



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

**Inventaire des *Zygaenidae* (*Lepidoptera Heterocera*)
dans la région de Constantine (Nord-Est algérien).**

Présenté par : DJENNA Abderraouf

Le : 11/06/2024

BEDJOU Aymen

Jury d'évaluation :

Président : Pr. BENACHOUR K. (Pr. - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Dr. FRAHTIA K. (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examineur : Dr. AGUIB S. (MCA - U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Année universitaire
2023 - 2024**

Je suis reconnaissant envers Allah le Tout-Puissant pour m'avoir guidé dans l'accomplissement de ce mémoire, une étape que je n'aurais pu franchir sans Son soutien.

*À mes chers parents, Hocine et Fatima, je dois un immense merci.
Leur soutien indéfectible a été la clé de ma réussite.*

À ma sœur et mon frère, Fedoua et Abdeldjalil, je suis profondément reconnaissant pour leur encouragement constant.

À toute ma famille et à mes amis, je leur adresse également toute ma gratitude pour leur soutien inestimable.

Raouf

Je souhaite dédier ce mémoire à mes parents, dont le soutien indéfectible et l'amour inconditionnel ont été des piliers essentiels tout au long de ce cheminement. Leurs encouragements et leurs sacrifices ont été une source inépuisable de motivation.

À mes amis, je veux exprimer ma reconnaissance pour leur compréhension et leur précieuse assistance dans les moments de doute.

Enfin, un immense merci à tous les enseignants qui ont partagé leur savoir et m'ont guidé avec patience et bienveillance. Leur inspiration et leur dévouement ont été des éléments clés de mon parcours académique.

Aymen

Remerciements

Au terme de ce travail, nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation et ont permis, par leur soutien et leurs conseils, de le mener à bien.

En premier lieu, nous tenons à remercier notre encadrante, Madame FRAHTIA Khalida, Maître de Conférences à l'Université Constantine I Frères Mentouri, pour la confiance qu'elle nous a accordée en acceptant d'encadrer ce travail ainsi que pour tous ses conseils et encouragements.

Aux membres du jury, qui ont consacré une partie importante de leurs temps à la lecture et à l'évaluation de ce travail.

Nous remercions tout particulièrement madame BENACHOUR Karima, Professeur à l'Université de Constantine I Frères Mentouri, qui nous a fait l'honneur de présider notre jury de soutenance.

Toute notre gratitude va à madame AGUIB Sihem, Maître de Conférences à l'Université de Constantine I Frères Mentouri, qui a aimablement accepté d'examiner ce travail.

Sans oublier tous les membres du Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes qui nous ont offert toutes les conditions de travail favorables.

SOMMAIRE

LITSE DES TABLEAUX

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES ZYGENES

1.1. Généralités.....	3
1.2. Systématique	4
1.3. Morphologie	4
1.4. Cycle de vie	6
1.5. Habitat	6
1.6. Répartition.....	6
1.7. Zygènes et bioindication.....	7

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1. Sites de capture.....	8
2.1.1. Site 1 : Campus universitaire Constantine 1 Frères Mentouri.....	8
2.1.2. Site 2 : Réserve biologique de Djebel Ouahch.....	9
2.1.3. Site 3 : Forêt de Ben Badis.....	11
2.2. Technique de capture.....	13
2.3. Identification.....	13
2.4 Paramètres structuraux des peuplements de Rhopalocères.....	13
2.5. Analyse statistique des données.....	14

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Composition du peuplement global des Zygènes.....	15
3.2. Peuplement de Zygènes recensé par site	15

CONCLUSION.....	17
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	20
RESUMES	
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1	Composition du peuplement global des Zygènes.....	15
Tableau n° 2	Effectifs des espèces par site.....	16

LISTE DES PHOTOS

Photo n° 1	<i>Zygaena favonia</i> (Djebel Ouahech, le 21/05/ 2024).....	3
Photo n° 2	Site 1 : Campus universitaire Chaab Rssas.....	9
Photo n° 3	Site 2 : Réserve biologique de Djebel Ouehch.....	11
Photo n° 4	Site 3 : Foret de Ben Badis.....	12
Photo n° 5	<i>Jordanita globulariae</i>	16
Photo n° 6	<i>Zygaena favonia</i>	16

LISTE DES FIGURES

Figure n° 1	Morphologie du Zygène (Guicherd, 2016).....	5
Figure n° 2	Localisation de l'Université Constantine 1 Frère Mentouri (Google Earth, 2020)	8
Figure n° 3	Localisation de la réserve biologique de Djebel Ouhech. (Gana, 2014).....	10
Figure n° 4	Situation géographique et administrative de la commune de Ben Badis (Mennour et Bouhidel, 2022).....	11
Figure n° 5	Pourcentage des espèces recensées.....	15

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les Zygènes sont des papillons de nuit (Hétérocères) à activité diurne, de la famille des *Zygaenidae*, particulièrement remarquables par leurs couleurs vives et comprenant plus de 1 000 espèces réparties à travers le monde (**Vazrick et Konstantin, 2023**).

Le mot Zygène dérive du grec ancien ζυγόν, *zugon* « joug ». Cette racine indique une liaison entre deux éléments, un caractère double. Le terme fait ici référence aux antennes particulièrement robustes et remarquables des Zygènes. Cet aspect des antennes, élargies et plus ou moins courbées à l'extrémité, semblables à des cornes, leur vaut le nom plus parlant de « Sphinx-bellier » (**Guicherd, 2016**).

La famille des *Zygaenidae*, bien que petite et souvent négligée, a été une source d'inspiration pour les artistes et les philatélistes. Une récente enquête sur plus de 14 000 timbres légalement émis dans le monde représentant des Lépidoptères a révélé que 68 timbres émis par 49 pays représentaient des espèces de la famille des *Zygaenidae* (**Nazari et Efetov, 2023**).

