13.0 | 13.0 | 14.0 | 12.0 | 12.0 | 14.0 | 13.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 | 16.2 | 16.2 | 14.0 | V(m/s) |

Source : Station de Ghazaouet (2009)

Selon les données météorologiques, un vent supérieur à 15 m/s est considéré fort.

4- Synthèse climatique :

Après avoir étudié les éléments essentiels du climat (Température et pluviométrie en particulier), nous pouvons caractériser le climat de la région, et situer les espèces résineuses étudiées de la zone dans l'étage de végétation.

La synthèse des données climatiques fait appel à plusieurs indices, dont nous retenons particulièrement : l'amplitude thermique moyenne et l'indice de continentalité, l'étage altitudinal de végétation, l'indice de sécheresse estivale, le diagramme Ombrothermique de Gaussen, le quotient pluviométrique et le climagramme d'Emberger.

4-1- Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité :

L'amplitude thermique moyenne (M-m) est un facteur permettant de définir l'indice de continentalité de la région, tableau (I.12)

Tableau I.12 : Indice de continentalité de la zone d'étude :

| Type de climat | (M-m) (°C) | m (°C) | M (°C) | Période |
|-----------------|------------|--------|--------|-----------|
| Climat littoral | 21.84 | 7.41 | 29.25 | 1970-2009 |

Source : Station de Ghazaouet (2009)

Selon la classification thermique de **DEBRACH (1953)** l'amplitude thermique de la région se trouve dans le climat littoral avec une différence de température (M-m) de 21.84° C.

4-2- Etage altitudinale de végétation :

Le concept de l'étage bioclimatique est une notion botanique qui a été créé pour associer la répartition des être vivants à des schémas climatiques mondiaux liés à la géographie et l'altitude.

L'étage est défini de manière assez empirique par une association de végétation (et de faune associée) et une situation géographique.

Plusieurs critères climatiques sont utilisés pour définir ces étages tels que la température moyenne annuelle et l'altitude, (**RIVAS MARTINEZ, 1982**).

A partir des valeurs thermiques enregistrées dans la zone d'étude, ainsi que leur altitude moyenne indiquées dans le tableau (**I.13**), nous pouvons localiser nos espèces résineuses dans l'étage de végétation suivant :

Tableau I.13: Valeurs thermiques et étages de végétation des espèces résineuses de la région des Traras Occidentaux.

| Etage de végétation | Altitude moyenne (m) | T (°C) | m (°C) | Période |
|----------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Thermo méditerranéen | 350 | 16.27 | 5.61 | 1913-1938 |
| | | 18.33 | 7.41 | 1970-2009 |

Source : SELTZER (1946), station de Ghazaouet (2009)

D'après ce tableau, et selon **RIVAS – MARTINEZ (1981)**, **AIME (1991)** et **QUEZEL (2000)**, nous remarquons que les espèces résineuses de la zone d'étude s'intègrent dans l'étage de végétation thermo- méditerranéen ($m > 3^{\circ}\text{C}$; $T > 16^{\circ}\text{C}$ et alt. < 600 m).

4-3- Indice de sécheresse estivale :

Cet indice s'exprime par le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales « P » (mm) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » (°C), selon la formule d'**EMBERGER (1942)**

$$I.e = P.E / M$$

La valeur de cet indice pour la période 1970-2009 est consignée dans le tableau (**I.14**).

Tableau I.14 : Indice de sécheresse estivale de la zone d'étude.

| Indice de sécheresse estivale « I.e » | Valeur de M (°C) | Pluviosité estivale P.E (mm) | Période |
|--|-------------------------|-------------------------------------|----------------|
| 0.69 | 29.25 | 16.92 | 1970-2009 |

Source : Station de Ghazaouet (2009)

Il ressort de ce tableau que l'indice de sécheresse calculé est très inférieur à 5 pour l'ensemble de la zone d'étude. Ceci indique selon la grille de **DAGET (1977)** l'appartenance de cet espace au climat méditerranéen à sécheresse estivale bien avancée.

4-4- Diagramme Ombrothermique :

Le diagramme Ombrothermique permet de déterminer la saison sèche. Les températures et les précipitations restent les seuls paramètres les mieux enregistrés. **BAGNOULS** et **GAUSSEN (1953)** considèrent qu'un mois est sec quand le total mensuel des précipitations « P » est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle « T » tout en adoptant :

$$P = 2 T$$

A partir de cette hypothèse, il est possible de tracer le diagramme Ombrothermique de la station de référence (Ghazaouet) et la zone d'étude en portant les mois en abscisse et en ordonnée les températures moyennes et les pluviosités (**Fig I.2**)

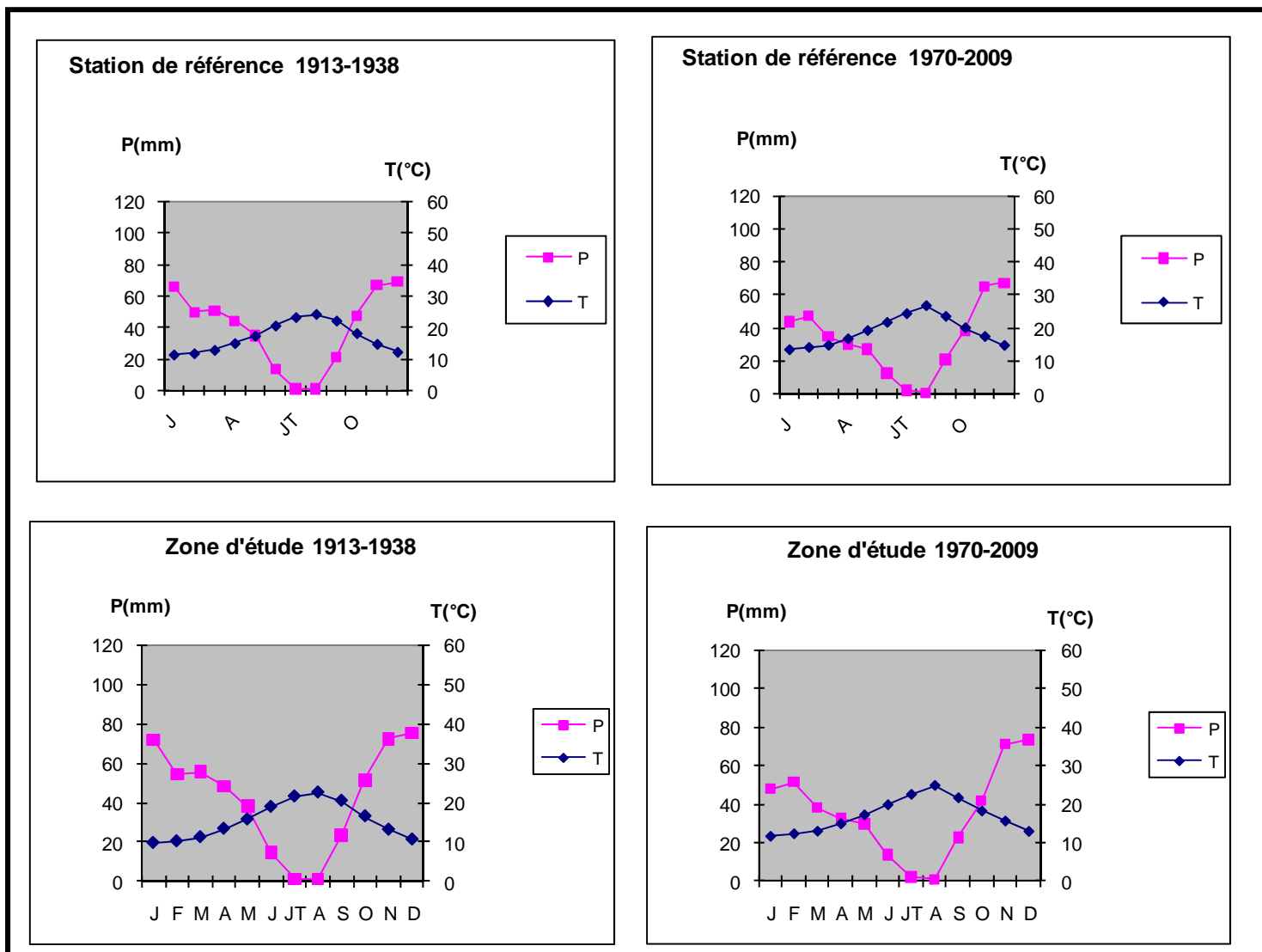


Fig I.2 : Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) de la station de référence et la zone d'étude.

Cette figure montre que soit pour la station de référence (Ghazaouet) ou la zone d'étude, la période sèche est bien accusée.

Les diagrammes Ombrothermiques établis montrent que la période sèche est en général bien définie dans le temps. Elle se manifeste clairement du mois de mai au mois de septembre, soit cinq mois (1913-1938) et du mois de mai jusqu'au mois d'octobre soit six mois (1970-2009), ce qui signifie donc un certain réchauffement.

4-5- Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger :

Cet indice climatique est le plus fréquemment utilisé pour caractériser le bioclimat d'une région méditerranéenne, il a été élaboré par **EMBERGER (1955)**. Celle-ci utilise un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur du quotient pluviométrique « Q2 » est reportée en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année « m » en abscisse.

A partir de cet indice « Q2 », **EMBERGER (1955)** a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (**Fig I.3**).

Ce quotient pluviométrique « Q2 » fait intervenir les précipitations, les températures maximales et minimales

STEWART (1969) a repris le quotient pluviométrique d'**EMBERGER** en le rendant plus pratique en vue d'une meilleure utilisation dans les conditions d'un pays comme l'Algérie.

$$Q2 = 3.43 * (P/M-m) \quad P : \text{Pluviosité moyenne annuelle (mm).}$$

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°K).

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°K).

EMBERGER classe les climats méditerranéens en faisant intervenir les deux facteurs essentiels, qui sont la sécheresse (représenté par le quotient pluviométrique Q2) et la température du mois le plus froid (m) qui élimine les espèces les plus thermophiles, (**DAJOZ, 1985**).

Les paramètres climatiques employés dans la caractérisation du climat sont consignés dans le tableau (**I.15**)

Tableau I.15 : Les paramètres climatiques caractérisant le bioclimat de la zone d'étude pour les deux périodes.

| Q2 | P (mm) | m (°C) | M (°C) | Périodes | Stations |
|-------|--------|--------|--------|-----------|----------------------|
| 72.79 | 466.79 | 7.0 | 29 | 1913-1938 | Station de référence |
| 59.41 | 390.05 | 8.8 | 31.33 | 1970-2009 | |
| 84.31 | 523.63 | 5.61 | 26.92 | 1913-1938 | Zone d'étude |
| 66.79 | 425.20 | 7.41 | 29.25 | 1970-2009 | |

Source : **SELTZER (1946)**, station de Ghazaouet (**2009**)

Le quotient pluviométrique ainsi calculé pour la station de référence de Ghazaouet pour la période 1970-2009 est de l'ordre de 59.41 ce qui localise dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver chaud, (**Fig I.3**)

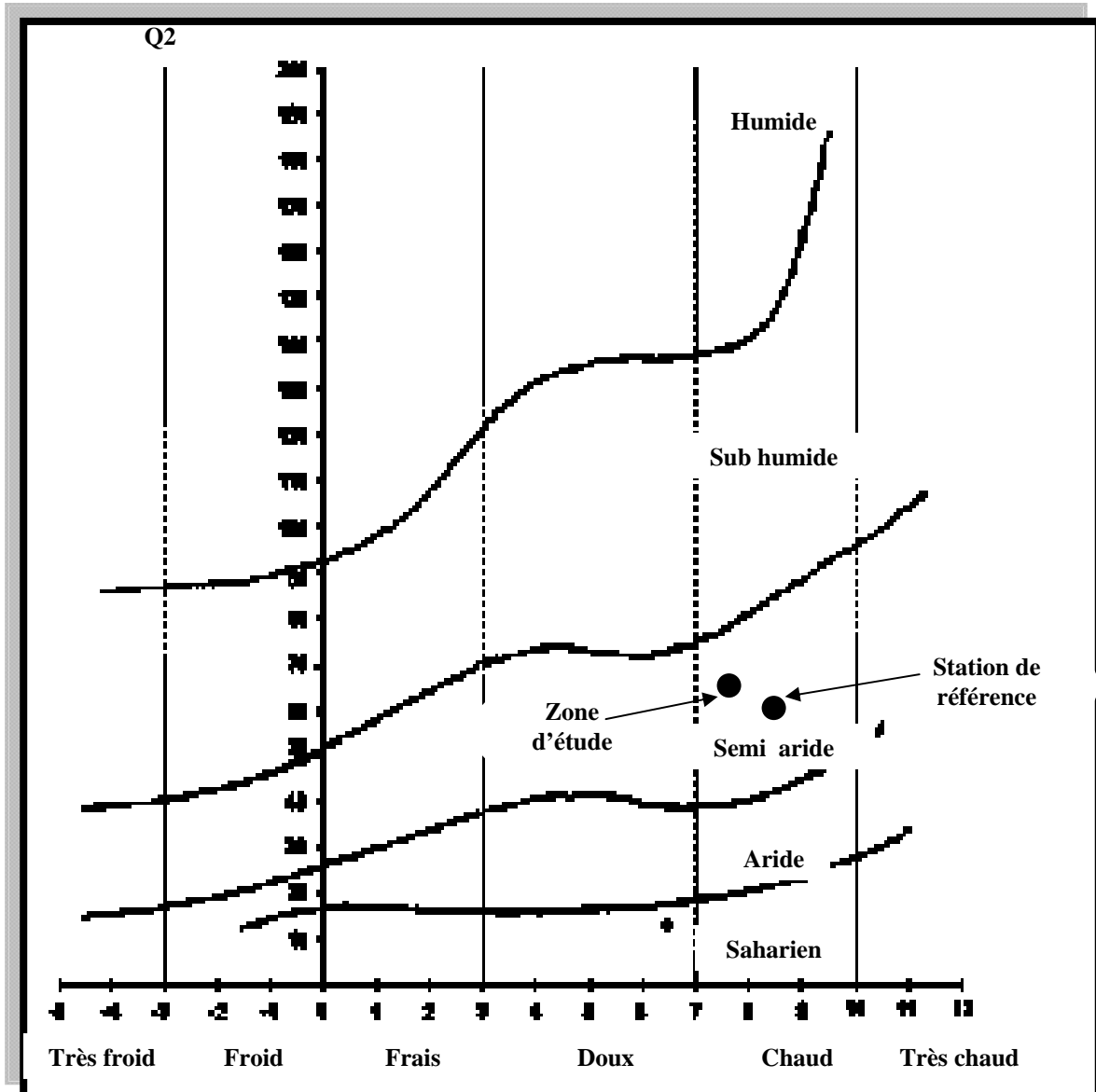


Fig I.3 : Climagramme d'EMBERGER.

Pour la zone d'étude, le quotient est de l'ordre de 66.79 ce qui localise également dans l'étage semi aride supérieur à hiver chaud, plus ou moins proche de la limite inférieure de l'étage subhumide, (**FigI.3**).

D'une façon générale, nous constatons à travers cette analyse, que cette région a subi un changement bioclimatique remarquable par rapport à la période ancienne. Les précipitations ont diminué de 10% et les températures ont augmenté. Ce changement, déjà signalé par nombreux auteurs (**BENABADJI & BOUAZZA,**

2000 ; QUEZEL ,2000) pour la région ouest a nettement accentué le caractère « aride » dominant de cette région.

5- La végétation : (Fig I.4)

La forêt est un écosystème richement marqué par l'activité humaine, mais aussi peuplée de flore et de faune souvent remarquables et dont sa protection s'impose, (BARBERO & LOISEL, 1984 ; ALKARAZ, 1982).

La superficie forestière occupée par la région des Traras Occidentaux est estimée à 6453 ha répartie comme suit :

- ✓ Commune de Bab el Assa : 700 ha
- ✓ Commune de Souk Tleta : 2098 ha
- ✓ Commune de Marsa Ben M'hidi : 2180 ha
- ✓ Commune de M'Sirda Fouaga : 1475 ha.

Les principales essences forestières de la région sont le pin d'Alep, le Thuya, l'Eucalyptus, le Cyprès et d'autres formations de la strate herbacée telles que ; *Juneperus Phoenicea*, *Chamærops humilis* , *Ampelodesma mauritanica* ...etc.

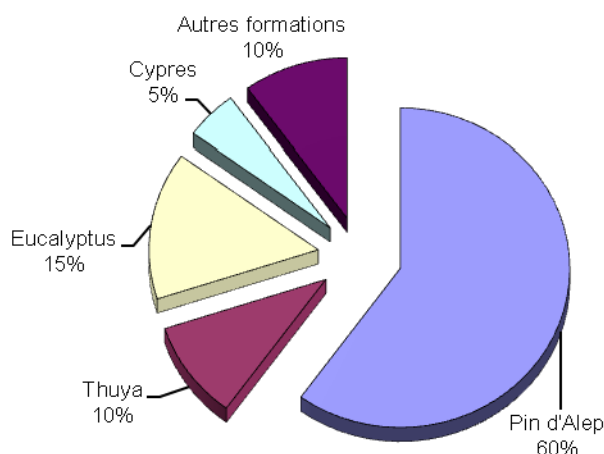


Fig I.4 : Diversité de la végétation forestière
(ANONYME, 2002)

D'une manière générale la végétation des Traras Occidentaux est représentée par des formations assez dégradées et perturbées dans leur ensemble.

Dans notre étude, et afin de réaliser la partie pratique nous avons choisi trois stations d'expérimentation :

- 1- Forêt domaniale de Tamarchalet (commune de Marsa Ben M'hidi) ; c'est une forêt purement de **pin d'Alep**.
- 2- Forêt domaniale de Tarasmout (commune de Souk Tleta) ; c'est une forêt mixte de **Thuya** et de pin d'Alep.
- 3- Terrain occupé par un peuplement de **Cyprès** issu d'un reboisement au niveau de la commune de M'sirda Fouaga.



Chapitre II

Monographie de la plante hôte



Chapitre II

Monographie de la plante hôte

1- Origine des résineux :

Les gymnospermes apparaissent pendant l'ère primaire, au carbonifère, il y'a 350 millions d'années.

Avec l'apparition des conifères, on peut parler de véritable révolution dans le monde végétal .c'est la première fois qu'une plante dispose d'un système reproducteur aérien, que l'embryon est enfermé dans une graine et que la tige est formé de tissus différenciés (conducteurs, soutiens, sécréteurs)

A la fin du primaire, il y'a 225 millions d'années, les forêts de fougères arborescentes ont complètement disparu laissant le champ libre aux conifères.

C'est au jurassique, période comprise il y'a approximativement 150 millions d'années que ceux-ci trouvèrent leurs apogée atteignant les 20 000 espèces, **(MESSAILI, 1995)**.

A la fin du secondaire, au crétacé (environ 65 millions d'années) le socle de la terre se divise en parties distinctes, le climat s'humidifie et l'oxygène se fait plus abondant. C'est à cette époque que les angiospermes font leur apparition, pour très vite supplanter les résineux et s'installer dans des endroits où ces derniers n'ont pas réussi à coloniser le terrain.

Actuellement, ce sont les angiospermes qui occupent la place prépondérante avec 240 000 espèces. Les gymnospermes ne sont plus représentées que par 650 espèces, **(ANONYME, 2002)**.

2- Critères de reconnaissance : (Fig II.2)

L'identification des arbres sur le terrain s'effectue généralement à partir des critères morphologiques. La plus part des résineux sont des persistants .ils ont des feuilles en forme d'aiguilles. Les fleurs mâles produisent en abondance des grains de pollen, les cônes femelles écailleux se ferment après la fécondation, puis se rouvrent pour libérer des graines souvent ailées, **(VADAKOVIC, 1991)**.

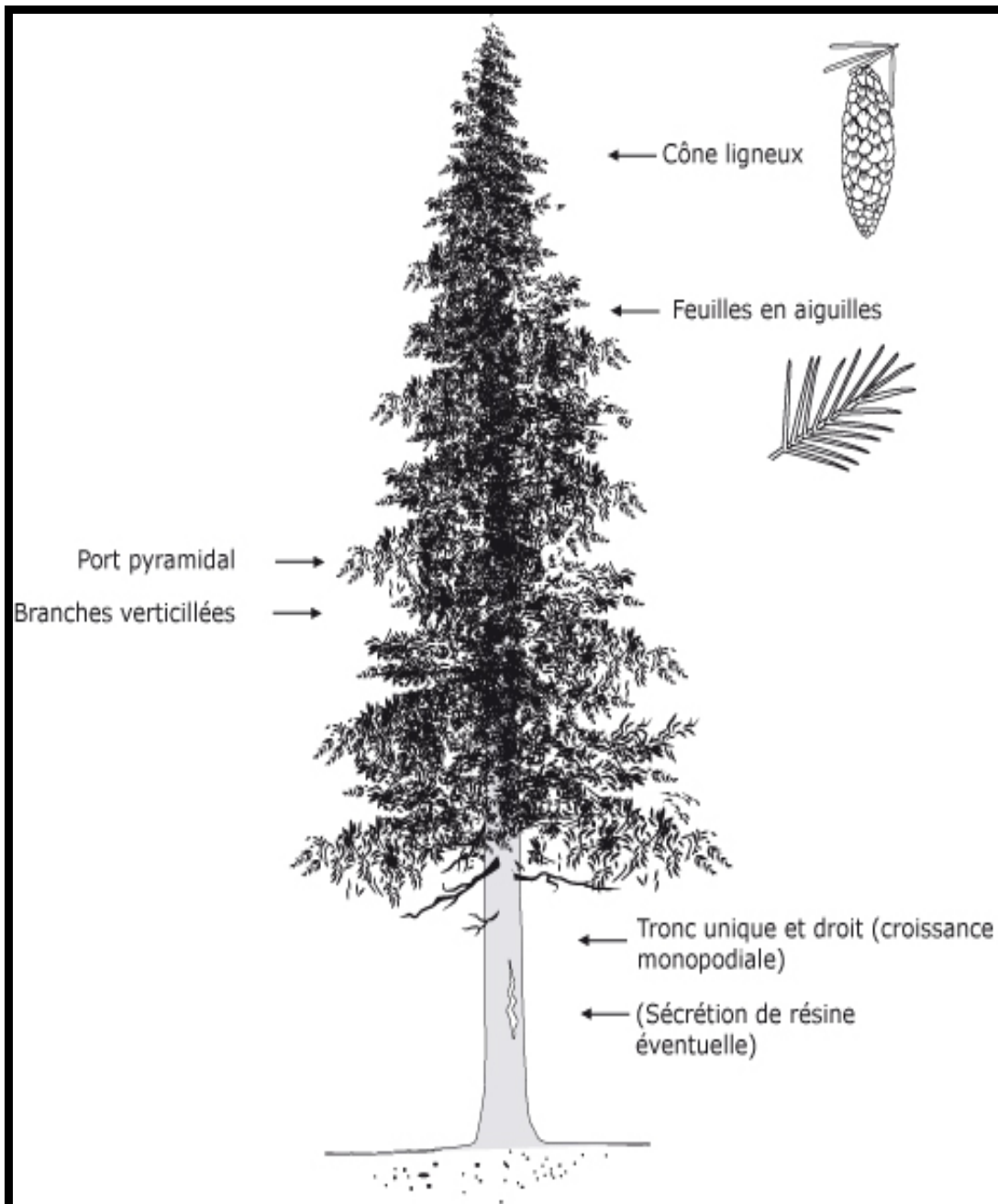


Fig II.2 : Illustration d'un résineux, (ANONYME, 2002)

3- Aire de répartition : (Fig II.1)

La majorité des peuplements résineux sont localisés dans l'hémisphère nord .ils forment des cordons ininterrompus de forêt dans les régions nordiques d'Eurasie, d'Amérique du nord ainsi que dans les régions montagneuses des régions tempérées et ce même celles à sécheresse estivale prononcée.

Dans l'hémisphère sud par contre les résineux sont moins pressent, moins nombreux et sont distribués par taches dans des zones disjointes. La plupart des genres que l'on retrouve dans cet hémisphère sont typiques de cette zone. Il en va de même pour les espèces d'Afrique du nord et d'Asie, (ANONYME, 2002).

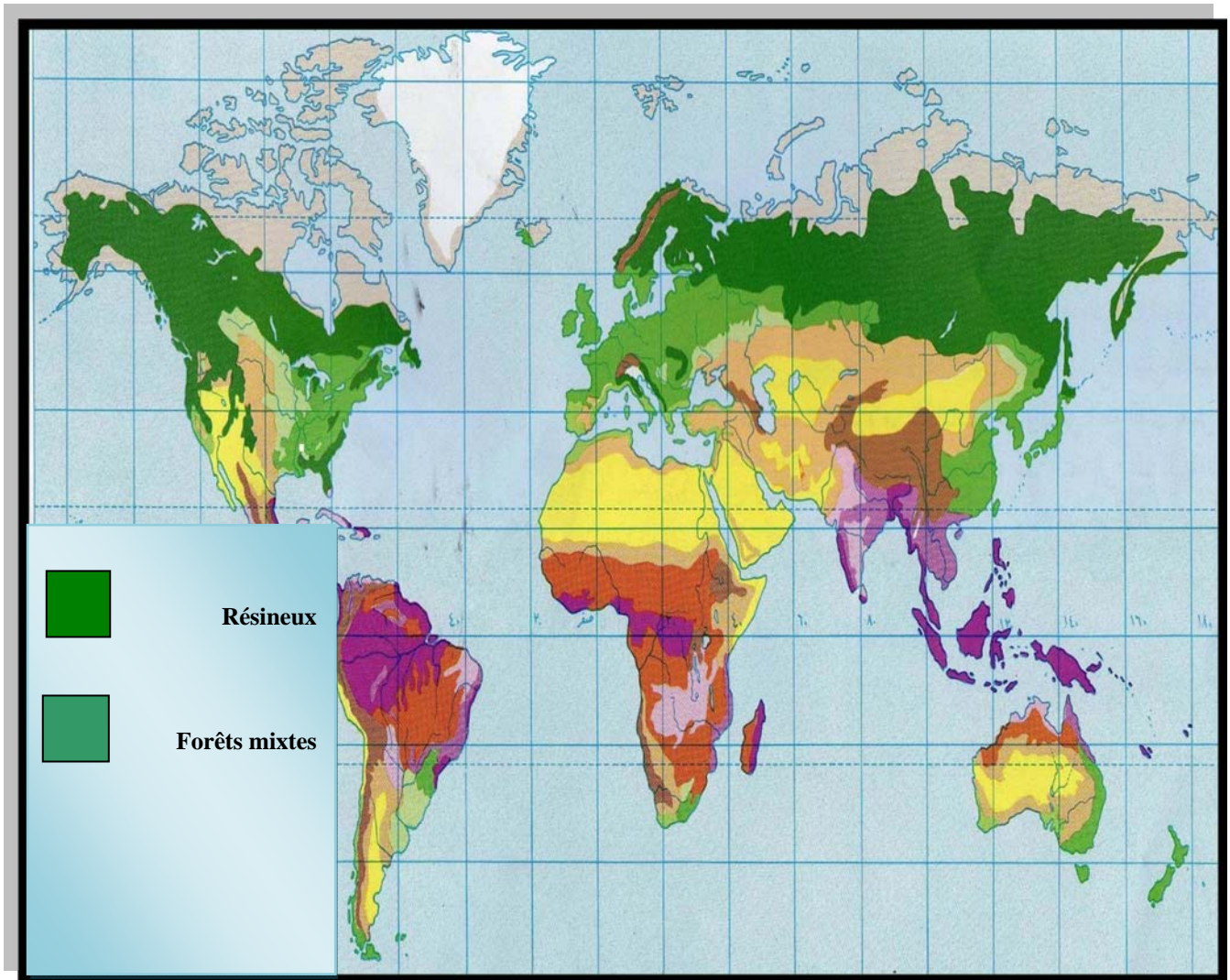


Fig II.1 : Aire de répartition des résineux, (LAAROUK.1998)

4- Espèces résineuses actuelles :

Le tableau (II.1) présente une liste des genres résineux des deux hémisphères , (ANONYME, 2002) .

Tableau II.1 : Liste des genres résineux des deux hémisphères.

| Genre | Famille | Ordre | Classe |
|-----------------------|-----------------|----------------|---------------|
| <i>Abies</i> | Pinacées | Pinales | Coniferinae |
| <i>Pseudotsuga</i> | | | |
| <i>Picéa</i> | | | |
| <i>Tsuga</i> | | | |
| <i>Larix</i> | | | |
| <i>Cedrus</i> | | | |
| <i>Pinus</i> | | | |
| <i>Sequoia</i> | Taxodiacées | Cupressales | |
| <i>Sequoiadendron</i> | | | |
| <i>Metasequoia</i> | | | |
| <i>Taxodium</i> | | | |
| <i>Cryptomeria</i> | | | |
| <i>Cupressus</i> | | | |
| <i>Chamaecyparis</i> | Cupressacées | | |
| <i>Thuja</i> | | | |
| <i>Juniperus</i> | | | |
| <i>Microstrobos</i> | Podocarpacees | Podocarpales | |
| <i>Phyllocladus</i> | | | |
| <i>Saxegothaea</i> | | | |
| <i>Microcachrys</i> | | | |
| <i>Dacrydium</i> | | | |
| <i>Podocarpus</i> | | | |
| <i>Acmopyle</i> | | | |
| <i>Agathis</i> | Araucariacées | Araucariales | |
| <i>Araucaria</i> | | | |
| <i>Cephalotaxus</i> | Cephalotaxacées | Cephalotaxales | |
| <i>Taxus</i> | Taxacées | Taxales | Taxinae |
| <i>Austrotaxus</i> | | | |
| <i>Pseudotaxus</i> | | | |
| <i>Nothotaxus</i> | | | |
| <i>Torreya</i> | | | |
| <i>Amentotaxus</i> | | | |

5- Etude de la plante hôte :

5-1- Taxonomie :

La taxonomie des espèces étudiées est consignée dans le tableau (II.2).

Tableau (II.2) : Taxonomie de la plante hôte.



| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <i>Cupressus sempervirens</i> | <i>Tetraclinis articulata</i> | <i>Pinus halepensis</i> | |
| Spermaphytes | Spermaphytes | Spermaphytes | Embranchement |
| Gymnospermes | Gymnospermes | Gymnospermes | Sous embranchement |
| Pinopsida | Pinopsida | Vectrices | Classe |
| Pinales | Pinales | Coniférales | Ordre |
| Cupressacea | Cupressacea | Abiétacées | Famille |
| <i>Cupressus</i> | <i>Tetraclinis</i> | <i>Pinus</i> | Genre |
| <i>sempervirens</i> | <i>articulata</i> | <i>halepensis</i> | Espèce |

5-2- Caractères botaniques :

5-2-1- Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (Fig II.4)

La **longévité** du Pin d'Alep est estimée à 150 ans avec une moyenne de 120 ans, (ANONYME, 1987).

L'arbre a une **taille** de 30 m de haut dans les conditions les plus favorables. Elle dépasse en général 20 m en station moyenne.

Le **tronc** est large bien souvent noueux et tordu.

L'**écorce** est grise et lisse au début, puis épaisse et crevassée tournant au rouge – brun avec les années ; très inflammable et contient une quantité notable de tanins.

Le **port** est conique chez les jeunes sujets puis arrondi à l'aspect assez clairsemé car les faisceaux sont situés à l'extrémité des rameaux.

Les **feuilles** (aiguilles) sont persistantes, aromatiques, verts vif. Elles mesurent 5 à 10 cm de long, fines et molles, aiguilles pointues, réunies en faisceaux de deux.

Les **bourgeons** sont ovoïdes, aigus d'un brun rougeâtre à écailles libres réfléchies au sommet.

