

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences biologiques de l'environnement
Spécialité Ecologie



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Contribution à l'étude des papillons de
jour des systèmes dunaires de la région
de Béjaia**

Présenté par :

AIT SAIDI Sabrina & BOUCHERIT Chouaib

Soutenu le : 13/09/2022

Devant le jury composé de :

Mme GHERBI-SALMI Rachida	MCB	Président
Mr MOULAÏ Riadh	Professeur	Encadreur
Mr KHEMMOUDJ Kaddour	MCA	Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciement

*Nous tenons en premier lieu à remercier notre encadreur, le Professeur **MOULAÏ Riadh** pour sa rigueur, sa patience et sa disponibilité.*

*Nous tenons également à remercier vivement **Dr. BERKANE Sonia**, qui nous a aidés tout au long de ce mémoire, en nous prodiguant ses conseils et son expérience.*

*Et enfin nous tenons à remercier **Mme GHERBI-SALMI Rachida**, Maître de conférences (B) à l'université de Béjaia, pour l'honneur qu'elle nous fait de présider ce jury, et Mr **KHEMMOUDJ Kaddour**, Maître de conférences (A) à l'université de Béjaia, pour avoir accepté d'examiner notre travail*

Sommaire

Introduction	I
Chapitre I : Bio-indication et papillons de jour	01
I.1. Les bio-indicateurs : concept et importance	2
I.2. Les différents insectes bio-indicateurs	3
I.3. Papillons de jour outils de la bio-indication	6
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude, le système dunaire de Lota	9
II.1. Délimitation géographique :	10
II.2. Facteurs climatiques :	10
II.2.1 Les températures :	11
II.2.2 Les précipitations:	11
II.2.3 Vent	12
II.2.4 Humidité	12
II.2.5 Synthèse climatique.....	12
II.2.5.1 Synthèse climatique.....	12
II.2.5.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.....	13
Chapitre III : Méthodologie	16
III.1. Méthodes échantillonnages sur terrain :	17

III.1.1 Période de suivi :	17
III.1.2 Echantillonnage de la flore et description du système dunaire de Lota:	17
1. Haut de plage :	18
2.Dune embryonnaire:	20
3.Dune mobile:	22
4.Dune fixée:	24
5. Dune arborée :	26
III.1.3 Echantillonnage des papillons de jour	28
III.1.3.1 Capture	28
III.1.3.1.1 Capture au vol	28
III.1.3.1.2 Capture au sol	28
III.1.3.2 Méthodes de comptage	28
III.1.3.3 Etalement au labo	29
III.1.3.4 Identification	29
III.1.3.5 Mise en collection	30
III.2. Matériels utilisés sur le terrain et au laboratoire	30
III.2.1 Pour la flore	30
III.2.1.1 Décamètre pour le mesurage de la longueur des transects	31
III.2.1.2 Un sac pour l’emballage des échantillons	31
III.2.1.3 Un stylo et un carnet pour l’enregistrement des données	32
III.2.1.4 Carton et papiers journaux pour la constitution d’herbiers	32
III.2.1.5 Guide illustrés	33
III.2.2 Pour la faune	33
III.2.2.1 Filets à papillons	33
III.2.2.2 Papillotes	34

III.2.2.3 Guide illustré.....	34
III.2.2.4 Carnet de notes	34
III.2.2.5 Appareil photo	35
III.2.2.6 Jumelles	35
III.2.2.7 Ramollisseur.....	35
III.2.2.8 Colle	36
III.2.2.9 Etaloir	36
III.2.2.10 Loupe binoculaire.....	36
III.2.2.11 Epingles	36
III.2.2.12 Pincés	37
III.2.2.13 Boite à collection.....	37
III.3. Exploitation des résultats par les indices écoliques	38
III.3.1 Richesse spécifique	38
III.3.1.1 Richesse spécifique totale.....	38
III.3.1.2 Richesse spécifique moyenne	38
III.3.2 Fréquence.	38
III.3.2.1 Fréquence centésimale (abondance relative)	39
III.3.2.2 Fréquence d'occurrence (constante).....	39
III.3.3 Indice de Shanon-weaver	39
III.3.3.1 Indice de diversité maximale (H_{max})	40
III.3.3.2 Indice d'équitabilité.....	40
III.3.3.3 Coefficients de similarité.....	40
Chapitre IV : Résultats et discussion	42
IV.1 Description du système dunaire de Lota par habitat dunaire.....	43

IV.1.1 Etude comparative entre la richesse floristique du système dunaire de Lota (Béjaia) et du système dunaire de Sidi Abdelaziz (Jijel):	49
IV.2 Diversité des papillons de jour par habitat dunaire.	50
IV.2.1 Résultats exprimés à travers les indices écologiques	53
IV.2.1.1 Richesse spécifique total et moyenne en papillons de jour	53
IV.2.1.2 Fréquence	54
IV.2.1.2.1 Fréquence centésimale (abondance relative).....	54
IV.2.1.2.2 Fréquence d'occurrence (constante)	56
IV.2.1.2.3 Indice de Shanon-weaver et équitabilité appliquée aux papillons de jours.....	58
IV.2.1.2.4 Coefficients de similarité de Sorensen.....	58
Conclusion.....	61
Liste des références	64
Annexes	74
Résumés.....	86

Liste Des Figures :

FIGURE 1: CARTE DE SITUATION DE LA REGION DE LOTA (SOUK EL TENINE, BEJAIA). -----	10
FIGURE 2: DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES DE BAGNOLS ET GAUSSEN POUR LA REGION DE BEJAIA (PERIODE, 1978-2015). -----	13
FIGURE 3: SITUATION BIOCLIMATIQUE DE BEJAIA (PERIODE, 1978-2015) SUR LE CLIMAGRAMME D'EMBERGER MODIFIE PAR STEWART (1975). -----	15
FIGURE 4: HAUT DE PLAGE © MOULAÏ RIADH, 11 MAI 2022, LOTA (BEJAIA). -----	18
FIGURE 5: TRANSECT VEGETAL DE HAUT DE PLAGE -----	19
FIGURE 6: DUNE EMBRYONNAIRE © MOULAÏ RIADH, 11 MAI 2022, LOTA (BEJAIA). -----	20
FIGURE 7: TRANSECT VEGETALE DE LA DUNE EMBRYONNAIRE. -----	21
FIGURE 8: DUNE MOBILE © MOULAÏ RIADH, 11 MAI 2022, LOTA (BEJAIA). -----	22
FIGURE 9: TRANSECT VEGETALE DE LA DUNE MOBILE. -----	23
FIGURE 10: DUNE FIXEE © MOULAÏ RIADH, 11 MAI 2022, LOTA (BEJAIA). -----	24
FIGURE 11: TRANSECT VEGETALE DE LA DUNE FIXEE. -----	25
FIGURE 12: DUNE ARBOREE © MOULAÏ RIADH, 11 MAI 2022, LOTA (BEJAIA). -----	26
FIGURE 13: TRANSECT VEGETALE DE LA DUNE ARBOREE. -----	27
FIGURE 14: CUBE VIRTUEL DE PROSPECTION A VUE (LANGLOIS ET GILG, 2007). -----	29
FIGURE 15: DECAMETRE. -----	31
FIGURE 16: SACHETS POUR ECHANTILLONNER. -----	31
FIGURE 17: CARNET ET STYLO DE NOTE. -----	32
FIGURE 18: CARTON ET PAPIERS JOURNAUX HERBIER. -----	32
FIGURE 19: GUIDE DE LA FLORE DES DUNES LITTORALES (JOURNAL SUD-OUEST). -----	33
FIGURE 19: FILET A PAPILLONS (BENKHELIL, 1992). -----	33
FIGURE 21: PAPILOTES A PAPILLONS (TREMBLAY, 2003). -----	34
FIGURE 22: CARNET ET STYLO DE NOTE. -----	35
FIGURE 23: ETALOIR (LERAUT, 1992). -----	36
FIGURE 24: DIFFERENTES SORTES D'EPINGLES ENTOMOLOGIQUES (LERAUT, 1992). -----	37
FIGURE 25: DIFFERENTES SORTES DES PINCES UTILISEES EN ENTOMOLOGIE (LERAUT, 1992).	37

**FIGURE 26: COUPES TRANSVERSALES ILLUSTRANT LA SUCCESSION DES PRINCIPALES
COMMUNAUTES VEGETALES ET LA SUPERFICIE DE CHAQUE PARCELLE ECHANTILLONNEE
DANS LES DIFFERENTS HABITATS DE SYSTEME DUNAIRE DE LOTA (BEJAIA)----- 44**

Liste Des Tableaux :

**TABLEAU N° 1: VALEURS MOYENNES MENSUELLES DES TEMPERATURES POUR LA STATION DE
BEJAIA (1978-2015)..... 11**

**TABLEAU N° 2: VALEURS MOYENNES MENSUELLES DES PRECIPITATIONS (MM) POUR LA
STATION DE BEJAIA (1978-2015)..... 11**

**TABLEAU N° 3: VALEURS DU QUOTIENT PLUVIOTHERMIQUE DE STEWART POUR BEJAIA
(PERIODE, 1978-2015)..... 14**

**TABLEAU N° 4: LISTE FLORISTIQUE ET COEFFICIENT D'ABONDANCE-DOMINANCE (ECHELLE DE
BRAUN-BLANQUET, 1932) PAR TYPE D'HABITAT DUNAIRE DE LOTA (BEJAIA)..... 46**

**TABLEAU N° 5: COMPARAISON FLORISTIQUE ENTRE LES DEUX STATIONS DUNAIRES (LOTA ET
SIDI ABDELAZIZ)..... 49**

**TABLEAU N° 6: DIVERSITE ET ABONDANCE MENSUELLE DES PAPILLONS DE JOUR DU SYSTEME
DUNAIRE LOTA..... 52**

**TABLEAU N° 7: RICHESSE TOTALE ET MOYENNE EN PAPILLONS DE JOUR DANS LES CINQ DUNES.
..... 54**

**TABLEAU N° 8: FREQUENCE CENTESIMALES (%) DES PAPILLONS DE JOUR POUR LES CINQ
DUNES. 55**

**TABLEAU N° 9: FREQUENCE D'OCCURRENCE DES PAPILLONS DE JOUR DANS LES CINQ TYPES DE
DUNE. 57**

**TABLEAU N° 10: DIVERSITE ET EQUITABILITE DES PAPILLONS DE JOUR DU SYSTEME DUNAIRE
LOTA. 58**

**TABLEAU N° 11: VALEUR DU COEFFICIENT DE SIMILARITE DE SORENSEN POUR LES CINQ TYPES
DE DUNES DU SYSTEME DUNAIRE LOTA..... 59**

Introduction



Vanessa atalanta (Linnaeus, 1758) © AIT SAIDI Sabrina, 19 Mai 2022, Lota (Béjaia).

***I*ntroduction**

Les systèmes dunaires côtiers sont des écosystèmes de transition entre terre et mer (Van Der Maarel, 2003).

Les dunes sont considérées comme un habitat naturel fondamental pour la protection des zones littorales (Cper 2007–2013). Les dunes côtières sont des écosystèmes très fragiles, qui ont été historiquement soumis à différents types d'activités humaines. Cependant, au cours des dernières décennies, la valeur écologique des dunes côtières et de plus en plus reconnues (Martinez et al, 2004).

En Algérie, les études qui s'intéressent au système dunaire sont peu nombreuses, et la flore du système dunaire reste l'intérêt le plus intentionné des auteurs. En témoignent de cet intérêt les travaux de Zaffran, (1960), Thomas, (1968), Méziani, (1984), Bélair et al., (1984), Aouadi, (1989), Sadki et al., (1991), Géhu et Sadki, (1994), Hanifi et al., (2007), Stambouli-Meziane et al., (2009, 2013), Khennouf et al., (2018). Contrairement les travaux qui s'intéressent à la diversité et à la structure de la faune des dunes littorales sont quasi-inexistantes. Dans ce cadre on note les travaux de Bouziane (2021) sur les fourmis et les orthoptères des systèmes dunaires de Jijel d'où la motivation d'entreprendre ce travail sur les papillons de jour des systèmes dunaires.

La faunistique du système dunaire a fait l'objet d'études approfondies dans le monde, à l'exemple des travaux de Mc Lachlan, (1991). Les insectes sont de bons indicateurs de la santé des écosystèmes en raison de leur grande diversité et de leur sensibilité au changement environnemental (McGeoch, 1998 ; Finch 2005). Ils ont des rôles écologiques majeurs, rendent des services écosystémiques uniques et irremplaçables, notamment la pollinisation, le recyclage, le contrôle des nuisibles et l'approvisionnement en nutriments. Certains sont de remarquables bio-indicateurs (G.S.A.S, 2020 ; Calatayud, 2019 ; Nageleisen et Bouget, 2000).

Les scientifiques et les naturalistes ont été intéressés par la faune lépidoptérique algérienne pendant plus de deux siècles (Samraoui, 1998). En Algérie, parmi les travaux réalisés sur les papillons de jour, on peut citer ceux de Tennent (1996) « The butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia », qui a réalisé un catalogue systématique et écologique des papillons de jour pour l'Algérie, le Maroc et la Tunisie ; Samraoui (1998) « Status and seasonal patterns of adult *Rhopalocera* in north-eastern Algeria », Cet auteur s'est intéressé à

***I*ntroduction**

la diversité et à l'écologie des papillons de jours, peuplant les milieux les plus intéressants du Nort-Est algérien, notamment les zones humides. D'autres travaux ont été menés, par Remini et Moulair (2015) ; « Diversity and structure of butterfly populations in agro-ecosystems of Mitidja (Algeria) », exposant la diversité et l'abondance des espèces de papillons sur des parcelles agricoles du centre-nord de l'Algérie (Mitidja, Algérie). Il y a aussi, l'étude de Kacha et al (2018) : « Richesse et diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie) », qui représente un inventaire spécifique des lépidoptères échantillonnés dans dix stations représentatives des différents habitats du Parc National de Theniet El Had, en Algérie. Enfin on cite le travail de Berkane (2020) sur la diversité et l'écologie des papillons de jour dans trois parcs nationaux du nord de l'Algérie (Gouraya, Taza et Belezma).

D'après Albouy (2010), Les papillons sont apparus peu après les premières plantes à fleurs, il y a 200 millions d'années environ, au Jurassique en pleine époque des dinosaures. Les papillons de jour et de nuit se sont diversifiés depuis et répandus, occupent à présent presque toutes les niches écologiques de la planète (Hoskins, 2016).

Les papillons de jour sont reconnus comme possédant une forte valeur indicatrice, la rapidité de leurs cycles de vie et leur forte sensibilité aux conditions climatiques sont autant de particularités qui font que les papillons de jour apportent des réponses rapides et locales aux modifications de l'environnement (Mestdagh et al, 2011). Parmi tous les risques auxquels ils sont exposés, la perte de l'habitat se révèle être la principale menace (Leandro, 2018) (Van Halder et al, 2017).

Notre étude consiste à déterminer la relation entre la composition et l'abondance des papillons de jour avec la végétation des dunes côtières et démontrer ainsi leur sensibilité en tant que bio-indicateurs de la dégradation des écosystèmes. Le cadre de nos investigations consiste dans le cordon dunaire de Lota sur le littoral Est de Béjaia.

Notre mémoire s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré aux données bibliographiques sur la bio-indication et papillons de jour. Le deuxième chapitre porte sur la présentation de la zone d'étude, (le système dunaire de Lota). Le troisième

***I*ntroduction**

chapitre est dédié à la partie méthodologie. Quant, le quatrième chapitre exposera les résultats et traitera des discussions. Enfin, une conclusion générale accompagnée de perspectives clôture notre présente étude.

Chapitre I

Bio-indication et papillons de jour



Polymatus icarus (Rottemburg, 1775) © BOUCHERIT

Chouaib, 25 Avril 2022, Lota (Béjaia).

I.1. Les bio-indicateurs : concept et importance

Suivant les auteurs, le terme bio-indicateur est utilisé selon deux acceptations. Pour certains ; (Kushlan, 1993 ; Melancon, 1995 ; Dmuchowcki et al., 1995), les bio-indicateurs sont la réponse d'un organisme vivants et indiquent simplement l'exposition à un contaminant. Ils peuvent prédire un dommage éventuel et présentent les effets indésirables du toxique. Pour d'autres (et c'est la définition que nous retiendrons également), ce sont des êtres vivants, tant animaux que végétaux, tant sauvages que domestiques utilisés pour l'étude de certaines conditions environnementales. Les résultats sont extrapolés à d'autres espèces où cette étude serait inconcevable, ou à l'environnement dans son ensemble (Beasley, 1993 ; O'Brien et al., 1993 ; Zarski et al., 1995).

D'autres termes sont parfois employés et définissent de façon plus précise le domaine d'application des bio-indicateurs (O'Brien et al., 1993) :

- **Les bio-moniteurs** sont des organismes chez lesquels l'étude de caractéristique particulière donne une mesure de la contamination environnementale. Les conclusions de cette étude peuvent être extrapolées à d'autres espèces dans son ensemble.
- **Les sentinelles** sont des organismes chez lesquels l'étude donne un signal précoce de l'étendue de la contamination environnementale et son importance pour la santé humaine.

Les critères de sélection d'une espèce animale comme bio-indicateur sont les suivants :

- Les animaux doivent être en nombre relativement important (O'Brien et al. , 1993) géographiquement sédentaires, uniformément distribués, et les prélèvements doivent pouvoir se faire avec facilité.
- L'espèce doit être sensible au toxique en cause.
- La réponse au contaminant doit être relativement spécifique.
- La durée de vie de l'espèce est assez importante pour l'évaluation de l'impact d'exposition chronique et de la variabilité de la réponse en fonction de l'âge.

- La position dans la chaîne alimentaire intervient dans les phénomènes de bio-magnification.
- Les possibilités d'être élevées et de se reproduire en captivité peuvent être un facteur de décision

Ces bio-indicateurs peuvent être étudiés à différents niveaux biochimiques, physiologiques ou comportementaux par le biais des bio-marqueurs.

Les études éco-toxicologiques recourent de plus en plus des données biologiques basés sur les principes des animaux bio-indicateurs. Leurs avantages est de:

- Permettre d'identifier et de quantifier les contaminants bio-disponible (Livingstone, 1993).
- Vérifier si l'exposition aux polluants a induit une réponse biologique et si cette réponse dépasse l'homéostasie.
- Voir si l'impact de la pollution touche les individus ou la population
- Dans le cadre d'une réhabilitation d'un site, elles permettent d'en évaluer le succès ou d'en établir les priorités (Depledge et Fossi, 1994).

Pour évaluer la biodiversité, il sera nécessaire de procéder à des inventaires faunistiques et floristiques sur une zone, suivant une méthode d'échantillonnage donné (Bouygues et Pelletier, 2012).

Afin de mesurer l'état de santé d'un écosystème, Bouygues et Pelletier (2012) pensent qu'il est également possible d'utiliser comme référent la quantification de la population d'une espèce dite « indicateur biologique » ou un groupe d'espèces emblématiques.

Les bio-indicateurs sont des agents essentiels des cycles biologiques, réagissent au moindre effet nocif, par un recul ou une extinction (TARRIER et Delacre, 2008).

I.2. Les différents insectes bio-indicateurs

Les insectes sont des animaux extrêmement prospères. Toutes sortes d'écosystèmes naturels et modifiés, terrestres et aquatiques, abritent des communautés d'insectes qui présentent une variété déconcertante de modes de vie, de formes et de fonctions (Gullan et

Cranston, 2014). Les insectes sont responsables d'un large éventail de services écosystémiques notamment la dispersion des graines, la pollinisation, la transformation des matières organiques, le cycle des nutriments et la filtration de l'eau (Perez et al, 2020).

Les insectes s'ajustent aux plantes dans un équilibre parfait, dans lequel nous nous insérons. C'est pourquoi il faut apprécier les insectes à leur juste valeur. Ils font tous partie de la nature, tout comme nous et les plantes avec lesquelles nous devons composer (Lariviere, 2016). Selon Von Brandt (2013), les insectes fascinent tout autant qu'ils font peur.

Le nombre total d'espèces végétales et animales existant sur notre planète oscille entre six et cent millions (Stork, 1997). Les invertébrés représentent la majeure partie de la biomasse de l'ensemble de ces espèces. Parmi ceux-ci, les arthropodes sont considérés comme le groupe le plus diversifié avec entre dix et trente millions d'espèces.

Les arthropodes, et en particulier les insectes, constituent la majorité de la biodiversité animale des écosystèmes et se trouvent à tous les niveaux trophiques. Les insectes jouent un rôle vital dans la modification de la structure et dans la fertilité des sols, dans la pollinisation, dans le cycle des nutriments et dans la décomposition des matières organiques (Greenlande, 1992 ; Seastedt et Crossley, 1984).

