



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Laboratoire de recherche Exploration et Valorisation des Ecosystèmes  
steppiques (EVES)

## Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Ecologie et  
environnement

Option : Ecologie animale

### Thème

**Bio-écologie : comportement trophique et influence des  
facteurs climatiques sur la reproduction des moineaux**

Présentée par : M<sup>lle</sup> KHOUDJA Sarah

Devant le jury :

|                      |                                |                                   |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Président :          | M. SOUTTOU K.                  | Professeur (Univ. Djelfa)         |
| Directeur de thèse : | M. AIT BELKACEM A.             | Professeur (Univ. Bumerdes)       |
| Examineurs :         | M. LABED A.                    | Professeur (Univ. Oum El Bouaghi) |
|                      | M. SEKOUR M.                   | Professeur (Univ. Ouargla)        |
|                      | M <sup>me</sup> . GUERZOU A.   | Professeur (Univ. Djelfa)         |
|                      | M <sup>me</sup> . DEROUECHE H. | MCA (Univ. Djelfa)                |

Année Universitaire : 2025-2026

# *Remerciements*

*Avant toute chose, je rends grâce à Allah, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la volonté, le courage et la patience nécessaires à l'accomplissement de ce travail.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur AIT BELKACEM Abdelkrim, Professeur à l'Université de Boumerdes, pour avoir accepté de diriger ce travail. Je le remercie sincèrement pour ses précieux conseils, ses orientations éclairées, sa disponibilité, ainsi que pour sa gentillesse, sa modestie et l'intérêt bienveillant qu'il a porté à mon travail.*

*Je tiens également à exprimer mes remerciements les plus vifs à Monsieur SOUTTOU Karim, Professeur à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Djelfa, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde considération et de mon respect.*

*J'adresse également mes sincères remerciements à Monsieur LABED Ababsa, Professeur à l'Université d'Oum EL Bouaghi, ainsi qu'à Monsieur SEKOUR Makhlouf, Professeur à l'Université d'Ouargla, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de siéger en tant que membres examinateurs du jury de cette thèse.*

*Mes sincères remerciements vont à Madame GUERZOU Ahlem, Professeure à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Djelfa, et Madame DEROUACHE Houda, Maître de conférences à l'Université de Djelfa pour l'honneur qu'elles m'ont fait en acceptant de juger ce travail.*

*Je formule mes plus profonds remerciements à Madame MARNICHE Faiza, Professeure à l'E.N.S.M.V. d'Alger, pour son aide précieuse dans l'achèvement de ce travail, notamment pour son expertise dans l'identification des espèces.*

*Je tiens à adresser ma profonde gratitude à ma mère et à mon père pour leur soutien inconditionnel. Je n'oublie pas mes frères et ma sœur, dont l'aide précieuse, les encouragements constants m'ont été d'un grand réconfort tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Ce projet n'aurait jamais pu aboutir sans le soutien indéfectible de mon père, que je remercie très sincèrement pour le temps qu'il m'a consacré, notamment en m'accompagnant lors des sorties sur le terrain, pour son appui constant tout au long de ces années d'études, ainsi que pour sa présence réconfortante dans les moments les plus difficiles.*

*Pour terminer, j'exprime toute ma gratitude à mes amis pour leur aide, soutien et présence. Je tiens également à adresser un grand merci à toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de cette thèse, que ce soit sur le terrain ou au laboratoire.*

*Sarah KHOUDDJA*

# *Table des Matières*

*Table des matières*

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Liste des tableaux.....                                                     | I         |
| Liste des figures .....                                                     | K         |
| Liste des abréviations.....                                                 | M         |
| <b>Introduction .....</b>                                                   | <b>1</b>  |
| <b>Chapitre I : Présentation de la région d'étude .....</b>                 | <b>6</b>  |
| 1.1. -Situation géographique de la région de Bouira .....                   | 7         |
| 1.2. - Particularités géologiques de la région d'étude .....                | 8         |
| 1.2.1. - Zones internes .....                                               | 8         |
| 1.2.2. - Zones externes .....                                               | 9         |
| 1.3. - Facteurs pédologiques de la région de Bouira .....                   | 9         |
| 1.4.- Réseaux hydrographiques .....                                         | 9         |
| 1.5.- Climatologie .....                                                    | 10        |
| 1.5.1.- Facteurs climatiques.....                                           | 10        |
| 1.5.1.1.-Température .....                                                  | 10        |
| 1.5.1.2.- Précipitations.....                                               | 12        |
| 1.5.1.3.- Vent .....                                                        | 13        |
| 1.5.2.- Synthèse climatique .....                                           | 14        |
| 1.5.2.1.- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls& Gaussen.....                | 14        |
| 1.5.2.2.- Diagramme bioclimatique d'Emberger .....                          | 15        |
| 1.6.- Facteurs biotiques .....                                              | 17        |
| 1.6.1.- Données bibliographiques sur la flore de la région de Bouira.....   | 18        |
| 1.6.2. - Données bibliographiques sur la faune de la région de Bouira ..... | 20        |
| <b>Chapitre II : Matériels &amp; Méthodes .....</b>                         | <b>23</b> |
| 2.1.- Description du matériel biologique.....                               | 24        |
| 2.1.1. - Morphologie et Dimensions .....                                    | 24        |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.2.- Systématique .....                                                          | 26 |
| 2.1.3.- Biologie et Ecologie .....                                                  | 27 |
| 2.1.4.- Hybridation et Spéciation .....                                             | 28 |
| 2.1.5.- Répartition des moineaux dans le monde.....                                 | 28 |
| 2.1.6.- Statut des moineaux dans le monde .....                                     | 29 |
| 2.2.- Présentation des stations d'étude.....                                        | 30 |
| 2.2.1. - Station d'Oued El Berdi.....                                               | 30 |
| 2.2.2. - Station d'El- Hachimia.....                                                | 31 |
| 2.2.3. - Station de Chabet Brahem.....                                              | 33 |
| 2.3.- Méthodes utilisées.....                                                       | 35 |
| 2.3.1.- Régime trophique des adultes et jeunes moineaux hybrides dans la zone ..... |    |
| d'étude d'Oued El Berdi en 2022 .....                                               | 35 |
| 2.3.1.1.-Captures des adultes du moineau hybride et collecte des .....              |    |
| poussins aux nids .....                                                             | 36 |
| 2.3.1.2.-Préparation des échantillons pour l'étude du régime alimentaire .....      | 36 |
| 2.3.1.3.- Analyse des contenus stomacaux .....                                      | 36 |
| 2.3.1.4. - Identification microscopique des plantes ingérées par les moineaux.....  |    |
| hybrides .....                                                                      | 37 |
| 2.3.1.5. - Identification microscopique des proies ingurgitées par le moineau ..... |    |
| hybride.....                                                                        | 38 |
| 2.3.1.6.- Méthodes utilisées pour l'exploitation des résultats .....                | 38 |
| 2.3.1.6.1. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de.....         | 38 |
| Composition .....                                                                   |    |
| a) Fréquence centésimale (FC%) .....                                                | 41 |
| b) Fréquence d'occurrence (FO).....                                                 | 41 |
| 2.3.1.6.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure .. | 41 |
| c) L'indice de Shannon-Weaver H' .....                                              | 41 |