Les **cônes** sont longs coniques, ovoïdes de 6 à 12 cm de couleur ocre clair cendré, contenant des graines ailées comestibles.

L'**enracinement** est pivotant dans des sols profonds et superficiel sur les sols squelettiques.

La **floraison**, au printemps (avril – mai) unisexuée sur les pousses de l'année, les femelles bourgeons écailleux ovoïdes à l'extrémité des rameaux et les males formant des petits chatons chargés de pollen.

Le **bois** est assez tendre, de densité moyenne 0.5 à 0.8, de qualité médiocre. Les canaux résinifères sont gros apparents espacés et sécrétant une résine abondante.

Le **bois** se dessèche rapidement, utilisé en caisserie pour les poteaux, la pâte à papier et pour la fabrication des panneaux de particules, (**KADIK, 1987**).

Le pin d'Alep donne environ 3 kg de **résine** par arbre et par an.



Inflorescence



Cône

Fig II.4: pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (Originale).

5-2-2- Le Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) (Fig II.5)

La **longévité** du Thuya est estimée à 80 ans.

Les **feuilles** persistantes sont opposées et en forme d'écailles, sauf les jeunes pousses qui ont un feuillage juvénile en aiguilles. Les écailles sont disposées sur quatre rangs le long des rameaux. Ceux-ci sont aplatis et paraissent comme articulés, (**HADJADJ, 1995**).

Les **cônes** sont petits et peu visibles, se trouvent à l'extrémité des rameaux. Les **cône** atteignent à maturité une taille de 15 à 20 mm de diamètre. Ils sont formés de 6 à 12 écailles opposées, coriaces, imbriquées.

L'arbre peut atteindre une **taille** de 8 à 12 m.

Le **port** est conique, aux ramifications érigées, aux ramilles écailleuses disposées sur un même plan et verticalement aplaties.

L'**écorce** est fine, de couleur brun rougeâtre.

Les **fruits** ; sont des petites strobiles, charnues, ovoïdes d'un vert bleuâtre. Chaque strobile est composé de 6 à 8 écailles mucronées contenant 1 ou 2 graines non ailées, (ARAHOU, 1982).

La **floraison** ; au début du printemps (mars).

Le **bois** du thuya est très léger, tendre et aromatique .Il peut se fendre facilement et résiste bien à la pourriture.



Feuille



Cône

Fig II.5 : Thuja (*Tetraclinis articulata*) (Originale).

5-2-3- Le Cyprès vert (*Cupressus sempervirens*) (Fig II.6)

Arbre à grande **longévité**, monoïque et thermophile, au **tronc** rectiligne à l'**écorce** d'un gris brunâtre fibreuse et striée verticalement, les **rameaux** écailleux sont bruns, (BECKER & PICARD & TIMBAI, 1982).

Le **port** est élancé, conique, en étroite colonne compact et dense.

Le **feuillage** ; persistant, aromatique, vert foncé. Les feuilles sont des écailles cypressoides, opposées, décussées, imbriquées, légèrement aplaties.

Les **fleurs** ; à l'extrémité des rameaux, chatons males jaune à brun clair chargés en pollen pouvant être allergisants (en février – mars), les femelles globuleux verts réunis à l'extrémité des jeunes pousses.

Les **fruits** ; strobiles, globulaires, vertes (3.5 à 4 cm) et brillantes, légèrement mucronées à 6 – 14 écailles ligneuses polygonales d'un brun clair à brun foncé à maturité (tous les deux ans), contenant de nombreuses graines ailées, (**CAMUS, 1914**).

L'arbre a une **taille** moyenne 20-30m. On distingue différentes formes de Cyprés qui par sélection, ont donné des variétés aujourd'hui bien distinctes, reproduites par bouturage. On distingue notamment une forme aux branches horizontales et houppier conique : *Cupressus sempervirens* « *horizontalis* » et une forme colonnaire qui forme un fuseau plus ou moins étroit : *Cupressus sempervirens* « *pyramidalis* » ou « *stricta* », (**LETREUCH, 1991**).



Feuille avec cônes



Cône

Fig II.6 : Cyprés commun (*Cupressus sempervirens*) (Originale)

5-3- Ecologie :

Il est intéressant de chercher à tracer brièvement les exigences écologiques des espèces étudiées dans le pourtour méditerranéen. Leur répartition géographique dépend de leurs caractéristiques écologiques, car leurs exigences décident de leurs implantations et des soins qu'il faut leur apporter, (**ZERAIA, 1980**).

5-3-1- Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

Le pin d'Alep est une essence méditerranéenne à caractère continental de **tempérament** robuste et très plastique puisqu'elle s'adapte à des conditions

écologiques difficiles. C'est une essence aussi xérophile, thermophile et héliophile, (**LETREUCH, 1991**). Sa **régénération** est très abondante après incendie mais il ne résiste pas aux incendies répétés. La **multiplication** se fait par semis sous châssis au printemps ou semis de graines fraîches à l'automne.

Le pin d'Alep peut se rencontrer de la basse **altitude** jusqu'à 2200 m. Il demande une **tranche pluviométrique** annuelle de 400 mm et une **température** moyenne de 14°C. Il peut supporter des amplitudes thermiques très élevées et une forte sécheresse atmosphérique, (**BOUDY, 1955**). Il résiste au froid, il supporte rarement des températures inférieures à - 10°C.

C'est une essence indifférente à la nature de la **roche mère** et au **pH**, (**BOUDY, 1950**). Elle supporte un taux élevé de calcaire actif surtout dans les substrats chauds et bien drainés, en particulier les sols squelettiques. Elle préfère les **sols** calcaires ou argilo-calcaires.

5-3-2- Le Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*)

Le thuya est une espèce se cantonnant dans la portion méridionale du bassin méditerranéen occidental (Afrique du nord). La plus grande partie de l'aire se situe en **ambiance bioclimatique** semi- aride à variante tempérée, douce, chaude et très chaude, (**ARAHOU, 1986**). Le thuya se développe aussi dans le sub-humide chaud, doux et tempéré sur **sol** filtrant (calcaire) de forte **pente** et sur **exposition** chaude. En plus, il peut se trouver aussi dans l'aire supérieure sous un état mal venant largement dominé par des espèces plus xérophiles : *Argania spinosa*, *Acacia gummifera* et *Stippa tenacissima*.

Les peuplements de thuya sont liés aux variantes chaudes et tempérées du thermo- méditerranéen sub -humide ou aride. Le Thuya donc réputé par ces caractères écologiques : xérophiles et rustiques, Il est indifférent à la nature chimique du **substrat** ; cependant, sur les **sols** argileux lourds, mal drainés il cède la place au lentisque et à l'oléastre.

La **multiplication**, se fait par semis au printemps de graines récoltés à l'automne car la capacité germinative est assez faible environ une année, par marcottage ou par bouturage de tiges aoûtées.

5-3-3- Le Cyprès vert (*Cupressus sempervirens*)

Le Cyprès vert résiste à une **température** jusqu'à – 20 °C. Comme beaucoup de plantes méditerranéennes, c'est le froid humide en hiver qui peut être préjudiciable à sa longévité, (ALIFRIQUE, 1995).

Pour le **sol** ; indifférent, drainé, si non ras même sec et calcaire. Le Cyprès préfère un **sol** riche profond, plutôt bien drainé (arrosé), mais force de constater qu'il s'adapte parfaitement aux sols pauvres et secs. Sa croissance sera alors bien sur moins rapide et plus limitée. Un sol trop humide peut entraîner le développement des champignons parasites, (BENJAMAA, 2004).

C'est une espèce excellente vis-à-vis la **résistance** au vent et la sécheresse, (ARFAOUI, 2002).

La **multiplication** se fait par semi au printemps après avoir pris soin de conserver les graines au froid durant trois mois (pour respecter la dormance), bouturage en fin d'été, (BOUJEMAA & CHERNI, 2005).

5-4- Aire de répartition : (Fig II.7)

5-4-1- Dans le bassin méditerranéen :

Le **Pin d'Alep** est une essence typique du pourtour méditerranéen : France, Italie, Grèce, Afrique du Nord.

Le **Thuya** est une espèce cantonnant essentiellement dans la portion méridionale du bassin méditerranéen occidental (Afrique du Nord) à l'exception de deux îlots : l'un au sud est de l'Espagne (Almeria) et l'autre à l'île de Malte. C'est une espèce originaire des régions tempérées de l'hémisphère nord.

Les plus vastes peuplements d'Afrique du Nord sont observés au Maroc, (DESTREMEAU, 1974 ; BENABID, 2000).

Le **Cyprès** est une espèce originaire du bassin méditerranéen et Proche – Orient, (METRO, 1958) .Pour certains auteurs il serait originaire de l'île de Chypre et de là il se serait propagé en Grèce, Turquie ...etc.

5-4-2- En Algérie :

Le **Pin d'Alep**, est une essence qui occupe la plus grande surface forestière, son aire couvre 880.000 ha. Il se trouve en Oranie, sur le tell Algérois et sur l'Atlas saharien.

Le **Thuja** occupe des vastes surfaces de l'ouest depuis 200 jusqu'à 1400 m. Elle est ré pondue en Oranie et l'Atlas tellien, (**HADJADJ, 1995**).

Le **Cyprès** serait très anciennement naturalisé partout ailleurs. Quoi qu'il en soit en Afrique du Nord et tout particulièrement en Algérie ou il s'adapte à nos climats secs sous forme de deux variétés ; horizontalis et pyramidalis, (**LETREUCH, 1991**).



Fig II.7 : Aire de répartition de la plante hôte, (ANONYME, 2002).

5-5- Utilisation :

Les résineux représentent un des genres ligneux les plus importants dans nos forêts. La plus part sont appréciés pour leur multiple usages (bois, résine, ...etc.).

En outre ces importances économiques, les résineux contribuent à la protection des sols contre les différents types d'érosion et constituent aussi une aire de loisir, **(KHEILIFI, 1987)**.



Chapitre III

Matériel et méthodes



Chapitre III

Matériel et méthodes

1- Choix des stations :

Selon **LAMOTTE (1969)**, la station doit être la plus homogène possible, si on considère ses caractéristiques pédologiques, floristiques, climatologiques et topographiques.

Afin d'analyser l'action de certains facteurs forestiers comme la nature et la composition du peuplement et l'abondance du sous bois sur les populations d'insectes, notre choix consiste à prendre trois stations d'observation.

Ce choix s'est fait cependant après une prospection plus large du massif forestier de la région en prenant compte les points suivants :

- 1- L'accessibilité des stations.
- 2- L'intensité de l'attaque.
- 3- L'exposition (versant nord, sud, est et ouest).
- 4- L'altitude.
- 5- La topographie.
- 6- Toutes les possibilités de variations climatiques qui influent sur le développement de l'insecte seront considérées.

2- Installation des stations : (Fig III.1)

Lors de l'installation des trois stations, nous étions équipés de certains matériels forestiers comme :

- 1- le clésimètre pour déterminer la pente et l'exposition.
- 2- l'altimètre pour préciser l'altitude.
- 3- une carte d'état major : Cap Mionia FN° :237, échelle 1/50000.

3- Description des stations :

Pour décrire les trois stations d'étude, nous avons pratiquement effectué plusieurs sorties sur terrain, ainsi des visites périodiques aux communes concernées, au service de météorologie (Ghazaouet) et aux services des forêts pour récapituler le maximum des données concernant les facteurs édaphoclimatiques et la végétation.

**Station 01
(FD TAMARCHALET)**



C^{ne} MARSABEN M'HIDI

**Station 02
(FD TARASMOUT)**



C^{ne} SOUK TLETA

**Station 03
(Pt Cyprès)**



C^{ne} M'SIRDA FOUAGA

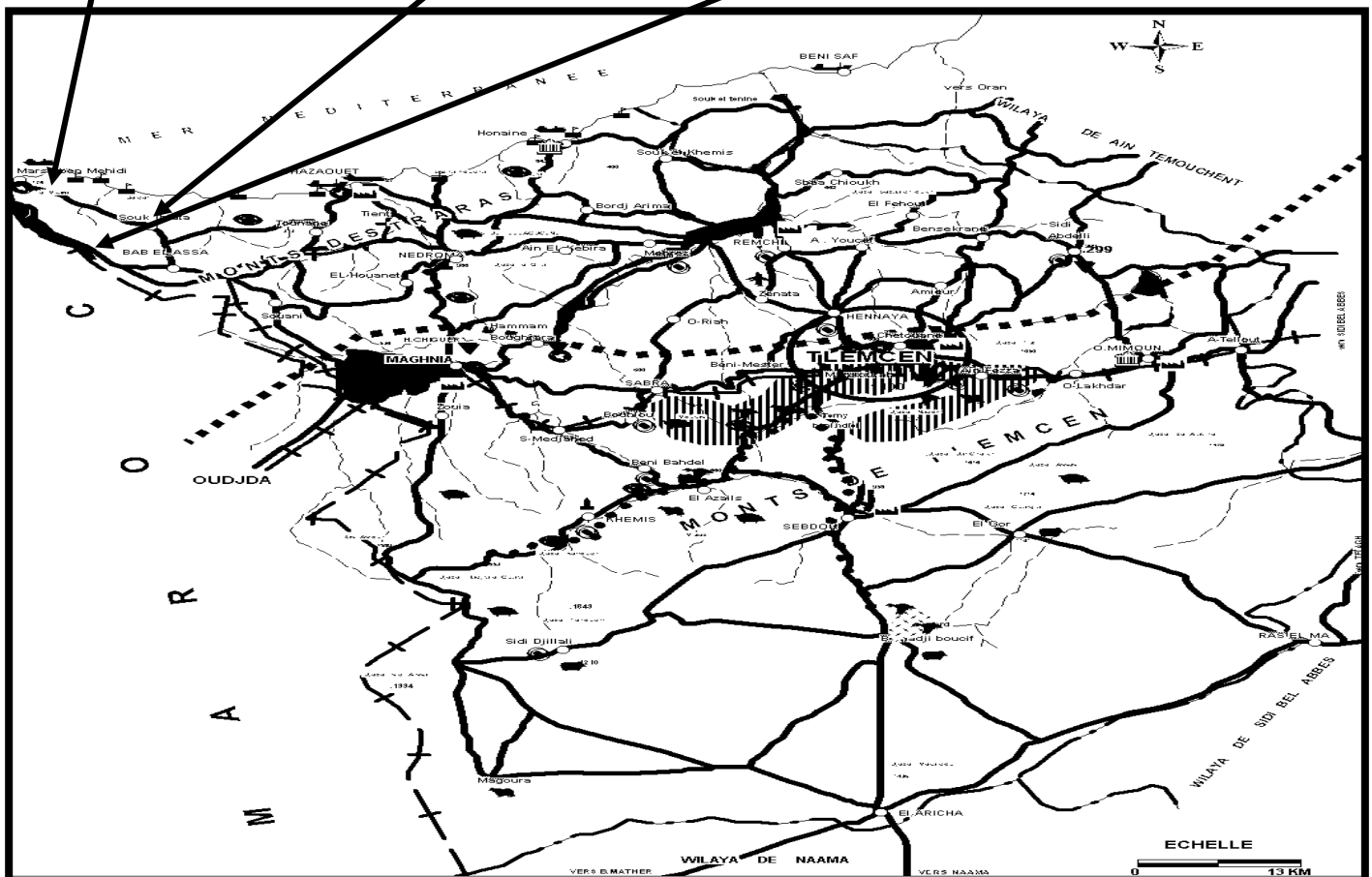


Fig III.1 : Situation des trois stations au niveau de la wilaya de Tlemcen, (ANONYME, 2006(a)).

3-1- Station 01 : pin d'Alep. (FigIII.2)

Le lieu dit « Tamarchalet », massif qui fait partie de la commune de Marsa Ben M'hidi .Elle est située au nord est du chef lieu de la commune. Géographiquement, elle est localisée entre les deux cordonnées :

X1 : 206 Y1 : 57.5

X2 : 208 Y2 : 60.5

Elle est limitée :

- ✓ Au nord par la mer méditerranée.
- ✓ Au sud est la commune de M'sirda Fouaga.
- ✓ A l'ouest, la frontière marocaine.

Le massif forestier a une superficie d'ordre de 332 ha. La station repose sur un terrain accidenté avec une pente de 25 % exposé au versant nord avec une altitude de 100m.

La forêt est caractérisée par un climat de type méditerranéen, semi aride frais. Le climat est caractérisé par une saison chaude et sèche se prolongeant au delà de l'été jusqu'au mois d'octobre et une saison froide de novembre à avril pendant laquelle les pluies tombent sous forme d'averses de courte durée souvent assez violents, (ANONYME, 2006(a)).

Les précipitations annuelles ne dépassent pas 350 mm/an, Les températures extrêmes varient de 10°C à 32°C, les vents dominants sont généralement de direction nord est au nord ouest et de l'ouest au sud ouest, (ANONYME, 2006(a)).

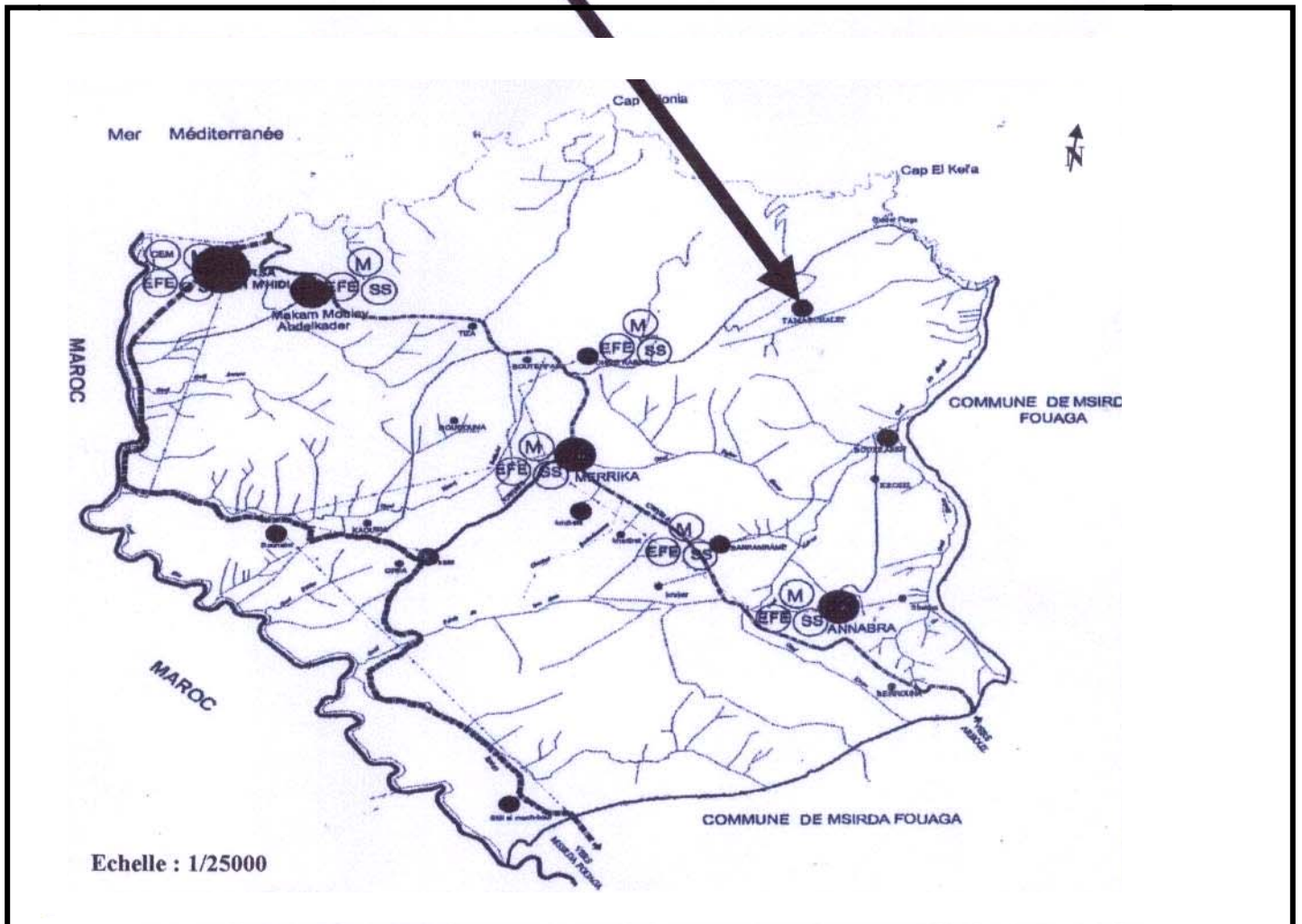


Fig III.2 : Localisation de la station 01 (FD Tamarchalet), (ANONYME, 2006(a)).

La station est caractérisée par un sol constitué principalement des marnes et d'argiles permettant de favoriser le ruissellement et par conséquent de provoquer l'érosion hydrique (érosion en nappes) et éolienne sur les sommets, (ANONYME, 2003_(a)).

Le taux de recouvrement de la station en végétation est d'ordre de 75%. Elle est caractérisée par la monospécificité de la plantation qui est composée du pin d'Alep (100%). On trouve aussi quelques espèces de la strate herbacée comme *Calycotome intermedia*, *Chamoerops humilis*, *Juneperus phoenicia*, *Erica multiflora*, *Lavandula dentata*, *Ampelodesma mauritanica* etc.

3-2- Station 02 : *Thuya de berberie*. (FigIII.3)

Le lieu dit « Tarasmouth », fait partie de la commune de Souk Tleta .La station est située au nord ouest du chef lieu de la commune. Elle est limitée :

- ✓ Au nord par la mer méditerranée.
- ✓ Au sud par la commune de Bab El Assa.
- ✓ A l'ouest par la commune M'sirda Fouaga.
- ✓ A l'est par la commune de Souahlia.

La superficie de la forêt est estimée à 503 ha, elle repose sur un terrain très accidenté avec une pente supérieure à 25 %.

Le climat caractéristique du massif est de type méditerranéen, assez froid et pluvieux en hiver, sec et chaud en été. Elle est favorisée par l'influence maritime qui lui permet la pratique de certaines spéculations agricoles particulières, (ANONYME, 2006**(b)**). La température minimale moyenne est de 10°C en hiver, en été la température moyenne maximale varie entre 20°C et 30°C. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées varient entre 300 et 400mm. Les gelées sont très rares. Les vents dominants sont généralement de direction nord ouest, (ANONYME, 2006**(b)**).

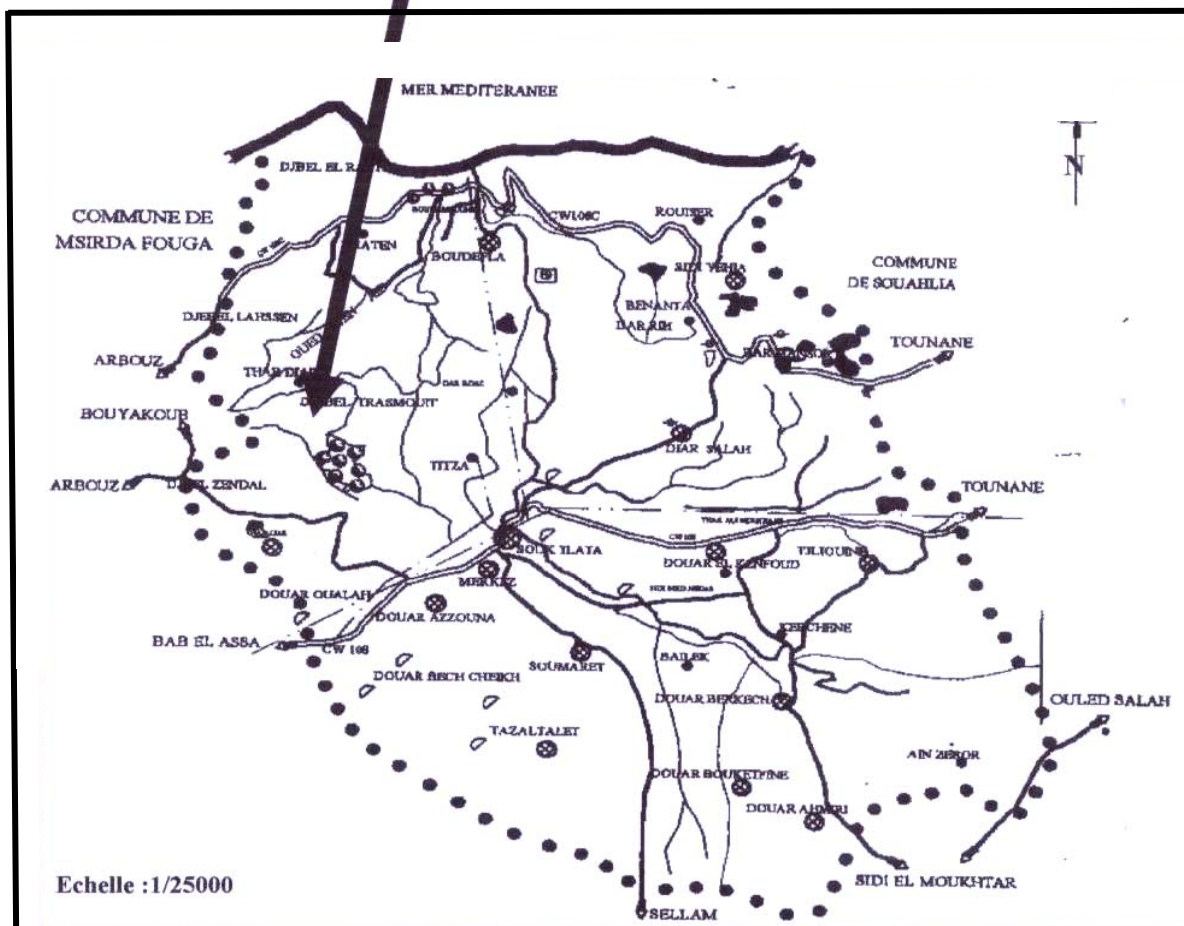


Fig III.3 : Localisation de la station 02 (FD Taramsmouth), (ANONYME, 2006(b)).

Les sols sont représentés dans l'ensemble par les types Solonetz (argilo marneux), leur texture formée au dépend des marnes salifères est très lourde. Elle se gonfle en humidifiant et donne de larges fentes en séchant. Ces dernières permettent aux eaux de circuler profondément et de provoquer des risques d'érosion hydrique et de glissement de terrain, (**BOUCHENAFI, 1995**).

Le taux de recouvrement de la station en végétation est d'ordre de 60%. La végétation caractéristique de la station est mélangée de deux espèces forestières principales ; le pin d'Alep (70%) et le Thuya (30%). Le peuplement du Thuya dans cette station est bien venant vis-à-vis les conditions édaphoclimatiques. On trouve aussi le *Chamaerops*, *Lavendula*, *Ampelodesma mauritanica* etc.

3-3- Station 03 : Cyprès commun. (FigIII.4)

La station est installée au niveau de la commune de M'sirda Fouaga. Elle est limitée :

- ✓ Au nord par la mer méditerranée.
- ✓ Au sud par la limite frontalière (Maroc).
- ✓ A l'est par la commune de Bab El Assa.
- ✓ A l'ouest par la commune de Marsa Ben M'hidi.

Le peuplement est engendré par un climat de type méditerranéen, semi aride caractérisé par un hiver doux et un été moyennement chaud. Les températures enregistrées au niveau de la station sont comprises entre 12°C pour les mois froids (décembre- janvier) et 30°C pour les mois chauds (juillet – août).

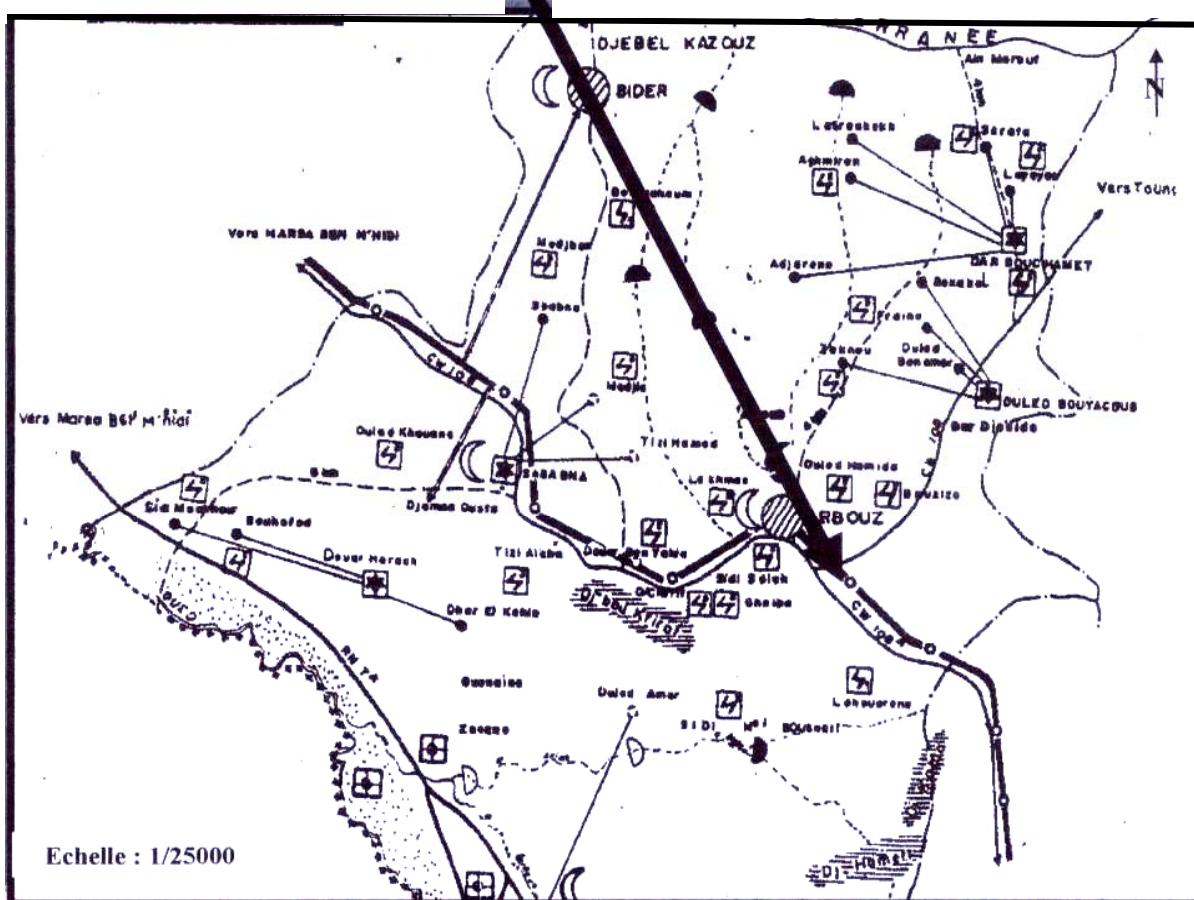
Les précipitations sont de l'ordre de 300 à 350 mm/an.

Les vents dominants sont des vents venants du nord provoquant en effet des dégâts ; la dégradation des plantations. La station repose sur un sol de type calcaire argileux, avec une pente plus de 25 %, ce qui provoque un risque d'érosion remarquable, (**ANONYME, 2006(c)**).

Le taux de recouvrement de la station en végétation est d'ordre de 60%. Elle est caractérisée par un mélange d'espèces ; le pin d'Alep et le Cyprès.

Le Cyprès est installé le long de la route, c'est un peuplement issu d'un reboisement qui permet de fixer le sol comme brise vent .La station est caractérisée

aussi par d'autres espèces de la strate herbacée comme *Chamaerops*, *Juneperus*
etc.