Agents essentiels des cycles biologiques, réagissant ipso facto au moindre effet nocif (Notamment au niveau des plantes-hôtes dont elles sont tributaires), par un recul ou une extinction, les Zygènes sont les véritables révélateurs pour tout diagnostic objectif d'impact écologique. Solidaires de chaque écosystème, elles s'en avèrent être les meilleurs marqueurs synécologiques. Leur lecture écosystémique se manifeste autant par leur présence que par leur absence. En ce sens, les plus significatifs ne sont pas à considérer spécifiquement mais en tenant compte de leur redondance. L'utilisation de ces données entomologiques pour une gestion à long terme exige évidemment un suivi fidèle dans un concept scientifique (**Tarrier, 2002**).

Qu'elles soient monophages ou oligophages, les Zygènes sont étroitement inféodées à des plantes-hôtes sensibles et vulnérables. Il s'agit donc d'une panoplie d'éminents indicateurs biologiques qui réagissent aux modifications nocives par un recul, puis par la disparition. Les « Insectes-outils » sont probablement moins maniables mais sans nul doute plus précis que les vertébrés ou les plantes, tant pour la gestion et la sélection des sites à protéger, que pour l'évaluation de l'incidence biologique en baisse des surfaces menacées, en un mot pour la conservation du patrimoine naturel au service des populations rurales fragilisées par de nouvelles

donnes économiques. Les espèces parfaitement sténoèces, hautement vulnérables, ne supportant pas un équilibre rompu par la moindre intervention, pression ou nuisance, sont des bioindicatrices emblématiques de la valeur d'un milieu, aussi nommées « espèces-ombrelles » ou « espèces clés-de-voute » et veillent à la naturalité de l'habitat (**Tarrier, 2002**).

En Algérie, la recherche sur les *Zygaenidae* est très limitée. À l'exception du travail récent de **Daunicht et Moulai (2022)**, qui a conduit à la redécouverte d'une espèce endémique, *Zygaena theryi* Joannis 1908, dont la dernière observation remonte à trente-neuf ans, aucun autre effort n'a été entrepris pour étudier cette famille de papillons.

Dans cette optique, notre mission est d'effectuer un inventaire complet des Zygènes présentes dans la région de Constantine. Dans un premier temps, notre objectif est de documenter de manière exhaustive la diversité biologique de cette famille de papillons. Ensuite, nous visons à identifier les facteurs environnementaux et écologiques qui influent sur leur répartition. Cette démarche vise à fournir des données cruciales afin d'orienter les actions de conservation à long terme, visant à protéger ces espèces dans leur habitat naturel.

CHAPITRE I

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES ZYGENES

1.1. Généralités

Les *Zygaenidae* sont généralement diurnes, bien que certaines espèces soient nocturnes ou actives à la fois la nuit et le jour. Par exemple, *Zygaena (Mesembrynus) nocturna* Ebert, autrefois décrit comme exclusivement nocturne, est également signalé en train de voler pendant la journée (Niehuis et al., 2006).

Quant aux larves, elles vivent exposées sur des plantes herbacées. Des biologistes allemands ont découvert que l'épithélium des protubérances dorsales présentes sur divers segments des larves de *Zygaenidae* diffère de la structure du reste de l'épiderme. Ces protubérances pourraient être des glandes produisant une sécrétion volatile dont la nature chimique et la fonction étaient alors inconnues (Bode et Naumann, 1987).

Si ces papillons arborent des couleurs vives et clinquantes ou aposématiques, c'est pour avertir leurs potentiels prédateurs qu'ils sont toxiques (Photo.1). En effet, les Zygènes concentrent dans leurs liquides corporels des cyanoglucosides pouvant libérer de l'acide cyanhydrique (Cyanure), hautement toxique pour une majorité d'espèces. Les cyanoglucosides sont synthétisés à partir de substances des plantes hôtes depuis les stades de chenilles. Les *Zygaenidae* sont donc toxiques à tous stades (Même l'œuf en contiendrait une dose importante). Des études récentes montrent que les Zygènes choisiraient leurs plantes hôtes en fonction des quantités de cyanoglucosides contenus dans la plante (Guicherd, 2016). D'après Nässig, (1995), certains membres de cette famille imitent également des espèces toxiques pour se protéger des prédateurs, un phénomène connu sous le nom de mimétisme müllérien.



Photo1: *Zygaena favonia* (Djebel Ouahch le 21/05/2024).

1.2. Systématique

La famille des *Zygaenidae* appartient au Règne *Animalia* ; Embranchement : *Arthropoda* ; Classe : *Insecta* ; Ordre : *Lepidoptera* ; Sous-ordre : *Ditrysia* ; Superfamille : *Zygaenoidea*.

Comptant plus de 1 200 espèces, elle est divisée en cinq sous-familles, à savoir : *Inouelinae* Efetov & Tarmann, 2017 ; *Zygaeninae* Latreille, 1809 (Avec les tribus *Pryeriini* et *Zygaenini*) ; *Callizygaeninae* Alberti, 1954 ; *Chalcosiinae* Walker, 1865 (avec les tribus *Chalcosiini*, *Cyclosiini*, *Agalopini* et *Heteropanini*) et *Procridinae* Boisduval, 1828 (avec les tribus *Artonini* et *Procridini*) (Can Cengiz et al., 2018 ; Efetov, 1996, 1997, 1998, 1999, 2001, 2005 ; Efetov et al., 2014, 2015, 2016 ; Efetov & Hayashi, 2008 ; Efetov & Tarmann, 2013, 2014, 2016, 2017 ; Hofmann & Tremewan, 1996, 2017 ; Yen, 2003 ; Yen et al., 2005).