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| d) Indice d'équitabilité (E).....                                                                                 | 41 |
| e) Coefficient de vacuité (CV) .....                                                                              | 41 |
| f) Indice de répletion (Ir) .....                                                                                 | 41 |
| 2.3.1.6.3. -Le test du $\chi^2$ :.....                                                                            | 42 |
| 2.3.2.- Phénologie de la reproduction du moineau hybride à Oued-El-.....                                          |    |
| Berdi en 2021 .....                                                                                               | 42 |
| 2.3.2.1.- Méthodologie adoptée dans l'étude de la reproduction des moineaux<br>hybrides .....                     | 42 |
| 2.3.2.1.1.- Détermination des sites de nidification.....                                                          | 42 |
| 2.3.2.1.2. - Manipulation des nids .....                                                                          | 43 |
| 2.3.2.1.3.- Fréquences des visites .....                                                                          | 43 |
| 2.3.2.2. - Paramètres de la reproduction .....                                                                    | 43 |
| 2.3.2.2.1.- Grandeur de la ponte .....                                                                            | 43 |
| 2.3.2.2.2.- Succès de reproduction à l'éclosion .....                                                             | 43 |
| 2.3.3. - Biologie de reproduction du <i>P. hispaniolensis</i> à Chabet Brahem en 2021 ....                        | 44 |
| 2.3.3.1.- Suivre de la reproduction du moineau espagnol.....                                                      | 44 |
| 2.3.4.- Étude biométrique des adultes du moineau hybride dans la région de Bouira<br>(Oued-El-Berdi en 2022)..... | 45 |
| 2.3.4.1.-Caractéristiques biométriques des adultes du moineau hybride :<br>Approche morphométrique .....          | 45 |
| 2.3.4.2. - Calcul des indices morphologiques.....                                                                 | 46 |
| 2.3.4.3.- Traitement statistique des données biométriques des moineaux.....<br>hybrides .....                     | 47 |
| 2.3.5.- Comportement du moineau hybride et impact des conditions.....                                             |    |
| Climatiques (Oued-El-Berdi entre 2020 et 2021) .....                                                              | 47 |
| 2.3.5.1.- Suivi comportemental du moineau (Passer) : Approche de bio-monitoring<br>sur le terrain .....           | 48 |

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.5.2.- Approche statistique pour le traitement des données comportementales du moineau (Passer) .....                                                     | 48 |
| <b>Chapitre III : Résultats</b> .....                                                                                                                        | 51 |
| 3.1. - Régime trophique des adultes et des jeunes au nid du moineau hybride dans.....                                                                        |    |
| la région de Bouira .....                                                                                                                                    | 52 |
| 3.1.1.- Analyse du régime alimentaire des moineaux hybrides : adultes et juvéniles                                                                           | 52 |
| 3.1.1.1.- Composition trophique des adultes du moineau hybride dans la région de Bouira .....                                                                | 53 |
| 3.1.1.1.1.- Importance de la fraction végétale dans le régime alimentaire .....                                                                              |    |
| des adultes du moineau hybride .....                                                                                                                         | 53 |
| 3.1.1.1.2.-Importance de la fraction animale dans le régime alimentaire des adultes du moineaux hybride .....                                                | 53 |
| 3.1.1.2.-Composition trophique des jeunes moineaux au nid dans la région de Bouira .....                                                                     | 57 |
| 3.1.1.2.1.- Contribution des proies animales au régime alimentaire des oisillons du moineau hybride en 2022 .....                                            | 57 |
| 3.1.1.2.2.- Contribution des plantes au régime alimentaire des oisillons du moineau hybride en 2022 .....                                                    | 57 |
| 3.1.1.3.- Analyse mensuelle de la composition alimentaire des adultes du moineau hybride ( <i>Passer domesticus</i> X <i>P. hispaniolis</i> ) à Bouira ..... | 61 |
| 3.1.1.3.1.- Variations de la composition en espèces végétales des contenus stomacaux des adultes en fonction des mois de l'année 2022 .....                  | 61 |
| 3.1.1.3.2.- Variations de la composition en proies animales des contenus stomacaux des adultes en fonction des mois de l'année 2022 .....                    | 62 |
| 3.1.1.4.- Analyse du régime alimentaire des juvéniles du moineau hybride en fonction de l'âge dans la région de Bouira .....                                 | 63 |
| 3.1.1.4.1. Évolution de la part animale dans l'alimentation des oisillons du moineau hybride en fonction de l'âge (2022) .....                               | 63 |