**Fig III. 4: Localisation de la station 03 (peuplement de Cyprès),
(ANONYME, 2006(c)).**

4- Méthodes d'échantillonnage des insectes :

Dans les trois stations d'étude, comme tout autre écosystème forestier, vit une entomofaune diversifiée tant sur le plan systématique que sur le plan régime alimentaire. Son importance économique pour les arbres passe inévitablement par son inventaire, l'étude de son mode alimentaire et son impact sur la vigueur des arbres hôtes, (**BOUKRERIS, 2008**).

Pour établir la liste des insectes vivant aux dépens du pin d'Alep, du Thuya et du Cyprès de la région des Traras Occidentaux, nous avons recouru à plusieurs méthodes couramment utilisées dans le domaine de l'entomologie.

La réalisation de telle étude passe avant tout par une prospection large du terrain et s'appuie sur différentes méthodes d'échantillonnage et de prélèvement des organes des arbres. Dans la plus part des cas, il est indispensable de conserver les individus récoltés afin de les identifier correctement et surtout pour gardes une empreinte des échantillons observés, dont l'identification pourra toujours être vérifiée dans l'avenir par un spécialiste, (**LACHGUEUR, 2010**).

Un autre volet de notre travail est consacré à l'étude des niveaux d'infestation des principaux ravageurs recensés.

4-1- Matériel requis pour la récolte :

- ✓ Un calepin de notes et un crayon :

Le calepin sert à noter les informations de base de la récolte, (**ANONYME, 2001**).

- 1- la date de capture.
- 2- L'endroit de la capture.

Il est aussi préférable d'ajouter quelques notes biologiques pour enrichir la valeur scientifique de la collection, par exemple :

- la plante hôte.
- La température et l'humidité
- L'heure de capture
- Observations comportementales (accouplements – ponte ...)
- Le stade larvaire.

- ✓ Des contenants pour la récolte :

Nous avons utilisé des petites boites (pots) transparents et des tubes.

✓ Un poison :

L'acétate d'éthyle est le solvant le plus utilisé. Un substitut de l'acétate d'éthyle est le dissolvant à vernis à ongles.

✓ Une pince souple.

✓ Un sécateur.

4-2- Méthodologie adoptée:

4-2-1- Eude sur terrain :

Les sorties sur terrain ont eu lieu deux fois par mois du 19 mars 2009 au 25 décembre 2009, soit 18 sorties. Le travail consiste en premier lieu à des observations préliminaires sur la phénologie de l'arbre (feuillaison, floraison, débourrement ...etc.) avant de procéder éventuellement à l'inventaire des insectes inféodés à l'arbre par des observations visuelles et des méthodes de capture classiques, (**MOURO, 2001**).

Diverses méthodes de capture peuvent être utilisées pour capturer les insectes et elles dépendent de l'habitat où ils vivent : feuillage, écorce, rameaux, fruits et de la façon dont ils se déplacent, au vol ou à la marche.

Pour l'étude des niveaux d'infestation de certains ravageurs, trois parcelles de 120 arbres chacune ont été choisies, la première dans la forêt domaniale « Tamarchalet » (Marsa Ben M'hidi), la deuxième dans la forêt domaniale « Tarasmouth » (Souk Tleta) et la troisième dans le peuplement de Cyprès au niveau de la commune de M'Sirda Fouaga. La méthode utilisée dans cette étude est la même que celle de **FOURI (1978)**. Elle est basée sur les observations visuelles et minutieuses des arbres atteints.

4-2-1-1- Prélèvement des rameaux feuillés :(Fig III.5)

Pour mettre en évidence la faune entomologique qui vit sur les feuilles et les rameaux, nous avons procédé aux prélèvements des rameaux feuillés de 30 à 50 cm de longueur, durant le mois de mars 2009 au mois de septembre 2009 avec une fréquence de deux fois par mois. Les feuilles enlevées des rameaux et ramenées au laboratoire ont fait l'objet d'une observation minutieuse sous la loupe binoculaire.

Les insectes ainsi observés sont prélevés et mis dans l'alcool afin de les conserver et leurs larves sont mises à l'élevage.

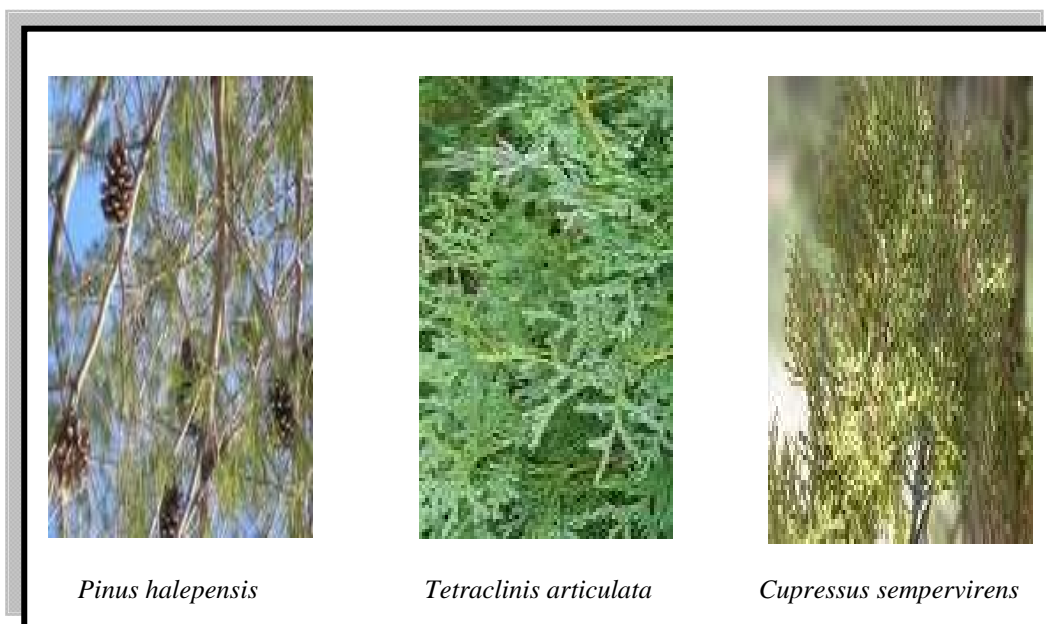


Fig III.5 : Prélèvement des rameaux feuillés (Originale)

4-2-1-2- Prélèvement des glands :(Fig III.6)

En juillet 2009, nous avons récolté 100 glands mûrs de pin d'Alep, de Thuya et de Cyprès. Cette opération a concerné les glands tombés par terre et ceux récoltés directement de l'arbre. Tous les échantillons ont fait l'objet des analyses de leur état d'attaque (absence ou présence des trous, nombre de trous etc.). Les glands sont mis ensuite dans des boîtes en plastique aérées et déposées au laboratoire afin de récupérer l'entomofaune qui y vit.

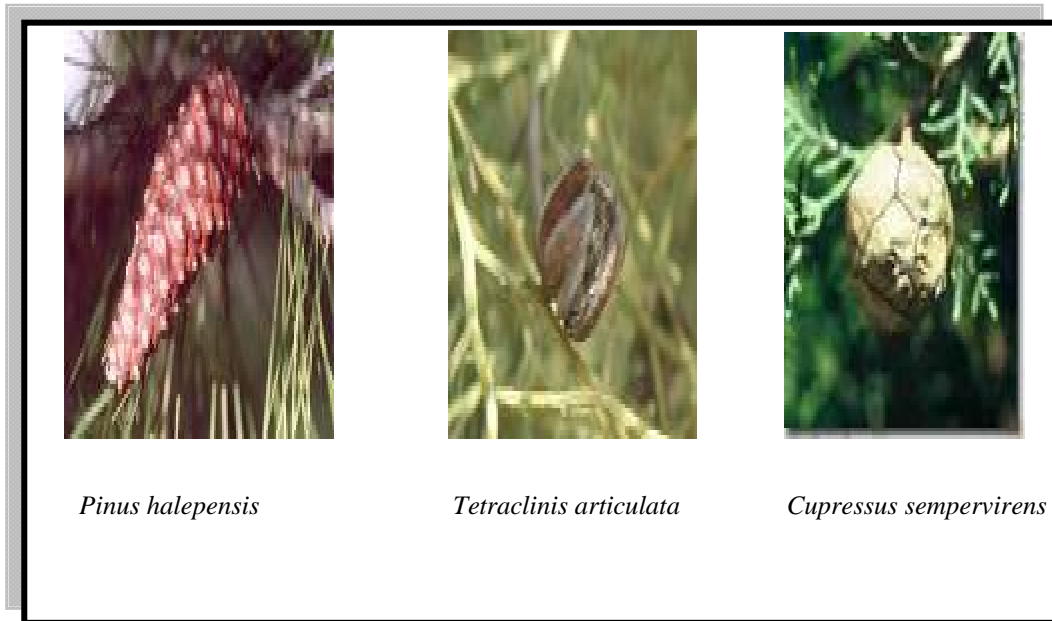
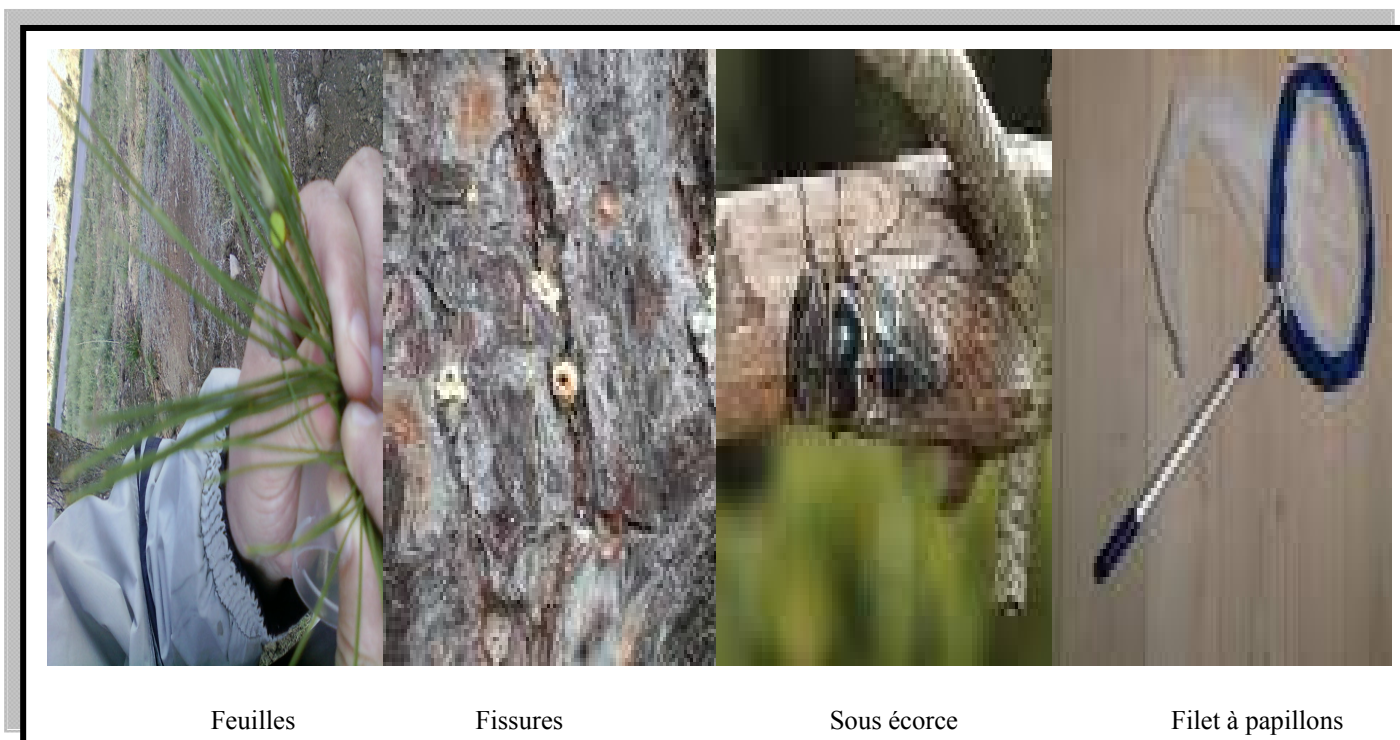


Fig III.6 : Prélèvement des glands (Originale)

4-2-1-3- La chasse à vue :(Fig III.7)

Certains groupes d'insectes peuvent être récoltés à vue par un temps ensoleillé, le long de transects sur des éléments linéaires du paysage au moyen d'un filet à papillon qui est le plus efficace et le plus utilisé. Cette méthode est plus efficace pour les Lépidoptères, les Coléoptères et même les Orthoptères, **(CHATENET, 2000)**.

La chasse à vue selon **MARTIN (1983)** se pratique généralement du printemps à l'automne, par l'observation des différentes parties de l'arbre en pleine forêt, sur les talus et dans les fossés. Cette opération a été réalisée sur terrain durant la période d'étude (2009) avec une fréquence de deux sorties par mois en printemps, été et l'automne.



FigIII.7: La chasse à vue (Originale)

4-2-1-4- *Le filet fauchoir* : (FigIII.8)

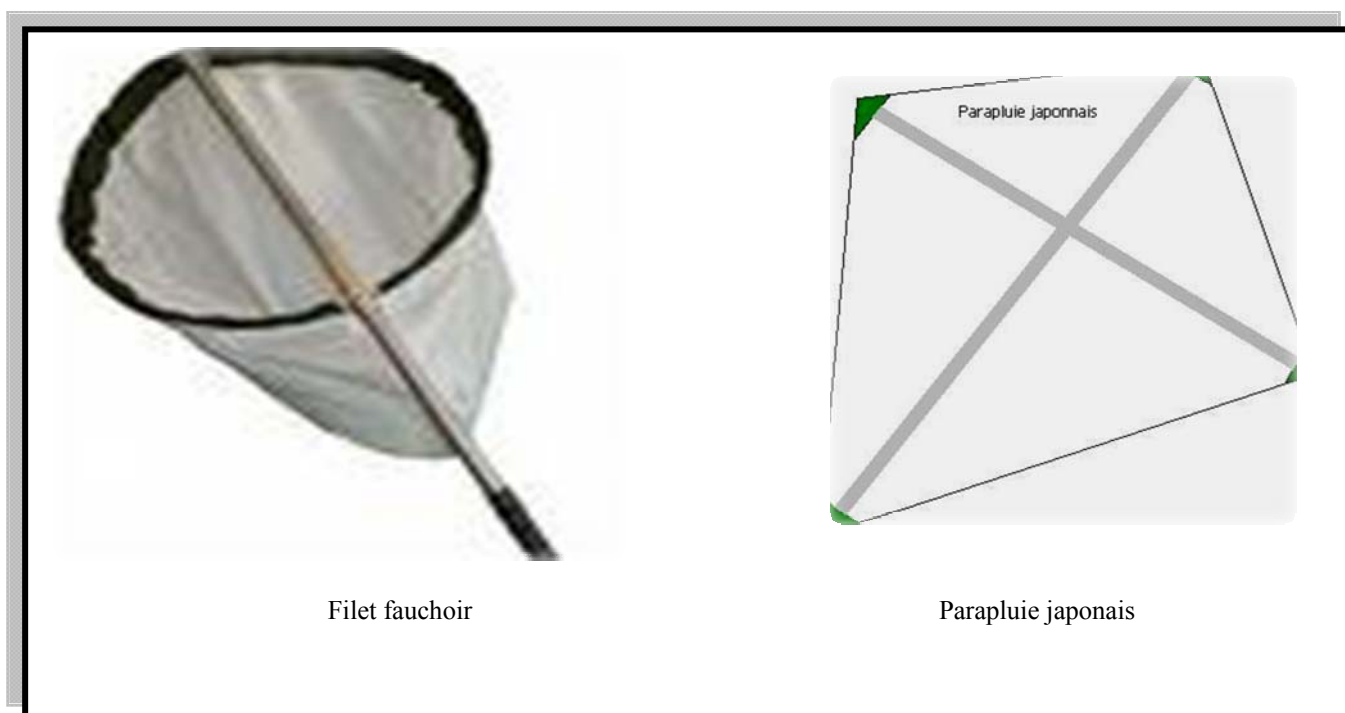
Filet plus robuste que le filet à papillons, il permet de récolter les insectes peu mobiles, cantonnés dans les herbes ou les buissons. La manche a une longueur de 70 cm à 1 m avec un diamètre de 3 cm. La poche est formée d'un tissu plus résistant que celui du filet à papillon, de 50 cm de profondeur.

La méthode est dite au « hasard », consiste à animer le filet par des mouvements va et vient tout en maintenant le plan perpendiculaire au sol, (MARTINEZ, 1983). Ce filet permet de récolter une faune entomologique extrêmement variée tels que les punaises, les coccinelles et divers autres Coléoptères. Afin de ne pas endommager les individus fragiles, on examine le contenu régulièrement après quelques coups de filets et on retire les espèces avec des pinces souples, qui sont à leur tour mis dans un bocal à l'acétate d'éthyle pour les tuer. Cette opération a été réalisée dans notre cas pendant l'été et l'automne de l'année 2009.

2-1-5- Le battage au parapluie japonais : (FigIII.8)

Le frappage des rameaux est une méthode efficace qui permet de récolter une quantité très importante d'insectes (adultes et larves) qui vivent sur le feuillage des arbres hôtes. Cette opération est effectuée durant le printemps et l'été, avec une fréquence d'une fois par semaine à l'aide d'un parapluie japonais .Ce dernier est constitué d'une toile carrée de couleur claire de 70×70 cm tendu par deux tiges de bois ou de tubes de métal rassemblés par un croisillon.

La méthode consiste à frapper les branches de haut en bas .Ce type de piège est surtout utilisé pour capturer les chenilles, les Coléoptères, les Hémiptères et les larves d'insectes phytophages, (BENKHELIL, 1991).Les insectes récoltés sont soit mis dans le bocal à acétate d'éthyle, soit dans l'alcool pour les conserver, ensuite les préparer à la détermination.



FigIII.8: Le filet fauchoir et le parapluie japonais, (MARTINEZ, 1983)

4-2-1-6- L'écorçage : (Fig III.9)

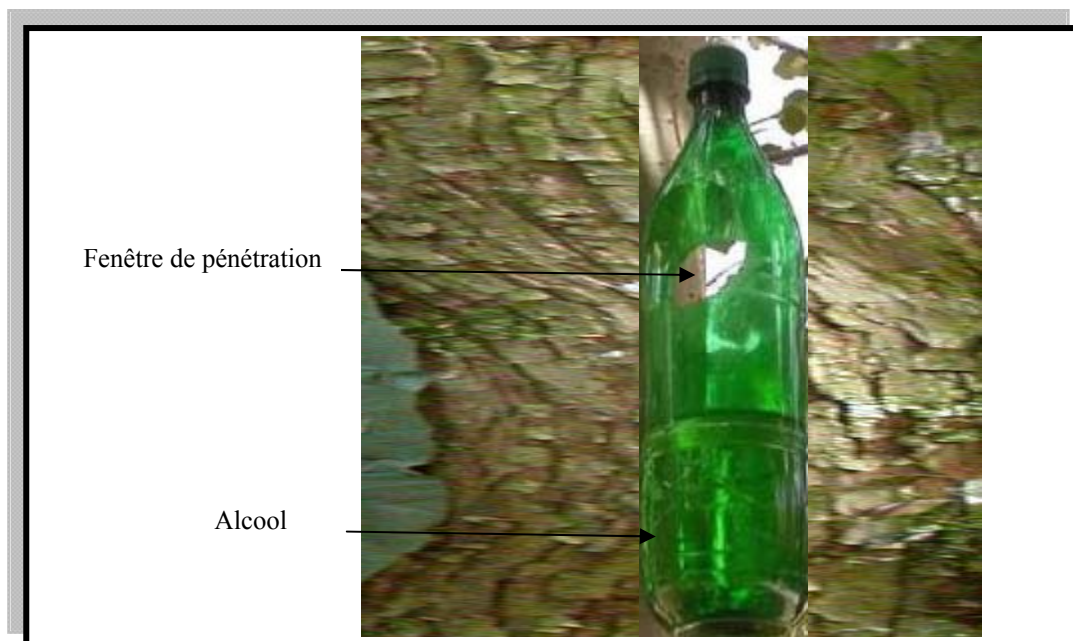
Cette technique est utilisée sur les arbres dépérissants ou âgés. Elle sert à récolter éventuellement les insectes sous- corticoles qui utilisent cet endroit comme abris de refuge, ou comme un habitat.



Fig III.9 : L'écorçage (Originale)

4-2-1-7- Piège aérien (à alcool) : (Fig III.10)

Ce type de piège est constitué d'une bouteille en plastique dans laquelle nous avons aménagé une fenêtre de pénétration des insectes qui sont attirés par l'odeur d'alcool, (COLAS, 1974). Le piège remplis avec 0.2 l d'alcool et 0.6 l d'eau est suspendu sur une branche maîtresse à une hauteur variante entre 1.5 et 2 m suivant la topographie du site ou bien fixé au tronc à 1.5 m du sol et exposé au soleil .Ce type de piège est efficace pour capturer les Hyménoptères (*Vespidae*), les Diptères (les mouches) et les Lépidoptères, (LANDRY, 1990). Ces pièges de nombre de 10 sont visités une fois par semaine en printemps et en été. En plein été, l'évaporation du liquide est très rapide, ce qui nous a obligé à changer le liquide au cours de la semaine.



FigIII.10 : Piège à alcool (Originale)

4-2-1-8- Le piège fosse (piège Barber) : (Fig III.11)

Le piège est constitué d'un pot de fer de 3 litres, enterré jusqu'au bord supérieur de façon à créer un puits dans lequel les insectes marcheurs sur le sol tombent. Une plaque (pierre, bois) est disposée à un centimètre au-dessus du bord supérieur du piège à fin de le protéger de l'eau de pluies. Les pièges Barber surtout ceux appâtés sont très efficaces pour échantillonner la faune des *Carabidae* et des *Tenebrionidae*, (MERIGUET, 2002). Dans notre étude, nous avons enterré 10 pièges vides d'une façon à couvrir une bonne partie de la station. Ces pièges ont été prospectés hebdomadairement pendant la période d'étude. Ils sont déposés dans des endroits nom ombragés où le mouvement des insectes marcheurs est intensif. Les insectes récupérés (les *Tenebrionidae*, les *Scarabidae* etc.) sont mis dans de petites boîtes et ramenés au laboratoire pour détermination.



FigIII.11 : Le piège fosse (Originale)

4-2-1-9- Le bac jaune :(Fig III.12)

Aussi appelé cuvette jaune .Il suffit d'enforcer la cuvette dans le sol à égalité avec la surface, verser de dans un peu d'eau savonneuse additionnée de sel, les insectes vont se noyer dans le liquide en tombant dans le piège. Ce piège permet de capturer les Hyménoptères (les *Chrysididae*, les *Vespidae*, les *Ichneumonidae* et les *Apidae*), les Coléoptères (les *Buprestidae*...) et les Diptères. Ces pièges de nombre de 10 sont visités une fois par semaine en printemps et en été.

Les bacs jaunes doivent être parfaitement propres pour être efficaces ,Le moindre développement d'algues, le moindre dépôt terreux au fond les rend totalement inefficaces , ce qui nous a obligé de les nettoyer très soigneusement entre deux usages.



FigIII.12 : Le bac jaune (Originale)

4-2-2- Etude au laboratoire :

Une fois, les divers échantillons sont ramenés au laboratoire dans des petits pots transparents ou des tubes, plusieurs opérations y ont été effectuées.

4-2-2-1- Tris des insectes :

Tous les insectes prélevés ou inféodés aux trois espèces résineuses ont été triés selon la plante hôte et l'organe attaqué.

4-2-2-2- Mise en élevage :

Les rameaux, ainsi les glands portant les insectes de petite taille sont mis aussi dans des boites pour noter les émergences éventuelles des adultes ravageurs pour identification ultérieure. Cette opération concerne aussi les larves récoltées sous l'écorce des arbres et celles issues de l'opération de frappage des rameaux.

4-2-2-3- Récolte et conservation des insectes :

Tous les insectes (adultes) émergeant sont soigneusement récoltés. En effet, les adultes de grande taille sont tués en les introduisant dans un bocal en verre contenant un gaz d'acétate d'éthyle, ils sont ensuite récupérés et conservés soit dans l'alcool à 70° pour les petites bêtes, comme les Homoptères, soit à sec dans des boites d'insectes pour la majorité des Coléoptères. Chaque échantillon est

étiqueté où nous avons indiqué le lieu de récolte, la date de récolte, la plante hôte et le collecteur.

4-2-2-4- Détermination des insectes récoltés :

La détermination de la plus part des insectes a été effectué au laboratoire de zoologie forestière du département de foresterie par Mr BOUHRAOUA. Certains insectes sont déterminés en utilisant des guides entomologiques d'identification.

5 - Méthodologie statistique :

Le traitement statistique est un outil qui peut nous aider à déterminer quelques facteurs écologiques qui régissent l'entomofaune.

Pour obtenir une image représentative de l'ensemble de variations qualitatives et quantitatives qui existent entre les espèces recensées au niveau des trois stations d'expérimentation, on utilise :

L'A.F.C :

Compte tenu des données disponibles, l'analyse statistique pouvant répondre à notre traitement c'est l'analyse factorielle des correspondances.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC), ou analyse des correspondances simples, est une méthode exploratoire d'analyse des tableaux de contingence.

Dit grossièrement, une méthode AFC admet en entrée un "tableau croisé dynamique" comme sous Excel, et produit en sortie une ou plusieurs cartes ou images de répartition des valeurs et des variables.

L'AFC sert à déterminer et à hiérarchiser toutes les dépendances entre les lignes et les colonnes du tableau.

Le principe de ces méthodes est de partir sans a priori sur les données et de les décrire en analysant la hiérarchisation de l'information présente dans les données. Pour ce faire, les analyses factorielles étudient l'inertie du nuage de points ayant pour coordonnées les valeurs présentes sur les lignes du tableau de données.

La morphologie du nuage et la répartition des points sur chacun de ces axes d'inertie permettent alors, de rendre lisible et hiérarchiser l'information contenue dans le tableau.

Apparue et développée par **JEAN PAUL BENZECRI**, il y'a plus d'une vingtaine d'années, l'analyse factorielle des correspondances est de nos jours, couramment utilisée. Son principe offre de nombreuses possibilités qui se sont continuellement développées avec le progrès de l'outil informatique.

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée depuis longtemps **GUINOCHET (1952)**, **CHARLES & CHEVASSUT (1957)**, **CORDIER (1965)**, **DAGNELIE (1975)** **CELLES (1975)**, **POUGET (1980)**, **DJEBAILI (1984)**, **DAHMANI (1984)**, **BENNAI (1993)**, et de ce fait a été longuement décrite par ces auteurs.

Selon **CIBOIS (1983)** ; l'analyse factorielle traite des tableaux de nombres, elle remplace un tableau difficile à lire par un autre plus simple, tout en ayant une bonne approximation de celui-ci.

Pour notre étude l'ensemble des données sont rassemblées dans un tableau à double entrée dont les colonnes correspondent à la plante hôte et les lignes représentent les espèces, il a fait donc l'objet d'une analyse factorielle des correspondances (AFC) qui constitue la méthode statistique la plus appropriée.

Afin de pouvoir répondre aux attentes concernant la distribution des espèces, nous développerons nos résultats et nos interprétations en utilisant le logiciel **STATISTICA**.



Chapitre IV

Résultats et discussion



Chapitre I V

Résultats et discussion

1-Résultats (insectes inventoriés) :

1-1- Inventaire de l'entomofaune des trois espèces résineuses :

Les nombreuses sorties effectuées pendant l'année 2009 en utilisant différentes méthodes de capture, nous ont permis de récolter 78 espèces d'insectes regroupées dans le tableau ci-dessous, (**Tableau IV.1**).

Il y a lieu de noter que certaines espèces sont en cours de détermination comme certains micros lépidoptères.

Tableau IV.1 : Liste des espèces recensées au niveau de la zone d'étude (2009)

| Abondance | Plant hôte | Régime alimentaire | Espèce | Famille | Ordre |
|-----------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Grylus campestris</i> | <i>Gryllidae</i> | <i>Orthoptera</i> |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Blattella sp</i> | <i>Blattidae</i> | |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Phytophage | <i>Laboptera sp</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Mantis religiosa</i> | <i>Mantidae</i> | <i>Mantoptera</i> |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Forficula auricularia</i> | <i>Forficulidae</i> | <i>Dermoptera</i> |
| +++ | <i>T articulata</i> | Prédateur | <i>Forficula auricularia sp 2</i> | | |
| +++ | <i>C sempervirens</i> | Prédateur | <i>Forficula auricularia sp 3</i> | | |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Opophage | <i>Nysius cynoides</i> | <i>Lygaeidae</i> | <i>Hemiptera</i> |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Granivore | <i>Orsillus maculatus</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Elatophilus sp</i> | <i>Anthacoridae</i> | <i>Homoptera</i> |
| + | <i>P halepensis</i> | Opophage | <i>Elatobium sp</i> | <i>Aphididae</i> | |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Opophage | <i>Cinara cupressi</i> | | |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Opophage | <i>Cedrobium laportei</i> | | |
| + | <i>C sempervirens</i> | Granivore | <i>Carulaspis minima</i> | <i>Diaspididae</i> | |
| + | <i>P halepensis</i> | Opophage | <i>Cicada sp</i> | <i>Cicadea</i> | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Chrysopa vulgaris</i> | <i>Chrysopidae</i> | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Tomicus piniperda</i> | <i>Scolytidae</i> | |
| + | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Blastophagus piniperda</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Ips sp</i> | | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Tomicus destruens</i> | | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Orthotomicus erosus</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Hylurgus sp</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Hylastes sp</i> | | |
| +++ | <i>T articulata</i> | Xylophage | <i>Scintillatrix rutilans</i> | | |
| +++ | <i>C sempervirens</i> | Xylophage | <i>Anthaxia sp</i> | | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Phytophage | <i>Habroloma sp</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Pityogenes sp</i> | | |
| + | <i>C sempervirens</i> | Granivore | <i>Nanodiscus transversus</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Granivore | <i>Curculio sp</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Rhyncolus sp</i> | | |

| | | | | | |
|-----|-----------------------|------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| + | <i>P halepensis</i> | Xylophage | <i>Hylobius sp</i> | <i>Buprestidae</i> | Coleoptera |
| + | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Ernobium sp</i> | <i>Anabidae</i> | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Harmonia lyncea</i> | <i>Coccinellidae</i> | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Coccinella algerica</i> | | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Phytophage | <i>Scymnus sp</i> | | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Phytophage | <i>Coccinella septempunctata</i> | | |
| | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Carabus violaceus</i> | <i>Carabidae</i> | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | | | | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Xylophage | <i>Scarabaeus sp</i> | <i>Scarabaeidae</i> | |
| | <i>T articulata</i> | Xylophage | <i>Icosium sp</i> | <i>Cerambycidae</i> | |
| + | <i>T articulata</i> | Xylophage | <i>Scaurus sp</i> | <i>Tenebrionidae</i> | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Prédateur | <i>Corticeus sp</i> | | |
| + | <i>T articulata</i> | xylophage | <i>Tenebrio obscurus</i> | | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Xylophage | <i>Tenebrio sp</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Akis sp</i> | | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Prédateur | <i>Pimelia servillei</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Parasite | <i>Vespa germanica</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Parasite | <i>Scambus sp</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Parasite | <i>Ichneumon sp</i> | | |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Granivore | <i>Megastigmus wachtli</i> | <i>Torymidae</i> | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Apis sp</i> | <i>Apidae</i> | |
| ++ | <i>T articulata</i> | Phytophage | <i>Apis milifera</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Diprion pini</i> | <i>Diprionidae</i> | |
| +++ | <i>T articulata</i> | Prédateur | <i>Formica sp 2</i> | <i>Formicidae</i> | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Crematogaster scuttelaris</i> | | |
| +++ | <i>C sempervirens</i> | Prédateur | <i>Formica sp 3</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Aphaenogater senilisant</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Cataglyphis bicolor</i> | | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Formica sp 1</i> | | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Thaumetpoea pityocampa</i> | | <i>Thaumetopoidae</i> |
| + | <i>P halepensis</i> | Granivore | <i>Catermna sp</i> | <i>Pyralidae</i> | |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Phytophage | <i>Dioryctria sp</i> | | |
| +++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Rhyacionia buoliana</i> | <i>Tortricidae</i> | |
| ++ | <i>C sempervirens</i> | Granivore | <i>Pseudococcyx tessulatana</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Blasthostera sp</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Iphiclides podalirius</i> | <i>Papilionidae</i> | |
| +++ | <i>C sempervirens</i> | Phytophage | <i>Papilio manchaon</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Hyles livornica</i> | <i>Sphingidae</i> | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Sphinx maurorum</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Eutelia adalatrix</i> | <i>Noctuidae</i> | |
| +++ | <i>T articulata</i> | Phytophage | <i>Argyresthia sp</i> | <i>Ponomeutidae</i> | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Parasite | <i>Phryx sp</i> | <i>Tachinidae</i> | |
| + | <i>P halepensis</i> | Parasite | <i>Compsilura sp</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Parasite | <i>Actia nudibasis</i> | | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Gallicole | <i>Cecidomyia sp</i> | <i>Cecidomyiidae</i> | |
| +++ | <i>T articulata</i> | | <i>Agromyza sp</i> | <i>Agromyzidae</i> | |
| ++ | <i>P halepensis</i> | Phytophage | <i>Napomyza gymnostona</i> | | |
| + | <i>P halepensis</i> | Prédateur | <i>Xanthandrus sp</i> | <i>Syrphidae</i> | |

NB :

+++ : Espèce très abondante.