1.3. Morphologie

Le corps des Zygènes illustré dans la figure 1, se compose de plusieurs parties (Martensson, 1998):

- **Antennes** : Les antennes des *Zygaenidae* sont généralement courtes et épaisses, souvent en forme de massue ou de fouet. Elles peuvent être légèrement plumeuses chez certains individus, avec des poils sensoriels qui aident le papillon à détecter les phéromones et d'autres signaux chimiques.
- **Tête** : Relativement petite par rapport au reste du corps. Elle porte des yeux composés bien développés, qui fournissent une vision panoramique. Les yeux peuvent être de couleur variable selon les espèces, allant du noir au rouge en passant par le bleu métallique.
- **Thorax** : Le thorax est la partie médiane du corps des Zygènes, où sont attachées les pattes et les ailes. Il est généralement robuste et bien développé pour soutenir les muscles nécessaires au vol.
- **Abdomen** : L'abdomen est la partie postérieure du corps, composée de plusieurs segments. Chez les femelles, il abrite les organes reproducteurs et digestifs, tandis que chez les mâles, il contient également les organes génitaux.
- **Ailes** : Les ailes des *Zygaenidae* sont relativement larges par rapport à leur taille corporelle. Elles sont couvertes de petites écailles colorées qui forment des motifs distincts. Ces motifs peuvent varier considérablement d'une espèce à l'autre, mais ils incluent souvent des

combinaisons de rouge, de noir, de blanc, de jaune ou de bleu métallique. Certaines espèces présentent des ailes transparentes avec des marques colorées.

- **Pattes** : Les *Zygaenidae* ont six pattes, dont les deux paires antérieures sont utilisées pour la marche et la manipulation des objets, tandis que la paire postérieure est généralement plus petite et est utilisée pour stabiliser le vol en l'air.
- **Appareil buccal** : Comme tous les lépidoptères, les *Zygaenidae* ont un appareil buccal adapté à leur régime alimentaire herbivore. Il est généralement de type suceur, conçu pour aspirer le nectar des fleurs. Chez certaines espèces, les pièces buccales peuvent être allongées pour atteindre les parties profondes des fleurs.
- **Système respiratoire** : Les *Zygaenidae* respirent par des trachées, un système de tubes ramifiés qui transportent l'oxygène directement aux cellules du corps. Les spiracles, des ouvertures spéciales situées sur les côtés du corps, permettent aux gaz d'entrer et de sortir des trachées.
- **Système digestif** : Le système digestif des *Zygaenidae* est adapté à un régime alimentaire herbivore. Il comprend un tube digestif qui s'étend de la bouche à l'anus, ainsi que des organes internes tels que l'estomac et les intestins, où les aliments sont digérés et absorbés.
- **Système reproducteur** : Les femelles des *Zygaenidae* ont un ovipositeur, un organe spécialisé pour pondre leurs œufs. Il est généralement situé à l'extrémité de leur abdomen. Quant aux mâles, ils possèdent des organes génitaux externes adaptés à l'accouplement.

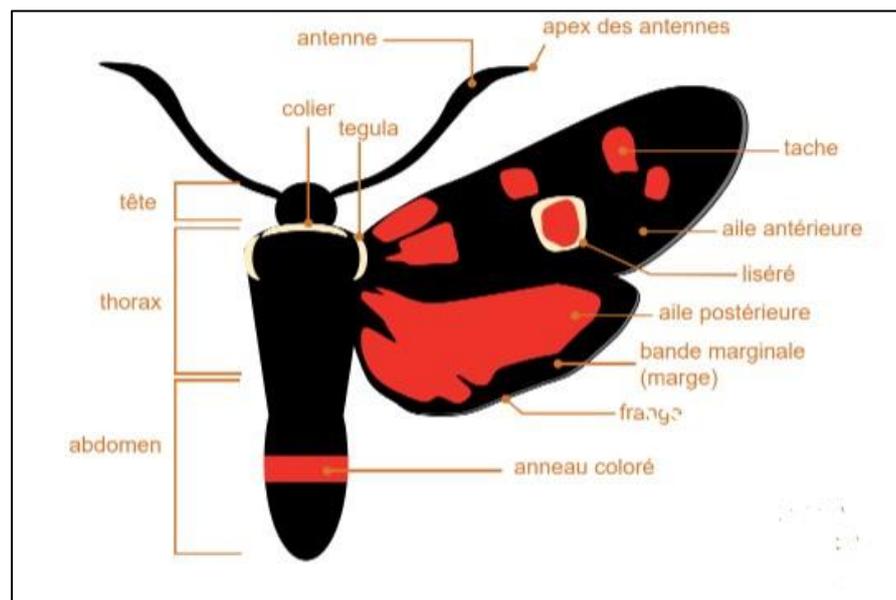


Figure 1 : Morphologie du Zygène (Guicherd, 2016).

1.4. Cycle de vie

Le cycle de vie des Zygènes est le même que pour les autres papillons : la femelle pond des œufs sur une plante. Quand ceux-ci éclosent, il en sort de petites chenilles qui vont manger la plante sur laquelle elles sont nées, ou d'autres plantes. Comme elles grossissent mais que leur peau ne s'agrandit pas, elles muent plusieurs fois. Puis elles se changent en chrysalide. Et enfin des chrysalides, sortiront des papillons (**Abivadi, 2001**).

1.5. Habitat

Les *Zygaenidae* se trouvent principalement dans des habitats ouverts, des zones exposées au soleil et des forêts légères. Ils sont souvent associés à des plantes hôtes spécifiques, telles que les *Fabaceae* (Sous-genres *Agrumenia* et *Zygaena*) et les *Apiaceae* (Sous-genre *Mesembrynus*) (**Abivardi, 2001**).

Étant donné que les régions avec une plus grande diversité de *Zygaenidae* sont limitées aux zones montagneuses, en particulier dans le hotspot de biodiversité, l'identification de leurs régions locales à haute diversité est une priorité pour les pratiques de conservation (**Niehuis et al., 2006**).