Le quart des espèces animales non microscopiques que l'on rencontre sur terre sont phytophages : elles se nourrissent de plantes ou en sucent la sève (Bernays et Chapman, 1994). Les insectes phytophages sont représentés par au moins 500000 espèces vivant aux dépens des végétaux supérieurs ; ces derniers comprennent au moins 300 000 espèces. S'il est vrai que la plupart des insectes sont polyphytophages, il est important de mentionner que d'autres, sont par contre strictement mono-phytophages se nourrissant exclusivement d'une seule espèce végétale et sont donc étroitement liées à des plantes hôtes. C'est le cas par exemple de la chenille de *Coeliades aeschylus* inféodée à *Acridocarpus smeathmani* (Larsen, 2005), nous dirons plutôt au genre *Acridocarpus*, car la chenille a été observée sur *Acridocarpus chevalieri* dans la forêt de Dafra (Burkina Faso) aux pieds de la falaise (Larsen, 2005).

Les insectes constituent d'excellents indicateurs biologiques qui réagissent aux modifications ou à la perturbation du milieu par une augmentation ou un recul, puis par la disparition (TARRIER et BENZYANE, 2003).

Les insectes constituent des outils plus précis que les vertébrés et les plantes tant dans la gestion et la sélection des sites à protéger que pour l'évaluation de l'incidence biologique de la conservation du patrimoine naturel au service des populations rurales fragilisées par de nouvelles données économiques (TARRIER et BENZYANE, 2003). Les papillons de jour ou les Rhopalocères et les Cétoines se nourrissent principalement de végétaux ou de produits végétaux. Les chenilles ont un régime alimentaire plus ou moins spécialisé selon les espèces. Les larves de cétoines sont quant à elles détritivores et se nourrissent de bois pourri ou de la litière. (TARRIER et BENZYANE, 2003).

Les coléoptères saproxyliques sont des espèces liées au cycle du bois, qu'il s'agisse de xylophages, de saprophages, de mycétophages ou de prédateurs des précédents (MÉRIGUET et al., 2004). Certains de ces saproxyliques ont des exigences extrêmement strictes et ne se rencontrent plus que dans de rares sites forestiers européens qui n'ont pas subis une forte anthropisation depuis des siècles. D'autres espèces par contre moins rares, peuvent se trouver dans les sites à anthropisation respectueuse de la biodiversité (MÉRIGUET et al., 2004). Les cétoines constituant la plupart des insectes phytophages peuvent donc être d'excellents bio-indicateurs de la qualité des milieux forestiers ou des zones boisées. En effet, plusieurs auteurs ont utilisé des cétoines comme indicatrice de la qualité des écosystèmes. SANA (2005) SAMADOULGOU (2005) et BOUYER et al., (2007) ont identifié le complexe mimétique *Pachnoda marginata* et le complexe mimétique *Pachnoda cordata* comme étant des espèces qui tolèrent une certaine ouverture de la végétation. Les cétoines peuvent donc être utilisées comme d'excellents indicateurs de dégradation des écosystèmes, notamment des écosystèmes savanicoles et forestiers.

Dans plusieurs régions du globe, les lépidoptères sont largement utilisés comme indicateur de la santé d'un écosystème (ROSENBERG et al., 1986 ; BECCALONI et GASTON, 1995 ; NEW et al., 1995 ; OOSTENNEIJER et van SWAAY, 1998 ; HORNER-DEVINE et al., 2003 ; SAWCHIK et al., 2005 ; DIRK et HANS, 2005). L'ordre des Lépidoptères est un groupe important dans la classe des insectes. En nombre d'espèces recensées à ce jour, les papillons arrivent en

troisième place, après les Coléoptères et les Hyménoptères. On estime à environ un million le nombre d'espèces d'insectes sur la planète. Parmi elles, 150 000 à 180 000 sont des papillons. Plusieurs spécialistes considèrent toutefois que le nombre exact d'espèces de Lépidoptères oscille entre 300 000 et 500 000 (Leboeuf & Le-Tirant, 2012).

I.3. Papillons de jour outils de la bio-indication

Les papillons de jour sont certes les Lépidoptères les plus connus (Bellmann, 2012). Lafranchis (2000), note que plus de 200 000 espèces de papillons ont été décrites dans le monde et bien d'autres restent à découvrir.

Ils se distinguent de tous les autres insectes par leurs ailes recouvertes de minuscules écailles colorées, d'où leur nom scientifique de Lépidoptères venant du grec lepidos « Écailles » et pteron « ailes ». Les Rhopalocères et les Hétérocères forment le vaste ordre des papillons (Tolman et Lewington, 2009 ; 2015). Et Les papillons de jour, ou Rhopalocères, sont très minoritaires environ 16000 espèces dans le monde (Lafranchis, 2000).

Les papillons sont-ils des indicateurs fiables de l'état de l'environnement ? (Leraut, 2012). Les lépidoptères sont le plus souvent d'excellents « bio-indicateurs ». Ils ne supportent pas un équilibre rompu par la moindre intervention, pression ou nuisance, sont des bio-indicateurs emblématiques de la valeur d'un milieu (Tarrier et Delacre, 2008).

Ils sont des indicateurs précieux du fonctionnement de nos réseaux écologiques et, par-là, de l'état de notre environnement (Lafranchis, 2000).

Les papillons sont Les « insectes-outils » probablement moins maniables mais sans nul doute plus précis que les vertébrés ou les plantes. La plupart d'entre eux sont monophage ou oligophage, et étroitement inféodés à des plantes-hôtes sensibles et vulnérables. Il s'agit donc d'éminents indicateurs biologiques qui réagissent aux modifications nocives par un recul, puis par la disparition. Leur influence sur les écosystèmes se manifeste autant par leur présence que par leur absence. Leur utilisation en tant qu'indicateurs entomologiques pour une gestion à long terme exige évidemment un suivi dans un concept scientifique (Lugon et al., 2001; Tarrier et Delacre, 2008 ; Leraut, 2012 ; Bence et al., 2016).

En protégeant les papillons, nous sauverons des centaines d'espèces d'invertébrés invisibles ou inconnus (Anonyme, 1991).

D'après Andersen (1999) in (Leboeuf, 2002) quatre critères globaux nous permettent d'utiliser un groupe animal à l'exemple des Papillons de jours comme indicateur :

- 1- La distribution, l'abondance et la richesse du groupe.
- 2- Son importance fonctionnelle dans l'écosystème.
- 3- Sa sensibilité aux changements environnementaux.
- 4- Côté pratique lié à l'obtention de données (facilité d'observation ou d'identification par exemple).

Les lépidoptères pourraient jouer un rôle dans la mesure où en plus de leur capital de sympathie, plusieurs espèces répandent aux quatre critères énoncés par Andersen (1999) in (Leboeuf, 2002). Delacre (2006) confirme cette théorie en considérant les papillons comme agent essentiel des cycles biologiques, réagissant ipso-facto au moindre effet nocif notamment au niveau des plantes hôtes, dont ils sont tributaires, par un recule où une extinction.

Outre le rôle pollinisateur des Rhopalocères, ces insectes contribuent à l'équilibre des écosystèmes dont ils sont partie intégrante. De surcroît, ils participent largement à la biodiversité et jouent un rôle majeur dans la chaîne trophique en nourrissant une grande partie d'insectivores (Lambert, 2003).

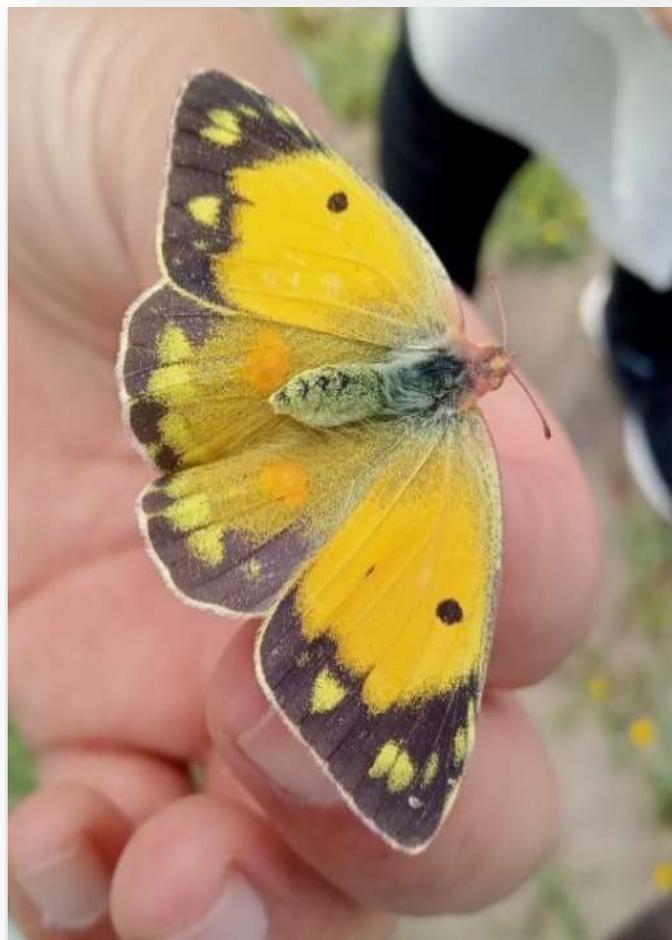
Les papillons vivent en interaction avec de nombreuses espèces végétales et animales. Ils sont sensibles aux pesticides, aux conditions climatiques, au fonctionnement naturel des milieux (Lafranchis, 2000). De nombreuses espèces sont facilement identifiables et leurs traits de vie sont bien connus. C'est pourquoi que les lépidoptères sont des bio-indicateurs privilégiés, dont l'évolution des peuplements traduit celle des écosystèmes qu'ils occupent (Faure, 2007 ; Manil et al., 2009).

Dans les écosystèmes, le rôle des papillons est central. Certaines espèces sont d'excellents pollinisateurs du fait qu'elles sont des nectariphages. D'autres constituent des

proies et occupent une position essentielle dans les chaînes trophiques, comme le cas de Piéride du chou (*Pieris brassicae*) indispensable pour la nourriture des parasitoïdes, notamment *Hyposoter ebeninus* (*Ichneumonidae*, *Hymenoptera*) (Firake et al., 2012), ce qui permet de freiner, voir même supplanter l'emploi de pesticides (Rousselot, 2011).

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude, le système dunaire de Lota



Colias croceus (Geoffroy, 1785) © AIT SAIDI Sabrina, 25 Avril 2022, Lota
(Béjaia).

Chapitre II Présentation de la zone d'étude, le système dunaire de Lota

L'approche scientifique d'un écosystème donnée dans un milieu nécessite la connaissance préalable des caractéristiques de ce même milieu, notamment sur le plan géomorphologique, floristique, faunistique et climatique.

II.1. Délimitation géographique :

LOTA est une zone côtière située dans la commune de Souk El Ténine à 35 km à l'est de la ville de Béjaïa, à 60 km à l'ouest de la ville de Jijel et à 75 km au nord-ouest de la ville de Sétif. Installer au voisinage des RN 9 et RN 43. Elle se localise entre les coordonnées 36°38'14.8''N 5°16'40.0''E (Fig.1).



Figure 1: Carte de situation de la région de Lota (Souk El Ténine, Béjaïa).

II.2. Facteurs climatiques :

Les données climatiques de la région de Béjaïa (période, 1978-2015) proviennent de la station de l'aéroport Abane Remdane de Béjaïa (36°38'14.8''Nord 5°16'40.0''Est, altitude et l'altitude 1,76 mètres).

Chapitre II Présentation de la zone d'étude, le système dunaire de Lota

II.2.1 Les températures :

Les valeurs moyennes mensuelles des températures de la station de Bejaia sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau N° 1: Valeurs moyennes mensuelles des températures pour la station de Bejaia (1978-2015).

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
M (°C)	16,56	16,94	18,63	20,41	22,94	26,40	29,56	30,24	28,19	25,40	20,81	17,64
m (°C)	7,48	7,56	9,02	10,89	13,91	17,59	20,37	21,20	19,12	15,87	11,77	8,67
(M+m)/2	12,02	12,25	13,82	15,65	18,42	21,99	24,96	25,72	23,65	20,63	16,29	13,15

°C: Degrés celsius

M: Température maximale

m: Température minimale

Moyenne: $M + m / 2$, est la valeur des températures moyennes

De l'examen de ce tableau, il ressort que :

- Le mois le plus chaud est Août, avec $M = 30.24$ °C.
- Le mois le plus froid est Janvier, avec $m = 7.48$ °C.

II.2.2 Les précipitations:

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres et aquatiques, mais aussi pour la répartition des êtres vivants (Ramade, 1984).

Les valeurs moyennes des précipitations de la station de Bejaia sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau N° 2: Valeurs moyennes mensuelles des précipitations (mm) pour la station de Bejaia (1978-2015).

Mois	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
P (mm)	108,13	93,84	84,90	70,40	42,33	15,85	6,18	11,14	55,50	78,78	100,90	126,60	794.57

P : Précipitations exprimées en (mm).

Chapitre II Présentation de la zone d'étude, le système dunaire de Lota

Il ressort de ce tableau que la variation des précipitations est très remarquable. Le mois de décembre est le plus pluvieux avec un maximum de 126,60 mm. Le minimum des précipitations est noté au mois de Juillet, avec 6.18 mm.

II.2.3 Vent

La région de Bejaia reçoit dans la majorité du temps des vents modérés qui soufflent du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Représentés avec 52,2 % de vents calmes (vents < 1 m/s), avec la dominance des vents soufflants du Nord (16,1 %). Il est à noter que des vents assez forts soufflent durant certaines journées entre janvier et avril. Le sirocco, vent chaud et sec, se manifeste en moyenne pendant 20 à 27 jours par an, notamment au cours des mois de juillet et d'août et quelque fois même durant le printemps entre avril et juin (Rebbas, 2014).

II.2.4 Humidité

L'humidité relative ne varie pas d'une façon marquée au cours des mois de l'année, elle est généralement supérieure à 70 %. La variation interannuelle reste également faible. Pour la période allant de 1974 à 1998, l'humidité de l'air est représentée par une moyenne de 76,2 %. Néanmoins, de grandes amplitudes journalières sont notées en été, où le taux d'humidité relative peut varier de 20 à 30 % aux heures les plus chaudes de la journée (entre 10 et 14 Heure) à plus de 90 % à partir du crépuscule. En hiver, ces valeurs sont toujours élevées, supérieures à 60 % (Si Bachir, 2005).

II.2.5 Synthèse climatique

La synthèse climatique permet une classification des types de climats permettant une meilleure compréhension du comportement de la végétation et de la faune et de sa répartition. Dans le contexte méditerranéen, la synthèse climatique est illustrée grâce au diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et au climagramm d'Emberger.

II.2.5.1 Synthèse climatique

Bagnouls et Gaussen (1953) proposent la synthèse climatique sous forme d'un graphique et considèrent qu'un mois est sec lorsque le total mensuel des précipitations

Chapitre II Présentation de la zone d'étude, le système dunaire de Lota

exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimée en °C ($P = 2 T$).

L'examen du diagramme ombrothermiques établi pour la région de Bejaia montre que la saison sèche s'étale sur près de 03 mois et 15 jours. En effet, elle débute à la fin mai et s'achève vers la mi-septembre (Fig.2).

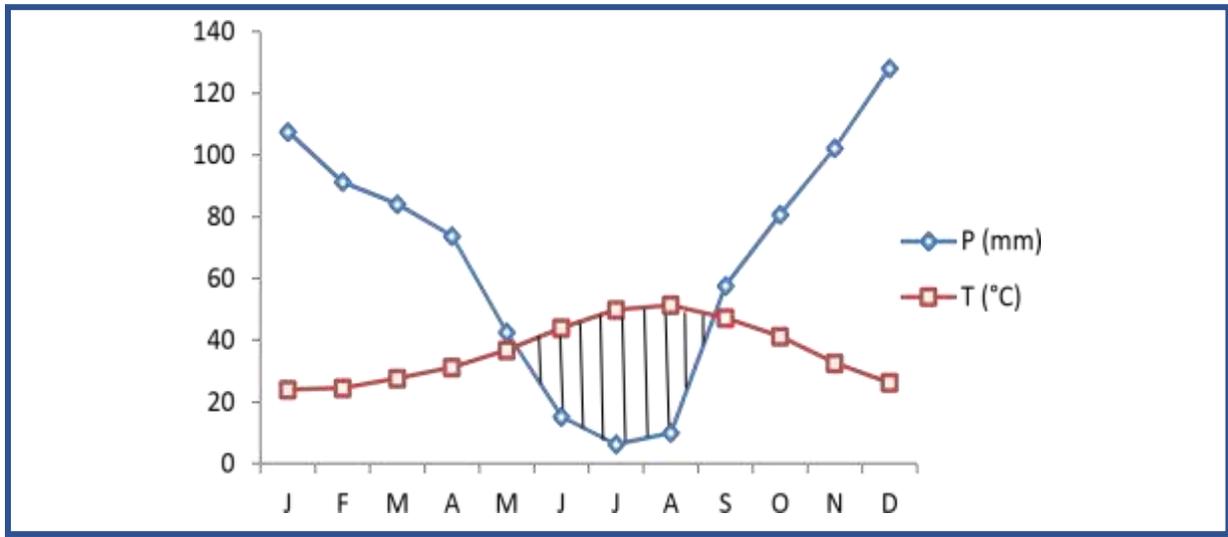


Figure 2: Diagrammes ombrothermiques de Bagnols et Gausson pour la région de Bejaia (période, 1978-2015).

P : Précipitations.

T : Température.

II.2.5.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger est une synthèse climatique de type graphique mettant en rapport les précipitations et les températures. Le quotient est donné par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{M+m+2 \times (M-m)}$$

P : Précipitation. | **M**: Température maximale. | **m**: Température minimale.

Chapitre II Présentation de la zone d'étude, le système dunaire de Lota

Dans ce cas M et m sont exprimés en degré Kelvin et P en millimètre. La formule précédente a été modifiée par STEWART en 1969, en vue d'une meilleure application dans les conditions de l'Algérie et du Maroc. Le Q de Stewart est donné par la formule suivante :

$$Q=3,43 \frac{P}{M-m}$$

P : Précipitations.

M: Température maximale.

m: Température minimale.

Dans cette dernière, les températures sont exprimées en degré Celsius et les précipitations en millimètres. Les valeurs du quotient pluviothermique pour la région de Béjaia, sont données dans le tableau 3.

Tableau N° 3: Valeurs du quotient pluviothermique de Stewart pour Bejaia (période, 1978-2015).

Région	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Quotient
Béjaia	794,57	29,57	7,52	123,59

P : Précipitations exprimées en (mm).

M: Température maximale.

m: Température minimale.

Il ressort ce tableau que le quotient pluviothermique de Stewart pour Béjaia (période, 1978-2015) est de 123,59.

Le climagramme est un graphique sur lequel sont tracées les limites des différentes zones climatiques en liaison avec la variation du couvert végétal. En plaçant la valeur du quotient de Stewart et la température moyenne minimale du mois le plus froid sur le climagramme, on remarque que la région de Béjaia est située dans **l'étage bioclimatique sub-humide à hivers chaud** (Fig.3).