++ : Espèce abondante.

+ : Espèce peu abondante.

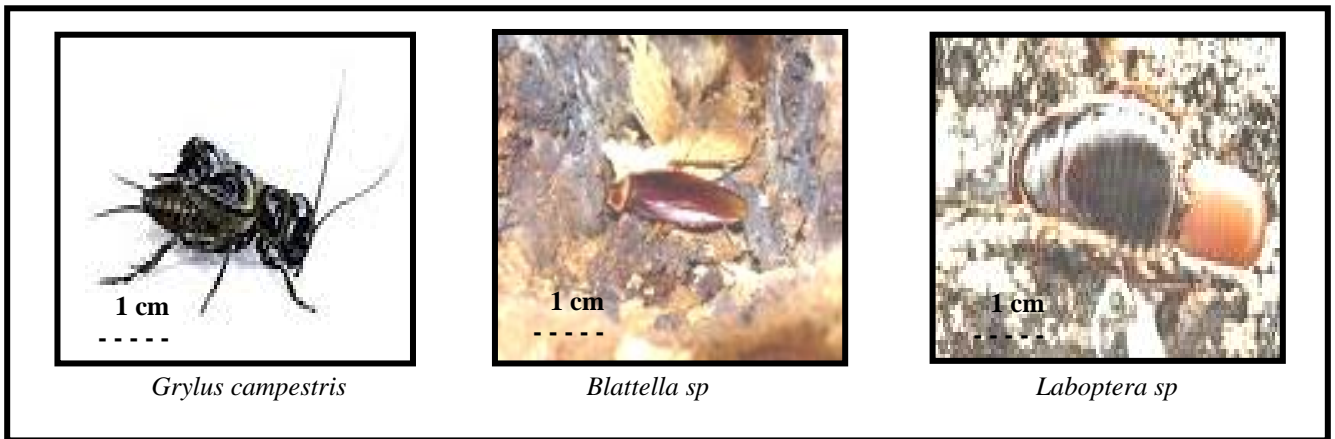


Fig IV.1 : Photos d'Orthoptères (Originale)

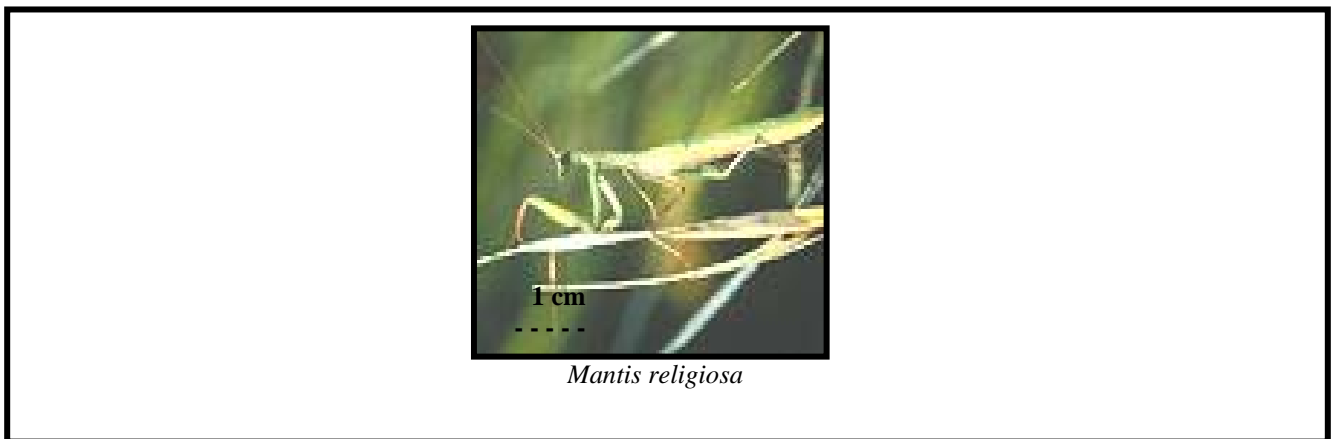


Fig IV.2 : Photos de Mantoptères (Originale)

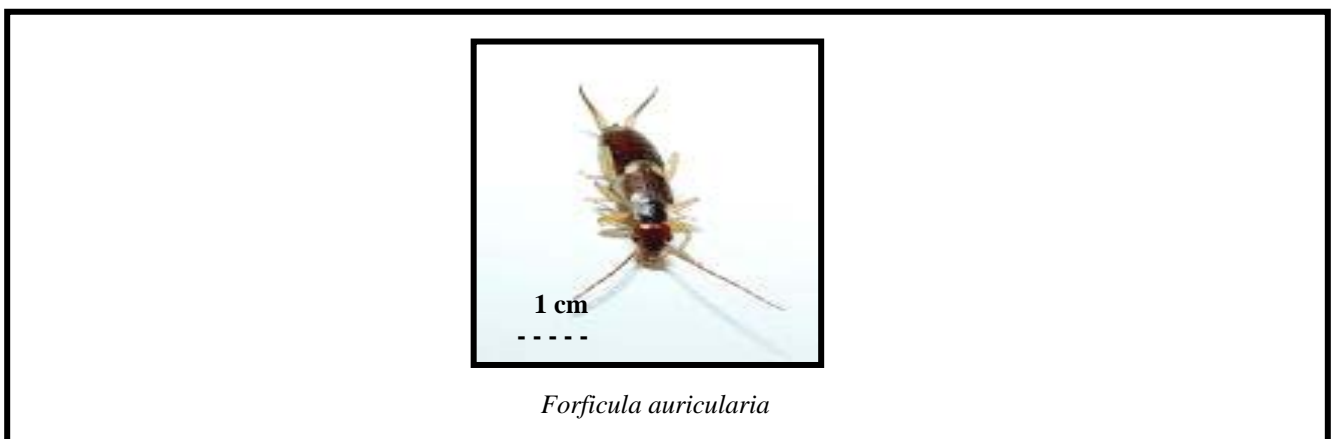


Fig IV.3 : Photos de Dermaptères (Originale)

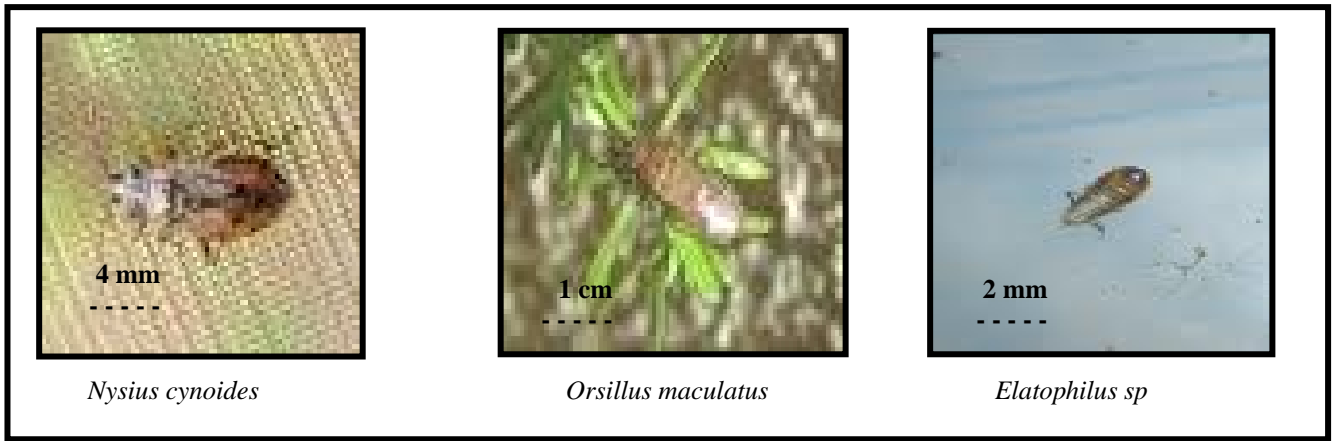


Fig IV.4 : Photos d'Hémiptères (Originale)

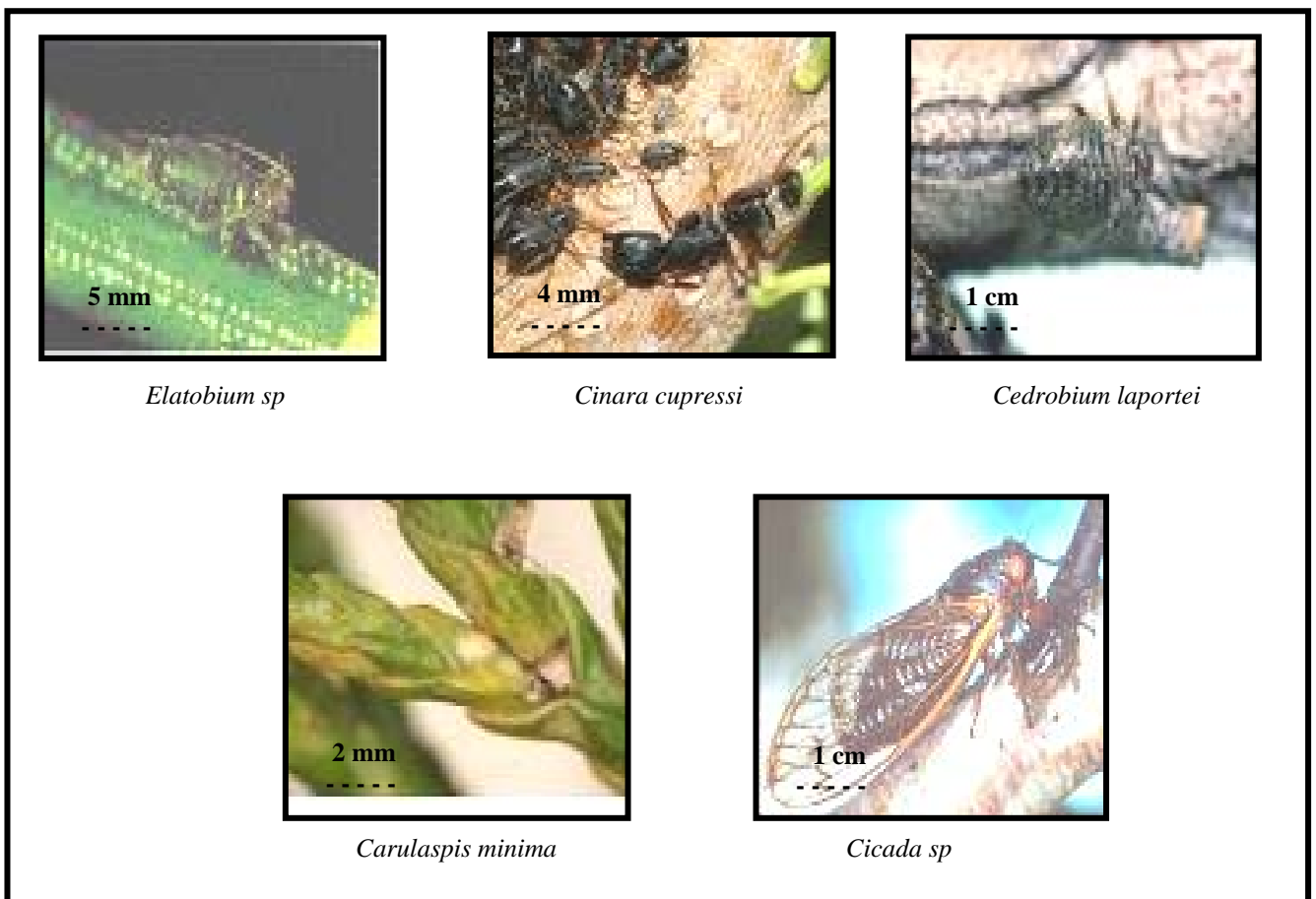


Fig IV.5 : Photos d'Homoptères (Originale)

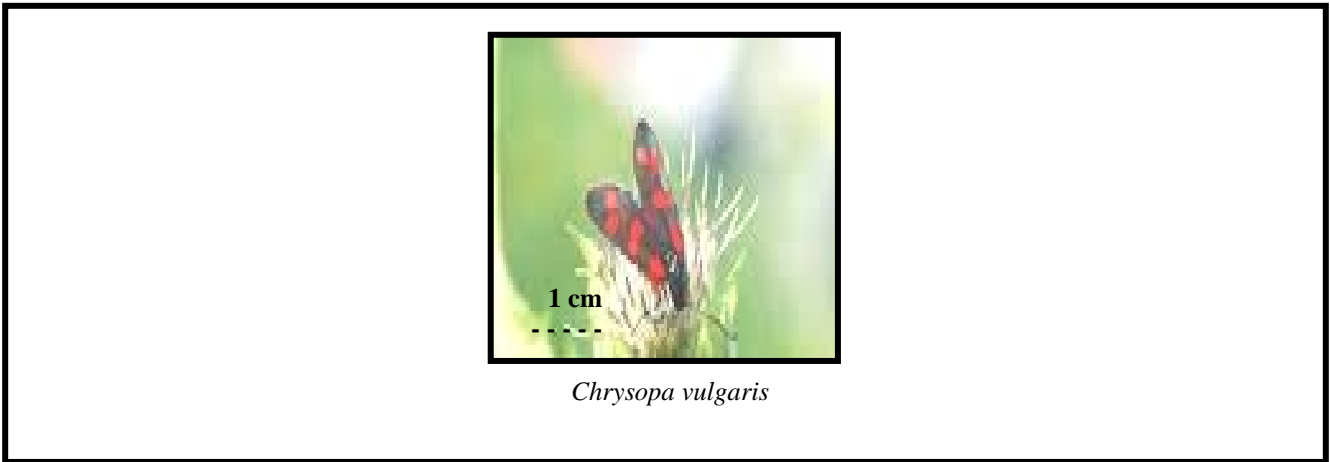
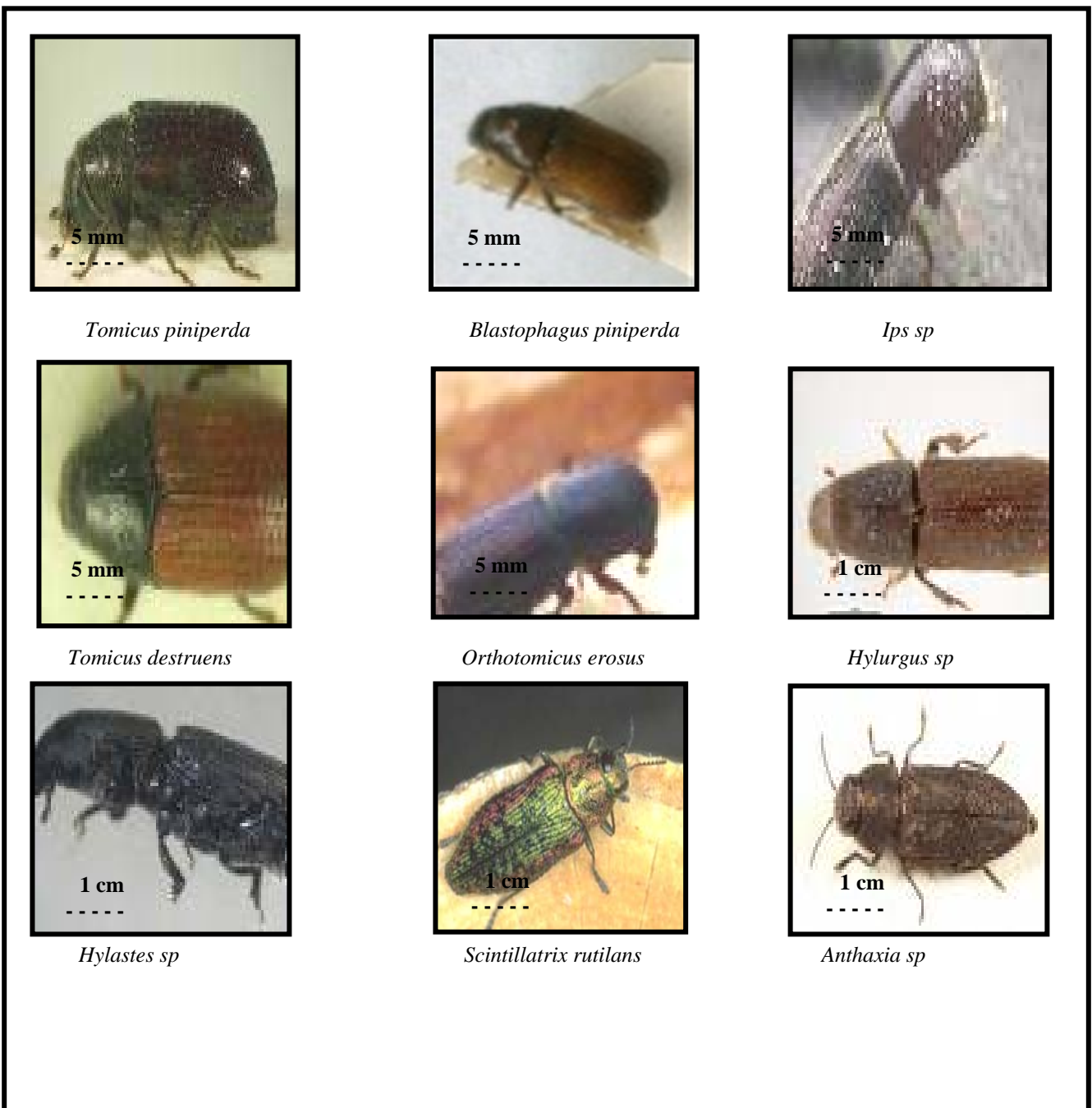
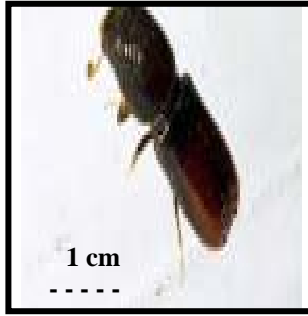


Fig IV.6 : Photos de Névroptères (Originale)





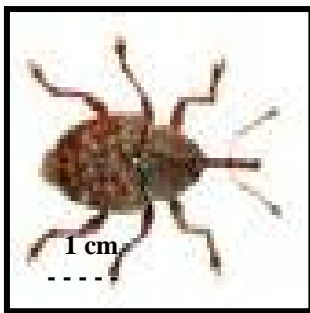
Habroloma sp



Pityogenes sp



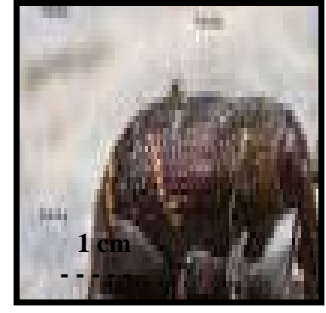
Nanodiscus transversus



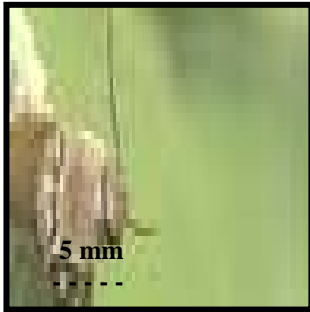
Curculio sp



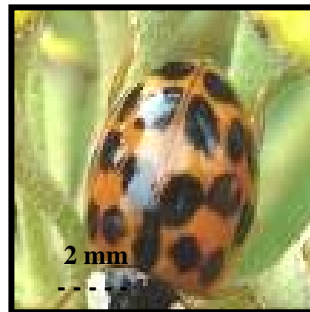
Rhyncolus sp



Hylobius sp



Ernobium sp



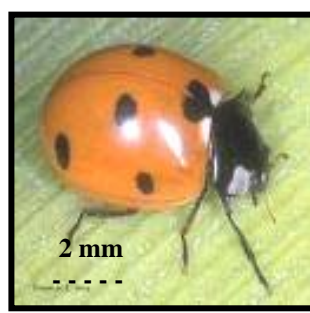
Harmonia lyncea



Coccinella algerica



Scymnus sp



Coccinella septempunctata



Carabus violaceus

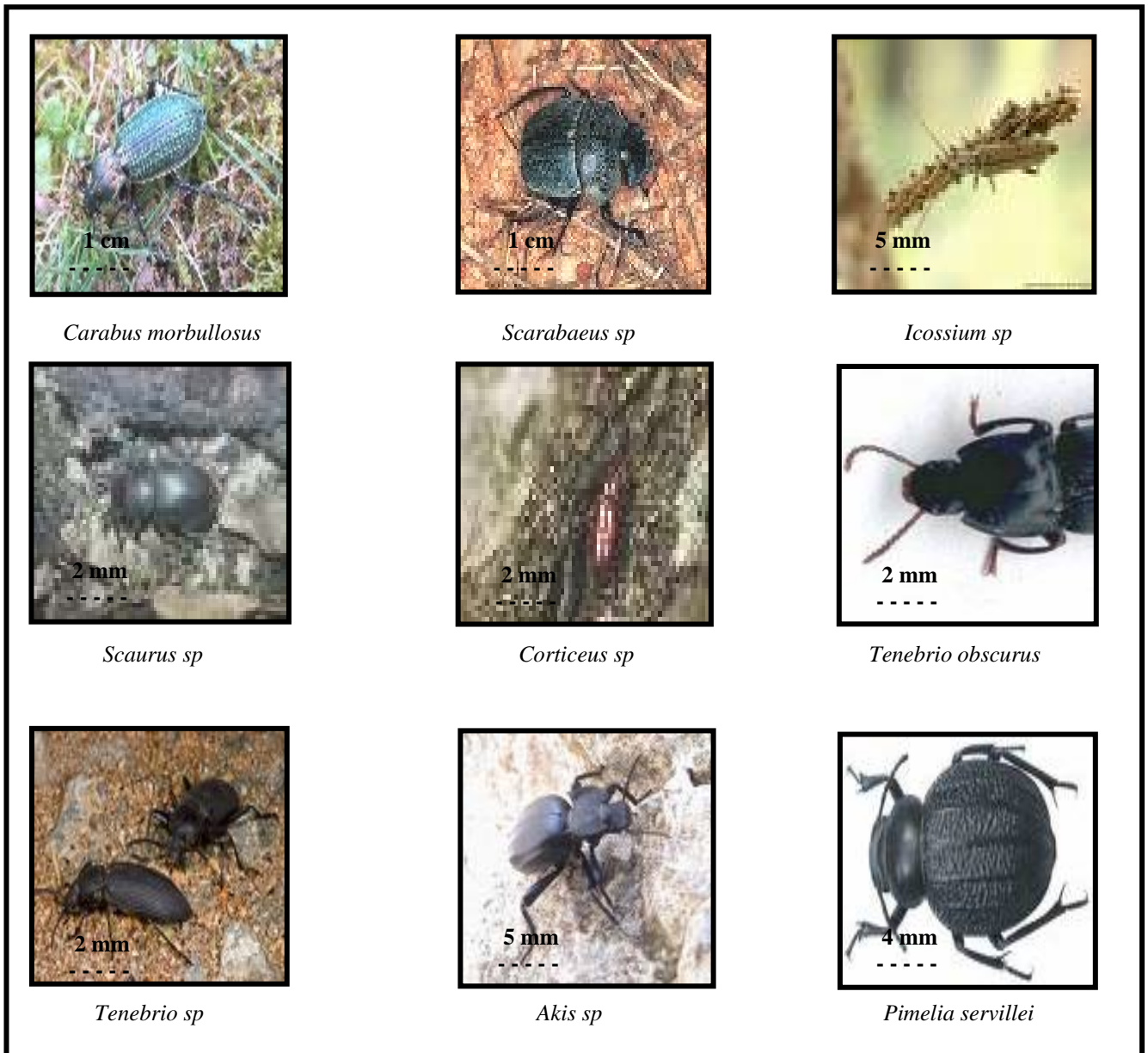


Fig IV.7 : Photos de Coléoptères (Originale)



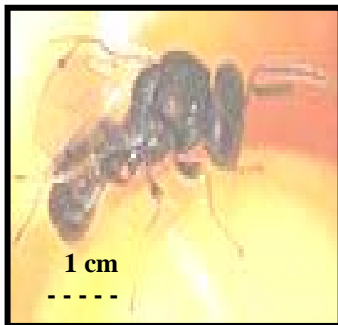
Vespa germanica



Scambus sp



Ichneumon sp



Megastigmus wachtli



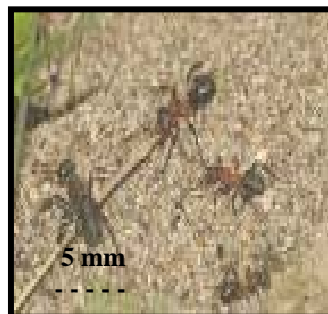
Apis sp



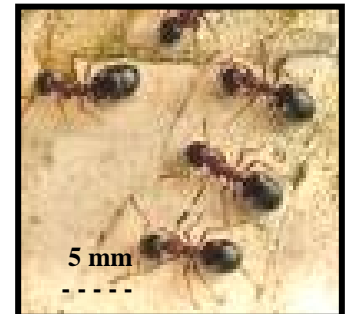
Apis milifera



Diprion pini



Formica sp



Crematogaster scuttellaris

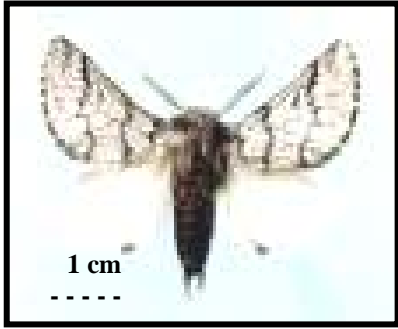


Aphaenogater senilis

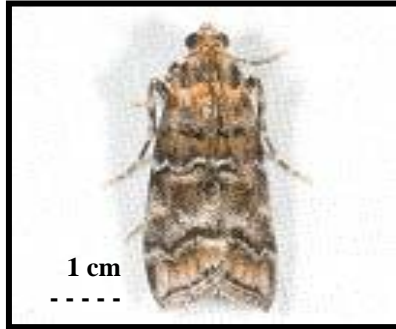


Cataglyphis bicolor

Fig IV.8 : Photos d'Hyménoptères (Originale)



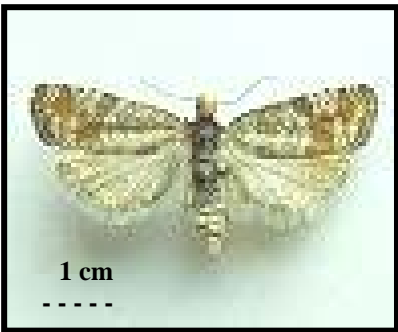
Thaumetopoea pityocampa



Dioryctria sp



Rhyacionia buoliana



Pseudococcyx tessulatana



Iphiclides podalirus



Papilio manchaon



Hyles livornica



Sphinx maurorum

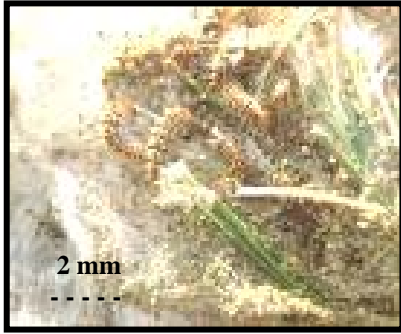


Eutelia adulatrix

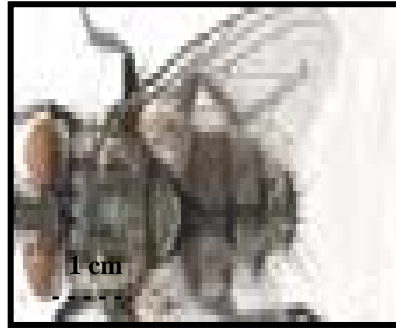


Argyresthia sp

Fig IV.9 : Photos de Lépidoptères (Originale)



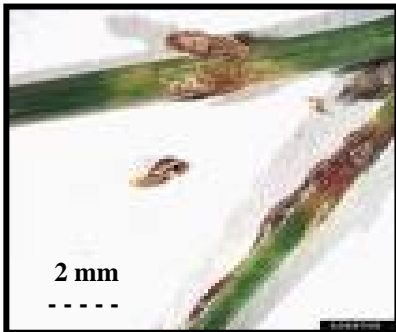
Phryx sp



Compsilura sp



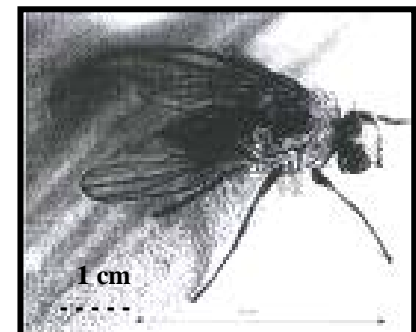
Actia nudibasis



Cecidomyia sp



Agromyza sp



Napomyza gymnostona



Xanthandrus sp

Fig IV.10 : Photos de Diptères (Originale)

1-2- Répartition des espèces recensées selon leur plante hôte :

Selon la liste des espèces inventoriées au niveau de la région des Traras Occidentaux, nous avons constaté que les pinèdes (pin d'Alep) renferment une entomofaune importante ; 48 espèces identifiées soit 61% du total général. Par contre les Cupressacées (Thuya et Cyprès) renferment une entomofaune moins importante ; 30 espèces au total ; 16 espèces pour le Thuya (21%) et 14 espèces pour le Cyprès (18%) (**Fig IV.11**).