1.6. Répartition

Si les *Zygaenidae* sont répandus mondialement, le genre *Zygaena* (Zygènes rouges) est, quant à lui, un groupe exclusivement paléarctique (**Guicherd, 2016**). Leur distribution varie selon les espèces et les sous-familles :

- En Europe : les *Zygaenidae* sont bien représentés avec de nombreuses espèces présentes dans toute la région, de la Scandinavie à la Méditerranée.
- En Afrique : leur distribution semble être plus limitée dans certaines régions par rapport à d'autres parties du monde.
- En Asie : une grande diversité d'espèces est enregistrée dans des habitats allant des steppes arides aux forêts tropicales humides.
- En Amérique du Nord : leur distribution est plus restreinte par rapport à d'autres régions.
- En Amérique du Sud : les *Zygaenidae* sont moins courants mais on peut trouver quelques espèces dans certaines parties de la région.

-En Australie : Sont également présents, bien que leur diversité puisse être moins remarquable que dans d'autres régions du monde.

1.7. Zygènes et bio-indication

Comme certains autres Lépidoptère, de nombreux Coléoptères (tels que les Carabes et les Coprophages), ainsi que les Hydrocanthares et la plupart des pollinisateurs, les Zygènes jouent un rôle crucial en tant qu'indicateurs de la qualité des sites et de la biodiversité spécifique et génétique des espaces naturels, qui sont depuis longtemps façonnés par l'activité humaine. L'utilisation d'insectes comme outils de bio-indication est largement discutée, ces derniers étant potentiellement plus précis que les vertébrés ou les plantes dans l'évaluation et la gestion des sites à protéger, ainsi que dans l'appréciation de la diminution de la biodiversité dans les espaces menacés. Ce processus est crucial non seulement pour la préservation du patrimoine naturel, mais aussi pour soutenir les populations rurales vulnérables face aux nouveaux défis économiques (TARRIER, 2001).

Selon le même auteur, il semble que ces fragiles et exigeantes Zygènes à faible valence écologique et aux plantes hôtes tout autant indicatrices pourraient permettre de :

- Surveiller la pression du surpâturage (*Z. orana*) ;
- Sélectionner le cheptel compatible (*Z. algira*) ;
- Etudier l'impact du ramassage systématique et quotidien des plantes sauvages à usage fourrager ;
- Contribuer à évaluer le stade de l'érosion (*Z. favonia*) ;
- Contrôler le seuil de tolérance des biocides depuis la plus insidieuse contamination (*Meesebrynus* et *Z. maroccana* en orée des cultures) ;
- Surveiller le niveau des nappes (*Z. trifolii*) ;
- S'alarmer du débordement des activités touristique-récréatives (*Z. lucasi*, *Z. favonia*) ;
- Réagir aux nouveaux réajustements climatiques en décelant la plus modeste altération.

CHAPITRE II

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1. Sites de capture

Ce travail a été entrepris dans la région de Constantine (Nord-Est algérien) où trois sites ont été choisis en fonction de leur accessibilité et leur diversité paysagère et floristique. Il s'agit de :

2.1.1. Site 1 : Campus universitaire Constantine 1 Frères Mentouri

L'Université 1 Frère Mentouri est située sur la route reliant la ville à l'aéroport Mohamed Boudiaf et couvre une superficie de 544 660 m² (Touita, 2016) (Fig.2). Avec une superficie totale de 806 725 m², elle est composée de six blocs (Bloc des lettres, bloc des sciences, bloc des droits (Tidjani Hadem), la tour administrative, la bibliothèque centrale et l'auditorium (Mohamed Seddik Benyahia) ainsi que le resto central) et trois campus : Campus central, campus Tidjani Hadem et le campus Chaab Erssas où nous avons effectué nos captures.

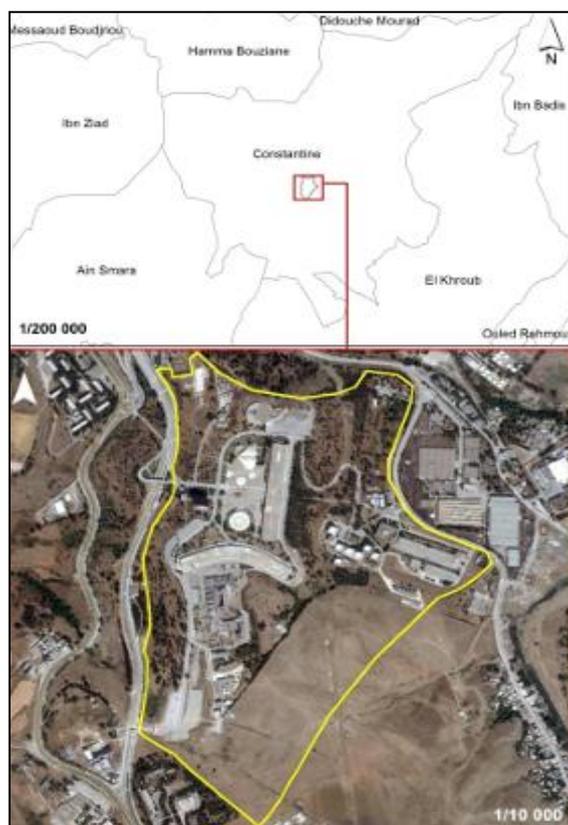


Figure 2 : Localisation de l'Université Constantine 1 Frère Mentouri (Google Earth, 2020).

Ce site se caractérise par une grande densité d'arbres notamment les boisements à base d'Eucalyptus globuleux (*Eucalyptus globulus*) qui couvre près de 60% de la superficie, au détriment d'une strate arbustive à faible recouvrement (25%) dominée principalement par le Mimosa (*Acacia cyanophylla*) et une strate herbacée diversifiée dominée par des graminées (Tourirat, 2016) (Photo.2).



Photo2 : Site 1 (Campus universitaire Chaab Rssas).

2.1.2. Site 2 : Réserve biologique de Djebel Ouheche

La région de Djebel Ouheche constitue une unité géographique importante située à 300 m au Nord de la ville, à 1200 m d'altitude. Elle s'étend sur une superficie de 66 535 ha et présente un paysage très diversifié, composé d'une grande variété de peuplements forestiers, de nombreux lacs, des milieux écologiques particuliers et d'espace de pâturages ouverts (Gana,2014 in Djeha, 2017).