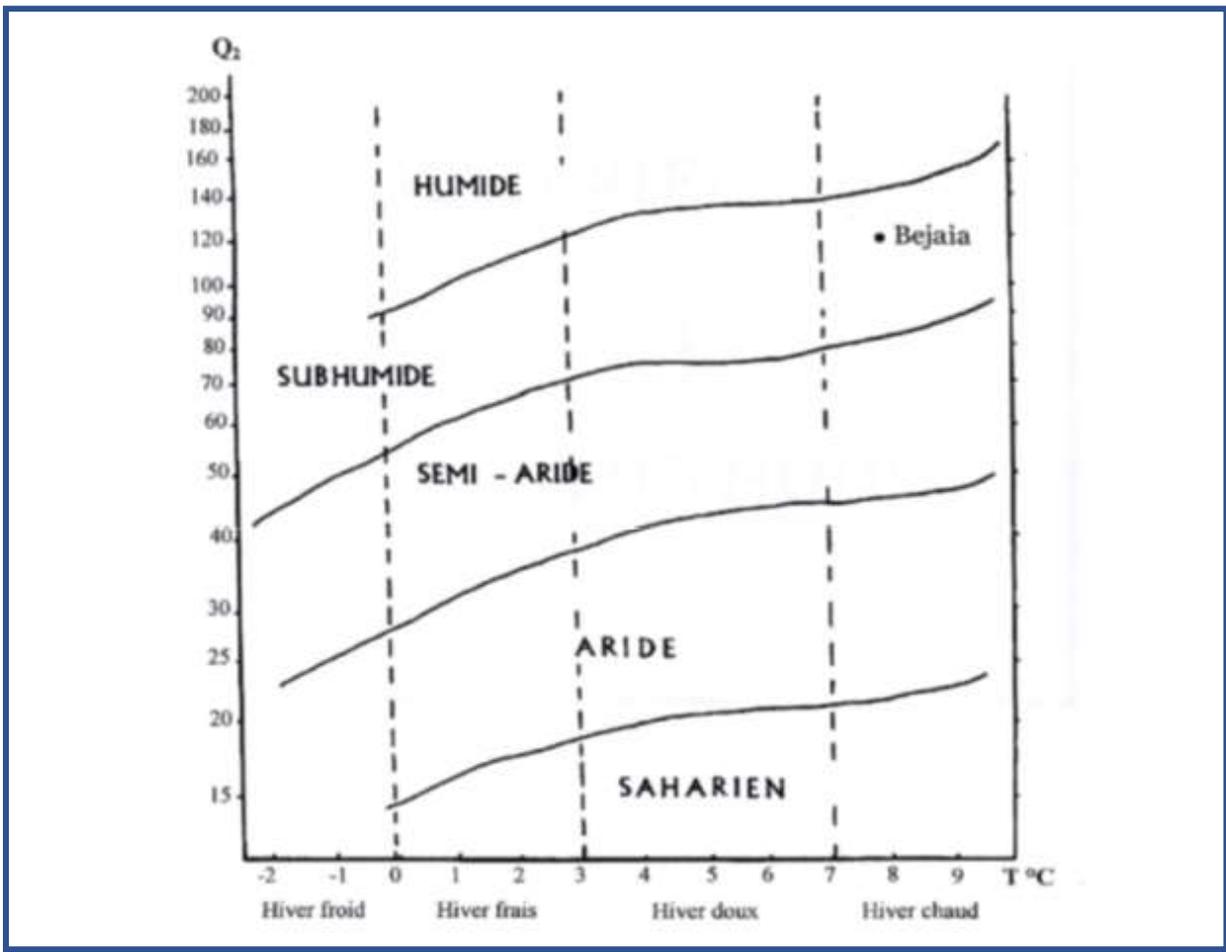


Figure 3: Situation bioclimatique de Béjaia (période, 1978-2015) sur le climagramme d'Emberger modifié par Stewart (1975).

Chapitre III

Méthodologie



Pontia daplidice (Linnaeus, 1908) © BOUCHERIT Chouaib, 05 Juin 2022, Lota (Béjaia).

III.1. Méthodes échantillonnages sur terrain

III.1.1 Période de suivi :

La période de suivi des papillons de jour du système dunaire de Lota (Béjaia), s'est étalée d'avril à juin 2022, avec une fréquence de 3 sorties par mois. Les conditions météorologiques (pluie, vent...), représentent des facteurs primordiaux qui peuvent influencer la régularité des sorties.

III.1.2 Echantillonnage de la flore et description du système dunaire de Lota:

Afin d'échantillonner la végétation. Cinq habitats ont été définis pour la flore des dunes côtières, au regard de la mobilité du substrat (sable) et de la physionomie de cette végétation, cette dernière résultant des stratégies d'adaptation des plantes, à l'action du vent et aux autres contraintes abiotiques. Il s'agit ; du haut de plage, de la dune embryonnaire, de la dune mobile, de la dune fixée et de la dune arborée (Fig.4 à 13).

Afin d'identifier de façon générale la structure et la physionomie végétale de nos cinq habitats dunaires nous avons réalisé 5 transects végétaux d'une superficie de 100 m² (10x10m) (Dengler, 2009). Cela permet de donner une image fidèle des espèces végétales et de la physionomie des systèmes dunaires étudiés.

Concernant l'abondance-dominance des espèces végétales nous nous sommes basés sur l'échelle (Braun-Blanquet, 1932), sachant que :

- 5 : Nombre d'individus quelconque, recouvrent plus de 75%
- 4 : Nombre d'individu quelconque, recouvrent de 50% à 75%
- 3 : Nombre d'individu quelconque, recouvrent de 25 à 50%
- 2 : Individus abondants où très abondants, de 5% à 25%
- 1 : Individus assez abondants recouvrement inférieure à 5%
- + : Individus peu abondants recouvrement inférieure à 2%
- r : Individus très rare recouvrant moins de 1%
- i : Individu unique.

1. Haut de plage :



Figure 4: Haut de plage © MOULAÏ Riadh, 11 Mai 2022, Lota (Béjaia).

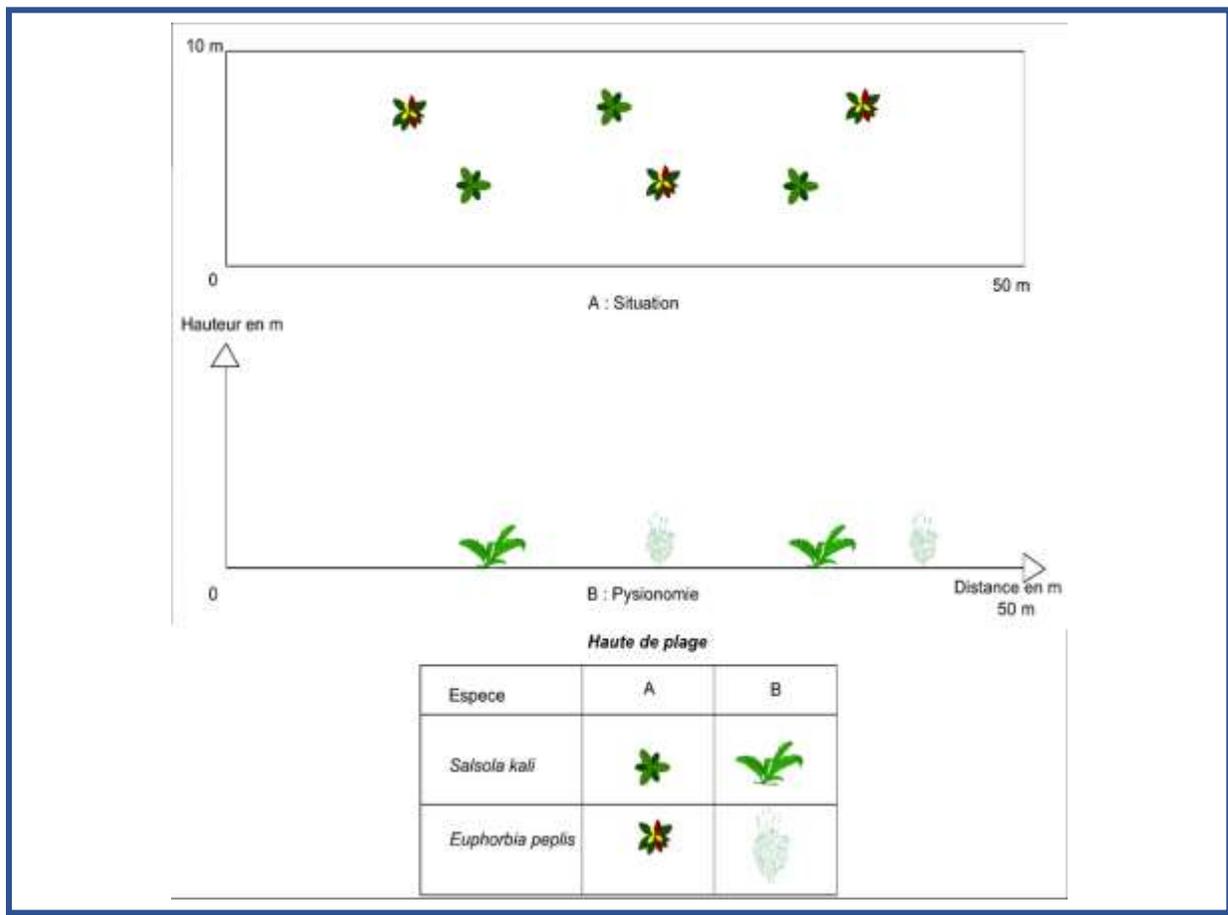


Figure 5: Transect Végétal de haut de plage

Le haut de plage à une longueur de 50 m et une altitude de 4m avec un recouvrement végétale de 1%. On note la présence de seulement deux espèces ; *Salsola kali*, *Euphorbia pepilis*. (Figure 4 ;5).

2. Dune embryonnaire:



Figure 6: Dune embryonnaire © MOULAÏ Riadh, 11 Mai 2022, Lota (Béjaia).

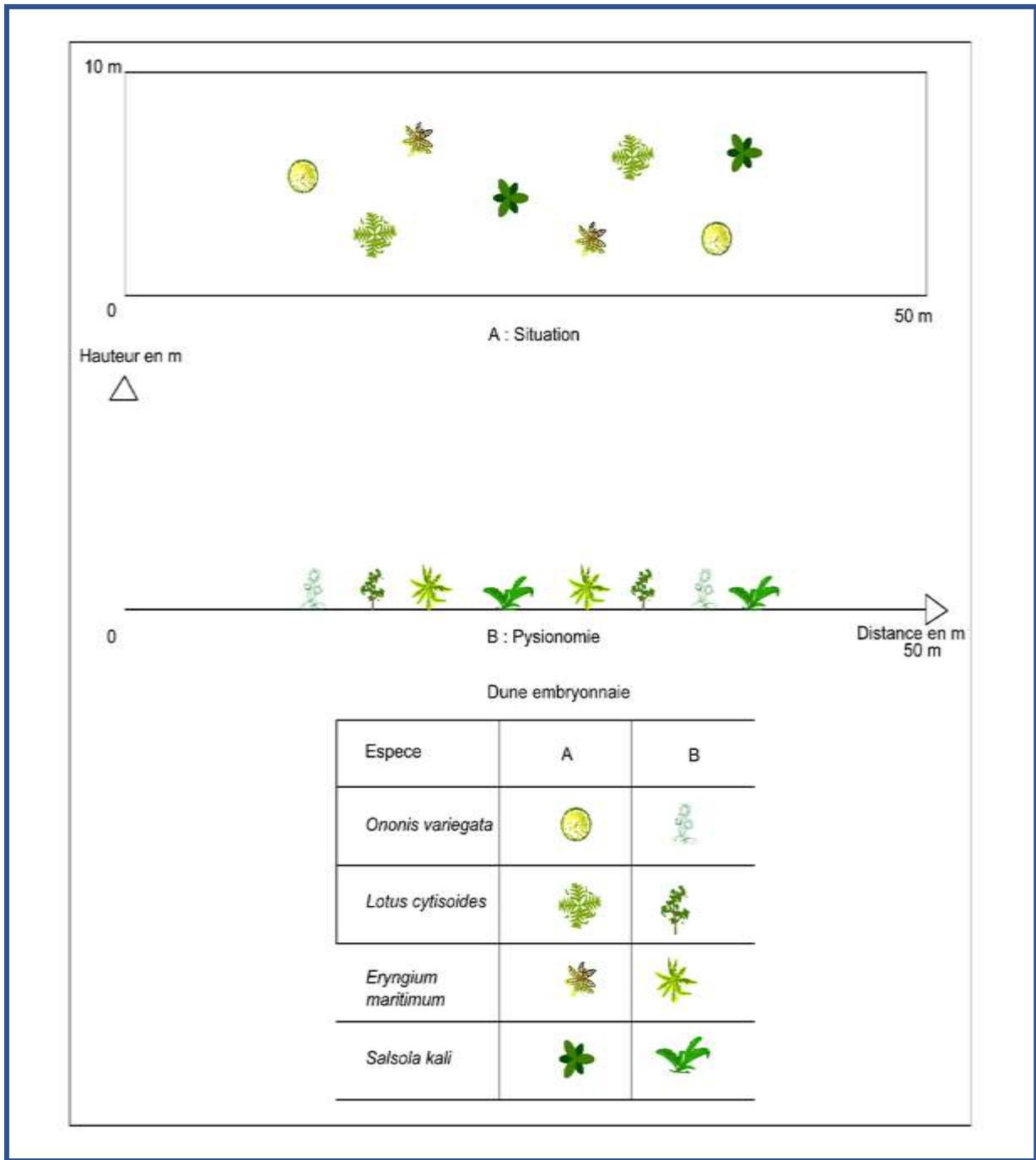


Figure 7: Transect végétale de la dune embryonnaire.

La dune embryonnaire à une longueur de 18m et une altitude de 6m avec un recouvrement végétale de 25%, parmi les espèces végétales dominantes on trouve ; *Ononis variegata* et *Lotus cytisoides*. (Figure 6 ; 7).

3. Dune mobile



Figure 8: Dune mobile © MOULAÏ Riadh, 11 Mai 2022, Lota (Béjaia).

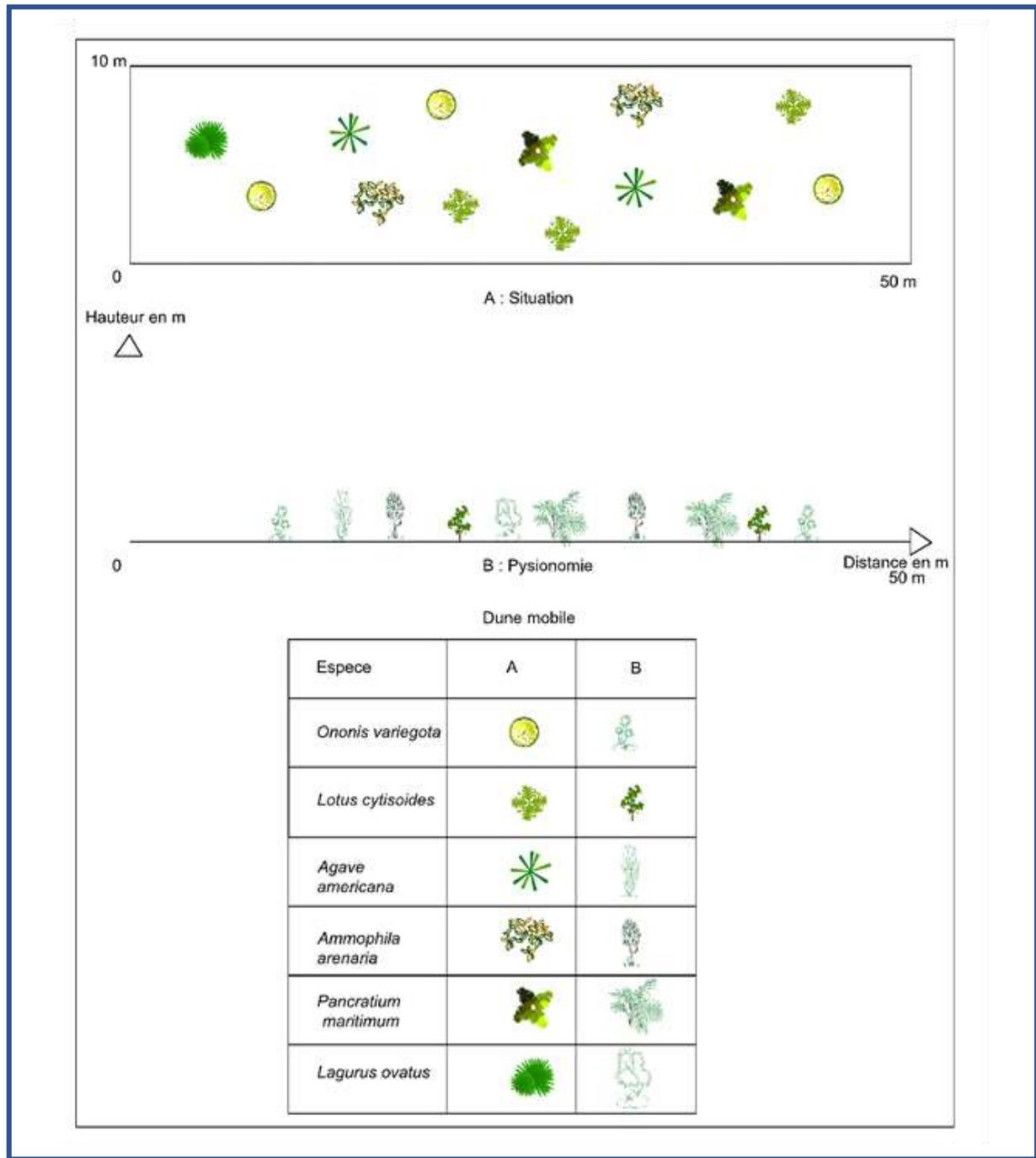


Figure 9: Transect végétale de la dune mobile.

La dune mobile à une longueur de 25m et une altitude de 8m avec un recouvrement végétal de 40%, parmi les espèces végétales dominantes on trouve ; *Agave americana*, *Pancratium maritimum* et *Lotus cysoïdes* (Figure.8 ; 9).

4. Dune fixée



Figure 10: Dune Fixée © MOULAÏ Riadh, 11 Mai 2022, Lota (Béjaia).

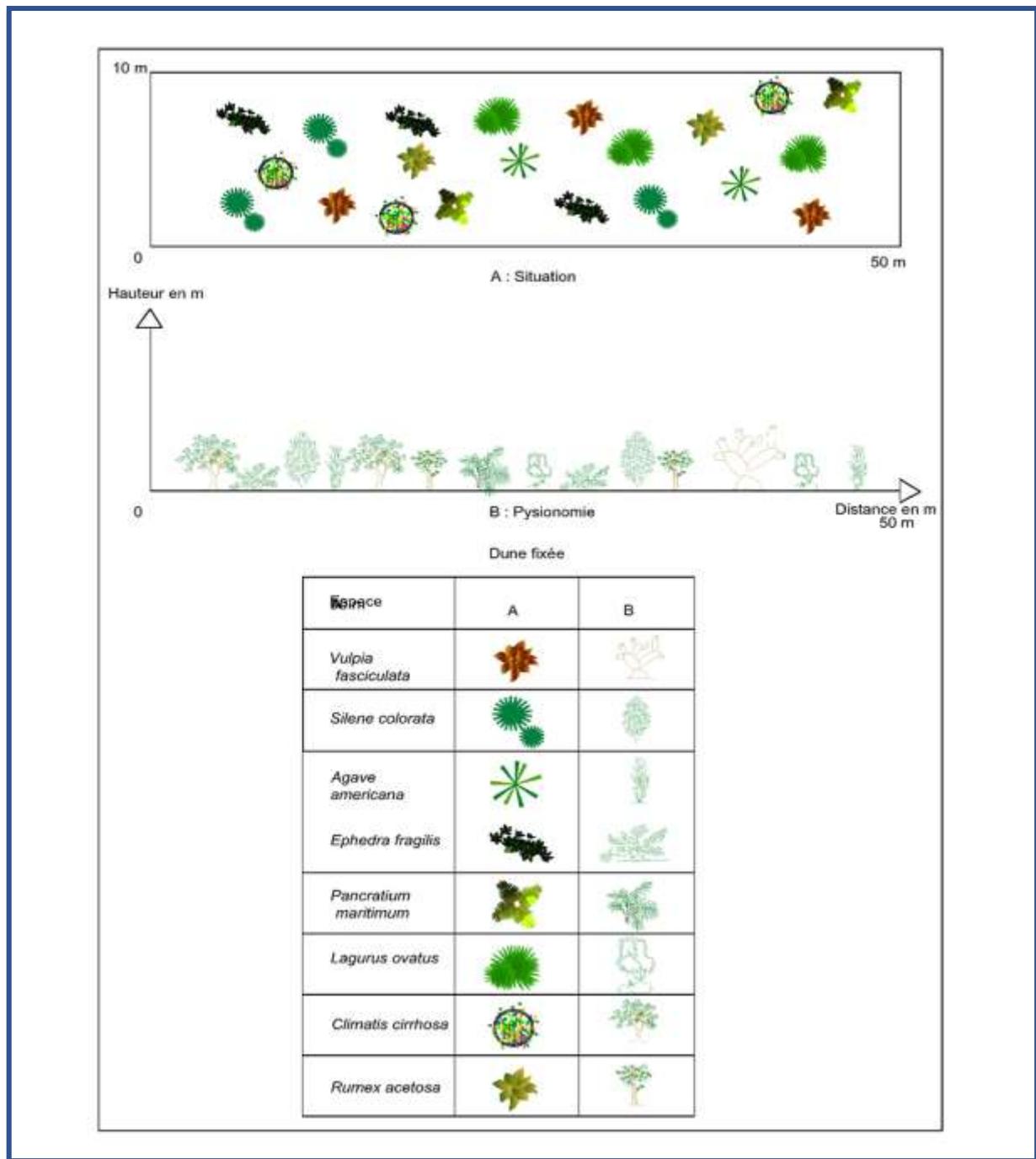


Figure 11: Transect végétale de la dune fixée.

La dune fixée à une largeur de 20m et une altitude de 6m avec un recouvrement végétale de 60%. Les espèces végétales les plus dominantes sont ; *Vulpia fasciculata* et *Panocratium maritimum*. (Figure.10 ; 11).

5. Dune arborée



Figure 12: Dune Arborée © MOULAÏ Riadh, 11 Mai 2022, Lota (Béjaia).