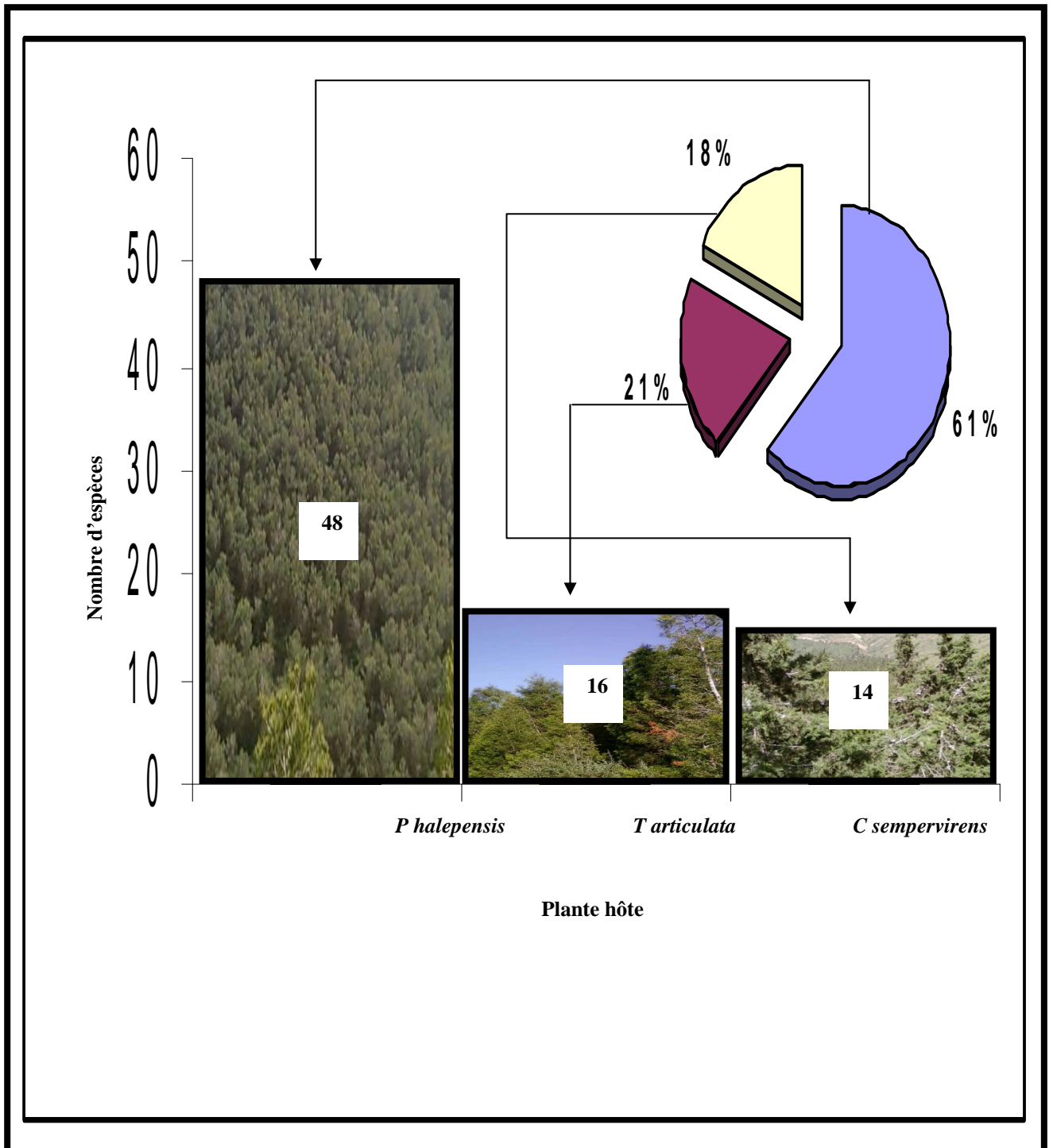


Fig IV.11: Répartition des espèces recensées selon leur plante hôte.

1-3- Répartition des espèces recensées selon leur position systématique :

Les insectes inventoriés totalisent pour l'instant une liste de 78 espèces identifiées. Ces dernières sont réparties entre 10 ordres systématiques

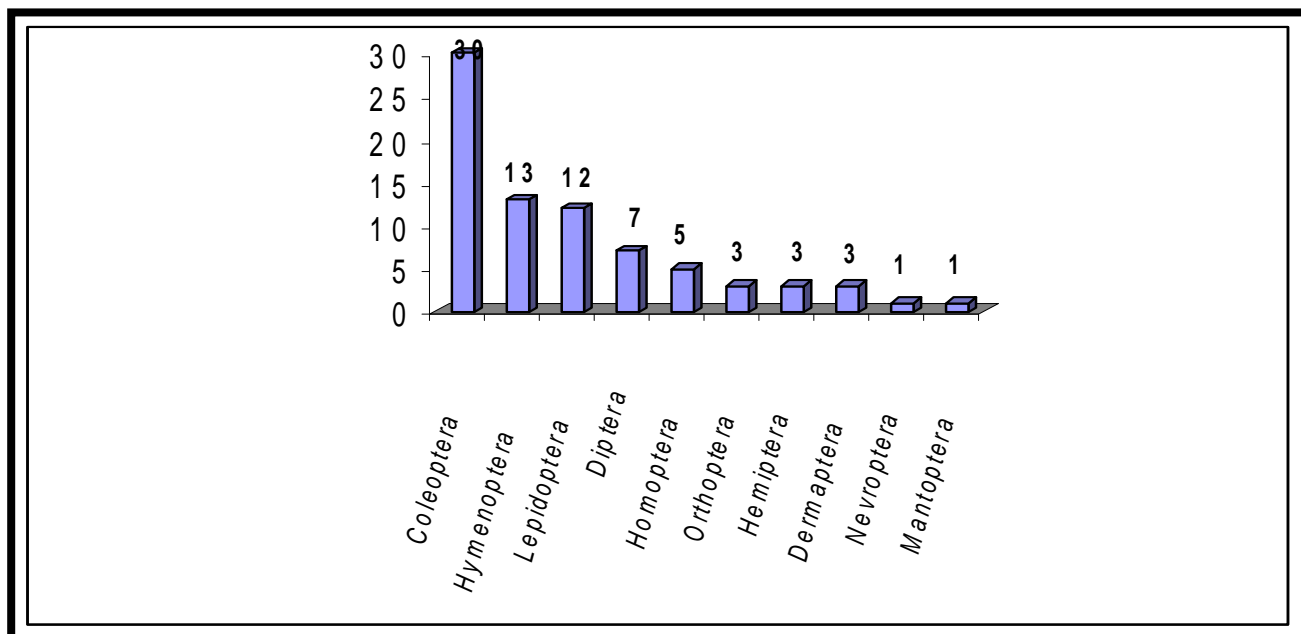


Fig IV.12: Répartition des insectes capturés par ordre systématique.

D'après cette figure, nous constatons que l'ordre le plus représenté dans cet inventaire est celui des Coléoptères avec 30 espèces soit un pourcentage de 38%, ensuite vient en deuxième position l'ordre des Hyménoptères avec 13 espèces ce qui représente un taux de 17%. Le troisième rang est occupé par les Lépidoptères avec 12 espèces soit un pourcentage de 15%. Le reste de l'entomofaune est reparti entre 7 ordres contenant entre 1 espèce comme dans le cas des Névroptères et des Mantoptères et 7 espèces en l'occurrence les Diptères.

1-3-1- Ordre des Coléoptères :

L'ordre des Coléoptères est le plus représenté dans notre inventaire avec 30 espèces. Celles-ci répartissent entre 9 familles représentées dans la figure suivante (Fig IV.13)

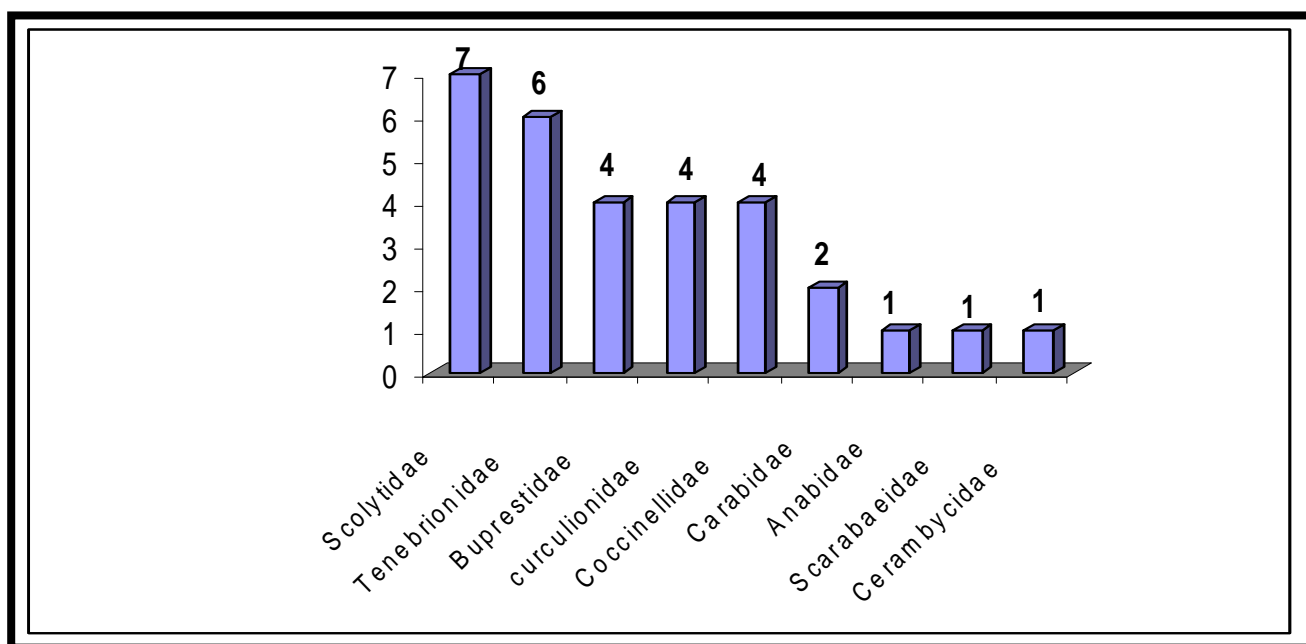


Fig IV.13: Répartition des insectes de l'ordre des Coléoptères par famille.

A travers cette figure, nous remarquons que la famille des *Scolytidae* est la plus riche avec 7 espèces soit un taux de 23%. Ces espèces sont regroupées en 6 genres dont le genre *Tomicus* qui compte 2 espèces *T.piniperda* et *T.destruens*. Les autres genres sont représentés par *Blastophagus*, *Ips*, *Orthotomicus*, *Hylurgus* et *Hylastes* qui évoluent sur le pin d'Alep.

En second rang, nous trouvons la famille des *Tenebrionidae* avec 6 espèces soit 20% du total. Cette famille est représentée par 4 genres auxiliaires *Scaurus*, *Corticeus*, *Akis* et *Pimelia*. Les deux autres espèces xylophages sont représentées par le genre *Tenebrio*.

La troisième position avec 4 espèces (13%) est occupée par les familles des *Buprestidae*, *Curculionidae* et *Coccinellidae*. La première compte 4 genres à savoir *Scintillatrix*, *Anthaxia*, *Habroloma* et *Pityogenes*. La seconde famille des *Curculionidae* est représentée par 4 genres dont *Nanodiscus*, *Curculio*, *Rhyncolus* et *Hylobius*. La dernière famille des *Coccinellidae* avec 3 genres dont *Coccinella* avec *C.algerica* et *C.septempunctata*, les deux autres genres sont représentés par *Harmonica* et *Scymnus*.

La famille des *Carabidae* vient en quatrième rang avec 2 espèces (7%), elle est représentée par le genre *Carabus*.

Les 3 autres familles restantes comptent chacune 1 espèce (*Anabidae*, *Scarabeidae* et *Cerambycidae*).

1-3-2- Ordre des Hyménoptères :

L'ordre des Hyménoptères se classe en deuxième rang contenant 13 espèces réparties entre 5 familles (**Fig IV.14**).

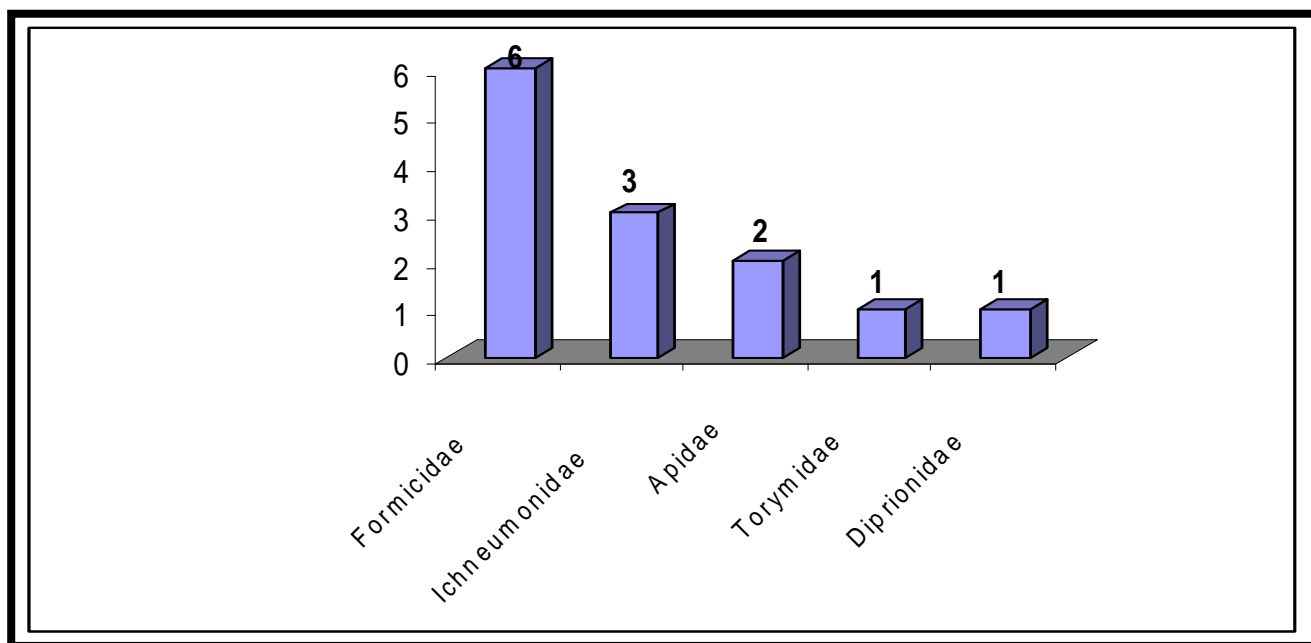


Fig IV.14: Répartition des insectes de l'ordre des Hyménoptères par famille.

La lecture de cette figure montre que la famille des *Formicidae* est la plus représentée avec 6 espèces soit un pourcentage de 46%.

Ces espèces appartiennent à 4 genres dont *Formica*, *Crematogaster*, *Aphaenogaster* et *Cataglyphis*. Avec 3 espèces (23%), la famille des *Ichneumonidae* occupe la seconde position contenant 3 genres tels que *Vespa*, *Scambus* et *Crematus*. La famille des *Apidae* vient en troisième rang avec 2 espèces et un pourcentage de 15%, elle est représentée par le genre *Apis*. En fin, nous trouvons les familles des *Torymidae* et *Diprionidae* avec un seul représentant (8%) dont *Megastigmus* pour la première et *Diprion* pour la seconde.

1-3-3- Ordre des Lépidoptères :

Les espèces appartenant à l'ordre des Lépidoptères sont réparties entre 7 familles. La famille des *Tortricidae* est la plus représentée avec 3 espèces

(25%). Parmi elles nous citons *Rhyacionia*, *Pseudococcyx* et *Blasthostera*. Avec 2 espèces (17%), les familles *Pyralidae*, *Papilionidae* et *Sphingidae* occupent la seconde position ; la première est représentée par *Catermna* et *Dioryctria*, la deuxième par *Iphiiclides* et *Papilio* tandis que la dernière est représentée par *Hyles* et *Sphinx*. En fin viennent les autres familles *Thaumetpoidae*, *Noctuidae* et *ponomeutidae* avec un seul représentant (8%) dont *Thaumetopoea pityocampa*, *Eutclia adulatrix* et *Argyresthia sp* (Fig IV.15).

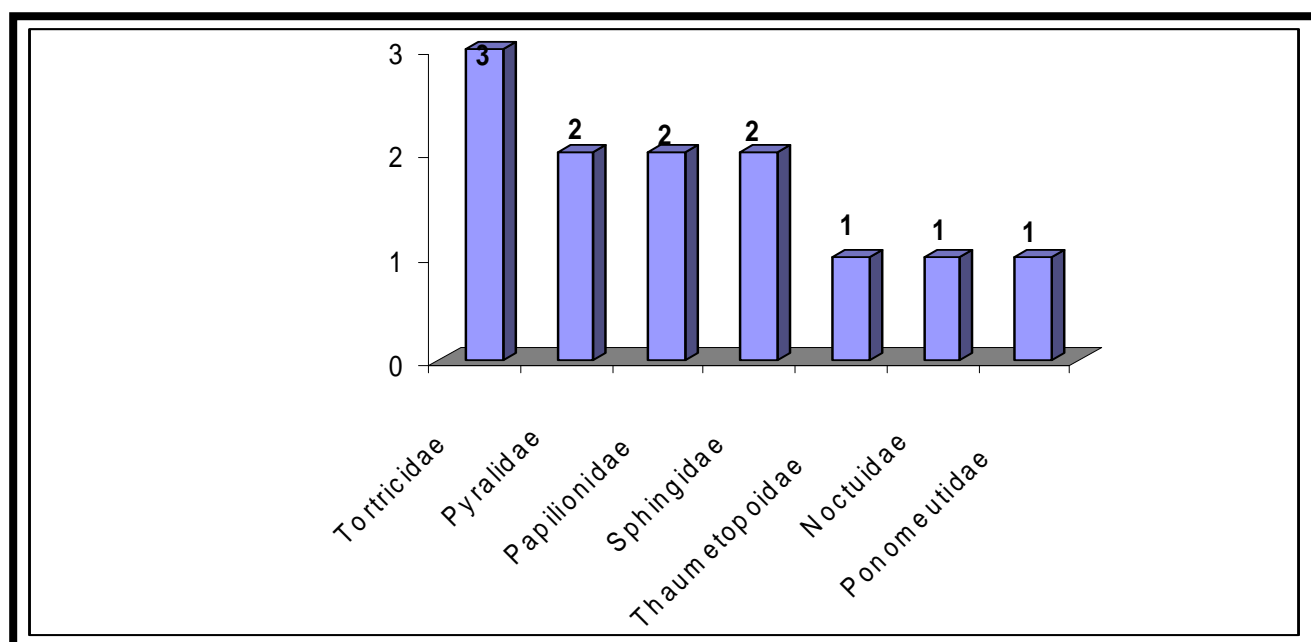


Fig IV.15: Répartition des insectes de l'ordre des Lépidoptères par famille.

1-3-4- Ordre des Diptères :

L'ordre des Diptères regroupe pour l'instant 4 familles. Les *Tachinidae* sont présents avec 3 genres (43%) ; (*Phryx*, *Compsilura* et *Actia*), par contre les *Agromyzidae* avec 2 espèces et un pourcentage de 29%. Les *Cecidomyidae* et *Syrphidae* contiennent chacune un seul représentant soit un pourcentage de 14% respectivement (Fig IV.16).

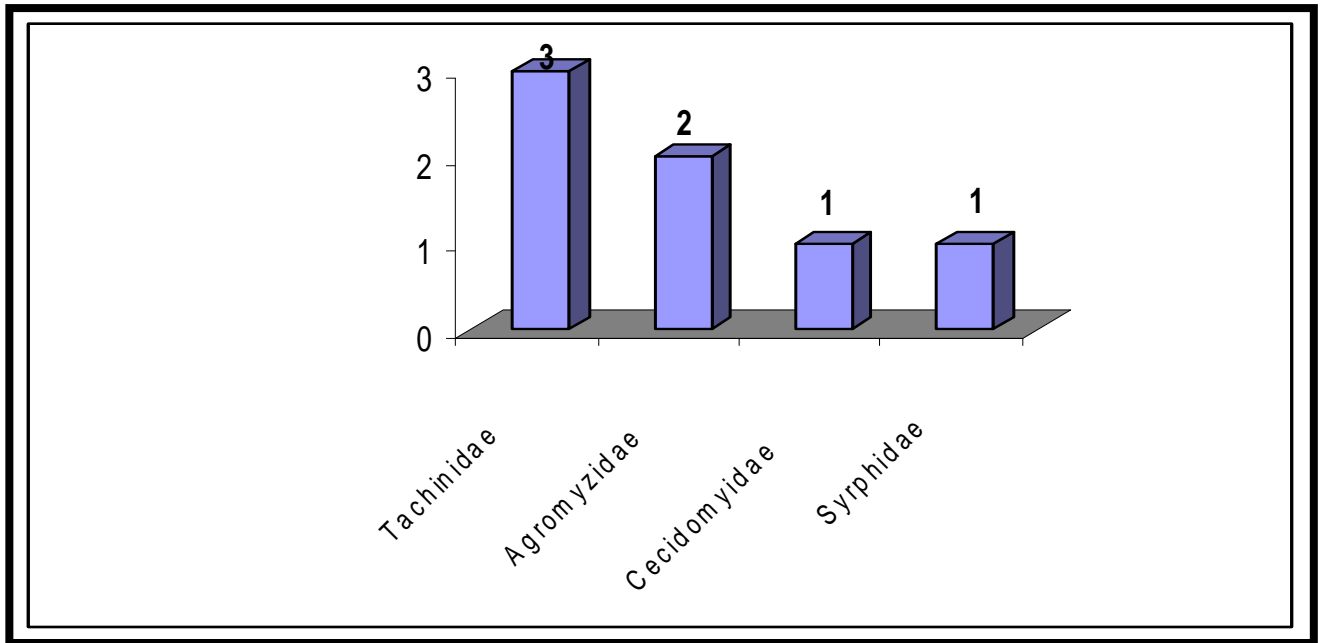


Fig IV.16: Répartition des insectes de l'ordre des Diptères par famille.

1-3-5- Ordre des Homoptères :

L'ordre des Homoptères regroupe 3 familles à savoir les *Aphididae*, *Diaspididae* et *Cicadae*. La première est représentée par 3 espèces (60%) ; *Elatobium sp*, *Cinara cupressi* et *Cedrobium laportei*. La seconde et la troisième sont représentées par une seule espèce (20%) à savoir *Carulaspis minima* et *Cicada sp* (Fig IV.17)

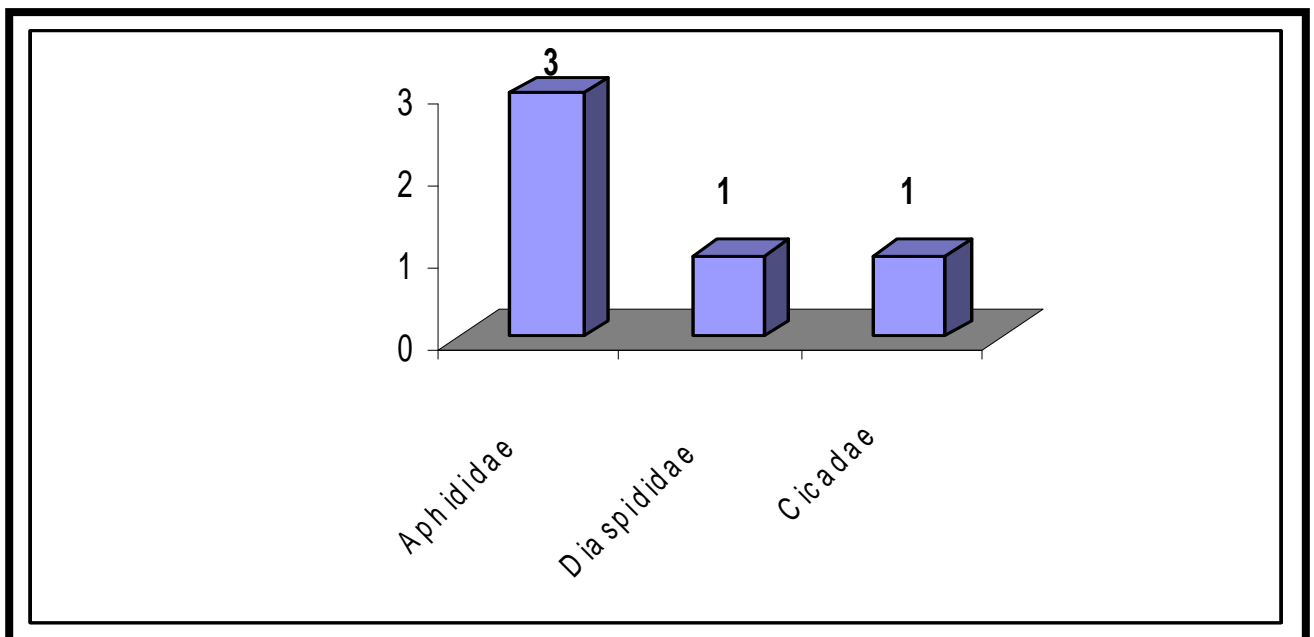


Fig IV.17: Répartition des insectes de l'ordre des Homoptères par famille.

1-3-6- Ordre des Orthoptères:

L'ordre des Orthoptères regroupe 2 familles. Les *Blattidae* sont présents avec 2 genres (67%) ; (*Blattella* et *Laboptera*) par contre les *Gryllidae* avec une espèce (*Grylus campestris*) et un pourcentage de 33 % (Fig IV.18).

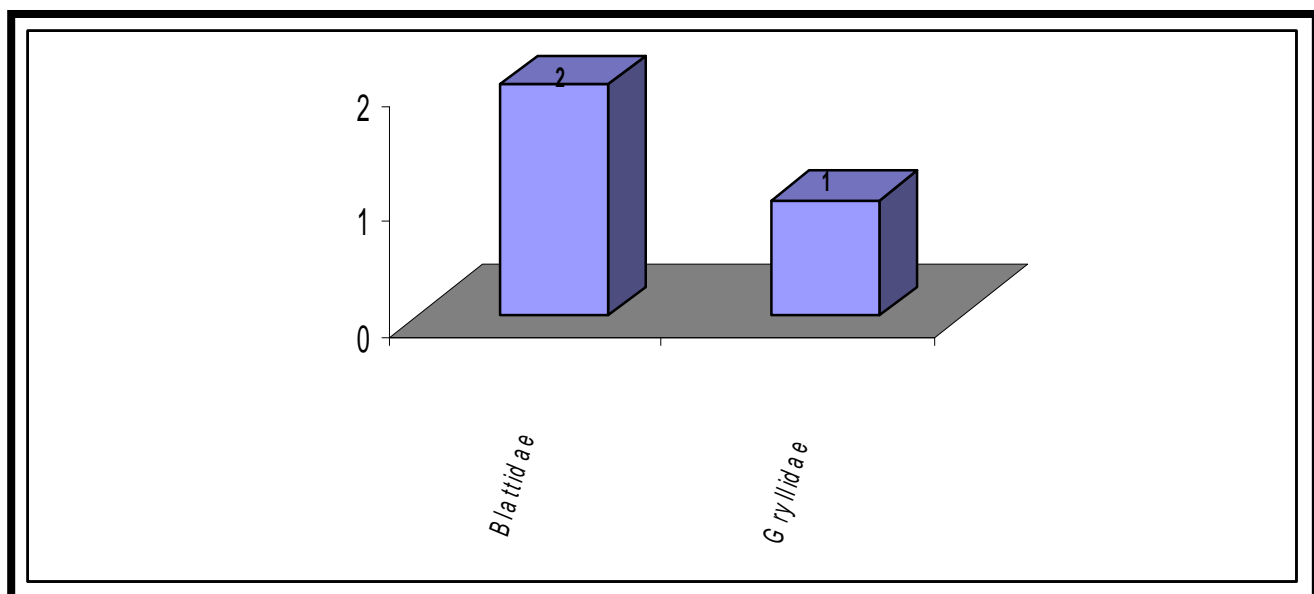


Fig IV.18: Répartition des insectes de l'ordre des Orthoptères par famille.

1-3-7- Ordre des Hémiptères :

L'ordre des Hémiptères comporte deux familles à savoir les *Lygaeidae* et les *Anthacoridae*. La première avec 2 espèces (67%) ; *Nysius cymoides* et *Orsillus maculatus*, tandis que la seconde avec une seule espèce (33%) ; *Elatophilus sp* (Fig IV.19)

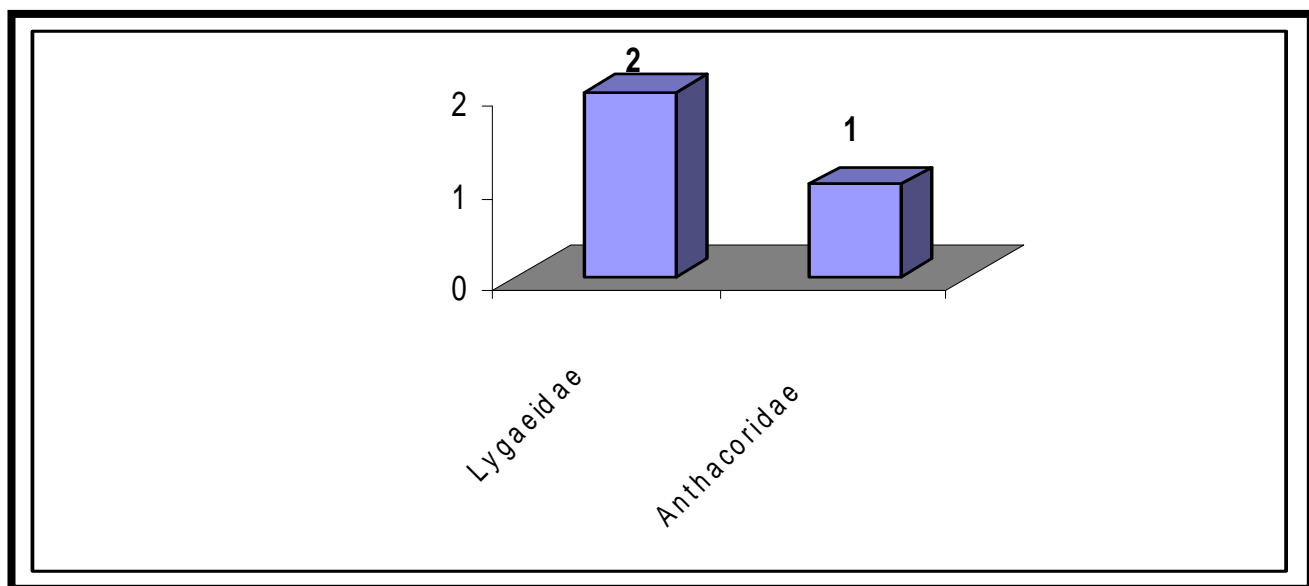


Fig IV.19: Répartition des insectes de l'ordre des Hémiptères par famille.

1-3-8- Ordre des Dermaptères, des Névroptères et des Mantoptères :

Ces ordres sont représentés par une seule famille. Les Dermaptères sont présents avec la famille des *Forficulidae* et le genre *Forficula*, les Névroptères par celle des *Chrysopidae* et l'espèce *Chrysopa vulgaris* et les Mantoptères dont les *Mantidae* avec l'espèce *Mantis religiosa*.

1-4- Répartition des espèces recensées selon leur régime alimentaire :

Les espèces recensées sont réparties selon leur régime alimentaire en 6 catégories (**Fig IV.20**).