Nos captures ont été réalisés à la réserve biologique de Djebel Ouhech. Cette dernière s'étale sur 19 hectares et se situe à 6°38'0,82" et 6°58'37,65" de longitude Est et 36°14'20,19" et 36°33'55,81" de latitude Nord (Fig. 3). Les forêts couvrent une superficie de 15 207,67 ha soit 23% de la superficie total de la région. Les forêts dominent la strate arborée avec (Plus de 50%). Tous les peuplements à base de Pin pignon, de Pin d'Alep, d'Eucalyptus et de Cyprès sont introduits par divers reboisements d'origine artificielle (A l'exception des peuplements naturels de Chêne liège). Le maquis occupe 41% de la surface forestière. Il est composé

essentiellement de chêne liège, de Diss, de Calycotome, et d'Asphodèle, de chêne vert très dégradé. La strate herbacée est assez abondante et composée principalement d'*Dactylis glomerata*, *Leontodon hispidulus*, *Leontodon tuberosus*, *Anagallis arvensis*, *Cynodactylon*, *Medicago minima*, *Trifolium campestre*, *Geranium dissectum*. D'autres espèces caractérisent également ce type de milieu comme le Diss (*Ampelodesma mauritanicum*), le Calycotome épineux (*Calycotome spinosa*) et l'Asphodèle (*Asphodellus microcarpus*) qui est une espèce indicatrice d'un pacage très important (Gana, 2014 in Djeha, 2017).

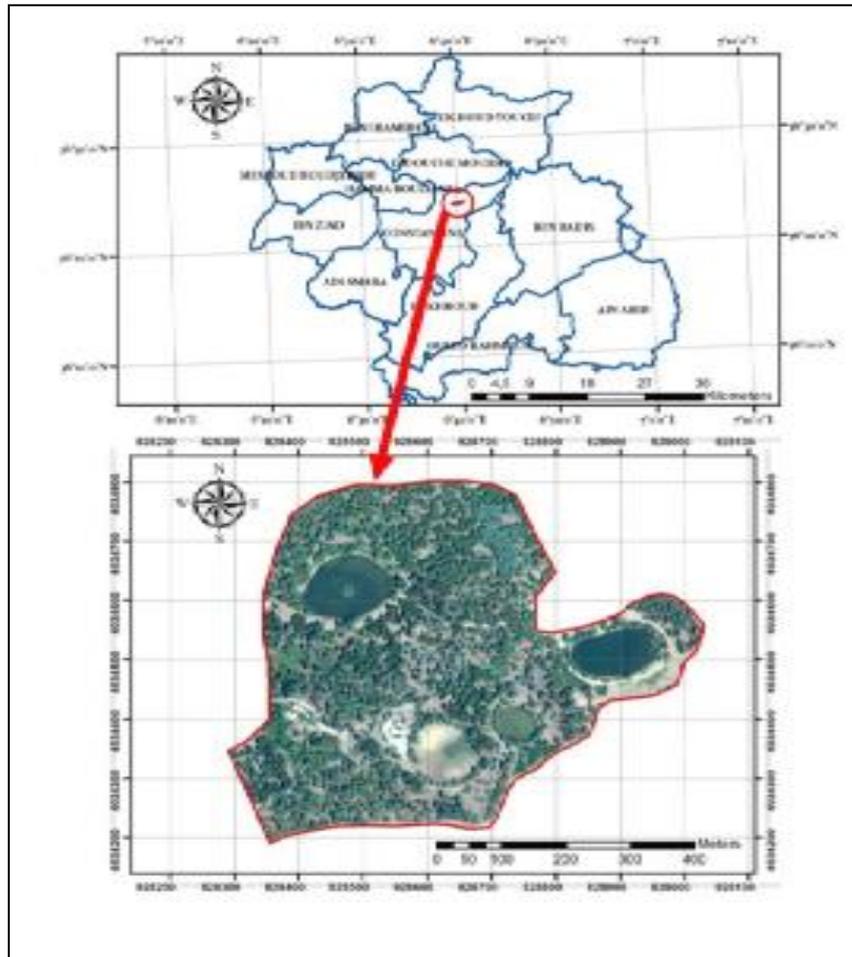


Figure 3 : Localisation de la réserve biologique de Djebel Ouhech (Gana, 2014).



Photo 3 : Site 2 (Réserve biologique de Djebel Ouehch).

2.1.3. Site 3 : Foret de Ben Badis

La région de Ben Badis, constitue une unité géographique importante, située dans la partie extrême Est de la wilaya de Constantine, Elle est comprise entre les coordonnées géographiques $36^{\circ}14'47''$ et $36^{\circ}08''$ de latitude Nord et entre $6^{\circ}43'42''$ et $6^{\circ}58'22''$ Est des longitudes (Fig.4). S'étend sur une superficie de 31543 ha (**Mennour et Bouhidel, 2022**).

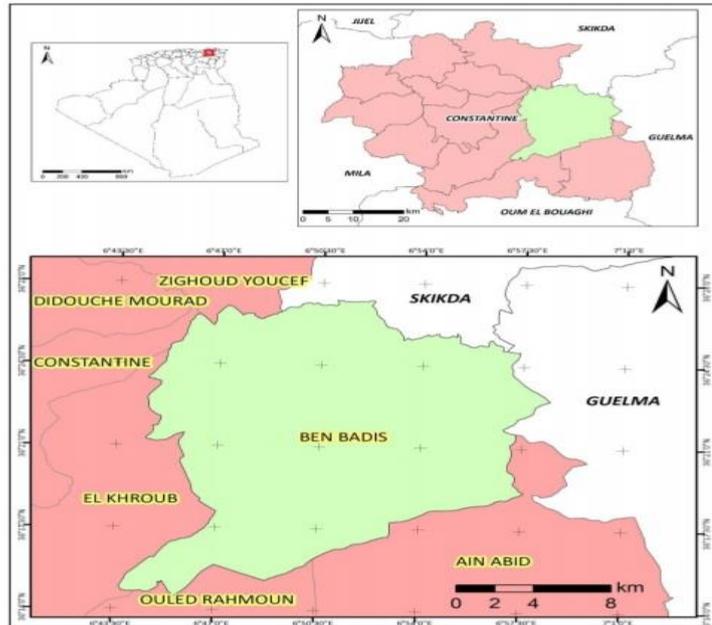


Figure 4 : Situation géographique et administrative de la commune de Ben Badis
(Mennour et Bouhidel, 2022).