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.1.4.2 . Évolution de la part végétale dans l'alimentation des oisillons du moineau hybride en fonction de l'âge (2022) .....          | 65 |
| 3.1.1.5.- Approches méthodologiques et indices utilisés dans l'analyse du régime alimentaire des moineaux hybrides adultes à Bouira ..... | 65 |
| 3.1.1.5.1.- l'indice de Shannon-Weaver (H') et d'Équitabilité (E) .....                                                                   | 66 |
| 3.1.1.5.2.- Indice de réplétion (IR) et le coefficient de vacuité (CV) .....                                                              | 66 |
| 3.1.1.5.2.- Test de $\chi^2$ .....                                                                                                        | 67 |
| 3.1.1.6.- Méthodes et indices appliqués à l'étude alimentaire des jeunes moineaux hybrides à Bouira .....                                 | 67 |
| 3.1.1.6.1.- l'indice de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E) .....                                                                   | 68 |
| 3.1.1.6.2.- Indice de réplétion (IR) et le Coefficient de vacuité (CV) .....                                                              | 68 |
| 3.1.1.6.3.- Test de $\chi^2$ .....                                                                                                        | 69 |
| 3.2. -Étude de la reproduction des moineaux dans la région de Bouira .....                                                                | 69 |
| 3.2.1. -Phénologie de la reproduction des moineaux hybrides dans la station de l'Oued El Berdi en 2021 .....                              | 70 |
| 3.2.1.1. -Temporalités biologiques de la reproduction .....                                                                               | 70 |
| 3.2.1.1.1 - La parade nuptiale .....                                                                                                      | 70 |
| 3.2.1.1.2.- Imbrication et Accouplement .....                                                                                             | 71 |
| 3.2.1.1.3. -Incubation et Elevage .....                                                                                                   | 71 |
| 3.2.1.2.- Analyse des traits reproductifs du moineau hybride .....                                                                        | 73 |
| 3.2.1.2.1. - Construction, Emplacement et Nombres de nids .....                                                                           | 73 |
| 3.2.1.2.2.- Date de pontes et Nombre de couvées .....                                                                                     | 74 |
| 3.2.1.2.3.- Taille de la couvée et Succès de la reproduction .....                                                                        | 76 |
| 3.2.2. – Aperçu sur la Biologie de reproduction du moineau espagnol dans la station de Chabet Brahem en 2021 .....                        | 78 |
| 3.2.2.2. Comportement du <i>P. hispaniolis</i> dans la colonie de Chabet Brahem .....                                                     | 78 |
| 3.2.2.1. -Paramètres de la reproduction .....                                                                                             | 79 |
| 3.2.2.1.1. -Emplacement et hauteur des nids .....                                                                                         | 79 |

|                                                                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.2.1.2. -Date de ponte et taille de la couvée .....                                                                         | 79         |
| 3.2.2.1.3. -Succès de la reproduction .....                                                                                    | 80         |
| <b>3.3.-Résultats de l'analyse des traits morpho métriques chez les moineaux hybrides .</b>                                    | <b>83</b>  |
| 3.3.1.- Détermination de l'indice de condition corporelle SMI .....                                                            | 83         |
| 3.3.2.-Évolution des traits morphologiques des mâles du Passer avant et pendant la période de reproduction 2022 .....          | 83         |
| 3.3.3.- Variation des caractéristiques morphologiques des femelles du Passer avant et pendant la reproduction 2022 .....       | 85         |
| 3.3.4.- Comparaisons morphologiques entre les mâles et femelles du moineau hybride avant la période de reproduction 2022 ..... | 88         |
| 3.3.5.-Étude des variations entre les mâles et femelles du moineau hybride pendant la période de reproduction 2022 .....       | 89         |
| <b>3.4.- Etude comportementale des moineaux hybrides et influence des facteurs climatiques dans la région de Bouira .....</b>  | <b>91</b>  |
| 3.4.1. Comportement mensuel des moineaux hybride dans la station de l'Oued el berdi (2020-2021) .....                          | 91         |
| 3.4.2. Comportement mensuel des moineaux hybride dans la station d'El Hachimia (2020-2021).....                                | 92         |
| 3.4.3. Analyse de l'effet des facteurs climatique sur l'activité du <i>Passer</i> .....                                        | 93         |
| <b>Chapitre IV : Discussions .....</b>                                                                                         | <b>95</b>  |
| <b>4.1. -Discussion sur le régime alimentaire des moineaux hybrides dans la région de Bouira (2022).....</b>                   | <b>96</b>  |
| 4.1.1.- Discussion sur le régime alimentaire des adultes du moineau hybride à Oued El Berdi. ....                              | 96         |
| 4.1.2 - Discussion sur le régime alimentaire des jeunes moineaux hybrides aux nids à Oued El Berdi.....                        | 100        |
| <b>4.2. Discussion sur la reproduction des moineaux dans la région de Bouira.....</b>                                          | <b>105</b> |
| 4.2.1. – Discussion sur la reproduction du moineau hybride dans la station del'Oued El Berdi en 2021 .....                     | 105        |

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.2. - Discussion sur la reproduction du moineau espagnol dans la station de Chabet Brahem en 2021 .....                                   | 111 |
| 4.3. -Discussion sur la biométrie des moineaux hybrides à Bouira (2022) .....                                                                | 112 |
| 4.4. Discussion sur le comportement des moineaux hybrides dans la région de Bouira et l'influence des facteurs climatiques (2020-2021) ..... | 117 |
| Conclusion générale& Perspectives .....                                                                                                      | 120 |
| Références bibliographiques .....                                                                                                            | 124 |
| Annexes .....                                                                                                                                | 144 |
| Résumés.....                                                                                                                                 | 149 |