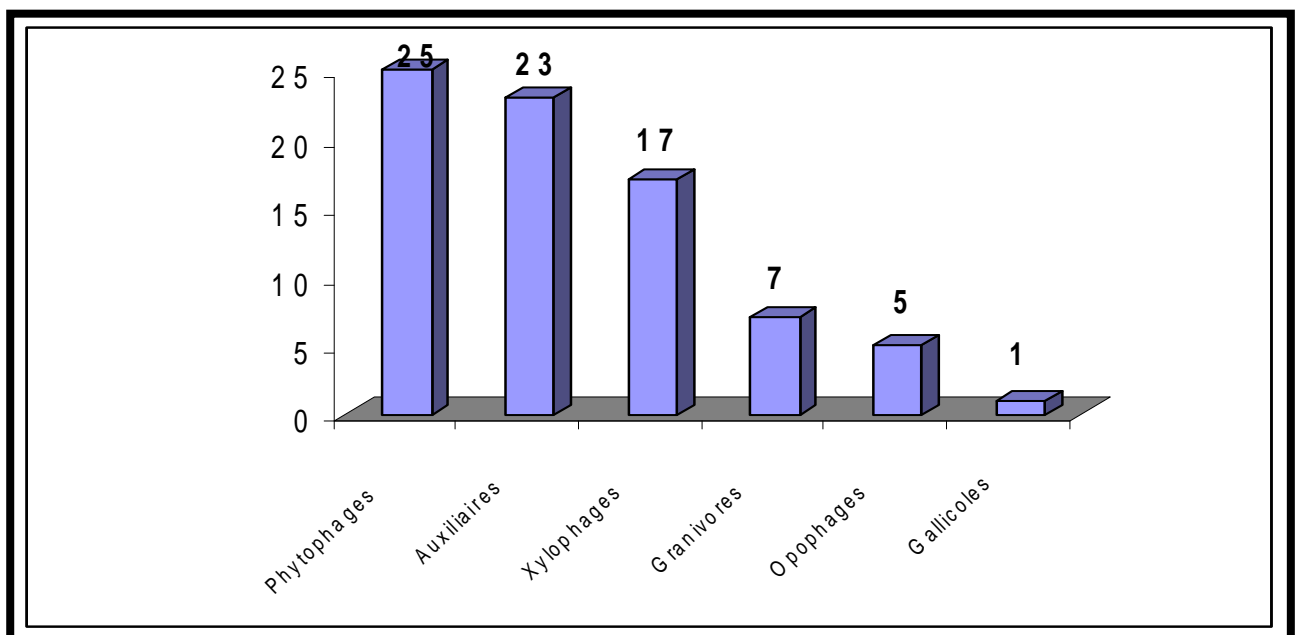


Fig IV.20 : Répartition de l'entomofaune selon le régime alimentaire.

A travers ces histogrammes, nous remarquons que les insectes défoliateurs qui s'alimentent du feuillage sont les plus dominants et totalisent 25 espèces dont 10 Lépidoptères, 5 Hyménoptères, 5 Coléoptères, 2 Diptères, 2 Orthoptères et 1 espèce Hémiptère ; ce qui représente un taux de 32%.

Les insectes auxiliaires viennent en second rang avec 23 espèces dont 17 prédateurs et 6 parasites, soit un taux de 29%. Ces espèces sont représentées par les *Mantidae* (*Mantis religiosa*), les *Blattidae* (*Blattella sp*), les *Forficulidae* dont le genre *Forficula*, les *Chrysopidae* (*Chrysopa vulgaris*), les *Syrphidae* (*Xanthandrus sp*), les *Formicidae* dont le genre *Formuca* et *Aphaenogater*, les *Coccinellidae*

(*Harmonia lyncea*), les *Carabidae* (*Carabus*) et les *Tenebrionidae* dont le genre *Corticeus*, *Akis* et *Pimelia*. Le parasitisme fait partie aussi dans ce mode alimentaire, il est représenté par les *Tachinidae* (*Phryx*, *Compsilura*, *Actia*) et les *Ichneumonidae* (*Vespa*, *Scambus*, *Crematus*) inféodés au pin d'Alep.

Les consommateurs du bois occupent le troisième rang avec 16 espèces soit un taux de 21%. Cette catégorie regroupe toutes les espèces qui se développent dans le bois en voie de décomposition dont les *Scarabaeidae* (*Scarabaeus sp*) et les insectes xylophages qui se nourrissent du bois sain ou vivant tels que les *Scolytidae* (*Tomicus*, *Orthotomicus*, *Hylurgus*), les *Buprestidae* (*Scintillatrix*, *Anthaxia*), les *Curculionidae* (*Rhyncolus*, *Hylobius*), les *Cerambycidae* (*Icosium*) et les *Tenebrionidae* (*Tenebrio*).

Les granivores, attaquent les fruits de la plante hôte. Nous comptons 7 espèces réparties entre 5 ordres dont les Coléoptères (*Nanodiscus transversus*, *Curculio sp*), les Lépidoptères (*Catermna sp*, *Pseudococys tessulatana*), les Hyménoptères (*Megastigmus wachtli*), les Hémiptères (*Orsillus maculatus*) et les Homoptères (*Carulaspis minima*).

Les opophages, sont importants car en suçant la sève, ils brûlent les feuilles provoquant le flétrissement de l'arbre. Ils sont présents avec 5 espèces soit un taux de 6%. Ils sont représentés par les *Lygaeidae* (*Nysius cymoides*), les *Aphididae* (*Elatobium sp*, *Cinara cupressi*, *Cedrobium laportei*), et les *Cicadae* (*Cicada sp*).

Les insectes gallicoles qui causent la formation des galles au niveau des feuilles ou des rameaux sont présents avec une seule espèce de la famille des *Cecidomyidae* (*Dryomia sp*) inféodée au pin d'Alep.

1-5- Répartition des espèces recensées selon leur importance économique :

Les insectes recensés sont classés en trois catégories d'importance économique. Les insectes nuisibles ou ravageurs, qui évoluent aux dépens des différents organes de la plante hôte, les indifférents qui vivent aux dépens des autres plantes spontanées du sous bois et herbes, ou autres insectes et les auxiliaires (ennemis naturels des ravageurs) (**Fig IV.21**).

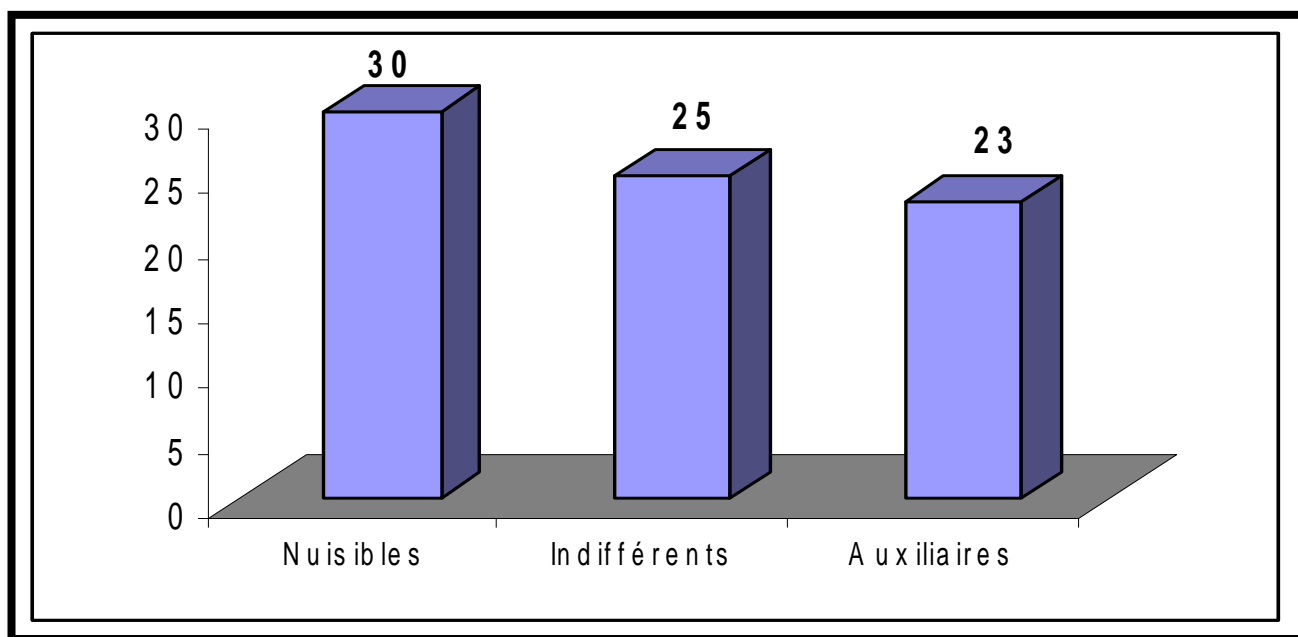


Fig IV.21 : Répartition des espèces recensées selon leur importance économique.

A travers cette figure, nous constatons que les insectes nuisibles occupent la première position avec 30 espèces (38%). Celles-ci se développent sur la plante hôte en causant des dégâts variables. Ces ravageurs évoluent de différentes manières. Nous trouvons les défoliateurs qui consomment les feuilles et les bourgeons et qui sont représentés par *Thaumetopoea pityocampa* et *Rhyacionia buoliana* sur le pin d'Alep, *Argyresthia sp* et *Habroloma sp* sur le Thuya et *Dioryctria sp* sur le Cyprès.

Les xylophages sont présents avec 8 espèces dont les plus importantes *Tomicus piniperda*, *Tomicus destruens* et *Orthotomicus erosus* qui attaquent le pin d'Alep, *Scintillatrix rutilans* (Thuya) et *Anthaxia sp* qui attaque le Cyprès.

Les granivores sont présents avec 7 espèces telles que *Curculio sp* et *Catermna sp* (pin d'Alep) et *Orsillus maculatus* et *Pseudococcys tessulatana* (Cyprès), dont leurs larves déprécient la qualité physiologique des glands. Ces dernières sont incapable de germer pour donner des plants naturels.

Les opophages ou suceur de sève sont présents avec 5 espèces dont *Elatobium sp* (pin d'Alep), *Cinara cupressi* et *Cedrobium laportei* (Cyprès).

Enfin les gallicoles sont présents avec une seule espèce *Cecidomyia sp* (pin d'Alep).

Les insectes indifférents aux résineux viennent en second rang et totalisent 25 espèces soit un taux de 32% .Ils appartiennent majoritairement à une entomofaune qui vit aux dépens des plantes du sous bois et de la strate herbacée, et ces insectes ne causent pas des dégâts notables à ces plantes, comme certains Lépidoptères (*Sphinx maurorum*) et Orthoptères (*laboptera sp*) et Coléoptères (*Scymnus sp*, *Coccinella algerica*, *Coccinella septempunctata*).

Les auxiliaires sont représentés par 23 espèces (29%) regroupant les prédateurs (*Carabidae*, *Tenebrionidae*) et les parasites (*Tachinidae*, *Ichneumonidae*).

1-6- L'entomofaune associée aux espèces résineuses :

Etant donné que les essences principales dans notre étude sont le pin d'Alep, le Thuya et le Cyprès, nous avons recensé une entomofaune nuisible assez riche évoluant aux dépens de ces arbres. Ces insectes ont des régimes alimentaires différents. Les plus importants sont les défoliateurs avec 9 espèces représentés par les Lépidoptères (*T.pityocampa*, *R.buoliana*, *Argyresthia sp* et *Dioryctria sp*) mais aussi les Hyménoptères (*Diprion pini*) et les Coléoptères (*Habroloma sp*). Les xylophages comptent 8 espèces réparties entre les familles des *Scolytidae* (*Tomicus piniperda*), des *Buprestidae* (*Scintillatrix rutilans* et *Anthaxia sp*), des *Curculionidae* (*Hylobius sp*), *Cerambycidae* (*Icosium sp*), *Scarabaeidae* (*Scarabaeus sp*) et *Tenebrionidae* (*Tenebrio sp*). Les glands sont attaqués par 7 insectes appartenant aux ordres des Hémiptères, Homoptères, Lépidoptères, Hyménoptères et Coléoptères. Les insectes suceurs de sèves sont mis en évidence dans notre inventaire par 5 espèces représentées par les familles des *Lygaeidae*, *Aphididae* et *Cicadae*. En fin les insectes qui provoquent la formation des galles sont représentés dans notre inventaire par une seule espèce (*Dryomia sp*) inféodée aux pinèdes (**Fig IV.22**).

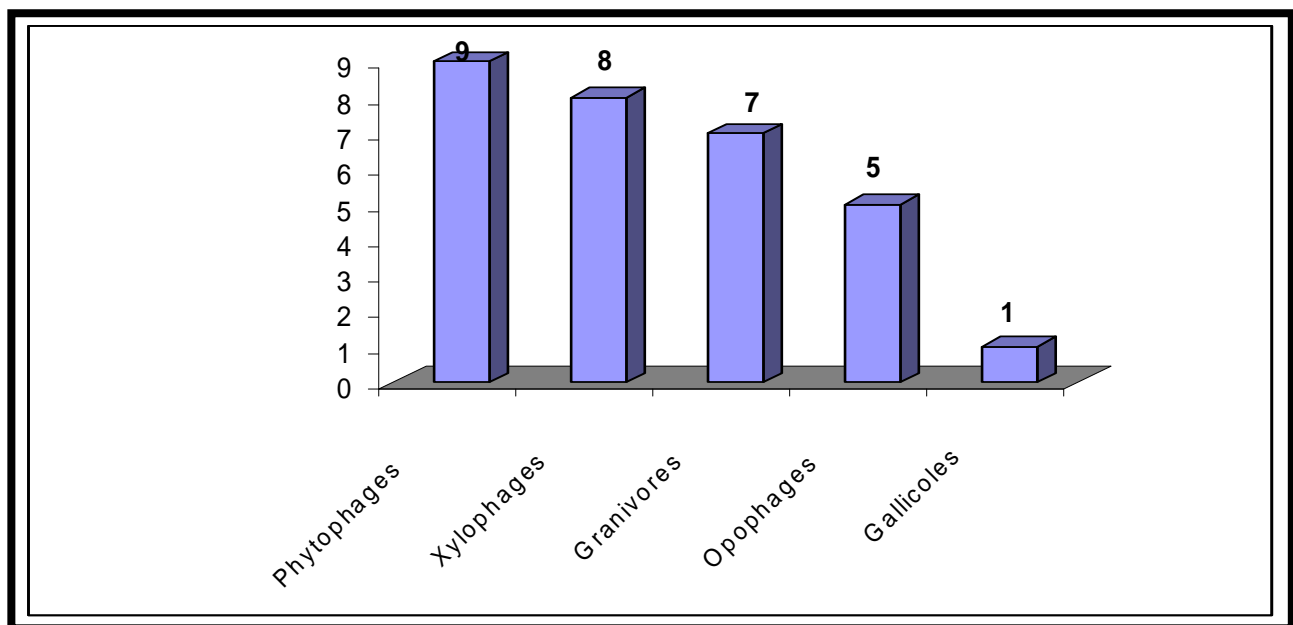


Fig IV.22 : Répartition de l'entomofaune nuisible des espèces résineuses selon le régime alimentaire.

2- Discussion :

2-1- La liste globale :

Les trois essences résineuses représentatives de la zone d'étude sont le pin d'Alep, le Thuya et le Cyprès .En revanche le sous bois est très abondant et constitué par *Calycotome intermedia*, *Chamoerops humilis*, *erica multiflora*, *lavandula*, *Ampelodesma mauritanica* et beaucoup d'autre plantes .Ce cortège floristique accompagnant ces essences est convoité par tout une panoplie d'insectes de différents ordres, familles et régimes alimentaires.

L'entomofaune recensée au niveau de la zone d'étude totalise 78 espèces réparties essentiellement entre trois ordres importants à savoir les Coléoptères (30), les Hyménoptères (13) et les Lépidoptères (12).

L'ordre le plus important reste celui des Coléoptères avec 30 espèces. Le genre *Tomicus* est présent avec deux espèces dont *T.piniperda* et *T.destruens*. Ces espèces ont été mises en évidence déjà sur le pin d'Alep au Senalba Chergui (Djelfa) comme étant des véritables ravageurs.

En ce qui concerne les *Buprestidae*, nous avons capturé 2 espèces xylophages *Scintillatrix rutilans* (Thuya) et *Anthaxia sp* (Cyprès). Selon les services des forêts

de la région, ces deux espèces sont mises en évidence pour la première fois dans notre zone d'étude.

Les Hyménoptères occupent le deuxième rang dans l'inventaire avec 13 espèces. Les *Formicidae* en nombre de 6 et les *Ichneumonidae* en nombre de 3 sont les mieux représentés dans notre inventaire. Les *Apidae* avec 2 espèces regroupant généralement des phytophages nuisibles à la plante hôte.

Les Lépidoptères occupent le troisième rang avec 12 espèces. *Thaumetopoea pityocampa* (pin d'Alep), *Argyresthia sp* (Thuya) et *Orsillus maculatus* et *Nysius cynoides* (Cyprès) restent des ravageurs de premier ordre au niveau de la région.

Les autres ordres, sont faiblement représentés dans notre inventaire. Ceci est dû soit aux méthodes de captures non bien adaptées à ce groupe d'insectes, soit à la diversité spécifique faible dans l'écosystème.

Les études sur les ravageurs des arbres forestiers ont concerné essentiellement les essences de la famille *Pinaceae*, alors que l'entomofaune des *Cupressaceae* reste très limitée.

Sur le pin d'Alep, nous avons recensé 48 espèces réparties entre 9 ordres dont 17 Coléoptères, 9 Hyménoptères et 8 Lépidoptères. En comparaison avec d'autres inventaires effectués en Algérie ou ailleurs et dans d'autres écosystèmes **ROQUES (1983)** a établi une liste importante concernant les insectes ravageurs des cônes et des graines en France, **KERRIS (1987)** a estimé les dégâts provoqués par *Rhyacionia buoliana* en Algérie. **ZEMMOURI(1991)** a inventorié une entomofaune importante du pin d'Alep dans la forêt de Bainem (Alger) réparties entre les Coléoptères et les Lépidoptères, **MAATOUG (1992)** a estimé les dégâts de la processionnaire du pin au niveau de la forêt de Nador (Tiaret), **NICHANE (1996)** a recensé dans une étude bibliographique 160 espèces réparties entre 47 Coléoptères, 45 Hyménoptères et 37 Lépidoptères **BOURAGBA (2002)** a étudié deux espèces provoquant le dépérissement du pin d'Alep au niveau de la forêt de Senalba Chergui (Djelfa) à savoir *Orthotomicus erosus* et *Tomicus piniperda*. **CHAKALI (2005)** a mis en évidence un redoutable ravageur des pins en zone semi aride (Algérie) à savoir *Tomicus destruens*.

Ces travaux sus- cités montrent bien que sur le pin d'Alep, les Coléoptères et les Lépidoptères restent des ordres les plus importants.

Sur le Thuya, 3 espèces provoquent des dégâts considérables en Tunisie, (**BELHABIB, 2004 ; BENJAMAA, 2005**) même au Maroc, (**ARAHOU, 1982 ; EL HASSANI & MESSOUDI, 1987**) dont une espèce absente dans notre inventaire (*Phloeosinus aubei*), les 2 autres sont *Scintillatrix rutilans* et *Icosium tomentosum*), d'où la Scintillante est considérée comme une nouvelle espèce au niveau de la zone d'étude.

Sur le Cyprès , **BOUAZIZ (1993)** et **BOUAZIZ & CHAKALI (1998)** ont mis en évidence 5 espèces sur les cônes du Cyprès en Algérie (*Nanodiscus transversus*, *Brachyacma oxycedrella*, *Orsillus maculatus* , *Orsillus depressus* , *Carulaspis minima*) , une espèce a été établie par **ROQUES (1998)** au sud est de l'Europe et qui est absente dans notre inventaire (*Orsillus depressus*) , 3 espèces considérées comme nouvelles au niveau de la zone d'étude (*Pseudococcys tessulatana* , *Nysius cynoides* et *Megastigmus wachli*), 3 espèces évoluent sur le Cyprès en Tunisie (**BENJAMAA & ROQUES ,1999**) à savoir *N.transversus* , *O.maculatus* et *O.depressus*. **EL HASSANI (1984) & EI ALAOUI (1999)** ont recensé 6 espèces évoluent sur les cônes du Cyprès au Maroc dont 2 espèces sont absentes dans notre inventaire (*Megastigmus atlanticus* et *Orsillus depressus*).

Ces travaux sus- cités montrent bien que les résineux sont exposés à une multitude d'insectes ravageurs provoquant en fin leur dépérissement et leur mort.

A travers ces comparaisons, nous constatons que le nombre d'espèces recensées reste très important au niveau de la zone d'étude en tant que premier inventaire effectué au niveau de la région.

2-2- Aperçu bibliographique des principaux ravageurs recensés :

2-2-1- Les insectes défoliateurs :

En forêt, la pression exercée par les insectes affecte souvent la reproduction, la croissance et la survie des plantes .Elle a ainsi une influence sur de nombreux processus écologiques comme la productivité primaire, la dynamique des communautés végétales, ainsi les défoliations peuvent modifier la composition

spécifique des massifs forestiers en réduisant l'importance relative de certains arbres, (**CHATENET, 2000**).

✓ *Thaumetopoea pityocampa* :

La chenille processionnaire est la forme larvaire d'un Lépidoptère appartenant à la faille des *Thaumetopoedae*. C'est l'ennemi le plus important des pinèdes du bassin méditerranéen, (**DEMOLIN & RIVE, 1968 ; KERRIS, 1983 ; DEMOLIN, 1987**).

En Algérie la processionnaire suit le genre *Pinus*, notamment *Pinus halepensis*, (**GACHI, 1996 ; ZAMOUM, 1998**).

Le cycle biologique de la processionnaire du pin s'étend généralement sur une année, mais il peut s'étaler sur quatre ans suivant l'intensité de la diapause, (**DAJOZ, 1980**). Le cycle évolutif se déroule en deux phases :

- Phase aérienne ; elle comprend l'émergence des adultes, la ponte, l'évolution larvaire et la procession.
- Phase souterraine ; elle comprend la nymphose et les chrysalides.

✓ *Rhyacionia buoliana* :

Ravageur qui met en péril les jeunes reboisements des pins en déformant leur croissance et en les affaiblissant physiologiquement. Les sujets attaqués deviennent des foyers de parasites secondaires tels que les scolytes et les champignons inférieurs; ces agents entraînent leur mort à brève échéance, (**KERRIS, 1987**).

Les attaques de *Rhyacionia* conduisent donc en général à un ralentissement important de la croissance et à une diminution de valeur de la production de bois d'œuvre.

La tordeuse des pousses de pin est une espèce généralement monovoltine.

La période des émergences des adultes est comprise entre la fin Mai et la mi-Juillet. La durée d'incubation des oeufs est de 10 à 15 jours. Les oeufs éclosent vers la deuxième semaine de juin. Les jeunes chenilles s'alimentent d'aiguilles de pin jusqu'à la fin du mois de Juillet. Vers le début du mois d'Août, elles migrent vers les bourgeons. La pénétration dans le bourgeon est accompagnée d'une émission de résine, (**KERRIS, 1988**).

Pendant la saison froide, les chenilles du 3ème stade restent en hibernation à l'intérieur du bourgeon. Au printemps, elles en sortent pour s'installer dans d'autres où elles s'alimentent et subissent les deux dernières mues vers la mi-Mai, les larves du 5ème stade se nymphosent durant une période de dix à quinze jours

✓ *Argyresthia sp* :

La mineuse du Thuya est un insecte qui se nourrit à l'intérieur des feuilles du Thuya lorsqu'elle est au stade de chenille, ce qui fait flétrir et brunir les feuilles. Les feuilles endommagées tombent pendant la prochaine saison de croissance. La perte des feuilles est particulièrement visible au printemps. La plupart des arbres infestés par la mineuse se rétablissent. Les arbres peuvent perdre jusqu'à 80 % de leurs feuilles et survivre mais des infestations répétées peuvent tuer certains arbres, (ANONYME, 1998).

Le papillon nocturne de la mineuse du Thuya émerge du mois de mai jusqu'au début juillet. Après l'accouplement, la femelle pond des oeufs sur le bout des branches de l'arbre. Lorsque les oeufs éclosent quelques semaines plus tard, les petites chenilles se nourrissent à l'intérieur des feuilles. Tout en mangeant, elles creusent des galeries dans les feuilles. Les chenilles vivent dans ces galeries pendant l'hiver et recommencent à manger au printemps. A l'état adulte, elles passent au stade de pupes. Pendant ce stade immobile, elles deviennent des papillons nocturnes. Certaines espèces de mineuse du Thuya restent dans les galeries au stade de pupes tandis que d'autres construisent des cocons soyeux qu'elles attachent à l'extérieur des feuilles, (ANONYME, 1998).

2-2-2- *Les insectes xylophages* :

Le bois est un matériau très particulier par sa composition chimique et par ses propriétés physiques, ce qui retient sur la morphologie et la physiologie des insectes qui s'en nourrissent ou s'y développent, (DAJOZ.1980).

✓ *Tomicus piniperda* :

Selon DAJOZ (1980), trois espèces de *Tomicus* peuvent attaquer le pin, il s'agit : *T.piniperda*, *T.minor* et *T.destruens*. *Tomicus piniperda* attaque les arbres

en pleine vitalité .Les adultes s'installent sur les troncs, (**SAUVARD & LIEUTIER & LEVIEUX, 1987**).

La ponte s'effectue en deux ou trois phases, (**CHAKALI, 2005**).Après quatre stades larvaires qui durent de deux à trois mois, la nymphose a lieu en juin suivit par l'émergence en juin et juillet. Les adultes pénètrent dans les jeunes pousses pour s'y nourrir.

Par son régime alimentaire xylophage, ce scolyte entraîne le dessèchement des bourgeons et des rameaux dont l'extrémité se casse, en plus par les galeries qu'elles provoquent au niveau du tronc, ce qui entraîne une baisse de production, (**CHAKALI, 2006**).

✓ ***Blastophagus piniperda* :**

C'est une espèce d'origine française, à extension extrêmement vaste, très fréquente en Belgique, Allemagne, Autriche, Grèce, Italie, Scandinavie, Russie, Algérie. On le rencontré sur tous les peuplements de résineux, (**SALHI, 2000**).

La ponte se fait en février et l'évolution se termine en juin sauf s'il y'a le froid qui ralentit la durée du cycle qui dure 60 jours en conditions normales. Il peut aller jusqu'à 85 jours en zones humides et 130 jours en zones très froides.

En Algérie, l'insecte peut avoir deux générations par an. C'est un redoutable ennemi des pins, il attaque les arbres en sève, en provoquant des morsures sur les jeunes sujets, ce qui entraîne une absence de contact entre l'écorce et le liber, (**KERRIS & GUERROUDJ, 1992**). Il empêche la circulation de la sève, donc un déséquilibre physiologique, (**LIEUTIER & LEVIEUX, 1985**). Il permet aussi l'installation d'autres insectes secondaires qui contribuent à la destruction de l'arbre, (**KHOUS & GACHI, 1996**).

✓ ***Scintillartix rutilans* :**

La Scintillante rutilante est un Coléoptère de la famille des *Buprestidae*, de petite taille (11-15 mm), elle se distingue par sa couleur verte dorée métallique. La Scintillante rutilante est strictement liée aux Thuyas, localisé en Espagne, Portugal, France, Suisse, Autriche, Allemagne, Italie, Yougoslavie, Bulgarie, Hongrie, Grèce, Crête, Maroc, Algérie et Tunisie, (**EL ALAOUI & ROQUES,**

2006 ; ANONYME, 2008_(a)). Elle préfère les arbres vieux, malades ou affaiblis, toujours bien ensoleillés, de même que les parties malades d'arbres sains comme les branches mourantes, mourantes, (**ANONYME, 2008_(b)**). Les adultes sont principalement actifs de fin mai à début juillet. On les trouve toujours sur la face ensoleillée des troncs de leur plante hôte. Par temps couvert, ils se cachent dans les anfractuosités de l'écorce. Après l'accouplement, la femelle pond ses oeufs isolément, dans les crevasses et surtout dans les blessures de l'écorce. Les larves se nourrissent dans et sous l'écorce. Si celle-ci est épaisse, elles peuvent rester à l'intérieur. Le développement se déroule sur 2 ans. Le deuxième hiver est passé au dernier stade larvaire et la métamorphose n'a lieu qu'au printemps, toujours dans l'écorce. L'adulte fraîchement éclôt n'a plus qu'à creuser un trou de sortie pour émerger, (**ANONYME, 2003_(b)**).

✓ ***Tenebrio sp :***

Les ténébrions (famille des *Tenebrionidae*) sont des représentants de l'ordre des Coléoptères. Cette famille figure parmi les plus diversifiées au monde, avec environ 19000 espèces actuellement décrites. La plupart des ténébrions sont xérophiles. De nombreuses espèces sont plus précisément xérophiles lapidicoles, c'est-à-dire fréquentant habituellement des milieux secs (arides) et caillouteux. D'autres sont inféodées aux milieux littoraux (espèces halophiles), et vivent dans les sables. Beaucoup d'espèces sont arboricoles et vivent sous les écorces des arbres, (**KALMON & SOLDATI, 2008**).

2-2-3- les prédateurs et les parasites :

Les auxiliaires jouent un rôle important dans la limitation des populations ravageurs, (**DAJOZ.1985**).

✓ ***Phryx sp :***

C'est une espèce utilisée en lutte biologique. C'est un parasite spécifique de la processionnaire du pin. Il peut parasiter 30% d'individus d'une population des chenilles processionnaires, (**ZAMOUM, 1998 ; ZAMOUM & DEMOLIN & SAI, 2006**).

✓ ***Akis algeriana :***

Cette espèce se rencontre depuis le Maroc central jusqu'en Tunisie .Elle occupe la zone nord du Maghreb et ne pénètre pas en haute altitude où est absente des hauts plateaux et de la zone saharienne .C'est une espèce considérée détritivore, occasionnellement phytophage, (**FRAVAL, 1983**). Cette espèce est récoltée par piège Barber en mois de juillet et août 2009.

✓ *Pimelia servillei* :

C'est une espèce également sabulicole côtière. Elle se trouve sur la côte depuis le Maroc jusqu'à la région d'Alger, (**GRAF & VILLEMANT & FRAVAL, 1994**). Plusieurs formes ont été décrites mais sont difficiles à séparer, (**GRAF, 1992**). Cette espèce est récoltée en mois de mars et avril 2009.

✓ *Scaurus sp* :

Cette espèce se rencontre depuis le Maroc oriental jusqu'au nord de la Tunisie. C'est une espèce relativement commune .Son activité est nocturne et le jour se cache sous les pierres, (**LABRIQUE & CHAVANON, 2005**). Cette espèce est observée en mois de mai 2009.

✓ *Blattella sp* :

Les blattes sont très polyphages et toute matière organique d'origine animale ou végétale (fraîche ou corrompue) fait l'affaire. Elles ont besoin de chaleur, d'humidité, et leur caractère lucifuge (fuite de la lumière) fait qu'elles recherchent l'obscurité et que leur activité est pour l'essentiel nocturne. Cette espèce est observée en mois de juin 2009.

✓ *Carabus morbullosus* :

De nombreuses espèces de *Carabidae* se rencontrent dans le milieu forestier. Les carabes figurent parmi les insectes utiles, ils chassent leurs proies au sol et sur les arbres, (**DAJOZ, 2002**). Le morbillosus est originaire d'Afrique du Nord.

✓ *Crematogaster scuttelaris* :

C'est un insecte méditerranéen banal et arboricole qui se regroupe en colonie. Elle peu occuper dans certains secteurs 40 à 100% des arbres, (**RELABRI, 1979**). Il s'attaque à des essences fruitières et forestières, (**CASEVITZ, 1973**).

✓ *Les fourmis :*

Les fourmis peuvent coloniser les cavités de bois, des plantes, des galles etc. Il semble que les fourmis jouent un rôle dans la création des biocénoses forestières équilibrées, (**DE TONNANCOURT, 2002**). Le régime alimentaire des fourmis est très variable ; sève écoulee des blessures, insectes, champignons, cadavres etc.