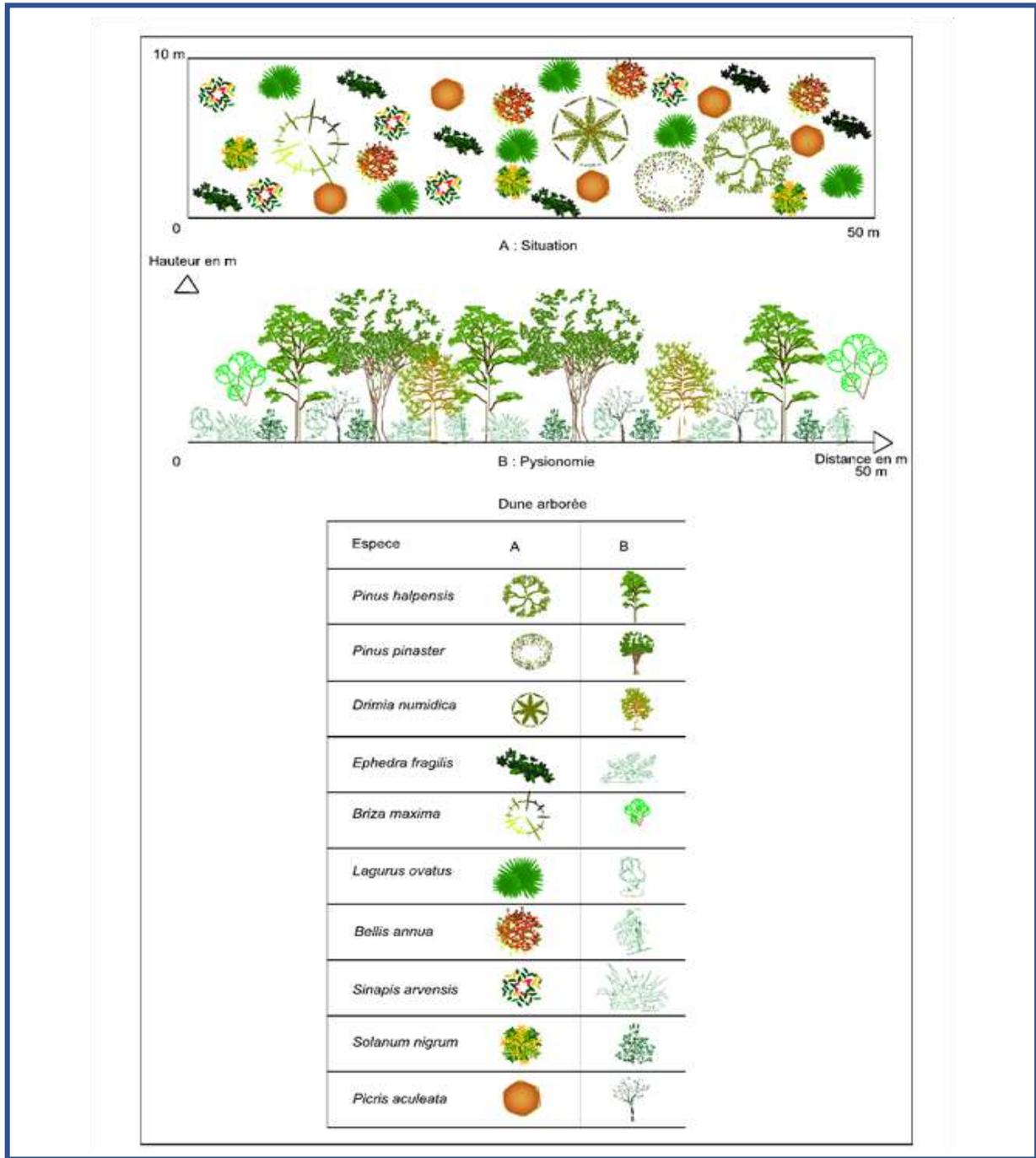


Figure 13: Transect végétale de la dune arborée.

La dune arborée à une longueur de 80m et une altitude de 3m avec un recouvrement végétale de 75%, parmi les espèces végétales dominantes on trouve ; *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* et *Eucalyptus globulus*. (Figure 12 ; 13).

III.1.3 Echantillonnage des papillons de jour

III.1.3.1 Capture

La méthode qu'on a adoptée pour la chasse aux papillons de jour est la capture au filet. Elle peut se faire au vol ou au sol.

III.1.3.1.1 Capture au vol

C'est la méthode la plus courante. Elle consiste à faire des mouvements latéraux. Une fois l'insecte dans le fond du filet, l'enfermer en tournant rapidement le manche de façon à faire passer le sac par-dessus l'anneau (Bourbonnais, 2013).

III.1.3.1.2 Capture au sol

Pour capturer un insecte au sol, il suffit de rabattre rapidement le filet par-dessus. Après avoir rabattu le filet, on peut "encourager" l'insecte à se diriger vers le fond en soulevant le sac du filet par son extrémité (Bourbonnais, 2013).

III.1.3.2 Méthodes de comptage

La méthode retenue pour cet inventaire, est celle des transects linéaires, issu d'un protocole standardisé pour l'inventaire de Lépidoptères « Butterflies Monitoring Scheme » (BMS) (Lafranzchis, 1997; Pollard et Yates, 1993; Pollard, 1977; Demerges, 2003; Manil et al., 2006). Un comptage régulier à vue des individus de toutes espèces rencontrées, a été réalisé par le même observateur. Au minimum 1 fois par 10 jours pour chaque station ou habitat. Le long d'un itinéraire de 1.5 km (Fig.14), sur une largeur de 5 mètres. Les espèces comptabilisées sont celles dont l'identification s'effectue avec un minimum de compétence, en vol ou posé (Demerges et Bachlar, 2002). Chaque transect est parcouru en zigzag, respectant une même durée de temps. Durant le parcours, après chaque relevé, on continue sans revenir au point de départ (Holder, 2004).

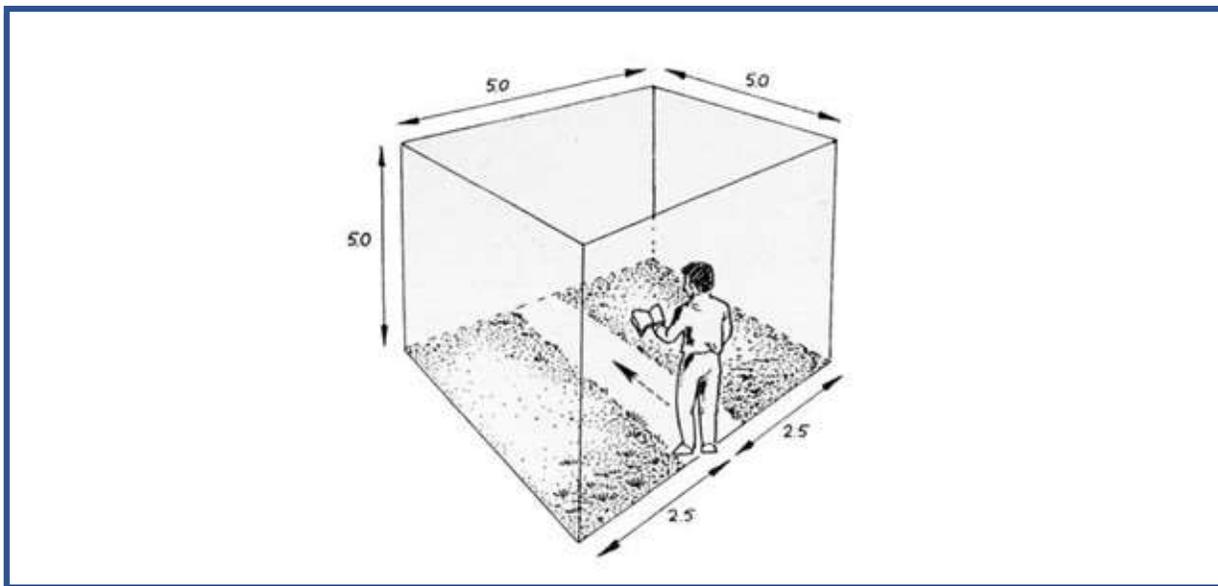


Figure 14: Cube virtuel de prospection à vue (Langlois et Gilg, 2007).

III.1.3.3 Etalement au labo

L'étalement des lépidoptères est une opération assez délicate du fait de la fragilité des spécimens. On épingle l'insecte de façon à ce que les ailes affleurent à la surface (Franck, 2008). Puis il faut rabattre les ailes de chaque côté en les maintenant avec des feuilles de papier transparent fixées par des épingles robustes (Leraut, 1992). Le papier utilisé pour maintenir les ailes des papillons dans la bonne position est appelé « papier cristal » (Franck, 2008).

III.1.3.4 Identification

Les papillons, comme tous les êtres vivants, sont regroupés par l'homme en espèces (Lafranchis, 1997). Il est possible d'observer un papillon assez longtemps pour en détailler l'ornementation tout en consultant le guide (Lafranchis, 2000) ; et grâce à la clé d'identification par les couleurs et les dessins des ailes, puis aux repères de couleurs, il est aisé d'identifier rapidement le papillon que l'on a vu, ou au moins de trouver le groupe auquel il appartient (Albouy, 2001).

Nous présentons dans ce qui suit une sélection d'ouvrages récents que nous avons utilisé pour identifier les papillons échantillonnés ;

- Butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia (Tennent, 1996).
- Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord (Tolman et Lewington, 1999,2009).
- Les papillons de jour du Maroc, guide d'identification et de bio-indication (Tarrier et Delacre, 2008).
- Guide des papillons nocturnes de France (Robineau, 2007).

III.1.3.5 Mise en collection

Avant de placer le papillon dans la boîte à collection, il reste encore une opération à effectuer, c'est l'étiquetage. L'étiquette doit durer autant que le papillon.

La fiche signalétique doit comporter :

- Le nom commun ainsi que scientifique de l'espèce.
- Le sexe.
- La date de capture
- La dune de capture.
- Les noms des collecteurs.

Il est aussi préférable d'y ajouter quelques notes biologiques afin d'enrichir la valeur scientifique de la collection. Voici quelques exemples :

- La plante hôte.
- L'altitude, la température/humidité (les conditions physiques).
- L'heure de la capture (Tremblay, 2003).
- Observations comportementales (accouplement, ponte, etc.).

III.2. Matériels utilisés sur le terrain et au laboratoire

III.2.1 Pour la flore

La réalisation de ce travail nécessite un certain nombre des matériels :

III.2.1.1 Décamètre pour le mesurage de la longueur des transects



Figure 15: Décamètre.

III.2.1.2 Un sac pour l’emballage des échantillons



Figure 16: Sachets pour échantillonner.

III.2.1.3 Un stylo et un carnet pour l'enregistrement des données



Figure 17: Carnet et stylo de note.

III.2.1.4 Carton et papiers journaux pour la constitution d'herbiers



Figure 18: Carton et papiers journaux herbier.

III.2.1.5 Guide illustrés



Figure 19: Guide de la flore des dunes littorales (journal sud-ouest).

III.2.2 Pour la faune

III.2.2.1 Filets à papillons

Il doit posséder une monture légère et robuste en acier, de forme circulaire ou pyriforme de 30 à 40 cm, un fil de fer solide de 3 mm de section, qui est fixé à un manche en bois, en bambou, en rotin ou en métal léger de 1,20 à 2 mètres. Le filet quant à lui doit être fait de tissu léger et souple tel que le tulle ou la mousseline, il doit avoir la forme d'un cône arrondi au le bout (Benkhelil, 1992) (Figure 20).

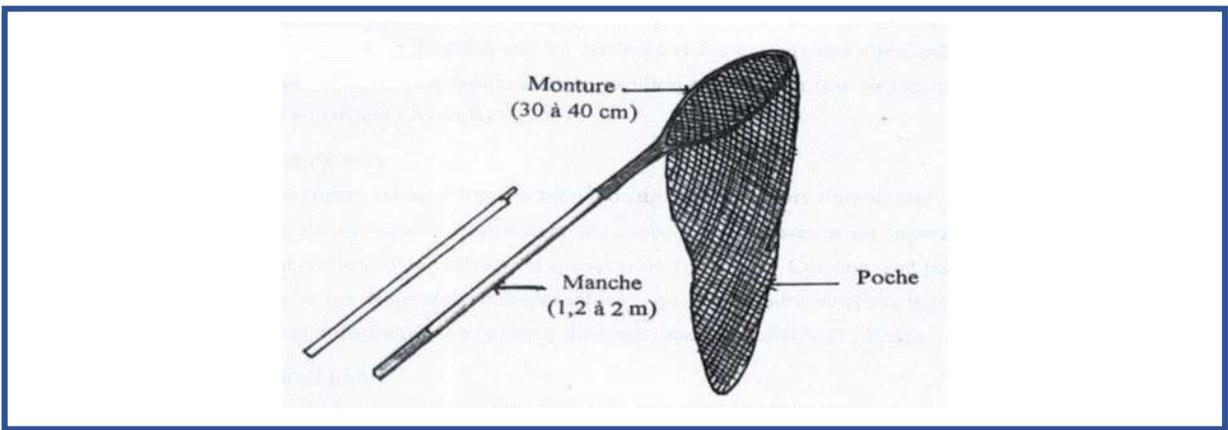


Figure 20: Filet à papillons (Benkhelil, 1992).

III.2.2.2 Papillotes

Les papillotes sont de petites enveloppes de papier dans lesquelles on dépose généralement un seul spécimen. Elles sont de forme triangulaire ou rectangulaire, le plus souvent semi transparentes ou transparentes. De préférence, on utilise du papier calque, car il est semi transparent (Tremblay, 2003) (Figure 21).

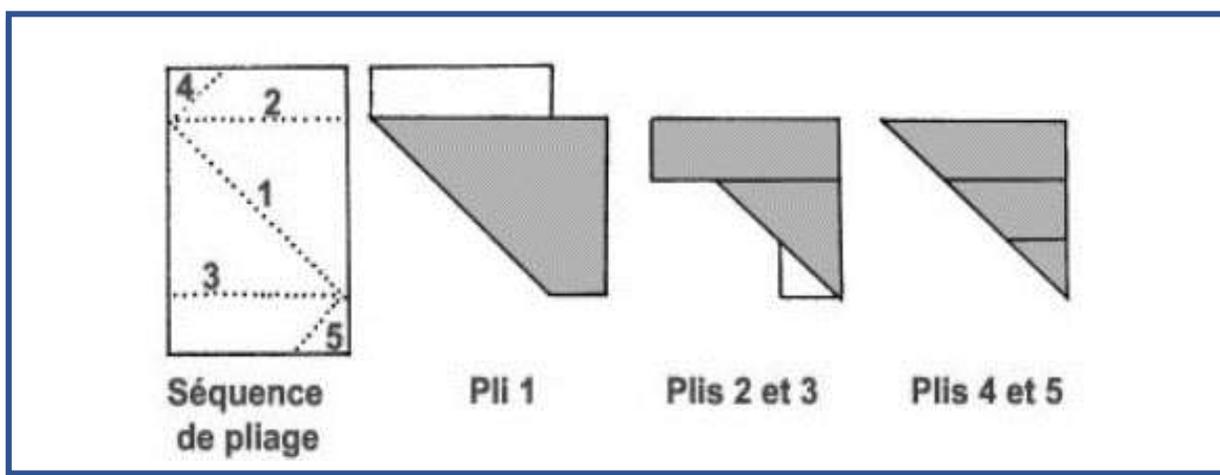


Figure 21: Papillotes à papillons (Tremblay, 2003).

III.2.2.3 Guide illustré

Le comportement, la période d'apparition, la distribution et les plantes nourricières des papillons contenus dans un guide, sont une aide précieuse (Carter, 2001). Grâce à la clé d'identification par les couleurs et les dessins des ailes, il est facile d'identifier les papillons et leurs groupes (Albouy, 2001).

III.2.2.4 Carnet de notes

Au retour de la chasse, le récolteur de papillons doit s'empresse de noter sur un carnet les diverses observations concernant les espèces qu'il rapporte : localité de capture, date, altitude et notion de fréquence. Ces données peuvent l'aider à réaliser les étiquettes indispensables qu'il adjoindra sous les sujets étalés (Leraut, 1992).



Figure 22: carnet et stylo de note.

III.2.2.5 Appareil photo

Photographier les papillons est la meilleure façon de garder beaucoup de données sur eux (Carter, 2001). C'est une manière moderne et écologique de satisfaire la passion de collection sans prélèvement dans la nature (Albouy, 2001).

III.2.2.6 Jumelles

C'est un instrument très utile pour observer les détails fins de l'ornementation des papillons, sans trop les approcher et sans les faire fuir (Albouy, 2001).

III.2.2.7 Ramollisseur

Il peut arriver que le papillon se dessèche et devient impossible à apprêter, il faut donc le ramollir (Pestmal-Saint-Sauveur, 1978). Pour se faire, on doit le placer dans un ramollisseur; il s'agit d'un cristalliseur ou tout autre récipient en verre, dans lequel on dépose une bonne couche de sable mouillé avant d'y poser les papillotes, puis on met un couvercle sur l'ensemble. Le temps de ramollissage dépend de la taille du papillon (Leraut, 1992).

III.2.2.8 Colle

Il arrive qu'un papillon ait une aile ou une antenne brisée. Pour la réparer, il suffit décoller la partie manquante avec une goutte de colle (Pestmal-Saint-Sauveur, 1978).

III.2.2.9 Etaloir

Pour apprêter et faire sécher le papillon, on se sert d'étaloir, il est composé de deux surfaces lisses, séparées par une rainure centrale (Leraut, 1992). Le fond de la rainure ou gouttière doit être garni de liège ou de balza dans lequel seront enfoncées les épingles. Il mesure de 20 à 30 cm de long (Pestmal-Saint-Sauveur, 1978) (Figure.23).

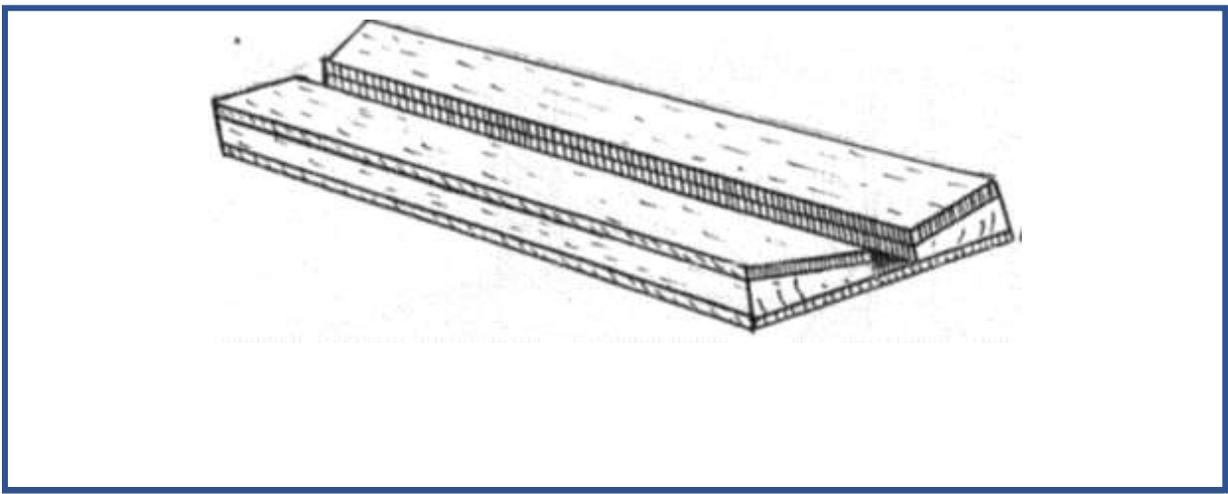


Figure 23: Etaloir (Leraut, 1992).

III.2.2.10 Loupe binoculaire

La loupe binoculaire est utilisée pour les observations microscopiques des nervures, écailles, nombre et ornementation des ocelles sur les ailes antérieures et postérieures d'un papillon.

III.2.2.11 Épingles

Elles sont utilisées pour fixer les papillons sur l'étaloir et dans la boîte à collection (Leraut, 1992) (Figure 24).