***Liste des tableaux***

|                                                                                                                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau n°1</b> - Températures mensuelles moyennes, maxima et minima de la région de Bouira de l'année 2020, 2021 et 2022.....                                                      | <b>11</b> |
| <b>Tableau n° 2</b> - Pluviométries mensuelles de la région d'étude en 2020,2021et 2022.....                                                                                           | <b>12</b> |
| <b>Tableau n°3</b> - Vitesses maximales mensuelles des vents (m/s) enregistrées durant les années 2020, 2021 et 2022 à Bouira.....                                                     | <b>14</b> |
| <b>Tableau n° 4</b> - Valeurs moyennes des températures maximales, minimales et des précipitations à Bouira de 2010 à 2019.....                                                        | <b>16</b> |
| <b>Tableau n°5</b> – Echéancier des sorties en fonction des mois et des jours dans les stations de Oued el Berdi & Chabet Brahem en 2021 .....                                         | <b>44</b> |
| <b>Tableau n°6</b> – Echéancier des sorties en fonction des mois et des jours dans les stations de Oued el Berdi & El Hachimia en 2020 /2021 .....                                     | <b>49</b> |
| <b>Tableau n°7</b> -Pourcentages des différentes fractions consommées par les adultes et les jeunes aux nids du moineau hybride dans la région de Bouira .....                         | <b>52</b> |
| <b>Tableau n°8</b> -Liste des fréquences centésimales des espèces végétales consommées par les moineaux adultes dans la région de Bouira.....                                          | <b>54</b> |
| <b>Tableau n°9</b> -Abondances relatives des ordres des proies consommées par les adultes du moineau hybride en 2022.....                                                              | <b>55</b> |
| <b>Tableau n°10</b> -Abondances relatives des ordres des proies consommées par les jeunes du moineau hybride en 2022.....                                                              | <b>58</b> |
| <b>Tableau n°11</b> -Liste des fréquences centésimales des espèces végétales consommées par les jeunes moineaux au nid dans la région de Bouira .....                                  | <b>59</b> |
| <b>Tableau n°12</b> -Diversité spécifique (H') et Equitabilité (E) des fractions alimentaires ingérées par le moineau hybride selon les mois de l'année 2022.....                      | <b>66</b> |
| <b>Tableau n°13</b> -Diversité spécifique (H') et Equitabilité (E) des fractions alimentaires ingérées par les jeunes passereaux selon l'âge à Bouira.....                             | <b>68</b> |
| <b>Tableau n°14</b> - Supports et hauteurs des nids, nombre d'œufs pondus et éclos par nid, ainsi que le taux de réussite du moineau hybride au cours des trois couvées réalisées..... | <b>77</b> |
| <b>Tableau n°15</b> - Nombre d'œufs pondus et éclos par nid, ainsi que le taux de réussite de la reproduction des moineaux espagnols dans la station de Chabet Brahem.....             | <b>82</b> |

|                                                                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Tableau n°16-</b> Valeurs morpho métriques et condition corporelle des mâles du moineau hybride avant et pendant la reproduction.....    | <b>84</b>  |
| <b>Tableau n°17-</b> Valeurs morpho métriques et condition corporelle des femelles du moineau hybride avant et pendant la reproduction..... | <b>86</b>  |
| <b>Tableau n°18-</b> Valeurs des paramètres mesurés et des indices calculés pour chaque sexe avant la période de reproduction.....          | <b>88</b>  |
| <b>Tableau n°19-</b> Valeurs des paramètres mesurés et des indices calculés pour chaque sexe pendant la période de reproduction.....        | <b>89</b>  |
| <b>Tableau n°20 :</b> Effets des variables climatiques et la taille de population sur les activités comportementales significatives .....   | <b>94</b>  |
| <b>Tableau n° 21-</b> Les principales régions agricoles de la wilaya de Bouira.....                                                         | <b>145</b> |
| <b>Tableau n° 22-</b> Différentes zones humides de la wilaya de Bouira.....                                                                 | <b>145</b> |
| <b>Tableau n°23-</b> Valeurs propres (Eigenvalues).....                                                                                     | <b>147</b> |
| <b>Tableau n°24-</b> Coordonnées Individus & Contributions à l'inertie.....                                                                 | <b>147</b> |
| <b>Tableau n°25-</b> Coordonnées Variables & Contributions à l'inertie.....                                                                 | <b>147</b> |
| <b>Tableau n°26-</b> Valeurs propres (Eigenvalues).....                                                                                     | <b>148</b> |
| <b>Tableau n°27-</b> Coordonnées Individus & Contribution à l'inertie.....                                                                  | <b>148</b> |
| <b>Tableau n°28-</b> Coordonnées Variables & Contribution à l'inertie.....                                                                  | <b>148</b> |