2-2-4- *Les autres insectes :*

Après avoir citer les trois principales catégorie d'insectes inventoriés , d'autres insectes aussi causent de grave dommages sur la plante hôte , à savoir les insectes des cônes et des graines , les suceurs de sève et les gallicoles .

✓ *Megastigmus wachtli :*

D'origine nord-africaine, elle a été naturalisée vraisemblablement depuis plus d'un demi-siècle, (**ROQUES & ROUX & MARKALAS, 1997 ; ROQUES & CARCREEF & RASPLUS, 1999**). Elle est aujourd'hui répandue dans l'ensemble des conifères où elle peut attaquer jusqu'à 80% des graines, (**ROQUES & RAIMBAULT, 1986**).

✓ *Orsillus maculatus :*

C'est une espèce méditerranéenne. Elle attaque les cônes de Cupressacées pour leur nutrition et leur reproduction, (**BENJAMAA, 2002**). Cette espèce transporte les spores d'un champignon pathogène, *Seiridium cardinale*, responsable de la maladie du chancre cortical du Cyprès, (**GUIDO & BATTISTI & ROQUES, 1995**). L'étude montre que *O. maculatus* est très associée à *Cupressus sempervirens*, bien qu'elle puisse aussi se retrouver sur d'autres espèces de Cyprès et, mais plus rarement, (**BATTISTI & COLOMBANI & FRIGIMELICA & GUIDO, 1997**).

✓ *Cinara cupressi :*

Le puceron du cyprès, *Cinara cupressi*, est l'un des pucerons géants des conifères et fait partie d'un groupe se composant de quelque 175 espèces qui infectent les branches de nombreux conifères dans l'hémisphère Nord. Ces insectes sont parfois suffisamment nombreux pour causer des dégâts à leur habitat

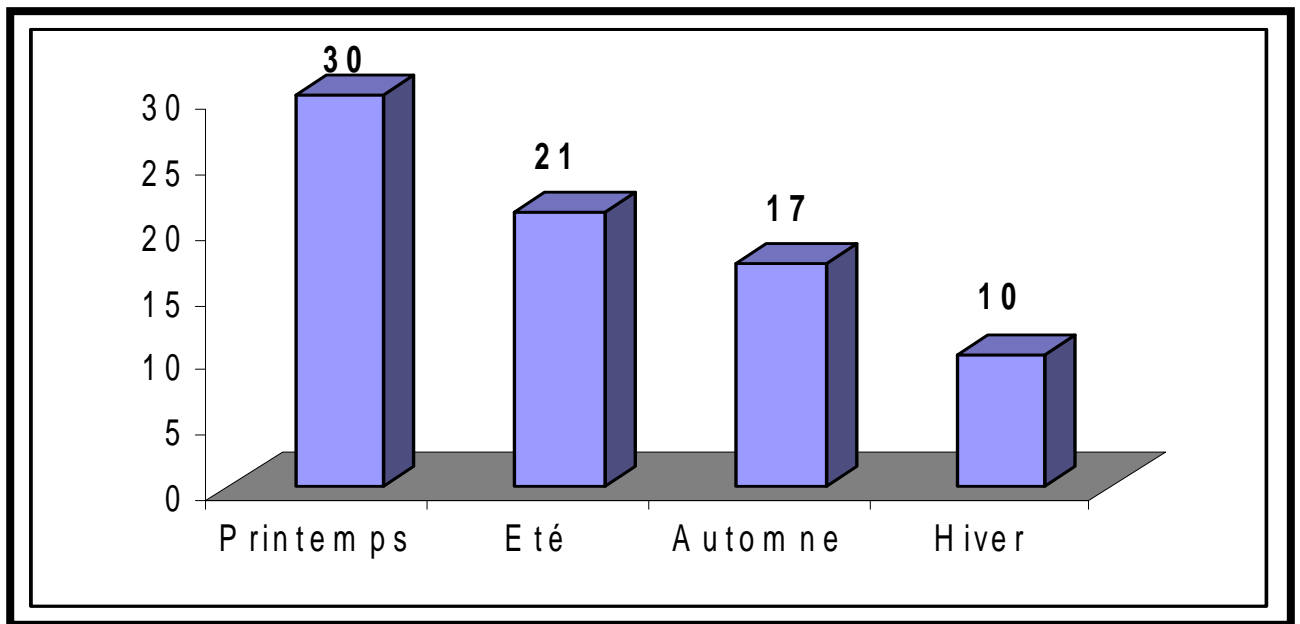
d'origine, mais ils ne sont en général pas considérés comme de grands ravageurs des forêts, (MILLS, 1990).

Le cycle de vie du puceron du cyprès est complexe. Les femelles, seules présentes pendant les mois d'été, se reproduisent par parthénogénèse et sont vivipares. Les adultes peuvent prendre deux formes: ailée ou aptère. A l'approche du froid, on trouve des mâles et des femelles, et les pucerons sont ovipares au lieu d'être vivipares. Les œufs sont pondus dans des endroits rugueux sur des branches et des feuilles où ils hibernent. Il y a plusieurs générations par an et la durée de vie d'une génération est d'environ 25 jours en pleine saison de croissance. Les adultes et jeunes immatures se constituent en groupes pouvant rassembler jusqu'à 80 individus qui vivent sur les branches des arbres hôtes dont ils sucent la sève. Pour digérer la sève, le puceron du cyprès injecte au préalable dans la tige un liquide salivaire. Ce liquide est toxique pour certains arbres et peut entraîner le dépérissement des branches, et finalement la mort de l'arbre, surtout si les pucerons sont nombreux, (MILLS, 1990).

2-3- Distribution temporelle l'entomofaune :

Du point de vue temporel, il faut noter que si certaines espèces sont présentes durant toute l'année, nos espèces inventoriées ne le sont que partiellement. En effet, les sorties que nous avons effectuées pendant l'année 2009 montrent que la plus grande concentration de ces espèces est observée dans les sorties coïncidant avec la saison printanière avec 30 espèces (38.47%). Pendant les autres saisons leur répartition est de l'ordre de 21 espèces (26.93%) en été, 17 espèces (21.80%) en automne et 10 espèces (12.82%) en hiver (**Fig IV.23**).

Cette inégalité dans la répartition saisonnière de ces insectes est liée directement à leur mode d'adaptation avec le milieu (conditions climatiques).



IV.23 : Répartition saisonnière de l'entomofaune.

2-4- Distribution spatiale de l'entomofaune : (Fig IV.24)

Concernant le paramétrage de l'AFC, on prend comme variables actives l'espèce et la station, toutes les autres variables ne sont pas prises en compte dans notre analyse, même si on n'aurait pu les considérer comme des variables illustratives, mais la qualité de l'analyse et de la représentation se seraient affectées, vu que ces variables n'apportent pas une grande information.

Tous les individus (lignes) sont conservés pour l'analyse. Nous optons pour un seuil de ventilation de 5% (seuil d'acceptation des modalités), pour ne pas omettre les modalités d'effectifs faibles. Donc, l'objectif de l'analyse c'est d'étudier le rapport (correspondance) entre l'espèce et la station (plante hôte) affectée.

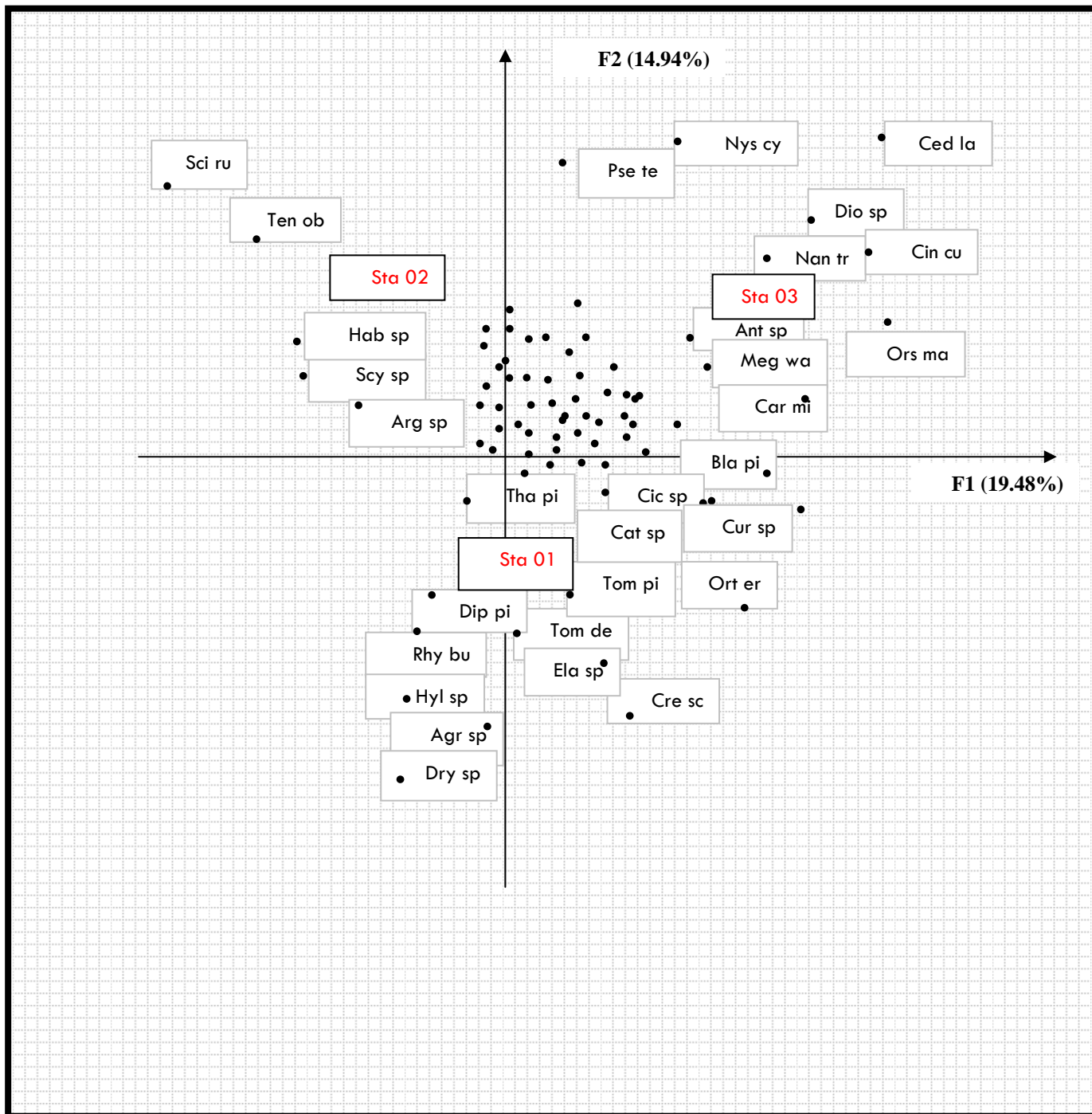


Fig IV.24: Distribution des groupements « espèces/stations » dans le plan réduit F1-F2.

Tableau IV.2 : Valeurs propres et taux d'inertie pour les 4 premiers axes factoriels.

| Inertie cumulée (%) | Taux d'inertie (%) | Valeur propre | Axe |
|----------------------------|---------------------------|----------------------|------------|
| 19,48 | 19,48 | 0,85 | 1 |
| 34,42 | 14,94 | 0,79 | 2 |
| 45,34 | 10,92 | 0,66 | 3 |
| 56,26 | 10,92 | 0,66 | 4 |

La faune entomologique récoltée lors de cette étude compte 78 espèces. Ce travail est l'une des premières tentatives biotypologiques dans la région d'étude.

L'AFC est réalisée sur une matrice de données brutes (espèces/stations) représentant les espèces par leur présence, leur absence et leur dominance. Ces variables ont été introduites sous forme de codes.

Les quatre axes factoriels totalisent un pourcentage d'inertie assez élevé (56,26%) exprimant plus de la moitié de l'information totale sur la distribution espèces – stations (**Tableau IV.2**). Seuls les deux premiers descripteurs (axes) sont conservés, totalisant 34,42% de l'information recueillie. Les valeurs propres de ces deux axes (F1, F2) sont élevées en particulier celle du premier axe. Ceci implique une bonne diagonalisation des données sur chaque axe et indique un assez bon recouvrement entre la station et l'espèce.

Une grande partie des espèces se concentre sur l'axe central et forme un noyau. Seules les espèces qui se situent de part et d'autres, c'est-à-dire aux extrémités des espaces factoriels sont pris en considération dans cette analyse.

A ce niveau, il est possible de distinguer 3 groupes :

- ✓ Le premier à gauche, se composant de *Scintillatrix rutilans*, *Tenebrio obscurus*, *Habroloma sp*, *Scymnus sp*, et *Argyresthia sp* qui sont toutes inféodées au Thuya au niveau de la FD Tarasmout (Souk Tleta). L'appartenance de ces espèces à ce groupe ne fait que confirmer les résultats de **ARAHOU (1982)** sur les tetracлинаies marocaines.
- ✓ Le deuxième à droite se composant de *Carulaspis minima*, *Megastigmus wachtli*, *Anthaxia sp*, *Orsillus maculatus*, *Nanodiscus transversus*, *Cinara*

cupressi, *Dioryctria sp*, *Cedrobium laportei*, *Nysius cynoides* et *Pseudococcyx tessulatana* qui sont dans leur majorité caractéristiques des cônes et des graines du Cyprès commun au niveau de la commune de M'Sirda Fouaga. Ces résultats sont conformes avec ceux d'**EL ALAOUI (1999)** (Maroc), **BENJAMAA & ROQUES (1999)** (Tunisie) et **BOUAZIZ & CHAKALI (1998)** en Algérie.

- ✓ Et le reste constitue le troisième groupe. Ce dernier regroupe les espèces inventoriées au niveau de la station 01 (FD Tamarchalet), c'est-à-dire les insectes qui attaquent le pin d'Alep. Ces résultats sont conformes avec ceux de **ROQUES (1983)** en France et **ZEMMOURI (1991)** en Algérie dans la forêt de Bainem.

La richesse entomologique de la région des Traras occidentaux a été évaluée à partir de 18 sorties soit neuf mois d'étude. L'entomofaune recensée, comprend 78 espèces d'où 48 espèces attaquent le pin d'Alep, 16 espèces attaquent le Thuya de Barbarie et 14 espèces attaquent le Cyprès commun.

L'analyse factorielle des correspondances a permis de hiérarchiser les différents descripteurs du milieu. Ainsi l'influence des facteurs pédoclimatiques est le descripteur le plus efficace.

L'application de l'analyse factorielle des correspondances en entomologie forestière se révèle pratique et fructueuse. Plusieurs gradients coénotiques et biocoénotiques sont dévoilés :

❖ *Au niveau stationnel :*

- ◆ Gradient temps – températures.
- ◆ Etages bioclimatiques – humidité.

❖ *Au niveau spécifique :*

- ◆ Faune thermophile, mésophile, chaude ou froide.
- ◆ Gradient trophique : peuplement des glands, des graines, peuplement phytophages, xylophages, suceurs de sève, prédateur ou parasite.
- ◆ Faune humide ou moins humide.

L'absence du gradient altitudinal trouve son explication, peut être, dans le fait qu'il est caché par les températures, lesquelles sont très liées à l'altitude. En plus dans cette région (région des Traras) font intervenir l'altitude, la topographie (exposition, dépressions..) et les conditions météorologiques, (DELANNOY & LECOMPTE, 1975 ; LECOMPTE, 1986).

2-5- Analyse synécologique :

Pour décrire quantitativement la biocénose (structure) des trois peuplements, il est possible de définir les indices suivants : S, H, H max et E.

2-5-1- La richesse spécifique « S » :

Par définition la richesse spécifique ou totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent, (RAMADE, 1984).

2-5-2- La diversité spécifique « H » :

Pour les écologistes la notion de diversité spécifique s'explique par cette répartition inégale des individus entre les espèces.

Il existe plusieurs indices, le plus simple parmi eux est l'indice de **SHANNON WEAVER**

$$H = - \sum_{i=1}^s Q_i / Q \times \log_2 Q_i / Q$$

Qi : Nombre d'individus de l'espèce i.

Q : Nombre total d'individus.

Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce H = 0.

- Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces.
- Un indice de diversité faible traduit des conditions de vie défavorable ; le milieu étant pourvu de peu d'espèce mais chacune d'elles ayant de nombreux d'individus.
- H est maximum lorsque toutes les espèces capturées ont le même nombre d'individus ; donc on aura :

$$H_{\max} = \log_2(S)$$

S : richesse spécifique de l'échantillon.

2-5-3- L'équitabilité « E » :

L'indice de **SHANNON** est complété par l'indice de l'équitabilité qui est représenté par la formule suivante :

$$E = \frac{H}{\log_2 S}$$

E : Equitabilité.

H: Indice de SHANNON WEAVER.

S: Richesse spécifique.

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tant vers 0 quand la quasi-totalité des individus correspond à une seule espèce du peuplement, et tant vers 1 lorsque les espèces sont représentées par le même nombre d'individus.

2-5-4- Abondance relative des espèces « Ar » :

L'abondance relative des espèces exprimée en pourcentage ; est le nombre d'individus de cette espèce par rapport au nombre total d'individus.

Dans le but de connaître l'importance de chaque espèce.

$$Ar = (Na / N) * 100$$

Ar : Abondance relative.

Na : Nombre d'individus d'une espèce.

N : Nombre total d'individus recensés.

Selon la classification de **KROGERUS (1932)**, une espèce est dominante (abondante) si $Ar > 5\%$.

Les résultats obtenus après le calcul, au niveau chaque station sont consignés dans le tableau **(IV.3)** ci-dessous :

Tableau IV.3: Analyse et interprétation des résultats des indices au niveau des trois stations

| Station 03 | Station 02 | Station 01 | Stations Indices |
|------------|------------|------------|---------------------|
| 14 | 16 | 48 | S |
| 3.21 | 3.30 | 4.62 | H |
| 3.58 | 3.58 | 5.12 | H max |
| 0.84 | 0.82 | 0.83 | E |

Les valeurs de l'indice de diversité dans les trois stations sont élevées, elles varient entre 3.21 et 4.62. La valeur la plus importante est marquée dans la première station (4.62).

Donc on peut qualifier ces biotopes comme milieux favorables à l'installation de diverses espèces d'insectes ou le climat est tolérable et les ressources alimentaires sont suffisamment disponibles.

Dans les trois stations, l'équitabilité est élevée et tend vers 1 ce qui indique qu'un grand nombre d'espèces récoltées sont représentées par un nombre d'individus plus ou moins identique.

3- Etude des niveaux d'infestation des principaux ravageurs :

Dans les conditions de notre travail, et durant la période d'étude, nous assistons à la multiplication de certains insectes ravageurs qui peuvent causer des dégâts au massif forestier étudié en particulier et à la forêt en général.

Une étude particulière précise sur certains ravageurs au terrain a été entreprise afin de connaître leur niveau d'infestation, c'est-à-dire le nombre d'arbres où on trouve le ravageur adulte.

3-1- Résultats et discussion :

Les résultats des différents niveaux d'infestation des ravageurs obtenus à l'échelle des trois parcelles puis regroupés à l'échelle de la zone d'étude sont représentés dans le tableau (IV.4).

Tableau IV. 4 : Niveau d'infestation (%) des principaux ravageurs au niveau des trois stations :

| Parcelle 01 | | | | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Total | <i>Tomicus piniperda</i> | <i>Rhyacionia buoliana</i> | <i>Thaumetopoea pityocampa</i> | Espèces | |
| 94 | 12 | 19 | 63 | Arbres atteints | |
| 78.34% | 10% | 15.84% | 52.50% | % | |
| Parcelle 02 | | | | | |
| Total | <i>Scintillatrix rutilans</i> | | <i>Argyresthia sp</i> | Espèces | |
| 80 | 24 | | 56 | Arbres atteints | |
| 66.67% | 20% | | 46.67% | % | |
| Parcelle 03 | | | | | |
| Total | <i>Anthaxia sp</i> | <i>Nysius cynoides</i> | <i>Cedrobiu m laportei</i> | <i>Orsillus maculatus</i> | Espèces |
| 77 | 12 | 20 | 25 | 20 | Arbres atteints |
| 64.17% | 10% | 16.67% | 20.84% | 16.67% | % |

D'après le tableau, nous constatons que les insectes ravageurs infestent tout le massif forestier étudié. Le niveau d'infestation des arbres atteints (arbres infestés au moins par une espèce) est de l'ordre de 66.95%. Il varie cependant entre 78.34% à Tamarchalet (Marsa Ben M'hidi), 66.67% à Tarasmout (Souk Tleta) et 64.17% au station 03 (M'Sirda Fouaga). Les pullulations dues à ces insectes ont un impact plus ou moins endommageable sur l'état sanitaire des arbres.

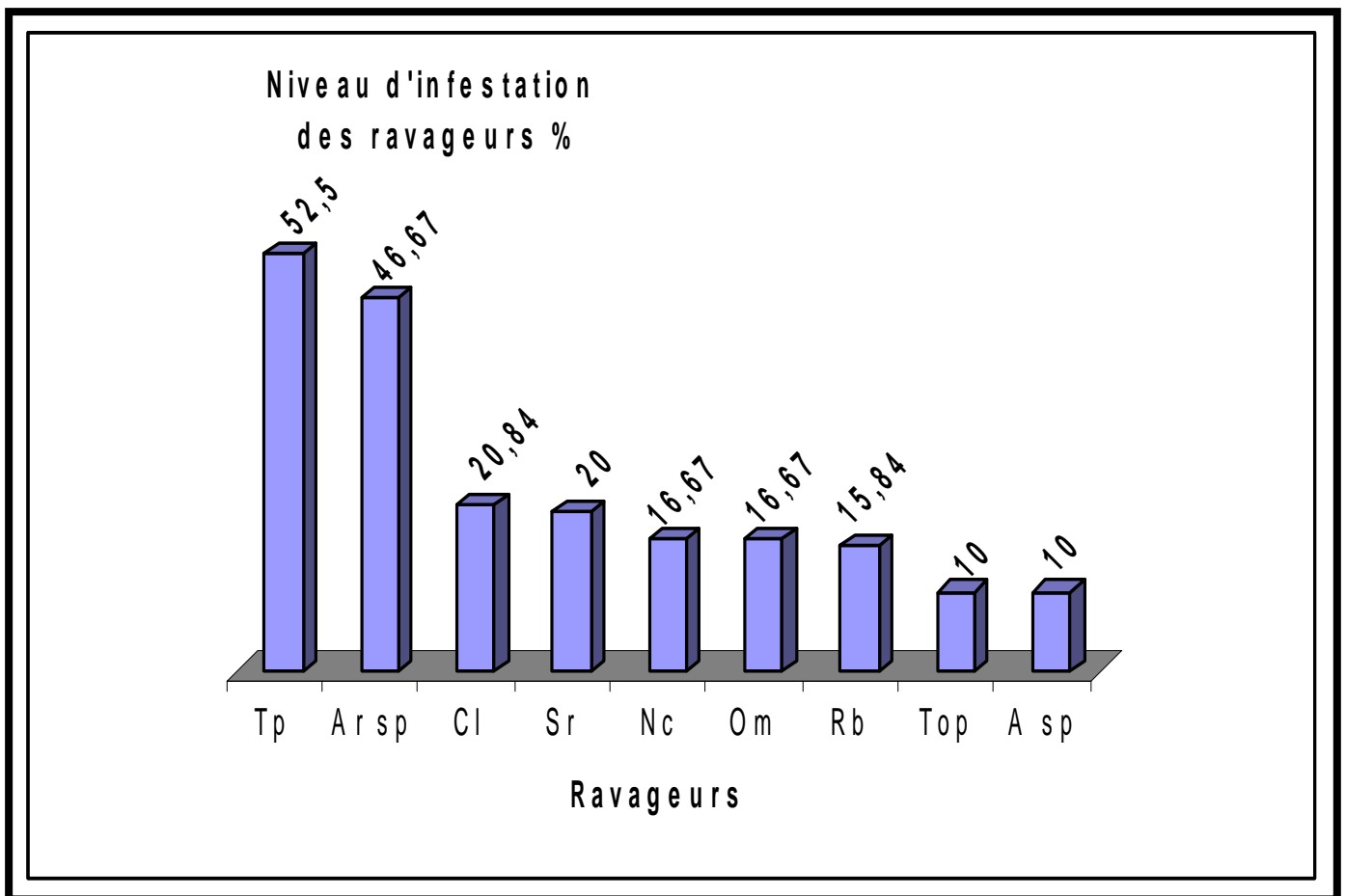


Fig IV.25 : Distribution des niveaux d'infestation des principaux ravageurs.

Tp: *Thaumetopoea pityocampa*; Ar sp: *Argyresthia sp*; Cl: *Cedrobium laportei*.
 Sr: *Scintillatrix rutilans*; Nc: *Nysius cynoides* ; Om : *Orsillus maculatus*.
 Rb: *Rhyacionia buoliana*; Top: *Tomicus piniperda*; A sp: *Anthaxia sp*

A l'échelle de la zone d'étude, la figure (IV.25) nous montre que l'espèce : *Thaumetopoea pityocampa* occupe le premier rang avec un niveau d'infestation 52.50%, puis viennent *Argyresthia sp*, *Cedrobium laportei*, *Scintillatrix rutilans*, *Orsillus sp*, *Rhyacionia buoliana* et *Nysius cynoides* dans le deuxième rang avec un niveau d'infestation respectif qui oscille entre 15.84 et 46.67%.

En fin *Tomicus piniperda* et *Anthaxia sp* qui occupent le troisième rang présentant un niveau d'infestation de l'ordre de 10%.

4- Conclusion:

Les attaques de ces ravageurs, ont un effet sur la défoliation la dégradation du massif forestier .Sur le plan économique, les xylophages provoquent une

déévaluation de la valeur marchande du bois sur pied. Dans le cas des résineux , les pullulations des xylophages qui sont en général des ravageurs secondaires provoquent non seulement la détérioration commerciale du bois mais aussi leur qualité.

Dans notre zone d'étude la manifestation de ces ravageurs peut être expliquée par les conditions défavorables dans lesquelles vit l'arbre.

5- Dépérissement et biocénose de la plante hôte (un résineux) :

5-1- Dépérissement de la plante hôte :

Le dépérissement est l'ensemble des dérangements physiologiques et des affections parasitaires qui conduisent une plante ou un animal à sa mort en l'affaiblissant progressivement.

Une définition restrictive du terme serait un phénomène qui ne relève pas d'une évolution naturelle des peuplements (lié au vieillissement ou n'est pas majoritairement le résultat de l'impact « même inhabituel » d'un seul facteur naturel. L'usage veut cependant qu'on qualifie de « dépérissement » de perte de vitalité, quelle que soit la cause, (**BONNEAU, 1991**).

D'après **BONNEAU (1991)**, on peut identifier un dépérissement par des mesures classiques (symptômes visibles, modification de la croissance, taux de mortalité...).

5-1-1- Symptômes du dépérissement :

L'observation des différents organes de l'arbre peut indiquer la présence d'un dépérissement, (**BONNEAU, 1991**).

Feuilles : taches, nécrose, déformation du limbe ...

Branches, rameaux, tronc, collet : fissures, écoulement résineux, chancres, présence de galeries.

Bois : humidité, pathogène du bois de racine et du tronc. Le duramen ou bois parfait sec et clair normalement est mouillé à odeur désagréable, pourriture cubique du bois.

Racines : pourrissement du chevelu racinaire et absence de garniture mycorhyzienne.

A la lumière de ces données, l'aspect morphologique est une référence de différenciation entre un sujet dépéris et un sujet sain. Le dépérissement forestier est apprécié par deux symptômes majeurs macroscopiques : la défoliation et le jaunissement des feuillages, (**BENJAMAA, 2004**).

Le dépérissement est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs de stress de nature biotique et abiotique, ces facteurs agissent de façon consécutive ou concomitante et provoquent l'affaiblissement de l'arbre et parfois sa mort, (**BONNEAU, 1991**). Ces facteurs sont résumés en trois classes :

1- Facteurs prédisposant :

Ce sont toujours présents agissants à long terme pour diminuer la vigueur de l'arbre : changements climatiques, station à faible réserve en eau, sols peu fertiles...

2- Facteurs déclenchant :

Ce sont des facteurs qui favorisent l'apparition des symptômes, ils peuvent être d'origine abiotique (accidents climatiques) ou d'origine biotique (insectes défoliateurs ou agents cryptogamiques primaires).

3- Facteurs aggravants :

Ce sont des facteurs qui provoquent des symptômes relativement visibles et identifiables, ils sont souvent soupçonnés d'être à l'origine du dépérissement, alors qu'en réalité, ils ne font partie de la chaîne trophique de décomposition (les insectes sous corticaux et champignons), leur installation ne peut se réaliser que sur des arbres en début de dépérissement sous l'action de ces facteurs :

- ✓ Le climat (cas fréquent de sécheresse).
- ✓ Absence d'une sylviculture adéquate.
- ✓ Action des incendies.
- ✓ Surpâturage.
- ✓ Actions des insectes défoliateurs.
- ✓ Facteurs anthropiques.

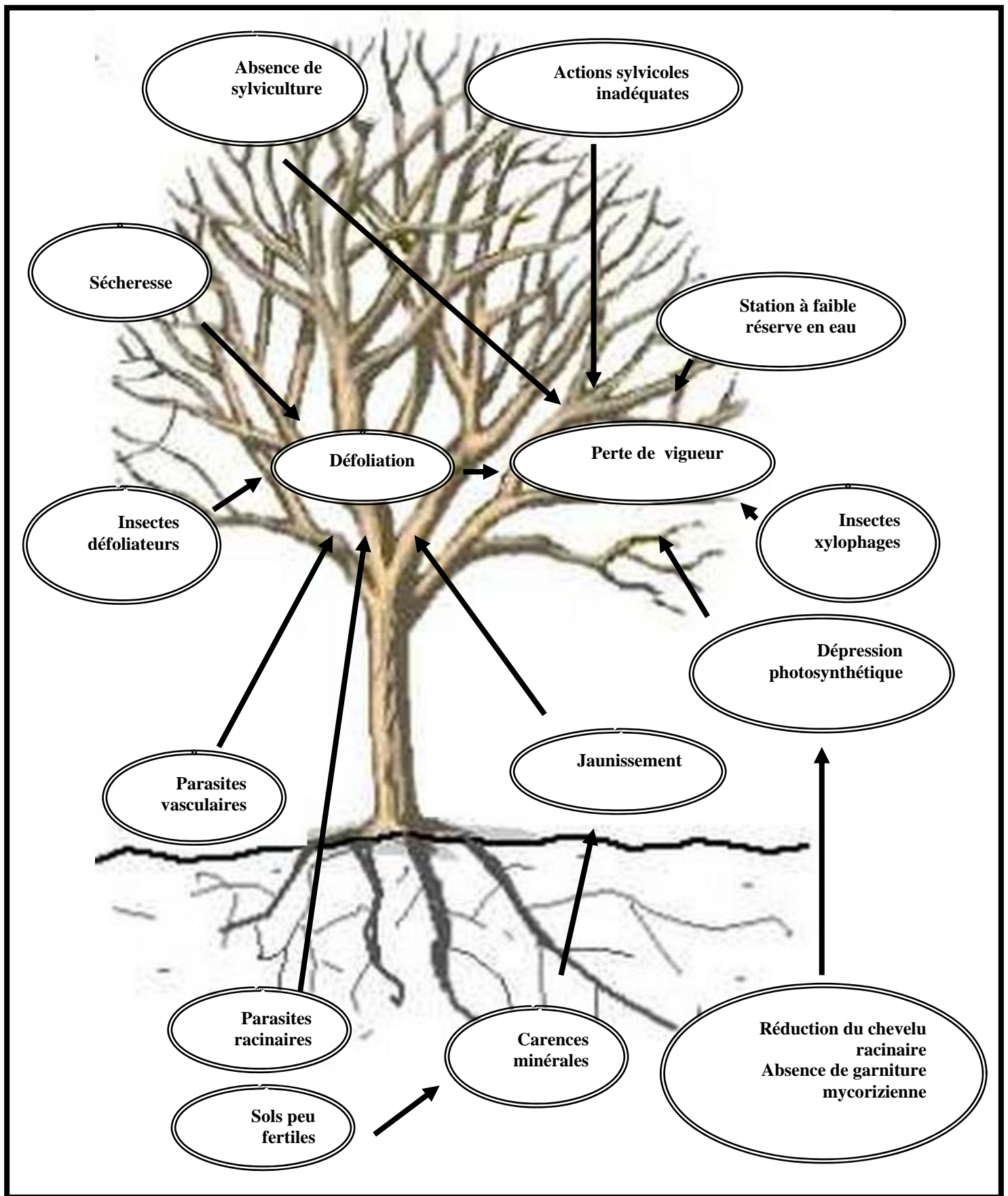


Fig IV.26 : Facteurs causaux du dépérissement de la plante hôte (Originale)

5-2- Biocénose de la plante hôte : (Fig IV.27)

L'étude de la micro répartition spatiale de l'entomofaune inféodée aux espèces résineuses étudiées (*Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Cupressus sempervirens*), nous amène à définir quatre strates :

1- Feuillage.