Pour effectuer nos captures, on a préféré travailler en lisières de forêt qui constituent des sites de prédilection pour l'ensemble des lépidoptères entre autres les Zygènes. Ce type de milieu (Ouvert et semi-ouvert) semble offrir à ces insectes une panoplie de conditions favorables à leurs développement et épanouissement telle une diversité floristique importante.



Photo 4 : Site 3 (Foret de Ben Badis).

2.2. Technique de capture

Les techniques les plus courantes pour la capture des Zygènes sont les pièges lumineux, les pièges à phéromones et les pièges à appât alimentaire.

Lors de notre travail, nous avons opté pour la capture des papillons en vol et de les attraper délicatement avec le filet fauchoir. La campagne d'échantillonnage, qui s'est déroulée durant le mois de mai 2024, a nécessité deux sorties hebdomadaires (par site).

Afin de maximiser les chances de succès de la collecte, les sorties se sont effectuées pendant les journées ensoleillées, sans pluie ni vent puisque les Zygènes ont tendance à être plus actives et visibles par temps ensoleillé, et le vent peut rendre difficile la capture des papillons en vol.

2.3. Identification

L'identification des Zygènes capturés, réalisée dans le Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes (Université Constantine 1, Frères Mentouri), s'est basée sur les clés d'identification illustrés dans le Guide d'identification des Zygènes de Bourgogne et Franche-Comté (**Ryelandt, Jugan & Mora, 2019**).

2.4. Paramètres structuraux des peuplements de Rhopalocères

Le peuplement est un ensemble d'individus appartenant à des espèces différentes mais qui vivent au sein d'un même espace. Les peuplements de Rhopalocères étudiés sont singularisés par les paramètres structuraux suivants :

2.4.1. Abondance « N » : L'abondance représente le nombre d'individus collectés ou observés durant la saison d'échantillonnage pour chaque milieu.

2.4.2. Richesse spécifique « S » : C'est le nombre d'espèces « S » contactées au moins une fois au terme de « N » relevés (**Blondel, 1975**). Dans notre cas, nous assimilons l'ensemble des relevés réalisés en une saison à un peuplement statistique. S sera mesuré sur l'ensemble de la saison.

2.5. Analyse statistique des données

La représentation graphique de nos résultats a été faite sous forme de secteurs. Les matrices ont été établies sous MICROSOFT.EXCEL pour le calcul des différents paramètres de structure des peuplements de Zygènes.

CHAPITRE III

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Composition du peuplement global des Zygènes

Le tableau 1 présente les résultats obtenus lors de notre campagne d'échantillonnage effectuée dans l'ensemble des trois sites de capture.

Tableau 1 : Composition du peuplement global des zygènes.

Sous-famille	Espèce	Nom vernaculaire	Effectif	%
<i>Procridinae</i>	<i>Jordanita globulariae</i> (Hubner 1793)	Turquoise des globulaires	11	9
<i>Zygaeninae</i>	<i>Zygaena favonia</i> (Freyer 1844)	Zygène d'Alger	112	91
	N (Abondance)	123		
	S (Richesse)	2		

Les données obtenues mettent en évidence un peuplement global de 123 spécimens, répartis entre deux espèces appartenant à deux sous-familles distinctes. La première est la sous-famille des *Procridinae*, dominée par l'espèce la plus abondante, *Zygaena favonia* (Photo. 6), qui représente 91% des individus recensés. La seconde est la sous-famille des *Zygaeninae*, dont l'espèce *Jordanita globulariae* (Photo. 5) ne compte que 9% des effectifs (Fig.5).

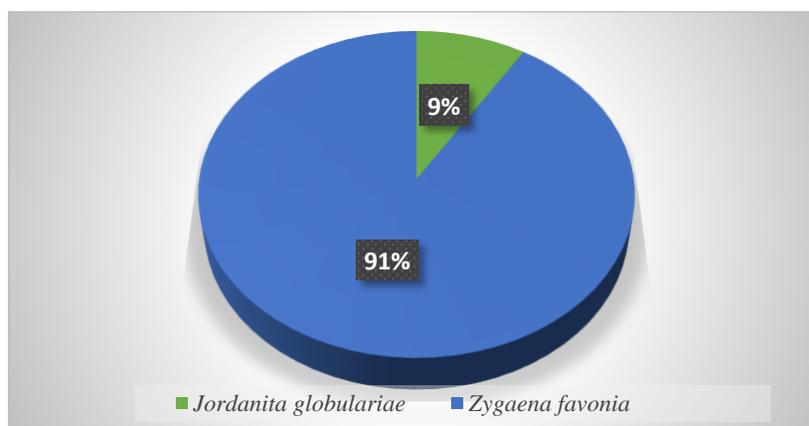


Figure 5 : Pourcentage des espèces recensées.



Photo 5 : Jordanita globulariae.



Photo 6 : Zygaena favonia.

3.2. Peuplement de Zygènes recensé par site

La répartition des abondances dans les divers sites échantillonnés illustrée dans le tableau 2 montre une disparité significative entre les deux sites en termes d'abondance de Zygènes.

Tableau 2 : Effectifs des espèces par site.

	Effectifs		
	<i>Z. favonia</i>	<i>J. globulariea</i>	<i>Total</i>
Campus universitaire	1	0	1
Réserve de Djebel Ouaheche	111	3	114
Foret de Ben Badis	0	8	8

Selon ces données, la réserve de Djebel Ouaheche se démarque comme le site le plus peuplé en Zygènes avec 114 individus recensés, tandis que le campus universitaire n'en compte qu'un seul.