***Liste des figures***

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Fig. 1</b> - Situation géographique de la région de Bouira .....                                                                                                            | 7  |
| <b>Fig. 2</b> -Diagramme ombrothermique de la région de Bouira des années 2020, 2021 et 2022..                                                                                 | 15 |
| <b>Fig. 3</b> - Place de la région de Bouira dans le Climagramme d'Emberger .....                                                                                              | 17 |
| <b>Fig. 4</b> – Dimorphisme sexuel du moineau domestique.....                                                                                                                  | 25 |
| <b>Fig. 5</b> – Photos de la Femelle et du mâle du moineau espagnol.....                                                                                                       | 26 |
| <b>Fig. 6</b> - Localisation de la zone d'étude wilaya de Bouira .....                                                                                                         | 30 |
| <b>Fig. 7</b> – Station de l'exploitation agricole d'Oued El Berdi.....                                                                                                        | 31 |
| <b>Fig. 8</b> -Vue de la station agricole d'El Hachimia. ....                                                                                                                  | 32 |
| <b>Fig. 9</b> - Nidification du moineau hybride dans la station El Hachimia.....                                                                                               | 33 |
| <b>Fig. 10</b> - Vue de la station de Chabet Brahem. ....                                                                                                                      | 34 |
| <b>Fig. 11</b> - Etapes suivies dans l'étude du régime trophique des adultes et jeunes<br>moineaux hybrides. ....                                                              | 37 |
| <b>Fig. 12</b> – Comparaison de quelques plantes ingérées par les moineaux hybrides avec celles<br>de l'épidermothèque de référence (GX40), et la collection des graines. .... | 39 |
| <b>Fig. 13</b> - Détermination de quelques proies animales trouvées dans les contenus stomacaux<br>des adultes et jeunes moineaux hybrides. ....                               | 40 |
| <b>Fig. 14</b> - Pesées des moineaux hybrides.....                                                                                                                             | 46 |
| <b>Fig. 15</b> - Mesure de l'envergure et de la longueur du corps d'un moineau hybride. ....                                                                                   | 46 |
| <b>Fig. 16</b> - Fiche d'observation du comportement des moineaux.....                                                                                                         | 50 |
| <b>Fig. 17</b> -Fréquences centésimale des catégories des plantes trouvées dans le régime<br>alimentaire des adultes du moineau hybride à Bouira.....                          | 56 |
| <b>Fig. 18</b> -Abondances relatives des ordres d'arthropodes enregistrés dans le régime<br>alimentaire des adultes du moineau hybride dans la région de Bouira.....           | 56 |
| <b>Fig. 19</b> -Fréquences centésimale des catégories des plantes trouvées dans le régime<br>alimentaire des jeunes du moineau hybride à Bouira.....                           | 60 |
| <b>Fig. 20</b> - Abondances relatives des ordres d'arthropodes enregistrés dans le régime<br>alimentaire des jeunes au nid du moineau hybride dans la région de Bouira.....    | 60 |
| <b>Fig. 21</b> - Fréquences relatives des proies animales consommées par le moineau adulte<br>en fonction des mois suivis dans la région de Bouira.....                        | 62 |
| <b>Fig. 22</b> - Fréquences relatives des proies végétales consommées par le moineau adulte                                                                                    |    |

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| en fonction des mois suivis dans la région de Bouira.....                                                                                                       | 63 |
| <b>Fig. 23-</b> Fréquences relatives des proies animales consommées par les jeunes moineaux au nid par catégorie d'âge dans la région de Bouira.....            | 64 |
| <b>Fig. 24-</b> Fréquences relatives des proies végétales consommées par les jeunes moineaux aux nids par catégories d'âges dans la région de Bouira.....       | 65 |
| <b>Fig. 25 -</b> Evolution de l'Indice de réplétion (Ir) chez les adultes du moineau hybride.....                                                               | 67 |
| <b>Fig. 26-</b> Variation de l'indice de réplétion (Ir) chez les jeunes moineaux hybrides.....                                                                  | 69 |
| <b>Fig. 27 -</b> Nidification du moineau hybride dans la station de l'Oued El Berdi durant la saison de reproduction 2021.....                                  | 71 |
| <b>Fig. 28 -</b> Cycle biologique du moineau hybride .....                                                                                                      | 72 |
| <b>Fig. 29 -</b> Evolution de la reproduction du moineau hybride à Oued El Berdi .....                                                                          | 72 |
| <b>Fig. 30 -</b> Evolution d'un nid du moineau hybride pendant la période de reproduction ; Oued El Berdi 2021. (1) mars, (2) avril, (3) mai.....               | 73 |
| <b>Fig. 31 -</b> Variation des nids actifs du moineau hybride en fonction de la date des pontes à Bouira durant la période de reproduction 2021.....            | 74 |
| <b>Fig. 32 -</b> Variation des nids rencontrés en fonction de couvées réalisées par Passer dans la région de Bouira.....                                        | 75 |
| <b>Fig. 33 -</b> Variation de la moyenne du succès reproducteur entre les différentes couvées réalisées par les moineaux hybrides dans la région de Bouira..... | 76 |
| <b>Fig. 34-</b> Nidification du moineau espagnol à la station de Chabet Brahem pendant la période de reproduction 2021.....                                     | 80 |
| <b>Fig. 35 -</b> Variation de la moyenne du succès reproducteur entre les différentes couvées réalisées par les moineaux espagnols.....                         | 81 |
| <b>Fig. 36 -</b> Facteurs écologiques affectant la nidification du moineau espagnol dans la région de Bouira pendant la saison de reproduction.....             | 81 |
| <b>Fig. 37-</b> Longueur du bec des mâles avant et pendant la période de reproduction.....                                                                      | 85 |
| <b>Fig. 38-</b> Envergure des femelles avant et pendant la période de reproduction. ....                                                                        | 87 |
| <b>Fig. 39-</b> Longueur du bec des femelles avant et pendant la saison reproductive.....                                                                       | 87 |
| <b>Fig. 40-</b> Longueur du corps des mâles et femelles pendant la période de reproduction .....                                                                | 90 |
| <b>Fig. 41-</b> Envergure des mâles et femelles pendant la période de reproduction.....                                                                         | 90 |
| <b>Fig. 42-</b> Comportement mensuel du moineau hybride dans la station d'Oued El Berdi .....                                                                   | 92 |
| <b>Fig. 43-</b> Comportement mensuel du moineau hybride dans la station d El Hachimia.....                                                                      | 93 |