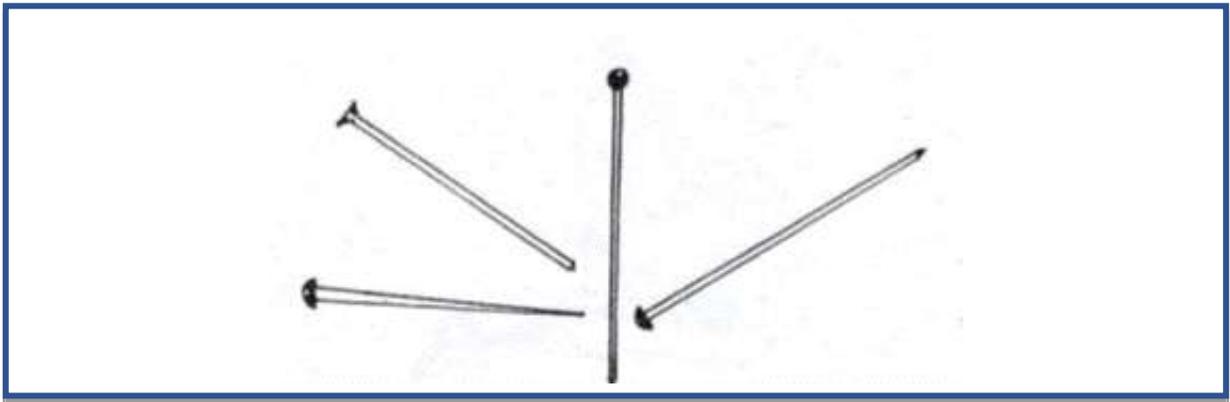


Figure 24: Différentes sortes d'épingles entomologiques (Leraut, 1992).

III.2.2.12 Pinces

Utilisées pour apprêter les ailes des papillons (Figure 25).

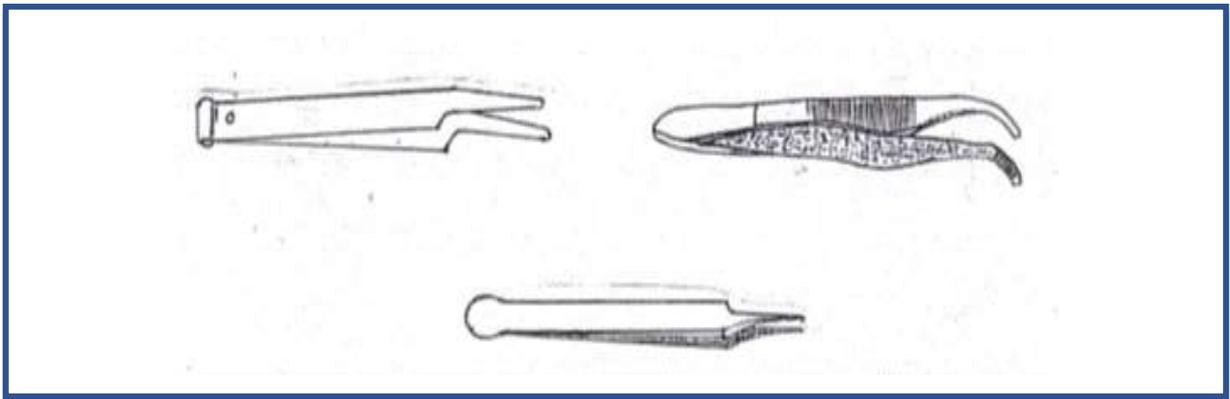


Figure 25: Différentes sortes des pinces utilisées en entomologie (Leraut, 1992).

III.2.2.13 Boîte à collection

La boîte de collection est vitrée, du format 26 x 39 x 6 cm. Il est préférable de posséder une armoire fermant bien, car la lumière et la poussière sont les principaux ennemis des collections (Pestmal-Saint-Sauveur, 1978).

III.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques

III.3.1 Richesse spécifique

Elle représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. On distingue une richesse spécifique totale (S) et une richesse spécifique moyenne (Sm).

III.3.1.1 Richesse spécifique totale

La richesse spécifique totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984).

III.3.1.2 Richesse spécifique moyenne

Selon Ramade (1984) la richesse spécifique moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement.

Cette richesse permet de calculer l'homogénéité du peuplement selon la formule suivante :

$$S_m = \sum_I^R \frac{N_i}{R}$$

S_m: La richesse moyenne.

N_i: Le nombre d'espèces du relevé i.

R: Le nombre total des relevés

Blondel (1979) signale que ce paramètre, dont la valeur s'affine avec l'intensité de l'échantillonnage, permet une comparaison statistique entre les différents milieux.

III.3.2 Fréquence.

C'est en fait un pourcentage, elle constitue un paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement. Pour chaque espèce, on distingue sa fréquence centésimale (abondance relative) et sa fréquence d'occurrence (constance).

III.3.2.1 Fréquence centésimale (abondance relative)

Selon Dajoz (1971), la fréquence centésimale (F_c) est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus (N) de toutes espèces confondues.

$$F_c = n_i \times \frac{100}{N}$$

III.3.2.2 Fréquence d'occurrence (constante)

La fréquence d'occurrence (F_o) est le rapport du nombre des relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre de relevés effectués (DAJOZ, 1985).

$$F_o = p_i \times \frac{100}{P}$$

p_i : nombre de relevés contenant l'espèce i .

P : nombre total de relevés.

En fonction de la valeur de F_o , la qualification des espèces est la suivante :

- 75 % < F_o < 100 %, l'espèce est omniprésente.
- 50 % < F_o < 74 %, l'espèce est régulière.
- 25 % < F_o < 49 %, l'espèce est constante.
- 05 % < F_o < 24 %, l'espèce est accessoire.
- F_o < 05 %, l'espèce est rare.

III.3.3 Indice de Shanon-weaver

Selon Ramade (1984), c'est un indice qui permet d'évaluer la diversité réelle d'un peuplement dans un biotope. Cet indice varie directement en fonction du nombre d'espèces. Il est calculé à partir de la formule suivante :

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

H : Exprimé en Bits.

P_i: Est la probabilité de rencontrer l'espèce i, elle est calculée par la formule suivante:

$$P_i = n_i/N$$

n_i: Est le nombre d'individus de l'espèce i.

N: Le nombre total des individus.

III.3.3.1 Indice de diversité maximale (**H_{max}**)

Appelée aussi diversité fictive dans laquelle chaque espèce serait représentée par le nombre d'individu (Ponel, 1983), elle se calcule par la formule suivante :

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

S: Est le nombre total d'espèces.

H_{max}: Indice de diversité maximale exprimé en unité Bits.

III.3.3.2 Indice d'équitabilité

Correspond au rapport de la diversité observée H à la diversité maximale H_{max} où H et H_{max} sont exprimés en Bits

$$E = \frac{H}{H_{max}}$$

L'équirépartition (E) varie entre 0 et 1 quand la totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, celui-ci est en déséquilibre. Elle tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus. Les populations en présence sont équilibrées entre elles (Ramade, 1984).

III.3.3.3 Coefficients de similarité

Il est très intéressant de pouvoir exprimer par un indice synthétique le degré de ressemblance ou la distance existante entre deux échantillons (Delauney, 1982). Il est possible d'utiliser des coefficients de similarité qui sont souvent de grande utilité. Particulièrement l'indice de SORENSEN (Maguren, 1988).

$$C_s = \frac{2J}{a+b}$$

C_s: indice de SORENSSEN.

a: le nombre d'espèces présentes dans le site a.

b: le nombre d'espèces présentes dans le site b.

J: le nombre d'espèces communes au site a et b.

Cet indice varie de 0 à 1. S'il est égal à 0, les deux sites sont dissimilaires et ils n'ont pas d'espèces en communs. S'il est égal à 1, la similarité entre les deux sites est complète et cela désigne que les espèces des deux sites sont identiques.

Chapitre IV

Résultats et discussions



Pieris rapae (Linnaeus, 1758) © BERKANE Sonia,
25/04/2022 Lota (Béjaia).

IV.1 Description du système dunaire de Lota par habitat dunaire

Le profil écologique observé dans le système dunaire de Lota, s'étend de la mer jusqu'à plus de 180 mètres de longueur (Figure 26). Les résultats de ce profil ont montré que les Cinq habitats dunaires étudiés se distinguaient les uns des autres par leur degré de dégradation, en fonction de salinité du sol, du vent, du degré d'ensablement, des embruns salés, et de l'hygrométrie. Ces cinq habitats dunaires sont aussi structurés par l'intensité des activités anthropiques en l'occurrence l'extraction excessive du sable dunaire, les extensions urbaines, l'agriculture, la pollution, le surpâturage, et le tourisme. De telles activités sont susceptibles d'empêcher la préservation de ce patrimoine naturel, pire encore, ces activités sont accusées d'être les principales causes de leur dégradation (Vitousek et al., 1996 ; Mack et al., 2000). En retour, la nature et la richesse du couvert végétal reflétaient ces perturbations biotiques et abiotiques. (Figure 26).

Le haut de plage à une longueur de 50 m et une altitude de 4m avec un recouvrement végétale de 1%. La dune embryonnaire à une longueur de 18m et une altitude de 6m avec un recouvrement végétal de 25%. La dune mobile à une longueur de 25m et une altitude de 8m avec un recouvrement végétal de 40%. La dune fixée à une longueur de 20 m et une altitude de 6m avec un recouvrement végétal de 60%. La dune arborée à une longueur de 80m et une altitude de 3m avec un recouvrement végétal de 75%. (Figure 26).

A travers ces résultats, on remarque que la dune présentant le recouvrement végétal le plus élevée est la dune arborée avec un pourcentage de 75%. La dune dont la végétation recouvre le moins le sable est le haut de plage avec un pourcentage de 1%.

La Dune arborée correspond au milieu le plus stable grâce aux buissons et végétaux ligneux qui s'y installent et retiennent le sol, alors que le haut de plage est beaucoup moins riche car elle n'est colonisée que par des végétaux herbacés, supportant un haut degré de stress, notamment l'instabilité du substrat (Sable) (McLachlan 1991).

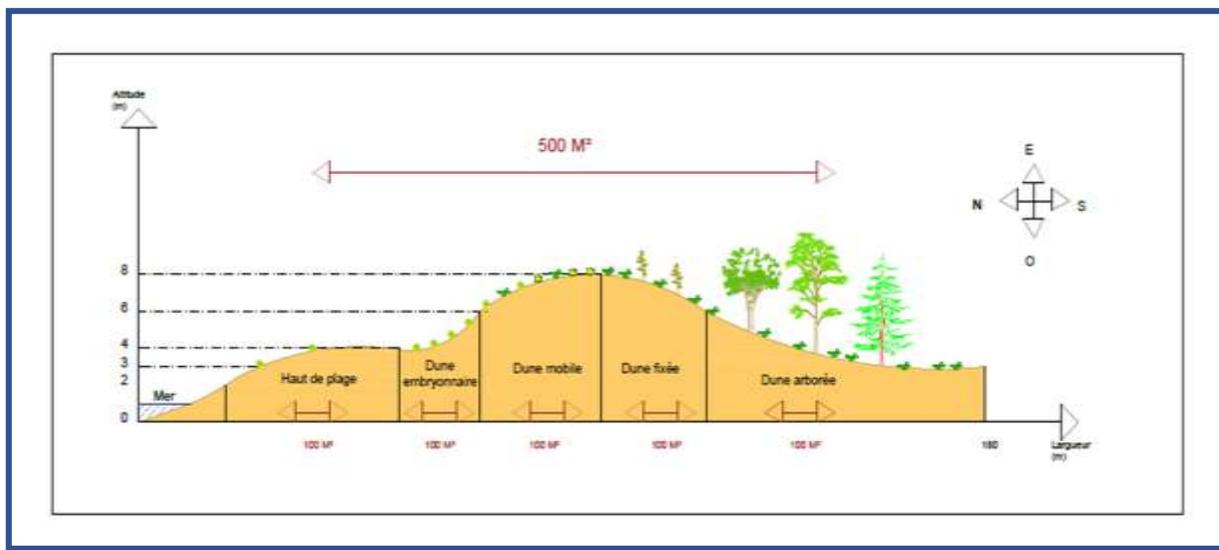


Figure 26: Coupes transversales illustrant la succession des principales communautés végétales et la superficie de chaque parcelle échantillonnée dans les différents habitats de système dunaire de Lota (Béjaia).

Au total 63 espèces végétales ont été identifiées sur les cinq habitats dunaires de Lota durant le mois de mai 2022. La dune la plus riche en nombre d'espèces végétales est la dune arborée avec 29 espèces végétales, suivie par la dune fixée avec 24 espèces végétales, après cela vient la dune mobile avec 19 espèces végétales et la dune embryonnaire avec 11 espèces végétales. En dernier lieu, on trouve le haut de plage qui compte uniquement deux espèces végétales (tableau 4).

Le haut de plage est représenté par une dominance égale entre deux espèces végétales ; *Salsola kali* et *Euphorbia peplis*. La dune embryonnaire totalisant 11 espèces végétales sachant que les espèces dominantes sont *Ononis variegata* et *Lotus cytisoides*. La dune mobile compte 19 espèces végétales. Les espèces dominantes dans cette station, sont *Agave americana*, *Pancratium maritimum* et *Lotus cytisoides*. La dune fixée se compose de 24 espèces végétales. Les espèces dominantes sont *Vulpia fasciculata* et *Pancratium maritimum*. La dune arborée avec 29 espèces végétales dont les plus dominantes sont *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* et *Eucalyptus globulus* (tableau 4).

On observe une succession d'habitats, définis par leur végétation, qui forment des bandes parallèles à la côte. Il y a donc un gradient environnemental perpendiculairement à la côte dont les éléments clés sont la teneur en sel, la granulométrie du sable, le déplacement du sable par le vent et la structure de la végétation. (McLachlan, 1991).

Tableau N° 4: Liste floristique et coefficient d'abondance-dominance (échelle de Braun-Blanquet, 1932) par type d'habitat dunaire de Lota (Béjaia).

<u>Haut de plage</u>		<u>Dune Embryonnaire</u>		<u>Dune Mobile</u>		<u>Dune Fixée</u>		<u>Dune Arborée</u>	
<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>
<i>Salsola Kali</i>	r :1%	<i>Ononis variegata</i>	3: 50%	<i>Agave Americana</i>	1: 5%	<i>Agave Americana</i>	3: 30%	<i>Pinus halepensis</i>	4: 70%
<i>Euphorbia Peplis</i>	r :1%	<i>Lotus cytisoides</i>	1: 5%	<i>Pancratium maritimum</i>	+: 5%	<i>Pancratium maritimum</i>	3: 26%	<i>Lagurus ovatus</i>	4: 65%
		<i>Eryngium maritimum</i>	1: 5%	<i>Ammophila arenaria</i>	1: 5%	<i>Lagurus ovatus</i>	3: 26%	<i>Pinus pinaster</i>	3: 30%
		<i>Urospermum picroides</i>	r : 1%	<i>Eryngium maritimum</i>	+: 5%	<i>Ephedra fragilis</i>	2: 10%	<i>Drimia numidica</i>	2: 10%
		<i>Cakile maritima</i>	r: 1%	<i>Lotus cytisoides</i>	2: 25%	<i>Genista monosperma</i>	1: 5%	<i>Eucalyptus globulus</i>	1: 5%
		<i>Pancratium maritimum</i>	r: 1%	<i>Ononis variegata</i>	2: 25%	<i>Phillyrea media</i>	1: 5%	<i>Pistacia lentiscus</i>	1: 5%
		<i>Cyperus capitatus</i>	r: 1%	<i>Lagurus ovatus</i>	2: 25%	<i>Daphne gnidium</i>	r: 1%)	<i>Phillyrea media</i>	1: 5%
		<i>Elytrigia juncea</i>	r: 1%	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	1: 5%	<i>Urospermum dalechampii</i>	r: 1%)	<i>Acacia saligna</i>	+: 1%
		<i>Salsola Kali</i>	r: 1%	<i>Lobularia maritima</i>	+: 5%	<i>Centaureum maritimum</i>	r: 1%)	<i>Cupressus sempervirens</i>	r: 1%
		<i>Centaurea sphaerocephala</i>	r: 1%	<i>Picris hieracioides</i>	r: 1%	<i>Eudianthe coelirosa</i>	r: 1%	<i>Ephedra fragilis</i>	r: 1%
		<i>Xanthium strumarium</i>	r: 1%	<i>Vulpia fasciculata</i>	r: 1%				

				<i>Lomelosia rutifolia</i>	r: 1%	<i>Silene colorata</i>	2: 10%	<i>Asparagus acutifolius</i>	r: 1%
				<i>Centaurea sphaerocephala</i>	r: 1%	<i>Anthemis maritima</i>	1: 5%	<i>Fumaria officinalis</i>	r: 1%
				<i>Lobularia maritima</i>	r: 1%	<i>Clematis cirrhosa</i>	1: 5%	<i>Linum usitatissimum</i>	r: 1%
				<i>Eryngium maritimum</i>	r: 1%	<i>Centaurea sphaerocephala</i>	1: 5%	<i>Avena sterilis</i>	r: 1%
				<i>Anthemis maritima</i>	r: 1%	<i>Lysimachia arvensis</i>	1: 5%	<i>Sinapis arvensis</i>	r: 1%
				<i>Silene colorata</i>	r: 1%	<i>Euphorbia paralias</i>	1: 5%	<i>Bellis annua</i>	r: 1%
				<i>Rumex bucephalophoru</i>	r: 1%	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	1: 5%	<i>Lysimachia arvensis</i>	r: 1%
				<i>Euphorbia terracina</i>	r: 1%	<i>Rumex acetosa</i>	1: 5%	<i>Galactites tomentosus</i>	r: 1%
						<i>Lotus cytisoides</i>	1: 5%	<i>Briza maxima</i>	r: 1%
						<i>Ononis Variegata</i>	1: 5%	<i>Geranium molle</i>	r: 1%
						<i>Lomelosia rutifolia</i>	+ : 5%	<i>Lobularia maritima</i>	r: 1%
						<i>Anisantha sterilis</i>	r : 5%	<i>Chondrilla juncea</i>	r: 1%
						<i>Arundo donax</i>	i: 0,5%	<i>Picris aculeata</i>	r: 1%

						<i>Vulpia fasciculata</i>	1: 5%	<i>Carduus pycnocephalus</i>	r: 1%
								<i>Genista monosperma</i>	r: 1%
								<i>Stachys ocymastrum</i>	r: 1%
								<i>Solanum nigrum</i>	r: 1%
								<i>Erigeron bonariensis</i>	r: 1%
								<i>Oloptum miliaceum</i>	i: 0,5
Total des espèces = 2	Total des espèces = 11	Total des espèces = 19	Total des espèces = 24	Total des espèces = 29					

A-D : Abondance-dominance

IV.1.1 Etude comparative entre la richesse floristique du système dunaire de Lota (Béjaia) et du système dunaire de Sidi Abdelaziz (Jijel):

Les résultats de la richesse floristique pour les deux stations dunaires de Lota et de Sidi Abdelaziz sur le littoral orientale de Jijel (Bouziane, 2021), sont rassemblés dans (le tableau 5).

On remarque d’après le tableau suivant que le système dunaire de Lota (63 espèces végétales) est plus riche que le système dunaire Sidi Abdelaziz (32 espèces végétales).

Le tableau 5, montre aussi que la dune arborée est la plus riche pour les deux systèmes par contre le haut de plage est le moins riche en nombre d’espèces dans les deux stations. Le haut de plage du système dunaire Lota, ne présente que deux espèces végétales. Celui de Sidi abdelaziz à Jijel est plus diversifié avec 6 espèces recensées. Les dunes embryonnaires, mobiles, fixée et arborée du système dunaire de Lota sont plus riche en nombre d’espèces par apport à ceux du système dunaire de Sidi Abdelaziz. (Tableau 5).

Les différences constatées entre les deux stations dunaires (Lota et Sidi Abdelaziz) peuvent être liées à deux variables abiotiques (distance à la mer et l’altitude) (McLachlan 2001; Barboza et al. 2012). Le système dunaire Lota abrite une plus grande diversité des espèces, cela s'explique généralement par la présence de feuilles, de la litière, et le couvert végétal agissant comme structures clés (Tews et al. 2004).

Tableau N° 5: Comparaison floristique entre les deux stations dunaires (Lota et Sidi Abdelaziz).

Stations \ Dunes	Dunes					Total des espèces
	HP	DE	DM	DF	DA	
Lota (Béjaia) Présent travail	2	11	19	24	29	63
Sidi Abdelaziz (Jijel) (Bouziane, 2021),	6	9	9	8	15	32

HP: Haut de plage, **DE :** dune embryonnaire, **DM :** dune mobile, **DF:** dune fixée, **DA:** dune arborée.

IV.2 Diversité des papillons de jour par habitat dunaire.

Durant la période d'étude qui s'est étalée du mois d'Avril 2022 au mois de Juin 2022, 21 espèces de papillons de jour (Rhopalocères et Hétérocères diurnes) ont été recensées. Les Rhopalocères ce sont montrés les plus diversifiés avec 16 espèces, représentés par 4 familles. La famille des Pieridae est la plus riche avec 6 espèces, suivie par les familles des Nymphalidae et Lycaenidae avec respectivement ; 5 et 4 espèces. La famille des Papilionidae est faiblement représentée avec une seule espèce (tableau 6 et Annexe 4).

Les Hétérocères diurnes sont représentés par 5 espèces, appartenant à 4 familles ; celles des Geometridae avec 2 espèces, Noctuidae, Arctiidae et Sphingidae avec 1 seule espèce pour chacune des familles (Annexe 4).