L'abondance des Zygènes dans la réserve biologique peut s'expliquer par plusieurs facteurs tels que l'absence de perturbations humaines (Restrictions strictes en matière d'activités humaines telles que l'urbanisation, l'agriculture intensive ou l'utilisation de pesticides) permettant ainsi aux populations de Zygènes de s'épanouir sans les pressions négatives associées à ces activités tout en permettant à leurs plantes hôtes de prospérer, assurant ainsi une source constante de nourriture pour leurs larves. De surcroît, les réserves biologiques sont souvent intégrées dans un réseau écologique plus vaste, permettant aux populations de Zygènes de migrer et de coloniser de nouveaux habitats lorsque cela est nécessaire. Cette connectivité écologique favorise la diversité génétique et renforce la résilience des populations face aux changements environnementaux.

Quant à la faible abondance des Zygène dans le campus universitaire, elle pourrait s'expliquer par la perturbation de l'habitat impacté par une forte activité humaine, avec des bâtiments, des allées piétonnes, des espaces de stationnement engendrant bruit et pollution lumineuse qui perturbent les habitats naturels. Cette fragmentation de l'habitat peut réduire la disponibilité des plantes hôtes et des sites de ponte nécessaires aux Zygènes. En outre, le campus universitaire peut être caractérisé par des espaces verts aménagés avec une sélection limitée de plantes ornementales non indigènes. Cette monoculture végétale peut ne pas offrir les ressources alimentaires nécessaires à ces insectes, qui peuvent être spécialisés dans certaines espèces de plantes hôtes.

Outre ces deux biotopes, la faible abondance des Zygènes dans la forêt de BenBadis peut être le résultat d'une combinaison de facteurs environnementaux, biotiques et anthropiques qui limitent leur épanouissement dans cet habitat spécifique telles que les activités humaines qui peuvent avoir un impact négatif sur les Zygènes et réduire leur présence dans la forêt.

CONCLUSION

CONCLUSION

Les papillons sont d'excellents bioindicateurs de la qualité environnementale. En effet, leur grande diversité et leurs besoins écologiques variés en font un groupe taxonomique de choix pour le suivi de la biodiversité dans une large gamme d'environnements terrestres (Tarrier et Delacre, 2008 ; Manil *et al.*, 2007; Pasquet, 2006 *in* Berkane *et al.*, 2021).

En tant que pollinisateurs potentiels et membres souvent spécialisés des écosystèmes, les Zygènes jouent un rôle important dans la pollinisation des plantes et dans la chaîne alimentaire. Leur diversité et leur répartition mondiale en font des indicateurs précieux de la santé des écosystèmes et des changements environnementaux (Kitching et Cadiou, 2000).

Comme de nombreux autres groupes d'insectes, certaines espèces de Zygènes sont confrontées à des menaces telles que la perte d'habitat, le changement climatique et l'utilisation excessive de pesticides. La conservation des habitats naturels et la mise en œuvre de pratiques agricoles durables sont essentielles pour préserver la diversité et l'abondance des Zyganides ainsi que des autres organismes qui partagent leur écosystème (Holloway, 1983). Pour cette raison, les inventaires sont plus nécessaires que jamais aujourd'hui face à la disparition de la diversité de l'entomofaune (Ouin *et al.*, 2000 ; Lafranchis, 1997).

Dans ce contexte, nous avons initié un inventaire préliminaire des Zygènes de la région de Constantine, précisément dans trois types d'habitat : le campus universitaire de Constantine 1 Frère Mentouri, la réserve biologique de Djebel Ouahech et la forêt de Ben Badis.

Au cours de notre travail, nous avons identifié la présence de deux sous-familles de Zygènes dans la région de Constantine : les *Procridinae* et les *Zygaeninae*. Parmi elles, nous avons observé les espèces *Jordanita globulariea* et *Zygaena favonia*, cette dernière étant plus abondante en nombre. En plus de cette diversité spécifique, nos résultats, obtenus après un mois d'échantillonnage, indiquent que la réserve de Djebel Ouahech abrite la plus grande abondance de ces papillons. Cette réserve semble offrir un environnement propice à l'épanouissement de ces insectes, mettant en lumière l'importance de préserver cet habitat pour leur conservation.

Les perspectives de l'inventaire des Zygènes dans la région de Constantine sont prometteuses. Nous envisageons d'étendre notre recherche sur une période plus longue afin d'obtenir une image plus complète de la diversité et de l'abondance des espèces présentes.

En outre, nous prévoyons d'explorer d'autres sites potentiels dans la région pour élargir notre compréhension de la répartition des Zygènes et de leurs préférences écologiques.

Parallèlement à cela, nous envisageons d'intégrer des méthodes de collecte de données plus sophistiquées, telle que l'utilisation de pièges spécifiques, pour améliorer notre capacité à détecter les Zygènes, notamment les espèces rares ou discrètes.