***Liste des abréviations***

**Fig.** : Figure

**Tab.** : Tableau

**N.** : Nord

**E.** : Est

**cm** : Centimètre

**hm<sup>3</sup>** : Hectomètre cube

**g** : Gramme

**°C.** : Degré Celcius

**mm.** : Millimètre

**m/s** : Mètre/ seconde

**km/ h** : Kilomètre/ heure

**ind sp.** : Espèce indéterminée

**I:** Janvier

**II** : Février

**III** : Mars

**IV** : Avril

**V** : Mai

**VI** : Juin

**VII** : Juillet

**VIII** : Aout

**IX** : Septembre

**X** : Octobre

**XI** : Novembre

**XII** : Décembre

**BDB** : Développment agricole rural à Bouira,

**ORGM** : Office de Recherche Géologique et Minière

**DGF** : Direction Générale des Forêts

**DSA** : Direction des Services Agricoles

**DRE Bouira** : Direction des Ressources en Eau

**DCB** : Direction de la conservation des forêts et de l'hydraulique de Bouira

**DTA** : Direction du Tourisme et de l'Artisanat

**DHA/MRE** : Direction de l'Hydraulique Agricole/ Ministère des Ressources en Eau

# *Introduction*

La majorité des facteurs responsables du déclin de la biodiversité sont d'origine humaine et sont généralement regroupés sous le terme de « changements globaux » (MAXWELL et *al.*, 2016). Ces changements, tels qu'ils sont actuellement observés, engendrent une incertitude croissante quant à l'avenir des écosystèmes terrestres (WHITTAKER et *al.*, 2005 et BERGGREN et *al.*, 2009). Parmi ces pressions, on retrouve l'intensification de l'occupation des sols, l'homogénéisation biotique à l'échelle des paysages, l'urbanisation, la déforestation à grande échelle, les invasions biologiques et le réchauffement climatique, qui exercent tous des effets profonds et durables sur la biodiversité (FLYNN et *al.*, 2009 ; BROCKERHOFF et *al.*, 2010 ; PAUTASSO et *al.*, 2011 et JONGSOMJIT et *al.*, 2013).

De nombreuses espèces végétales et animales sont étroitement liées aux paysages façonnés par l'activité humaine, en particulier aux milieux agricoles (BENNETT et *al.*, 2006). L'intensification des pratiques agricoles a profondément modifié ces territoires, les rendant plus homogènes. L'agrandissement des parcelles, la simplification des rotations culturales, l'adoption de systèmes d'irrigation performants et la réduction de la variabilité saisonnière des cultures ont contribué à cette uniformisation, provoquant un déclin marqué de la biodiversité dans les agroécosystèmes (DONALD et *al.*, 2001 ; FRENZEL et *al.*, 2016 ; RIGAL et *al.*, 2023).

Les oiseaux, en effet jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes terrestres en fournissant divers services éco systémiques tels que la pollinisation, la régulation des populations d'insectes par prédation, ou encore la dispersion des graines (ZAMORA et *al.*, 2010 ; ANDERSON et *al.*, 2011 ; ALBRECHT et *al.*, 2012). La disparition locale de certaines espèces possédant des traits fonctionnels clés peut entraîner une forte altération de ces fonctions. Par ailleurs, des facteurs tels que l'absence de contraintes biotiques (compétition, prédation, maladies), la disponibilité localisée des ressources alimentaires ou encore les interactions sociales intra-spécifiques peuvent fortement influencer le lien entre une espèce et son habitat (RICKLEFS, 2013). Ces dynamiques peuvent, à une échelle plus large, affecter les processus démographiques et écologiques, les flux d'individus entre populations, ainsi que les niveaux d'exploitation des ressources (JENNIONS et PETRIE, 1997 ; BOWLER et BENTON, 2005 ; LAMBERT et *al.*, 2017). Ainsi, la sélection multi-échelle de l'habitat par les espèces et leurs groupements dépend, au moins en partie, des interactions biotiques qui se forment au sein du réseau trophique (HAGEN et *al.*, 2012).

Les moineaux comptent parmi les oiseaux granivores pouvant agir comme prédateurs dans les agroécosystèmes. Le moineau hybride, ainsi que plusieurs espèces apparentées, sont notamment reconnus pour les dégâts significatifs qu'ils peuvent occasionner aux cultures agricoles (DAWSON, 1970 ; UBAIDULLAH, 2004 ; KALE et *al.*, 2011, 2014 ; KHALEGHIZADEH, 2011 ; MOFOKENG et SHARGIE, 2016). En Afrique du Nord, de nombreuses études ont mis en évidence l'importance des pertes agricoles attribuées aux moineaux du genre *Passer*, affectant une grande diversité de cultures (METZMACHER et DUBOIS, 1981 ; EL KHARRIM et *al.*, 1997 ; GUEZOUL et *al.*, 2006, 2010 ; AIT BELKACEM et *al.*, 2012 ; MADAGH, 2013 ; BEHIDJ-BENYOUNES et *al.*, 2014 ; BENRAS et *al.*, 2017).

À l'échelle mondiale, la bio-écologie des moineaux a suscité un intérêt scientifique considérable. En Europe, de nombreuses recherches ont porté sur leurs comportements alimentaires, comme en témoignent les travaux : ANDERSON (1984, 2006), CAVIEDES-VIDAL et KARASOV (2001), MARQUES et *al.* (2003), PERKINS et *al.* (2007), BRZEK et *al.* (2010) et KLVANOVA et *al.* (2011), CRISTINA et *al.* (2016), MONUS et BARTA (2016), DROBNIK et *al.* (2020). La reproduction du *Passer domesticus* a également été largement étudiée dans divers contextes géographiques : en Espagne (ALONSO, 1984), en Inde (MATHEW et NAIK, 1985), en Pologne (INDYKIEWICZ, 1990), en Suisse (REYER et *al.*, 1998), ainsi qu'aux Îles Féroé, où MAGNUSSEN et JENSEN (2010, 2017) ont analysé en détail sa biologie reproductive. En Italie du Nord, RUBOLINI et *al.* (2007) ont documenté les tendances à long terme des dates de première arrivée et de ponte, notamment chez les moineaux hybrides.

En Algérie, plusieurs études ont porté sur le régime alimentaire des moineaux hybrides ainsi que des espèces parentes les composant (METZMACHER, 1981, 1983 ; BENDJOUDI, 1999 ; AIT BELKACEM, 2000 et 2004 ; AKROUF et *al.*, 2002 ; GUEZOUL et *al.*, 2004 ; GUEZOUL, 2011 ; OULD RABAH et *al.*, 2014 ; SAAD et *al.*, 2019 ; ABASSE et *al.*, 2022). La reproduction du moineau hybride et du moineau espagnol (*Passer hispaniolensis*) a également fait l'objet de recherches dans différentes régions du pays. Dans l'est de la Mitidja, AIT BELKACEM et *al.* (2003) ainsi que BEHIDJ-BENYOUNES et DOUMANDJI (2006) à Boudouaou, ont étudié le nombre de couvées et le devenir des œufs. Ces travaux ont été approfondis par BEHIDJ-BENYOUNES et *al.* (2013), qui ont mené un suivi plus détaillé dans l'extrême est de la Mitidja.