Au mois d'avril, 11 espèces sont recensées. On cite : *Pieris rapae*, *Colias croceus*, *Grompteryx rhamni*, *Polymatus icarus*, *Euchloe belemia*, *Zerynthia rumina*, *Lycaena phlaeas*, *Plebejus allardi*, *Autographa gama*, *Aspitates ochrearia*, *Rhodometra sacraria*. L'espèce la plus présente dans ce mois est *Polyommatus icarus* suivie par *Pieris rapae*.

Pour le mois de mai, 13 espèces sont inventoriées. Ils s'agissent de *Pieris rapae*, *Colias croceus*, *Polyommatus icarus*, *Pontia daplidice*, *Lycaena phlaeas*, *Maniola jurtina*, *Pararge aegeria*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, *Autographa gama*, *Utetheisa pulchella*, *Aspitates ochrearia*, *Rhodometra sacraria*. Sachant que l'espèce la plus présente durant ce mois est *Polymatus icarus* suivie par *Pontia daplidice*

Le mois de juin, 17 espèces et une seule sous-espèce sont identifiées. On cite *Pieris rapae*, *Colias croceus*, *Colias helice*, *Pontia daplidice*, *Polyommatus icarus*, *Gonepteryx cleopatra*, *Lycaena phlaeas*, *Lampides boeticus*, *Maniola jurtina*, *Pararge aegeria*, *Cynthia cardui*, *Vanessa atalanta*, *Danaus chrysippus*, *Autographa gama*, *Macroglossum stellatarum*, *Utetheisa pulchella*, *Aspitates ochrearia*, *Rhodometra sacraria* avec un taux de présence remarquable pour l'espèce *Pontia daplidice* suivie par *Pieris rapae* puis *Colias croceus*.

Le climat est le principal facteur qui détermine la répartition des papillons, ainsi la nature du sol, l'aspect du paysage et l'altitude déterminent la présence de telle ou telle espèce (Chinery et Cuisin, 1994).

Polyommatus icarus, est considéré comme l'un des papillons les plus communs dans nos régions. Il fréquente différents milieux : prairies, versants fleuris, lisières, clairières, pelouses et les formations forestières. C'est un papillon plurivoltin en générations successives. (Loyer et Petit, 1994).

Pontia daplidice, est un papillon migrateur bien connu, il fréquente les zones semi-arides, les friches sèches et les lits caillouteux des oueds temporaires (TARRIER et Delacre, 2008). L'étude effectuée a montré que *Pontia daplidice* est quantitativement la plus représentée en nombre d'individus dans la dune de Lota (1215 individus).

Pieris rapae, est retrouvée dans les 5 dunes. Elle est présente partout dans tous les écosystèmes, c'est l'espèce diurne la plus répandue (Moucha, 1972). Ce papillon est présent presque toute l'année en générations successives (2 à 4 générations) (Chinery et Cuisin, 1994).

Colias croceus, est un papillon migrateur, il vole du printemps au début d'automne, et il peut avoir jusqu'à 4 générations. Selon Still (1996), ce papillon fréquente plus les lieux fleuris et les friches.

Parmi les espèces répertoriées au niveau du système dunaire Lota (Béjaia), certaines espèces ont le statut d'espèces protégées par la loi algérienne. À savoir : *Colias croceus*, *Polyommatus icarus*, *Gonepteryx rhamni* et *Venessa atalanta*. (Annexes 1).

Tableau N° 6: Diversité et abondance mensuelle des papillons de jour du système dunaire

Lota

Mois	Avril					Mai					Juin				
Dunes Espèces	HP	DE	DM	DF	DA	HP	DE	DM	DF	DA	HP	DE	DM	DF	DA
<i>Pieris rapae</i>	2	8	11	8	-	2	14	14	7	4	1	13	72	89	98
<i>Colias croceus</i>	-	5	10	4	-	1	14	9	2	-	-	19	34	8	2
<i>Colias helice</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	-
<i>Pontia daplidice</i>	-	-	-	-	-	7	23	21	6	1	28	198	569	327	25
<i>Grompteryx rhamni</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyommatus icarus</i>	-	17	11	10	-	-	35	27	7	-	1	32	13	11	-
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	2	-
<i>Euchloe belemia</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zerynthia rumina</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycaena phlaeas</i>	-	-	-	2	-	-	-	9	1	1	-	4	-	2	-
<i>Plebejus allardi</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lampides boeticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8	2	1
<i>Maniola jurtina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	3	1	-
<i>Pararge aegeria</i>	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-	1	-
<i>Cynthia cardui</i>	-	-	-	-	-	1	1	6	-	-	-	2	16	2	-
<i>Vanessa atalanta</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	1	-	-	-
<i>Danaus chrysippus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Autographa gama</i>	-	1	3	1	-	-	-	4	-	2	-	2	-	4	-
<i>Macroglossum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-

<i>stellatarum</i>																
<i>Utetheisa pulchella</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Aspitates ochrearia</i>	-	-	-	-	1	1	2	2	-	2	2	1	-	7	3	
<i>Rhodometra sacraria</i>	-	-	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-	

HP: Haut de plage, **DE :** dune embryonnaire, **DM :** dune mobile, **DF:** dune fixée, **DA:** dune arborée.

(-) : espèces absente.

IV.2.1 Résultats exprimés à travers les indices écologiques

IV.2.1.1 Richesse spécifique total et moyenne en papillons de jour

Les résultats de la richesse spécifique totale et moyenne pour chaque type de dune du système dunaire Lota sont rassemblés dans (le tableau 7).

La dune la plus riche en espèce est la dune mobile avec 19 espèces, suivies par la dune fixée avec 18 espèces, puis on trouve la dune embryonnaire avec 12 espèces, ensuite la dune arborée avec 11 espèces. Le haut de plage est le moins riche avec 7 espèces.

La richesse spécifique moyenne exprimée par le nombre moyen d'espèces, est la plus élevée pour la dune mobile avec 2.11 espèces par relevée, ensuite vient la dune fixée et embryonnaire avec respectivement 2 et 1.33 espèces par relevé, après viennent la dune arborée et le haut de plage avec respectivement 1.22 et 0.77 espèces par relevé (tableau 7).

La richesse spécifique élevée pour la dune mobile est liée probablement à la diversité du biotope, notamment en termes de richesse en végétation herbacée et la présence des sources de nourriture pour les Papillons de jours (Chinery et Cuisin, 1994). La plus faible richesse spécifique est notée au niveau de haut de plage pourrait être expliqué par le fait qu'elle soit pauvre en espèces végétales (seulement deux espèces répertoriées) par rapport aux autres habitats dunaires.

Tableau N° 7: Richesse totale et moyenne en papillons de jour dans les cinq dunes.

Dune Paramètres	HP	DE	DM	DF	DA
S	7	12	19	18	11
Nombre total d'individu	48	399	863	525	151
Nombre de relevé	9	9	9	9	9
Sm	0.77	1.33	2.11	2	1.22

HP: Haut de plage, **DE :** dune embryonnaire, **DM :** dune mobile, **DF:** dune fixée, **DA:** dune arborée.

S : richesse spécifique total.

Sm : richesse spécifique moyenne.

IV.2.1.2 Fréquence

IV.2.1.2.1 Fréquence centésimale (abondance relative)

Les résultats de la fréquence centésimale des papillons de jour des cinq dunes du système dunaire Lota, sont représentés dans (le tableau 8).

Le tableau des fréquences centésimales des espèces de papillons de jour montre que *Pontia daplidice* est l'espèce la plus abondante dans 4 habitats dunaires sur 5, à savoir ; Haut de plage, Embryonnaire, Mobile et fixée avec des fréquences de 77.92%, de 53.39%, de 68.37% et de 65.33% respectivement. (Le tableau 8).

Pour la dune Arborée l'espèce la plus dominante est *Pieris rapae* avec une fréquence de 67.55%. (Le tableau 8).

Tableau N° 8: Fréquence centésimales (%) des papillons de jour pour les cinq dunes.

Espèces	Dune				
	HP	DE	DM	DF	DA
<i>Pieris rapae</i>	10,42	8,77	11,24	19,81	67,55
<i>Colias croceus</i>	2,08	9,52	6,14	2,67	1,32
<i>Colias helice</i>	-	-	0,46	0,19	-
<i>Pontia daplidice</i>	72,92	55,39	68,37	65,33	17,22
<i>Grompteryx rhamni</i>	-	-	0,12	0,19	-
<i>Polyommatus icarus</i>	2,08	21,05	5,91	5,33	-
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	-	-	-	0,38	2,65
<i>Euchloe belemia</i>	-	-	0,23	-	-
<i>Zerynthia rumina</i>	-	-	0,12	-	-
<i>Lycaena phlaeas</i>	-	1,00	1,04	1,33	0,66
<i>Plebejus allardi</i>	-	-	0,12	0,19	-
<i>Lampides boeticus</i>	-	1,00	0,93	0,38	0,66
<i>Maniola jurtina</i>	-	-	0,35	0,19	2,65
<i>Pararge aegeria</i>	-	0,25	0,12	0,19	1,32
<i>Cynthia cardui</i>	2,08	0,75	2,55	0,38	-
<i>Vanessa atalanta</i>	-	0,25	0,93	0,19	-
<i>Danaus chrysippus</i>	-	0,50	-	-	-
<i>Autographa gama</i>	-	0,75	0,81	0,95	1,32
<i>Macroglossum stellatarum</i>	-	-	0,12	0,38	-
<i>Utetheisa pulchella</i>	4,17	-	-	-	-
<i>Aspitates ochrearia</i>	6,25	0,75	0,23	1,33	3,97
<i>Rhodometra sacraria</i>	-	-	0,23	0,57	0,66

HP: Haut de plage, DE : dune embryonnaire, DM : dune mobile, DF: dune fixée, DA: dune arborée.

IV.2.1.2.2 Fréquence d'occurrence (constante)

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces de chaque dune sont rassemblés dans (le tableau 9).

Le calcul des fréquences d'occurrences des papillons de jour montre que l'espèce omniprésente dans le haut de plage est *Pontia daplidice*. Dans la dune embryonnaire, *Pieris rapae* partage l'omniprésence avec *Colias croceus*, *Pontia daplidice* et *Polyommatus icarus*. La dune mobile renferme 8 espèces omniprésentes ; *Colias croceus*, *Pieris rapae*, *Lyceana phlaeas*, *Lampides boeticus*, *Vanessa atalanta*, *Autographa gama* et *Cynthia cardui*, La dune fixée recèle 6 espèces omniprésentes ; *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Colias croceus*, *Lyceana phlaeas*, *Aspitates ochrearia* et *Polymatus icarus*. La dune arborée ne dispose que de deux comme omniprésentes, il s'agit de *Pieris rapae* et *Pontia daplidice*. (Tableau 9).

Sur l'ensemble des espèces recensées, 4 espèces ont été observées au niveau des 5 dunes, on site ; *Pieris rapae*, *Colias croceus*, *Pontia daplidice* et *Aspitates ochrearia*.

Zerynthia rumina, une espèce accessoire présente dans notre liste, elle a été recensée au niveau de la dune mobile. Elle vole au milieu du printemps et sa présence indique que le divorce homme-nature n'est pas prononcé (Guilbot et Albouy, 2004).

Danaus chrysippus est un papillon migrateur accessoire qui fait son apparition au début d'été. D'après TARRIER et DELACRE (2008), cette espèce fréquente les zones cultivées et les jardins proches des côtes, où se rencontrent ses plantes nourricières

Gonepteryx rhamni, une espèce accessoire est signalée dans notre liste, elle vole au printemps et en été. Ce papillon fréquente les lisières, les haies, les friches buissonneuses et les ripisylves. Selon TARRIER et DELACRE (2008).

Tableau N° 9: Fréquence d'occurrence des papillons de jour dans les cinq types de dune.

Espèces \ Dune	HP	DE	DM	DF	DA
<i>Pieris rapae</i>	55,55 Rég	100 Omn	100 Omn	100 Omn	100 Omn
<i>Colias croceus</i>	11,11 Acc	100 Omn	100 Omn	100 Omn	22,22 Acc
<i>Colias helice</i>	0	0	44,44 Con	11,11 Acc	0
<i>Pontia daplidice</i>	100 Omn				
<i>Grompteryx Rhamni</i>	0	0	11,11 Acc	11,11 Acc	0
<i>Polyommatus icarus</i>	11,11 Acc	100 Omn	100 Omn	100 Omn	0
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	0	0	0	22,22 Acc	44,44 Con
<i>Euchloe belemia</i>	0	0	22,22 Acc	0	0
<i>Zerynthia rumina</i>	0	0	11,11 Acc	0	0
<i>Lycaena phlaeas</i>	0	44,44 Con	100 Omn	77,78 Omn	11,11 Acc
<i>Plebejus allardi</i>	0	0	11,11 Acc	11,11 Acc	0
<i>Lampides boeticus</i>	0	44,44 Con	88,89 Omn	22,22 Acc	11,11
<i>Maniola jurtina</i>	0	0	33,33 Con	11,11 Acc	44,44 Con
<i>Pararge aegeria</i>	0	11,11 Acc	11,11 Acc	11,11 Acc	22,22 Acc
<i>Cynthia cardui</i>	11,11 Acc	33,33 Con	100 Omn	22,22 Acc	0
<i>Vanessa atalanta</i>	0	11,11 Acc	88,89 Omn	11,11 Acc	0
<i>Danaus chrysippus</i>	0	22,22 Acc	0	0	0
<i>Autographa gama</i>	0	33,33 Con	77,78 Omn	55,56 Rég	22,22 Acc
<i>Macroglossum stellatarum</i>	00	0	11,11 Acc	22,22 Acc	0
<i>Utetheisa pulchella</i>	22,22 Acc	0	0	0	0
<i>Aspitates ochrearia</i>	33,33 Con	33,33 Con	22,22 Acc	77,78 Omn	66,67 Rég
<i>Rhodometra sacraria</i>	0	0	22,22 Acc	33,33 Con	11,11 Acc

Rég : Régulière | HP: Haut de plage | DE : dune embryonnaire | DM : dune mobile

DF: dune fixée | DA: dune arborée | Omn : Omniprésente | Acc : Accessoire

Con : Constante.

IV.2.1.2.3 Indice de Shanon-weaver et équitabilité appliquée aux papillons de jours

La dune la plus diversifié est la dune embryonnaire avec une valeur de 1.98 bits suivie par la dune mobile avec une valeur de 1.84 bits après on trouve ; les dunes fixée, arborée et le haut de plage avec des valeurs respectives de 1.77, 1.72 et 0.12 bits.

La dune la plus équilibrée est la dune embryonnaire avec une valeur d'équitabilité de 0.55, après on trouve la dune arborée avec une valeur de 0.5, ensuite viens la dune mobile et la dune fixée avec des valeurs respectives 0.43 et 0.42. Enfin Le haut de plage avec 0.04. (Tableau10).

Tableau N° 10: Diversité et équitabilité des papillons de jour du système dunaire Lota.

Paramètres	HP	DE	DM	DF	DA
H'	0.12	1.98	1.84	1.77	1.72
H _{max}	2.80	3.58	4.25	4.17	3.46
E	0.04	0.55	0.43	0.42	0.5

H' : L'indice de diversité de Shannon-Weaver en binary digit (bit).

H max : Diversité maximale exprimé en binary digit (bit).

E : Equirépartirion de chaque station.

IV.2.1.2.4 Coefficients de similarité de Sorensen

Pour comparer la composition des papillons de jour entre les cinq dunes, on a utilisé l'indice de similarité de Sorensen. Les résultats sont présentés dans (le tableau 11).

On remarque que les cinq habitats dunaires sont assez dissimilaires. La valeur du coefficient de Sorensen ne dépasse pas les 50% pour toutes les combinaisons. La similarité entre la dune arborée et le haut de plage paraît être la plus élevée avec une valeur de 44.44% par contre la similarité entre la dune mobile et la dune fixée paraît être la moins élevée avec une valeur de 21.62%. (Tableau 11).

Tableau N° 11: Valeur du coefficient de similarité de Sorensen pour les cinq types de dunes du système dunaire Lota.

Dune	HP	DE	DM	DF	DA
HP	100%	-	-	-	-
DE	42.10%	100%	-	-	-
DM	30.76%	25.80%	100%	-	-
DF	32%	26.66%	21.62%	100%	-
DA	44.44%	34.78%	26.66%	30.76%	100%

HP: Haut de plage, **DE** : dune embryonnaire, **DM** : dune mobile, **DF:** dune fixée, **DA:** dune arborée.

Les papillons de jours ne sont pas répartis au hasard dans le temps et dans l'espace. Chaque espèce a en effet une période de vol et un habitat particulier en dehors desquels on ne les voit guère. Beaucoup exigent des conditions très précises pour se reproduire avec succès (Chinery et Cuisin, 1994). Les papillons réagissent instinctivement aux stimuli spécifiques tout autant qu'aux modifications saisonnières et autres changements dans leur environnement (Tolman et Lewington, 1999).

Les communautés des papillons de jour sont bien liées aux communautés végétales, car plusieurs facteurs environnementaux définis à partir de la végétation sont pertinents pour expliquer les variations de la richesse des papillons de jours.

Enfin, on peut dire que si la période d'étude avait été plus longue, le nombre d'espèces échantillonnées aurait été sûrement plus élevé, car la présence de certaines espèces est liée à

leur période de vol ; qui ne dure parfois que deux semaines pour certaines espèces. (Chinery et Cuisin, 1994).

Conclusion

Conclusion

Notre étude met en évidence l'intérêt des Papillons de jour en tant que bio-indicateurs du système dunaire Lota à Béjaia. Pour cela, la diversité et la structure des papillons de jours sont étudiés dans les cinq habitats dunaires de Lota (succession dunaire) à savoir ; haut de plage, dune embryonnaire, dune mobile, dune fixée, dune arborée. L'étude en question est menée durant la période printanière entre avril et juin 2022.

Notre travail nous a permis d'échantillonner, 1986 individus de papillons de jour ; 48 (haut de plage), 399 (dune embryonnaire), 863 (dune mobile), 525 (dune fixée) et 151 (dune arborée). Avec 21 espèces au total ; 16 espèces de Rhopalocère (Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae et Nymphalidae) et 5 espèces d'hétérocères diurnes (Geometridae, Noctuidae, Arctiidae et Sphingidae).

La richesse spécifique totale des papillons de jours montre que la dune mobile est la plus riche en nombre d'espèce (19), grâce à la présence non négligeable de plantes herbacées et de plantes nectarifères.

Pontia daplidice, représente l'espèce la plus abondante dans le haut de plage (72.92%), embryonnaire (55.39%), mobile (68.37%) et fixée (65.33%). *Pieris rapae* est l'espèce la plus abondante dans la dune arborée (67.55%).

L'analyse des fréquences d'apparitions des espèces dans les relevés, montre que les espèces ; *Pieris rapae*, *Pontia daplidice*, *Colias croceus*, *Aspitates ochrearia* sont des espèces communes dans les cinq types de dunes.

L'indice de diversité (Shannon-Weaver) et d'équitabilité appliqués aux cinq types de dunes indiquent que la dune embryonnaire est la plus diversifiée et la plus équilibrée.

Le coefficient de similarité de Sorensen appliqué pour les cinq types de dunes du système dunaire Lota montre qu'il existe une similitude élevée entre le haut de plage et la dune arborée avec un pourcentage de 44.44%. La similarité la plus faible est enregistrée entre la dune mobile et fixée avec un pourcentage 21.62%.

Conclusion

Enfin, nous pouvons dire que le système dunaire de Lota recèle un nombre d'individus assez conséquent de papillons de jour (1986 individus), et cela malgré une diversité globale assez faible de l'ordre de 21 espèces. Ce qui atteste du degré d'adaptabilité des papillons de jours à ce genre de milieux assez instables et fragiles.

Ainsi, les papillons de jours sont de très bon bio-indicateurs de par leurs sensibilités aux perturbations écologiques, combinée à leurs rôle-clé au sein des écosystèmes. L'étude des papillons de jour est très importante pour la sauvegarde et la préservation du lien étroit entre ces êtres vivants et leur environnement, notamment leur plantes hôtes. En Algérie la liste des papillons protégés (Annexe 1) ne répond pas aux besoins de conservations des papillons et plus précisément des lépidoptères en général. Beaucoup d'espèces dont le statut de conservation est défavorable, ne figurent pas dans cette liste.

A l'avenir et concernant le système dunaire de Lota, il serait utile de faire un suivi annuel des populations de papillons de jours et pourquoi pas sur plusieurs années, afin d'apprécier de façon plus précise le rôle bio-indicateur de ces Lépidoptères, notamment face aux perturbations d'ordre anthropiques.