Enfin, nous prévoyons d'approfondir notre analyse des facteurs environnementaux influençant la présence des Zygènes, notamment en examinant les relations entre la végétation locale, le microclimat et la disponibilité des ressources alimentaires. Ces perspectives nous permettront d'approfondir notre compréhension de l'écologie des Zygènes dans la région de Constantine et de fournir des recommandations précieuses pour leur conservation à long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abivardi C. (2001) : Iranian entomology—an introduction, 2 vols. Springer Verlag, Heidelberg, Allemagne, XXXIII, 1033 pp.
- Berkane S., Hafir H., Moulai R. (2023) : Analyse écologique de la diversité des papillons et des papillons de jour du Parc National de Gouraya (Algérie).
- Daunicht W., Moulai R. (2022) : Redécouverte de *Zygaena theryi* Joannis, 1908 (Lepidoptera: Zygaenidae) en Algérie. Entomologist's Gazette.
- Drouet E. (2008) : Nouvelles techniques, nouvelle liste des Zygènes de France.
- Dutreix C., Essayan R. (1984) : Contribution à l'étude de l'isolement spatial et reproducteur.
- Efetov K.A., Tremewan W. G., Tarmann G. M. (2000): Proceedings of the 7th International.
- Holloway J. D. (1983) : The *Zygaenidae*: A revision of the Lepidopteran family. British Museum (Natural History).
- Kitching I. J., Cadiou J. M. (2000): Hawkmoths of the world: an annotated and illustrated revisionary checklist (*Lepidoptera: Sphingidae*). Ithaca: Cornell University Press.
- Nässig W. A. (1995) : Biology and ecology of *Zygaena* Fabricius, 1775 (*Lepidoptera, Zygaenidae*). Linzer Biologische Beiträge, 27(1), 451-488.
- Nazari V., Efetov K.A. (2023) : *Zygaenidae* sur les timbres (*Insecta: Lepidoptera*) - ResearchGate.
- Niehuis O. (2006): Higher phylogeny of *Zygaenidae* moths (*Insecta: Lepidoptera*) inferred from nuclear and mitochondrial sequence data and the evolution of larval cuticular cavities for chemical defence. Molecular Phylogenetics and Evolution, 39(3), 812–829. DOI: 10.1016/j.ympev.2006.01.007.
- Ryelandt J., Jugan D., Mora F. (2019) : Clé d'identification des Zygènes de Bourgogne-Franche-Comté. CBNFC-ORI, OPIE FC, SHNA, 13 p.
- Tarrier M.R. (2001) : Les Zygènes de l'Anti-Atlas marocain : découvertes, inventaire commenté et bio-indication. Bulletin de la Société entomologique de France, 106(2), 163-172.
- Tarrier M.R., Hofmann A. (2002) : Cartographie des Hétérocères *Zygaeninae* du Maroc. Linneana belgica, 18(6), 301-318; 18(7), 321-334, 5 pl. coul., 19 cartes de répartition

ANNEXES



Capture de Zygaena favonia.



Conservation, étalage et identification de Zygaena favonia.



Autres espèces capturées de rhopalocères et hétérocères

ملخص

أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود نوعين من الزيغينيديا: *Zygaena favonia* الذي يعتبر النوع السائد، و *Jordanita globularia*. تنتمي هاتان النوعان إلى فصيلتين فرعيتين متميزتين: *Zygaeninae* و *Procridinae*. تم تحديد محمية جبل الوحش كالبينة التي تحتوي على أكبر وفرة من الزيغينيديا. بالمقابل، يظهر الحرم الجامعي لجامعة قسنطينة 1 الاخوة منتوري أقل سكان للزيغينيديا في المنطقة. تسلط هذه الملاحظات الضوء على الفروق الكبيرة في توزيع الزيغينات بين المواقع المدروسة، والتي يمكن أن تُرجع إلى عوامل بيئية مختلفة محددة لكل موقع.

Summary

The results of this study reveal the presence of two species of *Zygaenidae*: *Zygaena favonia*, which is the dominant species, and *Jordanita globulariae*. These two species belong to distinct subfamilies: *Zygaeninae* and *Procridinae*. Djebel Ouahech Reserve has been identified as the environment where *Zygaenidae* are most abundant. In contrast, Constantine 1 Frères Mentouri University Campus exhibits the lowest population of *Zygaenidae* in the region. These observations highlight significant differences in the distribution of Zygaenids among the studied sites, which can be attributed to various specific environmental and ecological factors in each location.

Année universitaire : 2023-2024

Présenté par : DJENNA Abderraouf
BEDJOU Aymen

Inventaire des *Zygaenidae* (*Lepidoptera Heterocera*) dans la région de Constantine (Nord-Est algérien).

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes

Il est fascinant de constater que la recherche sur les *Zygaenidae* en Algérie est restreinte, avec peu d'efforts documentés, à l'exception notable du travail récent de Daunicht et Moulai en 2022. Leur étude a abouti à la redécouverte d'une espèce endémique, *Zygaena theryi* Joannis 1908, dont la dernière observation datait de trente-neuf ans auparavant. Ce type de redécouvertes souligne l'importance de poursuivre les efforts de recherche dans ce domaine. L'objectif de ce travail est d'effectuer un inventaire préliminaire des Zygènes dans la région de Constantine. En réalisant cet inventaire, nous contribuons à combler un vide de connaissances scientifiques sur la biodiversité des papillons dans cette région spécifique de l'Algérie. Cette étude pourrait non seulement permettre de mieux comprendre la répartition des espèces de *Zygaenidae* dans cette zone, mais aussi d'éventuellement découvrir d'autres espèces rares ou endémiques, enrichissant ainsi les données disponibles pour la conservation et la gestion des habitats naturels.

Les résultats de cette étude révèlent la présence de deux espèces de Zygènes : *Zygaena favonia*, qui est l'espèce dominante et *Jordanita globulariae*. Ces deux espèces appartiennent à deux sous-familles distinctes : *Zygaeninae* et *Procridinae*. La réserve de Djebel Ouahech a été identifiée comme étant le milieu où les *Zygaenidae* sont les plus abondants. En revanche, le Campus universitaire de Constantine 1 Frères Mentouri présente la plus faible population de *Zygaenidae* dans la région. Ces observations mettent en évidence des différences significatives dans la distribution des Zygènes entre les sites étudiés, ce qui peut être attribué à divers facteurs environnementaux et écologiques spécifiques à chaque lieu.

Mots-clefs : *Zygaenidae*, Constantine, Diversité.

Laboratoires de recherche : Laboratoire de Biosystématique et Ecologie des Arthropodes (U Constantine 1 Frères Mentouri).

Président du jury : BENACHOUR K. (Pr. - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : FRAHTIA K. (MC(A) - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examineur(s) : AGUIB S. (MC(A) - U Constantine 1 Frères Mentouri),