2- Rameaux.

3- Tronc.

4- Cônes.

1- Au niveau du feuillage ; les insectes dévorent les feuilles jeunes et âgées, les bourgeons, les pousses etc. C'est le cas de *Thaumetopoea pityocampa*, *Rhyacionia buoliana*, *Argyresthia sp* et *Agromyza sp* qui sont phytophages ; et les suceurs de sève comme *Cinara cupressi*, *Elatobium sp* et *Cedrobium laportei*.

2- Au niveau des rameaux et des feuilles, sont représentées les espèces gallicoles telles que *Dryomia sp*.

3- Au niveau du tronc qui renferme des espèces consommatrices du bois, on cite : *Tomicus piniperda*, *Scintillatrix rutilans* et *Anthaxia sp*.

4- Sur les cônes ; il existe des espèces qui attaquent des cônes et des graines et on cite comme exemple : *Orsillus maculatus*, *Catermna sp* et *Megastigmus wachtli*.

Fig IV.27 : Biocénose de la plante hôte (un résineux) (Originale)

6- Conclusion :

Selon les figures (IV.26 & IV.27), nous constatons que les ravageurs peuvent agir sur l'arbre à différents niveaux, ce qui provoquent une défoliation , une diminution de la production et une dépréciation de la qualité technologique du bois .Ils s'agit donc des espèces phytophages , xylophages , suceurs de sève, des cônes et des graines , gallicoles ,ce qui permet de prendre en considération ces espèces et de prévoir préalablement une lutte collective .Cette lutte permet de réduire la pullulation sur les principales strates de l'arbre .

Conclusion générale et perspectives

Conclusion générale et perspectives

Au terme de cette étude, il s'impose tout l'intérêt écologique et forestier que présentent les espèces résineuses dans la région des Trars Occidentaux. En effet, les insectes inventoriés lors de ce travail totalisent une liste de 78 espèces. Celles-ci appartiennent, de point de vue systématique à 10 ordres dont les plus remarquables sont celles appartenant à l'ordre des Coléoptères qui représentent la liste la plus élevée de 30 espèces. Celles-ci sont réparties entre 9 familles.

Ces dernières sont représentées par les *Scolytidae* qui totalisent 7 espèces dont les plus importantes, les plus dominantes et les plus remarquables sont *Tomicus piniperda*, *Tomicus destruens* et *Orthotomicus erosus*. Les *Tenebrionidae* sont présents dans cet inventaire plus particulièrement par *Tenebrio obscurus*, *Tenebrio sp*, *Scaurus sp* et *Pimelia servillei*. Enfin, les *Buprestidae* inventoriés regroupent 4 espèces dont 2 espèces sont considérées comme nouvelles au niveau de la zone à savoir *Scintillatrix rutilans* et *Anthaxia sp*.

En deuxième rang, l'ordre des Hyménoptères avec 13 espèces réparties entre 5 familles. Les plus importantes sont celles des *Formicidae* notamment *Formuca sp*, *Crematogaster scutellaris*, *Cataglyphis bicolor* et *Aphaenogater senilisant*, des *Ichneumonidae* en l'occurrence *Vespa germanica* et *Scambus sp*, et des *Apidae* avec le genre *Apis*.

L'ordre des Lépidoptères occupe le troisième rang avec 12 espèces réparties entre 7 familles, les plus importantes sont celles des *Tortricidae* en particulier *Rhyacionia buoliana*, des *Thaumetopoidae* (*Thaumetopoea pityocampa*) et des *Ponomeutidae* (*Argyresthia sp*).

Nous trouvons d'autres ordres en moindre importance tels que les Diptères, les Homoptères, les Orthoptères, les Hémiptères, les Dermaptères, les Névroptères et les Mantoptères.

Les espèces que nous avons inventoriées sont présentes avec 6 régimes alimentaires différents, dont les plus importants sont les défoliateurs qui totalisent 25 espèces richement représentées par les Lépidoptères avec 10 espèces. Le second régime alimentaire est représenté par la faune auxiliaire totalisant 23 espèces dont 17 prédateurs et 6 parasites. Les consommateurs du bois occupent le troisième rang avec 17 espèces, ils sont majoritairement représentés par les *Scolytidae* (*Tomicus piniperda*, *Tomicus destruens* et *Orthotomicus erosus*), et les *Buprestidae* (*Scintillatrix rutilans* et *Anthaxia sp*).

Les glands ne sont pas à l'abri des attaques des granivores. Nous avons recensé 7 espèces dont *Orsillus maculatus*, *Pseudococcyx tessulatana* et *Megastigmus wachtli* sur le Cyprès et *Curculio sp* sur le pin d'Alep. Le reste des insectes est reparti entre les opophages et les gallicoles. Les premiers sont en nombre de 5. Les gallicoles sont représentés par *Cecidomyia sp* évoluant sur le pin d'Alep.

Du point de vue importance économique, les insectes inféodés aux espèces résineuses de la région des Traras Occidentaux sont répartis entre 3 catégories. La première est celle des insectes nuisibles dont les ravageurs des essences forestières avec 30 espèces. La seconde regroupe les insectes indifférents totalisant 25 espèces qui vivent au dépens des plantes du sous bois et de la strate herbacée et ne causent pas des dégâts notables. Enfin, les insectes auxiliaires avec 23 espèces regroupent les ennemis naturels des ravageurs (parasites et prédateurs).

La lecture de nos résultats montre que l'entomofaune mise en évidence est très riche et très importante, étant que premier inventaire réalisé au niveau de la zone d'étude.

La méthodologie adoptée sur le terrain nous a permis de capturer certains insectes mis en évidence pour la première fois au niveau de la région.

L'étude consacrée aux niveaux d'infestation de certains ravageurs nous a permis de déterminer le taux d'infestation qui est de l'ordre de 66.95%. Ce taux s'avère important permettant d'établir un schéma concernant le dépérissement et la biocénose de la plante hôte et par conséquent la période de lutte contre ces ravageurs.

Certains insectes recensés dans le massif forestier étudié ne causent pas des dégâts apparents. Ces derniers vivent en état d'équilibre accompagnés de leur complexe parasitaire. En ce qui concerne les consommateurs du bois, il est recommandé de laisser quelques sujets sur pied pour favoriser leur développement et assurer par conséquent le maintien de la diversité biologique. Il est important de vérifier périodiquement l'état de la santé de nos forêts afin de s'assurer qu'elles sont régies conformément aux principes du développement durable.

A la lumière de ces résultats et suite aux remarques que nous avons enregistrées au cours de nos différentes prospections, nous pouvons considérer que notre étude comme toute autre recherche ne peut être que participative et nécessite absolument la complémentarité par d'autres études. Un travail de prospection complémentaire est donc nécessaire pour identifier de nouvelles espèces.

A l'issue de ce travail plusieurs questions restent posées telles que la dynamique de populations et la relation plante hôte-insecte ainsi que les facteurs d'adaptation des insectes avec le milieu forestier qui feront l'objet d'une recherche approfondie ultérieure, ce qui permet d'accroître considérablement la fiabilité de ce travail.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ABGRALL J.F. & SOUTRENON A., 1991** – La forêt et ses ennemis. Ed. CEMAGREF. Grenoble Diossa. France, 400p.
- AIME S., 1991** – Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi arides et arides dans l'étage thermo méditerranéen du Tell Oranais (Algérie Nord Occidentale).Thèse d'état. Univ. Aix-Marseille 3,190p.
- ALIFRIQUE M., 1995** – La cupressacée endémique de *Cupressus atlantica* Gaussen, un espace pré steppique de montagne menacé dans le Haut Atlas Occidental marocain. France, pp 163-172.
- ALKARAZ C., 1982** – La végétation de l'Ouest algérien .Thèse d'état. Univ. Perpignan, 415p.
- ANONYME, 1987** – Guide technique du forestier méditerranéen français. Conception et réalisation CEMAGREF, pp 1-10.
- ANONYME, 1998** – La mineuse du Thuya, 2p.
- ANONYME, 2000** – Présentation du district forestier de Bab El Assa, 13p.
- ANONYME, 2001** – Normes d'étiquetage pour les arthropodes terrestres, 5p.
- ANONYME, 2002** – les conifères, 10p.
- ANONYME, 2003_(a)** – Etude relative à la protection et la valorisation du littoral de la wilaya de Tlemcen. ANAT, 90p.
- ANONYME, 2003_(b)** – Avertissements agricoles. Pour de bonnes pratiques agricoles : cultures ornementales, n°16, France, 4p.
- ANONYME, 2006_(a)** – PDAU. Marsa Ben M'hidi. URBOR, Oran, 60p+cartes.
- ANONYME, 2006_(b)** – PDAU. Souk Tleta .URBAT, Tlemcen, 50p+cartes.
- ANONYME, 2006_(c)** – PDAU. M'Sirda Fouaga.URBAT, Tlemcen, 55p+cartes.
- ANONYME, 2008_(a)** – *Buprestidae : Scintillatrix rutilans*, 2p.
- ANONYME, 2008_(b)** – Bulletin de la société entomologique de Mulhouse.Vol64, n° 2, pp 19-36.
- ANONYME, 2009**– Que faire pour sauver la forêt algérienne, 2p.
- ARAHOU M., 1982** – contribution à l'étude écologique des arthropodes frondicoles du Thuya

(*Tetraclinis articulata*) dans le plateau central marocain. Thèse. Doc. Spéc. Univ. AIX-Marseille III, 109p.

ARAHOU M., 1986 – Biogéographie du peuplement de Protoptères frondicoles du Thuya (*Tetraclinis articulata*) dans le plateau central marocain. Bull. Inst. Sci. Rabat, pp 121-132.

ARFAOUI N., 2002 – Etude de comportement des Cyprès dans les arboretums. Mémoire de fin d'étude du cycle de technicien supérieur .ISPT Tabarka, 54 p.

AUBERT G. & MONJAUZE A., 1946 – Observations sur quelques sols de l'Oranie Nord-Occidentale-Influence du reboisement, de l'érosion, sur leur évolution. Compte-rendu sommaire des Séances de la Société de Biogéographie.23, n°199, pp 44-51.

BANOULS F. & GAUSSEN H., 1953 – Saison sèche et indice xéothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, pp 193-239.

BARBRO M., & LOISEL R., 1984 – Rôle des facteurs anthropiques dans le maintien des forêts et de leurs stades de dégradation en régions méditerranéennes. C.R.Soc. Biog, 475p.

BATTISTIA A. & COLOMBARI F. & FRIGIMELICA G. & GUIDO M., 1998 – Life history of *Orsillus maculatus*, a true bug damaging seeds of *Cupressus sempervirens*. University of Padova. Italy, pp 215-220.

BECKER M. PICARD J.F. & TIMBAI J., 1982 – Larousse des arbres et arbustes de l'Europe Occidentale. Ed. Larousse, Paris, 330p.

BELAHBIB R., 2004 – Contribution à l'étude de la bio écologie du scolyte *Phloeosinus sp* (Cole, Scol). DEA –FST, Tunisie, 55 p.

BENABADJI N. & BOUAZZA M., 2000 – Quelques modifications climatiques intervenues dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale).Rev.En.Ren.3.Alger, pp 117-125.

BENABID A., 2000 – Flore et écosystème du Maroc, évaluation et préservation de la biodiversité. Ed. Ibis Press, Paris, pp 214-322.

BENEST M., 1985 – Evolutions de la plate forme de l'Ouest Algérien et du Nord-Est Marocain au cours du jurassique supérieur et au début du crétaé. Stratigraphie, milieux de dépôt et dynamique sédimentaire. Thèse. Doct. Es. Sc. Lyon, 585p.

BENEST M., DEBARD E. & BAGHLI A., 1991 – Les paléosols à plantes du pléistocène inférieur du Nord Ouest Algérien : Environnement et importance des alternances climatiques .Geobios, n°24, fasc 06 ,674p.

- BENJAMAA M.L. & ROQUES A., 1999** – Survey of insect impact on seeds and cones of two species of *Cupressaceae*, *Cupressus sempervirens* L and *Tetraclinis articulata* Mast in Tunisia. Arab J.Pl.Port.Vol17, n° 2, pp 107-112.
- BENJAMAA M.L., 2002** – Dépérissement de plants de Cyprès dans les pépinières forestières d'Ouchtata et Ain Jemmala (Béjà) .Rapport de tournée, INRGREF, 2p.
- BENJAMAA M.L., 2004** – Dépérissement d'arbres forestiers (Cyprès, Eucalyptus, Pins) dans le Golf de Carthage. Rapport de tournée, Tunisie, 3p.
- BENJAMAA M.L., 2005** – Dépérissement de plants de Cyprès dans la pépinière forestière de Sidi Thabet (Ariana).Rapport de tournée, 2p.
- BEKHADRA K., 1991** – Etude de la régénération du chêne liège : cas de la forêt de M'Sila (Oran).Thèse. Ing. Inst. Tech. Agric. Mostaganem, pp 40-41.
- BENKHELIL M .L., 1991** – Techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre .Ed. OPU, 66p.
- BENNAI Z., 1993** - Contribution à l'étude de la région du Chott El-Gharbi. Approche floristique et bioclimatique. Mém. Ing.Ecol. Univ.Tlemcen, 93 p.
- BERRAYAH M., 2004** – Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes. Cas des Monts des Traras (w.Tlemcen). Mem. Mag. For. Univ. Tlemcen, 179p.
- BONNEAU M., 1991** – Dépérissement des forêts .Les dossiers de l'INRA « la forêt et le bois », pp 41-45.
- BOUAZIZ K., 1993** – Contribution à l'étude des insectes des cônes dans l'arboretum de Meurdja et dans la cédraie de Chréa. INA. El Harrach, Alger, pp 20-65.
- BOUAZIZ K. & CHAKAL G., 1998** – Diversity and impact of cone and seed insects in Algeria, Italy, pp 193-208.
- BOUCHENAF A L., 1995** – Problématique d'aménagement d'une zone littorale par une approche cartographique. Cas des communes de Ghazaouet, Souahlia et Souk Tleta. Thèse .Ing. Ecologie. Univ. Tlemcen, 156 p.
- BOUDY P., 1950** – Economie forestière Nord Africaine. Monographie et traitement des essences .Ed. Larousse, Paris, pp 29-249.
- BOUDY P., 1955** - Guide des forestiers en Afrique du Nord. Ed. Larousse, Paris, pp258-260.

- BOUJEMAA A. & CHERNI H., 2005** – Bilan phytosanitaire du Cyprès: comportement inter et intra spécifique. Mémoire de fin d'étude (Cycle Technicien Supérieur).ISP- Tabarka, 52p.
- BOUKRERIS F., 2008** – Contribution à l'étude des insectes gallicoles des chênes (*Hymenoptera, Cynipidae*) dans le massif forestier Zarieffet – Hafir (Tlemcen).Mem.Mag.For.Univ.Tlemcen, 67p.
- BOURAGBA N., 2002** – Biologie d'*Orthotomicus erosus* w et *Tomicus piniperda* L (*Coleoptera, Scolytidae*) et les champignons qui leur sont associés dans la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa). Thèse. Ing. Inst. Agr .Past Univ. Djelfa, pp 1-23.
- CAMUS A., 1914** – Les Cyprès (genre *Cupressus*) : Monographie, systématique, biologie, culture et principaux usages. Ed. Paul Le chevalier. Paris, 106p.
- CASEVITZ W. J., 1973** – La présence de *Crematogaster*. Hist.Nat 3^{ème} série.119p.
- CELLES J.C., 1975** - Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo-Constantinoises (Algérie). Thèse. Doct. Etat. Univ. Nice, 364 p.
- CHAKALI G., 2005** – L'Hylésine des pins, *Tomicus destruens* (*Coleoptera, Scolytidae*) en zone semi – aride (Algérie).Silva Lusitana, Lisboa Portugal, pp 113-124.
- CHAKALI G., 2006** – Biologie et écologie de l'Hylésine des pins, *Tomicus destruens* (*Coleoptera, Scolytidae*) dans la forêt de Senalba Chergui (Djelfa-Algérie).Thèse .Doc. Sci. Agr. INA. EL-Harrach, 139p.
- CHARARAS C., 1977** – Problèmes posés dans les différents pays méditerranéens par les insectes parasites des forêts .II. Aperçu général sur les insectes forestiers au Maroc. Comptes rendus des séances de l'académie d'agriculture de France, vol, 63, pp 611-618.
- CHARLES & CHEVASSUT G., 1957** – Sur la présence des peuplements de végétaux steppiques, *Lygeum spartum* L et *Artemisia herba-alba* Asso dans la région de Hammam Rhigha (Tell algérois). Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord, pp 525-536.
- CHATENET G., 2000** – Coléoptères phytophages d'Europe. N.A.P éditions, 367p.
- CIBOIS P., 1983** - L'analyse factorielle. Press. Univ. France, pp 1-3.
- COLAS G., 1974** – Guide de l'entomologiste. Boubée. Paris, 323p.
- CORDIER B., 1965** - L'analyse factorielle des correspondances. Thèse doct. Univ. Rennes, 66 p.
- DAGET P., 1977** – Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de

caractérisation de la végétation .34 (1), pp 1-20.

DAGNELIE P., 1975 – Analyses statistiques à plusieurs variables. Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 182p.

DAHMANI M., 1984 - Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lamk.) des monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse. Doct. 3ème cycle .USTHB. Alger, 226 p.

DAJOZ R., 1980 – écologie des insectes forestiers. Ed. Gauthier Villars, Paris, 489p.

DAJOZ R., 1985 – Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 5^{ème} édition, 505p.

DAJOZ R., 2002 – Les Coléoptères Carabidés et Ténébrionidés. Ecologie et biologie. Londres-Paris-New York, Tec et doc éd, 522p.

DEBRACH J., 1953 – Notes sur les climats du Maroc Occidental, Maroc Méridional, 32(342), pp 1122-1134.

DELANNOY H. & LECOMPTE M., 1975 – Méthodes d'étude des régimes thermiques en liaison avec les situations météorologiques dans le Moyen Atlas (Maroc).Exemple de la « ceinture thermique ». Bull.Assoc.Geogr.Fr, n° 422-423, pp83-94

DEMOLIN G. & RIVE J.L., 1968 - La processionnaire du pin en Tunisie Ann. Inst. Nat. Rech. For.Vol1.Fasc1.Tunisie, pp 1-9.

DEMOLIN G., 1987 – La processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* au mont Ventoux. Bulletin semestriel, 15p.

DESTREMEAU D.X., 1974 – Précision sur les aires naturelles des principaux conifères marocaines en vue de l'individualisation des provenances. Annales de la recherche forestière au Maroc, 14, pp 5-28.

DE TONNANCOURT J., 2002 – Les insectes .Monstres ou splendeurs cachées. Hurtubise HMH, 159p.

DJEBAILI S., 1984 - Steppes algériennes, phytosociologie et écologie. OPU. Alger, 171 p.

DJELLOULI Y., 1990 – Flore et climat en Algérie septentrionale. Thèse d'état .USTHB, 164 p.

DREUX P., 1980 – Précis d'écologie. Ed. Presses Universitaires de France. Paris, 231p.

DUMERLE P., 1991 – Etudier les insectes ravageurs des arbres forestiers : Pourquoi ? Comment ?...Quelques résultats. Forêts, pp 23-27.

- EL ALAOUI EL FELS A., 1999** – Les arthropodes liés à des conifères autochtones des Atlas marocains : biologie, distribution des principaux ravageurs des cônes et des graines et impact sur la régénération naturelle. Thèse. Doctorat d'état .Es-sciences- entomologie. Univ. Cadi Ayyad, Fac.Sci.Semlalia-Marrakech, 127 p.
- EL ALAOUI EL FELS M.A. & ROQUES A., 2006** – Guide d'identification des ravageurs des cônes et des graines des ressources phytogénétiques autochtones du Haut Atlas Occidental, 66p.
- EI HASSANI A., 1984** - Contribution à la connaissance de la faune des cônes des principales essences de résineux dans certaines forêts au Maroc. Mémoire de troisième cycle, I. A. V. Hassan II, Rabat, pp 1-72.
- EI HASSANI A. & MESSAOUDI J., 1987** – Les ravageurs des cônes et des graines des conifères et leur distribution au Maroc. INRA Versailles. France, pp 5-14.
- EMBERGER L., 1942** – Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographie. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 77, pp 1-124.
- EMBERGER L., 1955** – Une classification biogéographique des climats .Rev. Trav. Labo. Bot. Géol. Zool. Fac. Sc. Montpellier, 7, pp 1-43.
- ESCOUROU G., 1980** – Climat et environnement : les facteurs locaux du climat. Ed. Masson, collection géographie, 180p.
- FOURI S., 1978** – Ecologie, ravageurs des forêts. O.N.F. Ed. J.B-Balliers, Paris, 147p.
- FRAVAL A., 1983** – La lutte biologique contre les insectes ravageurs des forêts. O.N.F, bulletin technique n°26, pp 1-7.
- GACHI M., 1996** – La chenille processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Conférence, journée d'étude en protection des forêts C.F.A.T.S.- Jijel. 17 pp.
- GRAF P., 1992** - La lutte contre les défoliateurs forestiers et son effet sur la faune auxiliaire. Communication présentée à la Journée ouverte sur la faune des Forêts. Institut Scientifique, Rabat, pp 1-21.
- GRAF P. & VILLEMANT C. & FRAVAL A., 1994** – Ravageurs et maladies des forêts du Maroc. Guide pratique pour la protection sanitaire des forêts, 123p.
- GUIDO M. & BATTISTI A. & ROQUES A., 1995** – A contribution to the study of cone and seed pests of the evergreen Cypress (*Cupressus sempervirens*) in Italy. Italy, pp211-227.

- GUINOCHET M., 1952** - Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, pp 131-153.
- HADJADJ A.S., 1995** – Les peuplements du Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) en Algérie. Phytoécologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles. Thèse. Doc. Sci. Univ. Aix-Marseille III, 155p.
- KADIK B., 1987** – Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill*) en Algérie : Ecologie- dendrométrie- morphologie. OPU, 580p.
- KALMON B. & SOLDATI F., 2008** – Ecologie et biologie de *Tenebrio opacus*, distribution et détermination des espèces françaises du genre *Tenebrio* (*Coleoptera, Tenebrionidae*), pp 81-87.
- KAZI TANI L.M., 1996** – Esquisse pédologique des zones à vocation forestière (monts des Traras et monts de Tlemcen). Thèse. Ing. Inst. Forest. Univ. Tlemcen, 68p.
- KERRIS T., 1983** - La processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Note technique .I.N.R.F, 17 p.
- KERRIS T., 1987**- La tordeuse des pousses de pin (*Rhyacionia buoliana* Schiff., répartition, dégâts et lutte en Algérie, séminaire international sur les techniques de lutttes contre la désertification - ALESCO - Bou-Sâada,pp 1-25.
- KERRIS T. 1988** - Technique d'avertissement contre la tordeuse des pousses de pin *Rhyacionia buoliana* Schiff. I.N.R.F, 15 p.
- KERRIS T. & GUERROUDJ A., 1992** - Dépérissement des pinèdes: cas de scolytes - diagnostic, méthodes de lutte et avertissement. I.N.R.F, 16p.
- KHEILIFI B., 1987** – Les espèces ligneuses à usages multiples de la zone méditerranéenne. Rapport de mission. Saragosse, 41p.
- KHOUS M. & GACHI M., 1996** – Les problèmes entomologiques de nos forêts. Revue d'information « la forêt algérienne », n° 01. INRF, pp 11-13.
- KROGERUS R., 1932**- Uber die okologie und verbreitung der arthropoden des triebsan gebiete an den kunsten Finlands. Acta. Zool. Fennica, 130 pp.
- LAAROUK M., 1998** – Atlas de l'Algérie et du monde, Alger, 131p.
- LABRIQUE H. & CHAVANON G., 2005** – Une nouvelle sous – espèce de *Scaurus F* (*Coleoptera, Tenebrionidae*). Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon, pp 41-43.
- LACHGUEUR M., 2010** – Contribution à l'étude de l'entomofaune de la forêt domaniale de

M'Sila (w.Oran).Mem.Mag.For.Univ.Tlemcen, 105p.

LAMOTTE M., 1969 – Problème d'écologie. Echantillonnage des peuplements des animaux et milieu terrestre. Ed. Masson, Paris, 302p.

LANDRY J.F., 1991 – Récolte et préparation des microlépidoptères. Fabriques, pp 1-21.

LECOMPTE M., 1986 – Biogéographie de la montagne marocaine. Le Moyen Atlas central. Thèse. Doc. Géo. C.N.R.S, 202p.

LETREUCH B.N., 1991 – Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. OPU, vol I et II, 641p.

LIEUTIER F. & LEVIEUX J., 1985 – Les relations conifères- scolytes : voies de recherche. C.R. Acad. Agr de France 70 (7), pp 835-843.

MAATOUG M., 1992 – Bio écologie de la processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* (Lep-Thaum) et estimation des dégâts dans la forêt de Nador (Tiaret). Thèse. Ing. For. Univ. Tlemcen, 122p.

MADOUÏ A., 2000 – Les incendies de forêts en Algérie. Historique, bilan et analyse. Forêt méditerranéenne, 23, n°1,23p.

MARTIN J.E.H., 1983 – Récolte, préparation et conservation des insectes, des acariens et des araignées. Les insectes et arachnides du Canada, partie 1. Institut de recherche biosystématique, Ottawa, 205p.

MARTINEZ M., 1983 – Chasser et collectionner les insectes. Ed.Solar, 107p.

MERIGUET B., 2002 – Inventaire entomologique réalisé pour l'Agence des Espaces Verts de la région Ile-de-France O.P.I.E, 44p.

MESSAILI B., 1995 – Botanique : Systématique des spermaphytes. OPU, 91p.

METRO A., 1958 – Forêts. Atlas du Maroc. Rabat, 157p.

MILLS N.J., 1990 – Biological control of forest aphid pests in Africa. Bull. Entomol, 80, pp 31-36.

MOURO C., 2001 – Inventaire de l'entomofaune du chêne liège dans la forêt domaniale de M'Sila (w.Oran).Mem.Ing.For.Univ.Tlemcen, 82p.

NICHANE M.1996 – Contribution à l'étude de la bio écologie de l'entomofaune des pins. Application au pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill*).Mem.Ing.For.Univ.Tlemcen, 105p.

POUGET M., 1980 - Les relations sol-végétation dans les steppes Sud Algériennes. Thèse.

Doct. Etat. Univ. Aix- Marseille III, 555p.

QUEZEL P., 2000 – Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed.Ibis Press. Paris, 117p.

RAMADE F., 1984 – Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw Hill. Paris, 403p.

RELABRI A., 1979 – Contribution à l'étude de la nuisibilité de *Crematogaster scuttellaris* (Hyménoptera, Formicidae) dans les subéraies atlantiques et quelques notes sur la biologie de cette espèce. Mém. Ing. Lab. Zool. Rabat, 39p.

RIVAS-MARTINEZ S., 1981 – Les étages bioclimatiques de la péninsule ibérique .Ann. Bot. Madrid, 37(2), pp 251-268.

RIVAS MARTINEZ S., 1982 – Etages bioclimatiques, secteurs chronologiques et série de végétation de l'Espagne méditerranéenne. Eco. Med.8, pp 275-288.

ROQUES A., 1983 – Les insectes ravageurs des cônes et graines de conifères en France. INRA. Paris, 134p.

ROQUES A. & RAIMBAULT J.P., 1986 – Cycle biologique et répartition de *Megastigmus wachtli* (Hym, Tory), chalcidien ravageur des graines de Cyprès dans le bassin méditerranéen .J.Appl. Entomol, 101, pp370-381.

ROQUES A. & ROUX G. & MARKALAS S., 1997 – Entomofauna of seed cones of evergreen Cypress, *Cupressus sempervirens*, in natural stands of the eastern Aegean region Algerian. In: Proceedings of the 5th international conference IUFRO cone and seed insects working party, Monte Bondone.Italy, pp 191-210.

ROQUES A., 1998 – Impact of insects damaging seed cones of Cypress, *Cupressus sempervirens* in natural stands and plantations of South eastern Europe. Zool. Forest. INRA. France, pp 167-177.

ROQUES A. & CARCREEF E. & RASPLUS J.Y., 1999 – *Cupressus sempervirens*. Cypress seed, chalcid, *Megastigmus wachtli*: genetic and evolutionary relationships. In F.Lieutier, W.J.Mattson and M.R.Wagner (eds) Proceedings of the symposium physiology and genetics of tree-phytophage interactions. INRA. Versailles, pp 65-77.

SALHI H., 2000 – Analyse taxonomique des divers groupes de xylophages dans les forêts algériennes. Thèse. Ing. Agr. Inst. Nat Agr.El- Harrach, 120p.

- SAUVARD D. & LIEUTIER F. & LEVIEUX J., 1987** – Répartition spatiale et dispersion de *Tomicus piniperda* L (*Coleoptera, Scolytidae*) en forêt d'Orléans. Ann.Sci.For, 44 p.
- SEIGUE A., 1985** – La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes .Ed. Maisonneuve et Larousse, 503 p.
- SELTZER P., 1946** – Le climat d'Algérie. Inst. Météo. Phys. Géol. Univ. Alger, 219p.
- STEWART P.H., 1969** – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull.Soc.Afrique du Nord, 59p.
- THINTOIN R., 1960** – Les Traras, étude d'une région musulmane d'Algérie. Bull.Soc.Geogr.Arch.Oran, 309p.
- VADAKOVIC M., 1991** – Conifers: morphologie and variation.Zagreb, 755 p.
- ZAMOUM M., 1998** – Données sur la bio écologie, les facteurs de mortalité et la dynamique des populations de *Thaumetopoea pityocampa* (Lepi, Thaum) dans les pineraies subsahariennes de la région de Djelfa (Algérie).Thèse de Doctorat. Université des sciences de Rennes I. France, 247p.
- ZEMMOURI F., 1991** – Contribution à l'étude de l'inventaire de l'entomofaune de *Pinus halepensis* Mill, *Pinus pinaster* L, *Pinus radiata* D dans la forêt de Bainem (Alger).Mem.Ing.INA.Alger, 54p.
- ZERAIA L., 1980** – Essences de reboisement et parasites : écologie et amélioration forestière. Ed. CNREF.Alger, 196p.