Liste des références

Liste des références

Liste des références

- **Albouy V., 2010.** Les insectes ont-ils un cerveau ? 200 clés pour comprendre les insectes. Ed. Quæ, France, 199p.
- **Albouy, V., (2001).** Les papillons par la couleur. Ed. Minerva SA, Genève, 197 p.
- **Anderson J.E., (1991).** A conceptual framework for evaluating and quantifying naturalness. *Conservation Biology* 5:347-352.
- **Anonyme, (1991).** Planification des parcs nationaux : manuel avec exemple. Cahier FAO conservation 17. Rome. 103 p.
- **Aouadi H., (1989).** Végétation de l'Algérie nord-orientale : Histoire des influences anthropiques et cartographie au 1/200000ème. Thèse de l'Université Joseph FOURIER, Grenoble. 108 p.
- **Bagnouls, F. Et Gaussen, H. (1957).** Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Géogr.* 355,193-220.
- **Barboza FR, Gómez J, Lercari D, Defeo O., (2012).** Disentangling diversity patterns in sandy beaches along environmental gradients. *PLoS One* 7, e40468.
- **Beasley, V., (1993)** Ecotoxicology and ecosystem health: roles for veterinarian's goals of the envirovet program. *J.a. km.a*, 203(5) p 617-627.
- **Beccaloni, G. W., et Gaston K. J. (1995).** Predicting the species richness of Neotropical Forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation* 71, p 77-86
- **Bellmann H., (2012).** Papillons. Ed. Ulmer, Paris, 191p.
- **Bence, S., Delauge, J., Richaud, S., Dorothee, M. et Hayot, C., (2016).** Liste rouge régionale des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'azur. Conservation des pèces naturelles. Provence-Alpes-Côte d'azur.cen paca, 20 p.
- **Benkhilil M. L., (1992).** Les techniques de récolte et de piégeages utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office des Publications Universitaires, Ben-Aknoun, Alger, 68 p.
- **Berkane S., (2020).** Structure et écologie des Papillons de jours dans quelques aires protégées en Algérie. Thèse de doctorat en Ecologie et Environnement, Université Abderrahmane MIRA Bejaia, 280p.

Liste des références

- **Bernays KA. et Chapman R.F., (1994).** Host-plant selection by phytophagous Insects. New York, 312p.
- **Blondel, J., (1979).** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- **Bourbonnais G., 2013.** –Directives pour la collection d’insectes et d’arthropodes. [<http://babel.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/entomo/collection.pdf>].
- **Bouyer J., Sana Y., Samandougou Y., Cesar J., Guerrini L., Kabore-Zoungrana C. et Dulieu D., (2007).** Identification of ecological indicators for monitoring ecosystem health in the trans-boundary W Regional Park: Apilot study. *Biological conservation* n° 138, p 73-88.
- **Bouygues M. et Pelletier P., (2012).** Construction et habitats durables. Ed. Afnor, Paris, 292p.
- **Bouziane A., (2021).** Diagnostique écologique de la faune des systèmes dunaires de la côte orientale de Jijel (Algérie) cas ; des Fourmis et des Orthoptères
- **Braun-Blanquet., (1932).** Plant sociology. The study of plant communities, - cabdirect.org.
- **Braun-Blanquet., (1932).** Plant sociology. The study of plant communities, - cabdirect.org.
- **Calatayud, P.A., (2019).** Interactions insectes-plantes. IRD Éditions, 749 p.
- **Carter, D., (2001).** Papillons. Ed. Yues Verbeek, Mathilde Majorel, Signapour, 304 p.
- **Chinery M. Et Cuisin M., (1994).** - *Les papillons d'Europe (Rhopalocères et Hétérocères diurnes)*. Ed. Delâchaux et Niestlés, SA, Paris, 320 p.
- **Dajoz, R., (1971).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- **Delauney, G., (1982).** Contribution à la mise au point des méthodes de suivi des populations d'ongulés de hautes montagnes en milieu protégé : Etude sur le Chamois dans le Parc National des Ecrins. Thèse de doctorat 3ème cycle, Univ. Rennes I, 280 p.
- **Demerges, D., (2003).** Voici pourquoi vous allez compter les papillons ; méthode et appel à contribution. Espaces naturels, n°1, Janvier 2003, 13 p.
- **Depledge, M. H., (1994).** The rational basis for the USE of biomarkers as Ecological tools. In non-destructive biomarkers in vertebrates; Fossi, M.C., and leonzio, C., lewis publishers, Florida, P. 271-295.

Liste des références

- **Dirk M et Hans V.D., (2005).** Habitat quality and biodiversity indicator performances of a threatened butterfly versus a multispecies group for wet heathlands in Belgium.
- **Dmuchowski, w., (1995).** Monitoring environmental pollution in poland by chemical analysis of scats pine (*Pinus sylvestris*) *Meddles. Envy pl.*, 87, 87-104
- **Faure, E., (2007).** Suivie de milieux ouverts dans le parc naturel régional du luberon par des papillons de jour (Rhopalocères) bio-indicateurs. *Soc. His. Nat. Alcide0d'Orbigny*, 8: 86-101.
- **Finch OD. (2005).** Evaluation of mature conifer plantations as a secondary habitat for epigamic.
- **Firake D. M., Damitre L., Behere G. T. et Azad Thakur N. S., (2012).** Host Plants Alter the Reproductive Behavior of *Pieris brassicae* (Lepidoptera: Pieridae) and its Solitary Larval Endo-Parasitoid, *Hyposoter ebeninus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in a Cruciferous Ecosystem. *Florida Entomologist* 95(4): pp.905-913.
- **G.S.A.S. (2020).** Global Insect Declines and the Potential Erosion of Vital Ecosystem Services. Ed. G - Science Academies Statement, 4 p.
- **Géhu J.M, Sadki N., (1994).** Remarques de phytosociologie et de synchronologie comparées sur le littoral algérois. *Doc. Phytosoc.*15. Camerino. 341-357.
- **Greensland P.J.M., (1992).** Conserving invertebrate diversity in agricultural forestry and natural ecosystems in Australia. *Agriculture, ecosystems and Environment*, pp. 297-312.
- **Guilbot R. Et Albouy V., (2004).** *Les papillons*. Ed. Vecchi, Paris.123p.
- **Gullan, P.J et Cranston, P.S., (2014).** Biological conservation n° 123, p. 177-187.-The Insects: An Outline of Entomology previous edtion.Ed.Wiley-Blackwell, 632 p.
- **Hammouche S., (2003).** Les stratégies d'adaptation à la salinité des espèces des dunes littorales de Zemmouri-El-Bahri (Boumerdès, Algérie). Thèse d'ingénieur d'État en écologie végétale, Fac. Sci. Biol. U.S.T.H.B., Alger. 48 p.
- **Hanifi N, Kadik L, Gittonneau G.G., (2007).** Analyse de la végétation des dunes littorales de Zemmouri (Boumerdes, Algérie). *Acta. bot. Gallica.* 154 : 235-249.
- **Horner-Devine M.C., Gretchen C. D., Ehrlich P.R. et Boggs C.L., (2003).** Countryside Biogeography of Tropical Butterflies, *Conservation Biology*, Volume 17, No. 1, pp.168-177.
- **Hoskins A., 2016.** Papillons du monde. Ed. Délachaux et Niestlé, Paris, 312 p.

Liste des références

- **Kacha, S., Djerbaoui, M. et Marniche, F., (2018).** Richesse et diversité des populations de lépidoptères dans le parc National de Theniet el Had (Algérie). Thèse Doctorat, Université Ibn Khaldoun –Tiaret. 271 p.
- **Khennouf H, Chefrou A, Corcket E, Alard D, Véla E., (2018).** La végétation dunaire du littoral de Jijel (Algérie) : proposition d'une nouvelle Zone Importante pour les Plantes. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*. 73(3): 344-361.
- **Kuchlan, J.A., (1993).** Colonial waterbirds as bio-indicators of environmental change. *Colonial waterbirds*, 16(2) 225-251.
- **Lafrarzchis, T., (1997).** L'étude de population. *Insectes*, 106 : 23-28.
- **Lafrarzchis, T., (1997).** L'étude de population. *Insects*, 106: 23-28.
- **Lambret P., (2003).** Lépidoptères et Orthoptères des coteaux calcaires de Damnes et de Camiers. *Revue INSECTES* N° 128. p 5-7.
- **Langlois, D. et Gilg, O., (2007).** Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les Réserves Naturelles de France. Réserves Naturelles de France, Quétingny, 34 p.
- **Lariviere R., (2016).** Plantes sauvages de la forêt boréale. Ed. La Caboché, Québec, 484p.
- **Larsen T.B., (2005).** Butterflies of West Africa. Stenstrup. Denmark. Apollo books, 595p.
- **Leandro, C., (2018).** Conservation de l'entomofaune ordinaire : enjeux scientifiques et sociétaux. Sciences agricoles. Université Paul Valéry - Montpellier III, 286 p.
- **Leraut P., (2012).** Papillons de nuit d'Europe. Volume 3. Zygènes, Pyrales 1 et Brachodides. N.A.P. Ed : 599 p.
- **Leraut, P., (1992).** Les papillons dans leur milieu. Ed. Bordas, France. 256 p.
- **Livingstone, D. R., (1993).** Biotechnology and pollution monitoring. USE Of molecular biomarkers in the aquatic environmental. *J.chem. Tech. Biotechnol.*, 57, 195-211.
- **Loyer B. et Petit D., (1994).** *100 Papillons faciles à voir*. Ed. Nathan, Paris, 59p.
- **Lugon, A., Weber, G., Matthey, Y., Gonseth, Y. et Wermeille, E., (2001).** Influence des espèces animales bio-indicatrices dans l'élaboration de plans de mesures d'aménagement et d'entretien des milieux *naturels*. *bull.soc.neuchâtel. sci.nat*, 124 : 198-209.

Liste des références

- **Mack R.N, Simberloff D, Lonsdale W.M, Evans H, Clout M, Bazzaz F.A., (2000).** Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.* 10: 689– 710.
- **Maguren, A. E., (1988).** Ecological diversity and its measurements goom. Ed. HELM Limited. 11, New Felter Rame, London, 176 p.
- **Manil, L., Henry, P., Y., Merit, X. et Julliard, R., (2006).** Suivi Temporel des Rhopalocères de France (STERF). Suivi Temporel des Insectes Communs (STIC). Protocole STERF 2006, V6. 16 p.
- **Martinez M. L, Psuty N.P, Lubke R.A., (2004).** A perspective on coastal dunes. Ecology and conservation. *Ecological studies.* 171. Springer.
- **McGeoch M.A., (1998).** The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biol. Rev.* 73: 181–201.
- **McLachlan A., (1991).** Ecology of coastal dune fauna. *Journal of the arid environment.* 21: 229- 243.
- **McLachlan A., (1991).** Ecology of coastal dune fauna. *Journal of the arid environment.* 21: 229- 243.
- **McLachlan A., (2001).** Coastal beach ecosystems. In: Lewin, R. (ed.), *Encyclopedia of Biodiversity.* New York: Academic Press; p 741–751.
- **Melancon, M. J., (1995).** Bioindicators USE in aquatic and terrestrial monitoring p.220-240 in handbook of ecotoxicology, Hoffman, D. , Rattner, BA., Burton, G.A. Ir And Cairns J.Jr Lewis Publishers, Florida.
- **Meriguet B., Tachet J-L et Zagatti P., (2004).** Plateau de Saclay (Essonne) : Etude entomologique du périmètre d'acquisition. OPIE, 38p.
- **Mestdagh, X., Baltus, H., Renneson, J.-L., Meyer, M., Hoffmann,L. et Titeux, N., (2011).** Espèces nouvelles et retrouvées chez les papillons de jour au Luxembourg. *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 112 : 97-108.
- **Meziani K., (1984).** Le cordon dunaire de la région de Mostaganem (Algérie). Étude et proposition d'aménagement. Thèse de docteur ingénieur, Université d'Aix-Marseille. 213p.
- **Moucha J., (1972).** *Les papillons de jour.* Ed. Vervier, Belgique, 176p.

Liste des références

- **Nageleisen, L.M. et Bouget, C., (2009).** L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.). Les Dossiers Forestiers n°19, Office National des Forêts, 144 p.
- **New T.R., Pyle R.M., Thomas J.A., Thomas C.D., et Hammond P.C., (1995).** Butterfly conservation management. *Annual Review of Entomology* N° 40, pp.57-83.
- **O'brien, D.J., Kaneene, J.B., and Poppenga, R.H., (1993).** The USE Of mammals as sentinels for human exposure to toxic contaminants in the environment. *Emviror. Health perspect.*, 99, 351-368. (4) Peakall D. Animals biomarkers as pollution indicators. 201.
- **Oostermeijer J.G.B., et Van Swaay C.A.M., (1998).** The relationship between butterflies and environmental indicator values: a tool for conservation in a changing landscape. *Biological Conservation?* 86: pp.271-280.
- **Perez, V.C' Kazakou, E, Roubiik, D et Cardenas, R., (2020).** The importance of insects on land and in water: a *tropical view*. Elsevier. Vol 40, pp, 31-38.
- **Pestmal-Saint-Sauveur, R.D., (1978).** Comment faire une collection de papillon et autres insectes. Ed. Gauthier, Paris, 171 p.
- **Pollard, E. et Yates, T.J., (1993).** Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation". Conservation biology series No.1. Chapman & Hall, London. 274 p.
- **Pollard, E., (1977).** A method for assessing change in the abundance of butterflies. *Biol Conserv*, 12: 115–132.
- **Ponel, P., (1983).** Contribution à la connaissance de la communauté des arthropodes Psamophiles de l'Isthme de Giens (Var). *Trav. Sci. Parc natio. Port- Cross, France*, 9 : 146-182.
- **Ramade, F., (1984).** Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 379 p.
- **Rebbas, K. (2014).** Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas du Parc National de Gouraya et des sites d'intérêt biologique et écologique de la région de Béjaïa. Thèse de Doctorat, Université de Sétif, Algérie, 192 p.
- **Remini, L. et Moulaï, R., (2015).** Diversity and structure of butterfly populations in agro-ecosystems of Mitidja (Algeria), *Zoology and Ecology*, 4: 1-10. Doi: 10.1080/21658005.2015.1090119.

Liste des références

- **Robineau, R., (2007).** Guide des papillons nocturnes de France. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 288 p.
- **Rosenberg D.M., Danks H.V., et Lehmkühl D.M., (1986).** Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management* 10, pp.773-783.
- **Rousselot S-A., (2011).** Les papillons menacés de disparition. Ed. la croix, Paris. 2 p.
- **Sadki N, Khelifi H, Djebaili S., (1991).** La végétation des dunes maritimes de l'Est algérois. Coll.Phytosoc., 20, Phytodynamique et biogéographie historique des forêts, Bailleul. 369- 376.
- **Samandougou Y., (2005).** Identification d'insectes indicateurs des niveaux d'anthropisation des milieux dans le parc régional du W et sa périphérie: composante du Burkina Faso. UPB. Mémoire de DEA. Bobo-Dioulasso: IDR-CIRDES, 42p + annexes.
- **Samraoui, B., (1998).** Status and seasonal patterns of adult Rhopalocera (Lepidoptera) in north-eastern of Algeria. *Nachr. entomol. Ver. Apollo*, 19 : 285-298.
- **Sana Y., (2005).** Identification d'insectes bio-indicateurs dans le parc du W (Bénin) et sa périphérie. UPB. Mémoire de DEA. Bobo-Dioulasso : IDR-CIRDES, 50p.
- **Sawchik J., Dufrêne M. et Lebrun P., (2005).** Distribution patterns and indicator species of butterfly assemblages of wet meadows in southern Belgium. *Belg. Zool.*, n 135, pp.43-52.
- **Seastedt T.R. et Crossley D.A.Jr., (1984).** The influence of arthropods on ecosystems. *BioScience*, n043, pp.157-161.
- **Si Bachir, A. (2005).** Ecologie du heron garde-bœufs, *Bubulcus ibis ibis* (linne, 1758), dans la région de Bejaia (kabylie de la Soummam, Algérie) et suivi de son expansion en Algérie). Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 368 p.
- **Stambouli - Meziane H, Bouazza M., (2013).** Diversity of vegetation floristic coastal in the area of tlemcen (algeria western). *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*. Vol. 1, Issue 6, Nov 2013, 1-14.
- **Stewart P., 1975.** -Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, 65, Vol. 1-2 : 239 – 245.
- **Still J., (1996).** *Voir les papillons*. Ed. Arthaud, Italie, 255p.
- **Stork N.E., (1997).** Measuring global biodiversity and its decline. In : *Biodiversity*.p. 41-68.

Liste des références

- **Tarrier M R. et Benzyane M., (2003).** L'arganeraie marocaine se meurt : Problématique et bio-indicateur. In *Sécheresse*, volume 11, 14p
http://www.secheresse.info/article.php3?id_article=228 -(05/09/06).
- **Tarrier M. et Delacre J., (2008).** Les papillons de jour du maroc, guide d'identification et de bio-indication. Ed. Mèze collection pathénope, Paris, 480p.
- **Tarrier, M. et Delacre, J., (2008).** Les papillons de jour du Maroc, Guide d'identification et de bio-indication. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 480 p.
- **Tarrier, M. et Delacre, J., (2008).** Les papillons de jour du Maroc, Guide d'identification et de bio-indication. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 480 p.
- **Tennent, W. J., (1996).** The Butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia. Ed. Gem Publishing Compny, England, 252 p.
- **Tennent, W. J., (1996).** The Butterflies of Morocco, Algeria and Tunisia. Ed. Gem Publishing Compny, Breghtwell cum Sotwell, Wallingfor, Oxfordshire & John Tennent, England, 252 p.
- **Tews J, Brose U, Grimm V, Tielborger K, Wichmann MC, Shwager M, Jeltsch F., (2004).** Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*. 31 : 79–92.
- **Thomas JP., (1968).** Écologie et dynamique de la végétation de la dune littorale dans la région de Djidjelli. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*. 59: 37-58.
- **Tolman T. et Lewington R., (1999).** Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delâchaux et Niestlés, SA, Paris, 320 p.
- **Tolman T. et Lewington R., (2009).** Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. Ed. Delâchaux et Niestlés, Paris, 320 p.
- **Tolman, T. et Lewington, R., (1999).** Guide des papillons d'Europe et d'afrique du Nord. Ed. Delâchaux et Niestlé, SA, Paris, 320 p.
- **Tremblay, M., (2003).** Collection et conservation. Ed. Insectarium de Montréal, 11 p.
- **Van Der Maarel E., (2003).** Some remarks on the functions of European coastal ecosystems. *Phytocoenologia*. 33 : 187–202.

Liste des références

- **Van Halder, I., Barbaro, L. et Jactel, H., (2017).** Conservation des communautés de papillons de jour dans les paysages forestiers hétérogènes : effets de la qualité, de la diversité et de la fragmentation des habitats. Thèse doctorat, Univ. Bordeaux, 233 p.
- **Vitousek P.M, D'Antonio C.M, Loope L.L, Westbrooks R., (1996).** Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*. 84, 468 – 478.
- **Von Brandt I., (2013).** Insectes et Papillons. Ed. Hachette Nature, Paris, 256p.
- **Zaffran J., (1960).** Les formations à *Juniperus phoenicea* L. du littoral algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.* 46(1-2), 48-80.
- **Zarski, T.P., Debski, B., Rokicki, E., Samek, M., Valka, J. And Beseda. (1995).** Free living animals as bio-indicators of mercury Pollution. *Ecologia*, 14(2), 113-117.