Plus au sud, dans le nord saharien, GUEZOUL et *al.* (2011) ont analysé la biologie de reproduction des moineaux hybrides dans les palmeraies de *Phoenix dactylifera* à Biskra. AIT BELKACEM et *al.* (2016) ont comparé la reproduction des moineaux domestiques, espagnols et de leurs hybrides dans les régions de Djelfa et Hassi El Euch. Par ailleurs, des études morphométriques sur *P. domesticus* et *P. hispaniolensis* ont été réalisées dans une zone semi-aride proche d'Oran par METZMACHER (1985), tandis que les caractéristiques phénotypiques de ces espèces ont été analysées par AIT BELKACEM et *al.* (2004) dans la même région, puis comparées entre populations urbaines, rurales et hybrides à Djelfa (AIT BELKACEM et *al.*, 2016).

Au regard de l'importante littérature existante, il apparaît essentiel d'évaluer de manière rigoureuse l'ampleur des dégâts occasionnés, d'identifier les périodes de vulnérabilité maximale des espèces nuisibles, afin de sélectionner les approches les plus appropriées au contexte. L'efficacité de ces mesures repose sur une connaissance fine de la biologie et du comportement des oiseaux impliqués.

Il convient de noter que, dans le contexte actuel de la conservation, le terme « oiseaux nuisibles » est considéré comme obsolète, car il ne reflète plus la complexité écologique des espèces, y compris celles causant des dommages agricoles. Chaque espèce joue un rôle dans les écosystèmes et doit être envisagée dans une perspective globale. Cette approche est désormais portée par plusieurs instruments juridiques internationaux adoptés au cours des dernières décennies, et consolidée par des cadres récents.

Le Cadre mondial pour la biodiversité de Kunming-Montréal, adopté en décembre 2022 lors de la COP15 de la Convention sur la diversité biologique (CDB), vise à enrayer la perte de biodiversité à l'horizon 2030 grâce à 23 cibles ambitieuses, incluant la gestion durable des espèces et la réduction des conflits entre la faune et les activités humaines.

L'Agenda 2030 des Nations unies, à travers les Objectifs de développement durable (notamment l'ODD 15 sur la vie terrestre), appelle à protéger, restaurer et utiliser durablement les écosystèmes terrestres.

Ainsi, toute gestion des oiseaux en milieu agricole doit viser une coexistence entre production et conservation, fondée sur la compréhension des dynamiques écologiques et une gestion intégrée du paysage alliant préservation des habitats, connectivité écologique et cohabitation durable.

Dans ce cadre, ce travail se fixe deux objectifs principaux : caractériser la bio-écologie des moineaux, à travers l'analyse de leurs comportements alimentaires et de leurs stratégies reproductives, et évaluer la répartition spatiale et la dynamique de leurs populations, en lien avec les fluctuations climatiques. Ces objectifs visent à mieux comprendre l'adaptation des moineaux aux milieux étudiés et à fournir des informations pour une gestion efficace.

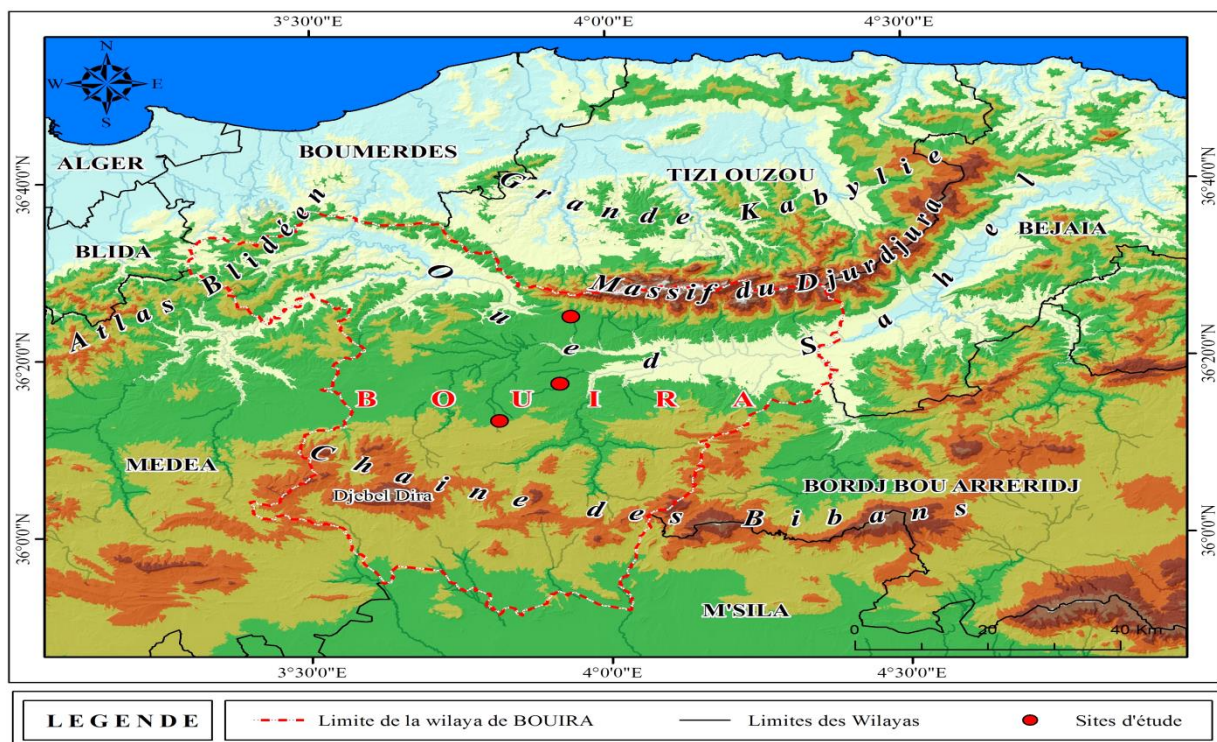
La thèse est organisée en quatre parties, le premier chapitre est consacré à la présentation de la région d'étude, posant ainsi le cadre écologique et paysager. Le deuxième chapitre décrit les méthodes utilisées, tant sur le terrain qu'en laboratoire, ainsi que les techniques d'analyse des résultats, en lien avec les approches intégrées nécessaires à la compréhension des interactions espèces-habitat. Le troisième chapitre présente les résultats, articulés autour de quatre axes : le comportement alimentaire des moineaux hybrides adultes et jeunes au nid, la phénologie de leur reproduction dans la région de Bouira ainsi que leur parent espagnol. Une étude biométrique des mâles et femelles en phases pré-reproductive et reproductive, et enfin, le comportement des moineaux hybrides en milieu agricole, avec une attention particulière portée sur l'influence potentielle de certains facteurs, notamment climatiques, sur leur comportement et la dynamique de leurs populations. Ces analyses visent à éclairer les liens entre traits d'histoire de vie des espèces et réponses aux variations de structure et de composition des habitats agricoles. Le quatrième chapitre est consacré à la discussion des résultats à la lumière de ces enjeux écologiques. L'étude se conclut par une synthèse générale et des perspectives.