Annexes

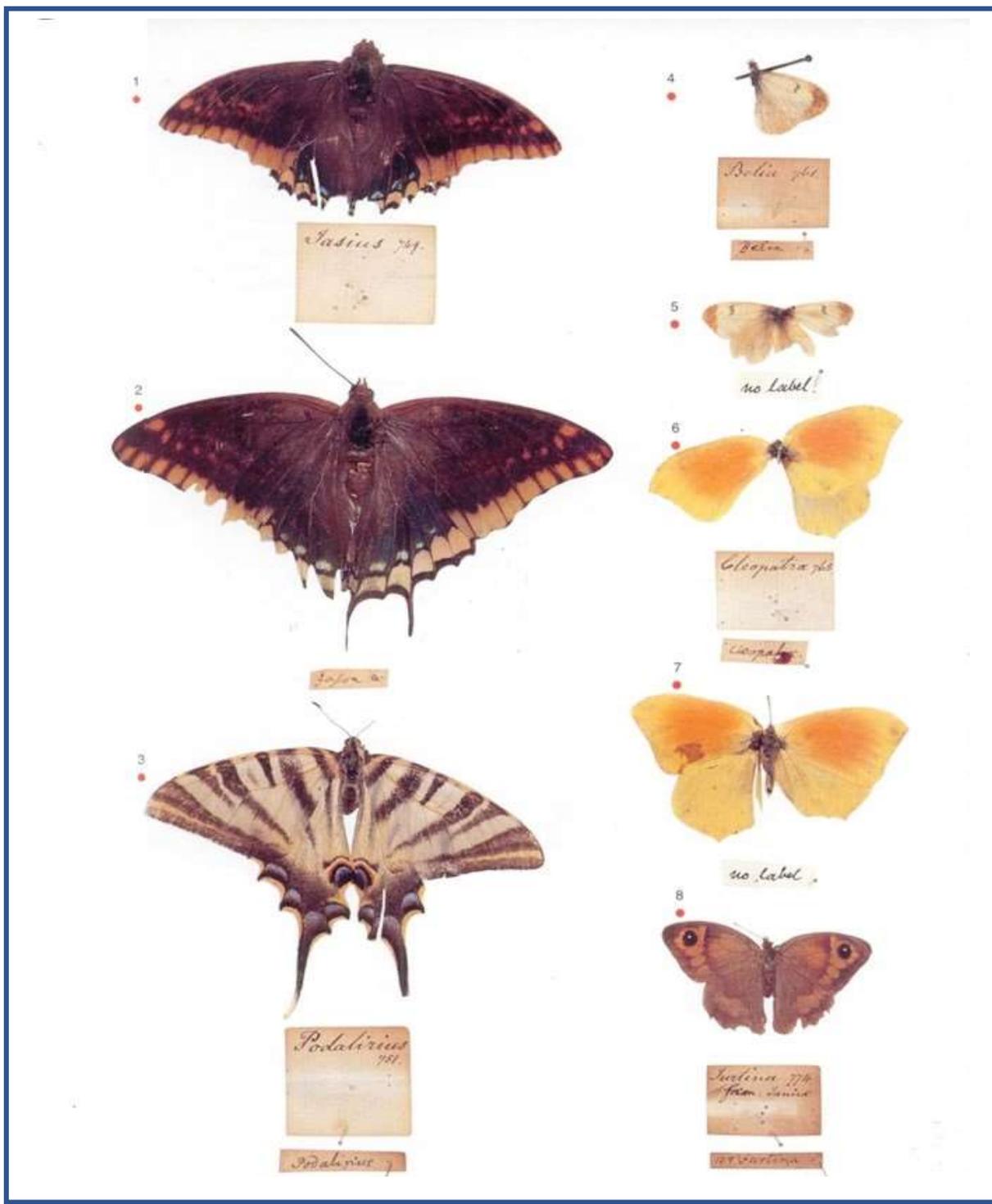
Annexes

Annexe 1 : Liste des espèces animales non domestiques protégés par la loi en Algérie,
Journal Officiel de la République Algérienne N° 35 (J.O.R.A., 2012).

20 Rajab 1433 10 juin 2012		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35		11
<i>Apanteles solitarius</i>	Apantèle solitaire	d - Lépidoptères		
<i>Apanteles vitripennis</i>	Apantèle vitripenne			
<i>Meteorus versicolor</i>	Météore versicolore			
5 - Eulophidae		I. - Satyridae		
<i>Baryscapus servadei</i>	Guêpe de la processionnaire du pin	<i>Melanargia galathea</i>	Demi-deuil	
		<i>Pandoriana pandora</i>	Cardinal	
		<i>Satyrus semele</i>	Satyre	
2 - Lycaenidae		6 - Gomphidae		
<i>Polyommatus icarus</i>	Argus bleu	<i>Gomphus lucasii</i>	Gompbes de lucas	
3 - Pieridae		<i>Lindenia tetraphylla</i>	Lindenie à quatre feuilles	
<i>Aporia crataegi</i>	Gazé	<i>Onychogomphus costae</i>	Gompbes pâte	
<i>Colias croceus</i>	Souci	7 - Lestidae		
<i>Euchloe pechi</i>	Pièride de la steppe	<i>Lestes dryas</i>	Leste dryade	
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Citron	<i>Lestes numidicus</i>	Leste algérien	
4 - Nymphalidae		8 - Libellulidae		
<i>Argynnis paphia</i>	Nacré tabac d'Espagne	<i>Rhyothemis semihyalina</i>	Libellule fantôme	
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sympétrum sanguin	
<i>Vanessa polychloros</i>	Vanessa grande tortue	<i>Urothemis edwardsii</i>	Libellue d'Edward	
5 - Papilionidae		g - Mantodes		
<i>Iphiclides festemali</i>	Flambé	I. - Mantidae		
<i>Papilio machaon</i>	Machaon	<i>Iris oratoria</i>	Iris	
6 - Tortricidae		<i>Mantis religiosa</i>	Mante religieuse	
<i>Ramapezia paracintana</i> (n.sp)	Ramapezia du Djurdjura	<i>Rivetina fasciata</i>	Rivetine fascié	
<i>Stenodes pseudosalternana</i> (n.sp)	Stenode	<i>Sphodromantis bioculata</i>	Mante à deux yeux	
		II - Myriapodes		

Annexes

Annexe 2: Planche des premiers spécimens Lépidoptères algériens identifiés par LINNAEUS (1767), conservé à la société Linnéenne à Londres (TENNENT, 1996)



Annexes

Annexe 3 : Liste des Rhopalocères retrouvées en Algérie d'après TENNENT (1996).

	Familles	Espèces
Rhopalocera	Hesperiidae	<i>Minois draya</i>
		<i>Pyrgus alveus</i>
		<i>Pyrgus armoricanus</i>
		<i>Pyrgus onopordi</i>
		<i>Spialia sertorius</i>
		<i>Syrichtus proto</i>
		<i>Syrichtus mohammed</i>
		<i>Syrichtus leuzeae</i>
		<i>Carcharodus tripolinus</i>
		<i>Carcharodus lavatherae</i>
		<i>Carcharodus stauderi</i>
		<i>Thymelicus acteon</i>
		<i>Thymelicus hamza</i>
		<i>Thymelicus sylvestris</i>
		<i>Thymelicus lineola</i>
		<i>Hesperia comma</i>
		<i>Gegenes nostradamus</i>
		<i>Gegenes pumilio</i>
		<i>Borbo borbonica</i>
		Papilionidae
	<i>Papilio saharae</i>	
	<i>Iphiclides podalirius</i>	
	<i>Iphiclides podalirius feisthamelii</i>	
	<i>Zerynthia rumina</i>	
	<i>Zerynthia cerisy</i>	
	<i>Parnassius apollo</i>	
	Pieridae	<i>Aporia crataegi</i>
		<i>Pieris brassicae</i>
		<i>Pieris rapae</i>
		<i>Pieris napi</i>
		<i>Pontia daplidice</i>
		<i>Euchloe crameri</i>
		<i>Euchloe tagis</i>
<i>Euchloe falloui</i>		
<i>Euchloe belemia</i>		
<i>Euchloe charlonia</i>		
<i>Anthocharis belia</i>		

Annexes

		<i>Colotis evagore</i>
		<i>Catopsilia florella</i>
		<i>Colias croceus</i>
		<i>Gonepteryx rhamni</i>
		<i>Gonepteryx cleopatra</i>
		<i>Leptidea sinapis</i>
	Lycaenidae	<i>Cigaritis siphax</i>
		<i>Cigaritis zohra</i>
		<i>Cigaritis allardi</i>
		<i>Neozephyrus quercus</i>
		<i>Satyrium esculi</i>
		<i>Satyrium c- album</i>
		<i>Callophrys rubi</i>
		<i>Callophrys avis</i>
	Lycaenidae	<i>Tomares ballus</i>
		<i>Tomares mauretanicus</i>
		<i>Lycaena phlaeas</i>
		<i>Thersamolycaena dispar</i>
		<i>Palaeochrysophanus hippothoe</i>
		<i>Lampides boeticus</i>
		<i>Leptotes pirithous</i>
		<i>Tarucus theophrastus</i>
		<i>Tarucus rosaceus</i>
		<i>Tarucus balkanicus</i>
		<i>Zizeeria knysna</i>
		<i>Cupido lorquini</i>
		<i>Cupido argiolus</i>
		<i>Glaucopsyche alexis</i>
		<i>Glaucopsyche melanops</i>
		<i>Maculinea arion</i>
		<i>Iolana iolas</i>
		<i>Pseudophilotes abencerragus</i>
		<i>Pseudophilotes bavius</i>
		<i>Plebejus martini</i>
		<i>Plebejus allardi</i>
		<i>Aricia agestis</i>
		<i>Aricia cramera</i>
		<i>Albulina orbitulus</i>
		<i>Polyommatus amandus</i>
		<i>Polyommatus atlanticus</i>
		<i>Polyommatus bellargus</i>

Annexes

		<i>Polyommatus punctifer</i>
		<i>Polyommatus icarus</i>
		<i>Hamearis lucina</i>
	Nymphalidae	<i>Libythea celtis</i>
		<i>Danaus plexipus</i>
		<i>Danaus chrysippus</i>
		<i>Charaxes jasius</i>
		<i>Nymphalis polychloros</i>
		<i>Inachis io</i>
		<i>Vanessa atalanta</i>
		<i>Vanessa cardui</i>
		<i>Polygonia c- album</i>
		<i>Melitaea cinxia</i>
		<i>Cinclidia phoebe</i>
		<i>Synclidia aetherie</i>
		<i>Didymaefomia deserticola</i>
		<i>Mellicta dejone</i>
		<i>Euphydryas aurinia</i>
		<i>Euphydryas desfontainii</i>
		<i>Pandoriana pandora</i>
		<i>Argynnis paphia</i>
		<i>Fabriciana adippe</i>
		<i>Issoria lathonia</i>
		<i>Melanargia galathea</i>
		Nymphalidae
<i>Melanargia ines</i>		
<i>Hipparchia ellena</i>		
<i>Hipparchia algericus</i>		
<i>Neohipparchia statilinus</i>		
<i>Neohipparchia hansii</i>		
<i>Neohipparchia powelli</i>		
<i>Pseudophilotes fidia</i>		
<i>Chazara briseis</i>		
<i>Chazara prieuri</i>		
<i>Berberia abdelkader</i>		
<i>Berberia lambessanus</i>		
<i>Maniola jurtina</i>		
<i>Hyponephele lupina</i>		
<i>Pyronia cecilia</i>		
<i>Pyronia janiroides</i>		
<i>Coenonympha pamphilus</i>		

Annexes

		<i>Coenonympha dorus</i>
		<i>Coenonympha arcanica</i>
		<i>Coenonympha arcanioides</i>
		<i>Pararge aegeria</i>
		<i>Lasiommata megera</i>
		<i>Lasiommata maera</i>

Annexes

Annexe 4 : Liste des espèces de Rhopalocères et d'Hétérocères diurne recensées dans le système dunaire de Lota (Béjaia).

Groupe	Famille	Espèces
Rhopalocera	Pieridae	<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Colias croceus</i> (Geoffroy, 1785)
		<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Gonepteryx cleopatra</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Euchloe belemia</i> (Esper, 1800)
		<i>Pontia daplidice</i> (Linnaeus, 1908)
	Total	6
	Papilionidae	<i>Zerynthia rumina africana</i> (Stichol, 1907)
	Total	1
	Lycaenidae	<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus, 1761)
		<i>Plebejus allardi</i> (Oberthür, 1874)
		<i>Polyommatus icarus</i> * (Rottemburg, 1775)
		<i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767)
	Total	4
	Nymphalidae	<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Danaus chrysippus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Cynthia cardui</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)		
Total	5	

Annexes

Heterocera	Geometridae	<i>Rhodometra sacraria</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Aspitates ochrearia</i> (Rossi, 1794)
	Total	2
	Arctiidae	<i>Utetheisa pulchella</i> (Linnaeus, 1758)
	Total	1
	Sphingidae	<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)
	Total	1
	Noctuidae	<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)
Total	1	
Total des espèces		21

Annexes

Annexe 5: Liste floristique et coefficient d'abondance-dominance (échelle de Braun-Blanquet, 1932) par type d'habitat dunaire de Lota (Béjaia)

<u>Haut de plage</u>		<u>Dune Embryonnaire</u>		<u>Dune Mobile</u>		<u>Dune Fixée</u>		<u>Dune Arborée</u>	
<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>	<u>Espèce</u>	<u>A-D</u>
<i>Salsola kali</i>	r :1%	<i>Ononis variegata</i>	3: 50%	<i>Agave Americana</i>	1: 5%	<i>Agave Americana</i>	3: 30%	<i>Pinus halepensis</i>	4: 70%
<i>Euphorbia Peplis</i>	r :1%	<i>Lotus cytisoides</i>	1: 5%	<i>Pancratium maritimum</i>	+: 5%	<i>Pancratium maritimum</i>	3: 26%	<i>Lagurus ovatus</i>	4: 65%
		<i>Eryngium maritimum</i>	1: 5%					<i>Ammophila arenaria</i>	1: 5%
		<i>Urospermum picroides</i>	r : 1%	<i>Eryngium maritimum</i>	+: 5%	<i>Ephedra fragilis</i>	2: 10%	<i>Drimia numidica</i>	2: 10%
		<i>Cakile maritima</i>	r: 1%	<i>Lotus cytisoides</i>	2:25%			<i>Genista monosperma</i>	1: 5%
		<i>Pancratium maritimum</i>	r: 1%	<i>Ononis variegata</i>	2:25%	<i>Phillyrea media</i>	1: 5%	<i>Pistacia lentiscus</i>	1: 5%
		<i>Cyperus capitatus</i>	r: 1%	<i>Lagurus ovatus</i>	2:25%	<i>Daphne gnidium</i>	r: 1%)	<i>Phillyrea media</i>	1: 5%
		<i>Elytrigia juncea</i>	r: 1%	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	1: 5%	<i>Urospermum dalechampii</i>	r: 1%)	<i>Acacia saligna</i>	+: 1%
		<i>Salsola Kali</i>	r: 1%			<i>Centaurium maritimum</i>	r: 1%)	<i>Cupressus sempervirens</i>	r: 1%
		<i>Centaurea sphaerocephala</i>	r: 1%	<i>Lobularia maritima</i>	+: 5%	<i>Eudianthe coelirosa</i>	r: 1%	<i>Ephedra fragilis</i>	r: 1%
		<i>Xanthium</i>	r: 1%	<i>Picris hieracioides</i>	r: 1%				

Annexes

		<i>strumarium</i>		<i>Vulpia fasciculata</i>	r: 1%	<i>Silene colorata</i>	2: 10%		
				<i>Lomelosia rutifolia</i>	r: 1%	<i>Anthemis maritima</i>	1: 5%	<i>Asparagus acutifolius</i>	r: 1%
				<i>Centaurea sphaerocephala</i>	r: 1%	<i>Clematis cirrhosa</i>	1: 5%	<i>Fumaria officinalis</i>	r: 1%
				<i>Lobularia maritima</i>	r: 1%	<i>Centaurea sphaerocephala</i>	1: 5%	<i>Linum usitatissimum</i>	r: 1%
				<i>Eryngium maritimum</i>	r: 1%	<i>Lysimachia arvensis</i>	1: 5%	<i>Avena sterilis</i>	r: 1%
				<i>Anthemis maritima</i>	r: 1%	<i>Euphorbia paralias</i>	1: 5%	<i>Sinapis arvensis</i>	r: 1%
				<i>Silene colorata</i>	r: 1%	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	1: 5%	<i>Bellis annua</i>	r: 1%
				<i>Rumex bucephalophorus</i>	r: 1%	<i>Rumex acetosa</i>	1: 5%	<i>Lysimachia arvensis</i>	r: 1%
				<i>Euphorbia terracina</i>	r: 1%	<i>Lotus cytisoides</i>	1: 5%	<i>Galactites tomentosus</i>	r: 1%
						<i>Ononis variegata</i>	1: 5%	<i>Briza maxima</i>	r: 1%
						<i>Lomelosia rutifolia</i>	+ : 5%	<i>Geranium molle</i>	r: 1%
						<i>Anisantha sterilis</i>	r : 5%		
						<i>Arundo donax</i>	i: 0,5%	<i>Lobularia maritima</i>	r: 1%

Annexes

						<i>Vulpia fasciculata</i>	1: 5%	<i>Chondrilla juncea</i>	r: 1%
								<i>Picris aculeata</i>	r: 1%
								<i>Carduus pycnocephalus</i>	r: 1%
								<i>Genista monosperma</i>	r: 1%
								<i>Stachys ocymastrum</i>	r: 1%
								<i>Solanum nigrum</i>	r: 1%
								<i>Erigeron bonariensis</i>	r: 1%
								<i>Oloptum miliaceum</i>	i: 0,5
Total des espèces = 2	Total des espèces = 11	Total des espèces = 19	Total des espèces = 24	Total des espèces = 29					

A-D : Abondance-dominance.

Résumés

مساهمة في دراسة فراشات النهار بنظم الكثبان الرملية لمنطقة بجاية (الجزائر)

الملخص:

الكثبان الساحلية هي أنظمة ثمينة ومهددة. تعد فراشات النهار مؤشرات بيولوجية جيدة للأوساط وجودتها في العديد من النظم البيئية ومع ذلك فإن أهميتها في حالة الكثبان الساحلية لا يزال تحديده بعد، لأنها أوساط غير مستقرة وتخضع لقيود شديدة. دراسة فراشات النهار لنظام الكثبان الساحلية لوطة (بجاية) مكنتنا من إحصاء **21** نوع: **16** Rhopalocera و **5** Heterocera. الكثبان الرملية المتحركة هي الأكثر ثراء ب **19** نوع تليها الكثبان الرملية والجنينية ب **18** و **12** نوع تواليا وفي الأخير الكثبان الرملية الشجرية وأعلى الشاطئ ب **11** نوع و **7** أنواع تواليا. *Pontia daplidice* هي النوع الأكثر عددا في الكثبان. أعلى الشاطئ بنسبة **72,92** % الجنينية بنسبة **55,39** % المتحركة بنسبة **68,37** % والثابتة بنسبة **67,55** %. *Pieris rapae* هي السائدة في الكثبان الشجرية بنسبة **67,55** %. مؤشر التنوع والتوازن أثبت أن الكثبان الأكثر تنوعا والأكثر توازنا هي الكثبان الرملية الجنينية. يُظهر معامل التشابه الخاص بسورنسن وجود تشابه كبير بين قمة الشاطئ والكثبان الرملية المشجرة بنسبة **44.44** %. تم تسجيل أقل تشابه بين الكثبان الرملية المتحركة والثابتة بنسبة **21.62** %.

الكلمات المفتاحية: نظام الكثبان الساحلية، فراشات النهار، المؤشرات الحيوية.

Résumé

Contribution à l'étude des papillons de jour des systèmes dunaires de la région de Béjaia

Résumé

Les dunes côtières sont des habitats précieux et menacés. Les Papillons de jour constituent des bons bio-indicateurs des milieux et de leur qualité dans de nombreux écosystèmes. Cependant, leur intérêt dans le cas des dunes côtières reste à déterminer car ce sont des milieux instables ou soumis à de fortes contraintes. L'étude des papillons de jours du système dunaire Lota à Béjaia a permis de répertorier 21 espèces : 16 Rhopalocères et 5 Hétérocères diurnes. La dune mobile est la plus riche avec 19 espèces, suivie par la dune fixée et la dune embryonnaire avec respectivement 18 et 12 espèces et enfin, la dune arborée et le haut de plage avec respectivement 11 et 7 espèces. *Pontia daplidice* est l'espèce la plus abondante dans les dunes : haut de plage (72.92%), embryonnaire (55.39%), mobile (68.37%) et fixée (67,55%). *Pieris rapae* domine dans la dune arborée (67,55%). L'indice de diversité et d'équitabilité montre que la dune embryonnaire est la plus diversifiée et la plus équilibrée. Le coefficient de similarité de Sorensen montre qu'il existe une similitude élevée entre le haut de plage et la dune arborée avec un pourcentage de 44.44%. La similarité la plus faible est enregistrée entre la dune mobile et fixée avec un pourcentage 21.62%.

Mot clés : Système dunaire, papillons de jour, Bio-indication, Lota, Béjaia

Abstract

Contribution to the study of butterflies in the coastal dune system of Lota (Béjaia)

Abstract

Coastal dunes are valuable and threatened habitats. Butterflies are good bioindicators of the environment and its quality in many ecosystems. However, their interest in the case of coastal dunes remains to be determined because of their unstable environments or subject to strong constraints. The study of the butterflies of the coastal dune system of Lota (Béjaia), has allowed making a list of 21 species: 16 Rhopalocera and 5 diurnals Heterocera. Mobile dune is the richest with 19 species, followed by fixed dune and embryonic dune with 18 and 12 species respectively, finally tree dune and beach top with 11 and 7 species respectively. *Pontia daplidice* is plentiful in: beach top (72.92%), embryonic dune (55.39%), mobile dune (68.37%) and fixed dune (67.55%). *Pieris rapae* is plentiful in tree dune (67.55%). The diversity and equitability index indicates that embryonic dune is the most diverse and the most equitable. Sorensen's similarity coefficient shows that there is a high similarity between the top of the beach and the tree dune with a percentage of 44.44%. The lowest similarity is recorded between the mobile and fixed dune with a percentage of 21.62%.

Keys words: Coastal dune system, Butterflies, Bio-indicators, Lota, Béjaia.