*Chapitre I :*  
*Présentation de la*  
*région d'étude*

Dans ce chapitre, nous avons regroupé les données relatives à la région de Bouira, en abordant plusieurs aspects essentiels : la situation géographique, la géologie, la pédologie, l'hydrologie, la climatologie, ainsi que la flore et la faune.

### 1.1. -Situation géographique de la région de Bouira

La région de Bouira, localisée à environ 120 km au sud-est de la capitale Alger, s'étend sur une superficie de 4 456 km<sup>2</sup> et s'élève à une altitude moyenne de 525 mètres, au sein de la vallée du Sahel. Cette région est géographiquement marquée par la présence du massif du Djurdjura au nord, avec le point culminant de Tikjda (Fig. n° 1). Le territoire de la région est délimité par plusieurs formations géologiques notables, telles que les chaînes des Bibans au sud, l'extrémité orientale de l'Atlas blidéen au nord-ouest, ainsi que les monts de Dirah à l'ouest (DTA, 2018).



Amine SIG

**Figure n° 1 - Situation géographique de la région de Bouira**

Grâce à sa position géographique, Bouira occupe un rôle stratégique en tant que centre commercial et de transit, facilitant les échanges économique vers le sud et l'est du pays (SI YUCEF et MIZAB, 2004).

L'agriculture est l'activité économique dominante de la région, avec une superficie agricole utile (SAU) de 190 152 hectares, dont 11 000 hectares sont irrigués, divisée en trois zones aux potentialités distinctes (BDB, 2007). La zone montagneuse au nord, à dominance arboricole, représentant 31 % de la superficie agricole totale, la zone des plaines au centre, caractérisée par les grandes cultures, le maraîchage et l'élevage laitier, avec 40 % de la superficie agricole totale et la zone agropastorale au sud, où l'élevage ovin est prédominant.

Selon la DHE (2009), le découpage par région agricole, fondé sur les principaux ensembles géomorphologiques présents dans la région et en tenant compte des aspects climatiques, distingue six (06) régions agricoles : la plaine d'Aïn-Bessem - Ben Slimane, l'Atlas blidéen, la chaîne des Bibans et les monts du Hodna, le Djebel Dirah, la Grande Kabylie du Djurdjura et la haute vallée de la Soummam (Annexe 1).

### **1.2. - Particularités géologiques de la région d'étude**

La consultation de la carte géologique de Bouira, ainsi que les recherches systématiques effectuées en 1984 et 1985 par l'ORGM révèlent que le site et ses environs proches sont principalement constitués de terrains du Quaternaire et Mésocénozoïques, présentant des relations relativement complexes (HAMOUDI, 2016). La région de Bouira a été marquée par l'orogénèse alpine, caractérisée par des mouvements tectoniques d'envergure et une grande complexité. Cette orogénèse concerne la partie septentrionale de l'Algérie et structure les domaines de l'Atlas tellien, où des zones internes et externes ont été identifiées (DGF, 2010).

#### **1.2.1. - Zones internes**

Elles sont constituées de massifs cristallins et métamorphiques anciens formant le socle kabyle. Ce socle est bordé au sud par la chaîne du Djurdjura, dont les dépôts, principalement mésozoïques et cénozoïques, sont transgressifs sur le substratum paléozoïque ainsi que sur le schiste satiné sous-jacent. Le Djurdjura fait partie de la chaîne calcaire (DGF, 2010).

### **1.2.2. - Zones externes**

Elles sont caractérisées par des nappes à vergence apparente vers le sud, issues du décollement et de l'écaillage de la couverture sédimentaire post-jurassique supérieure. Une partie de ces nappes est engagée sous les zones internes, tandis qu'une autre repose sur l'autochtone relatif tellien, qui s'étend vers le sud et se raccorde à l'avant-pays atlasique (DGF, 2010).

### **1.3. - Facteurs pédologiques de la région de Bouira**

La région de Bouira se caractérise par des sols iso-humiques, bruns, sur alluvions, profonds, à texture argileuse, avec un pédoclimat frais durant la saison pluvieuse. Dans le massif du Djurdjura, les sols de la zone de Tikjda, évoluant sur un substratum géologique, présentent les caractéristiques des sols bruns forestiers, acides. Les teneurs en matière organique y sont relativement élevées, en raison du fort taux de recouvrement par les formations arborées. Ces sols sont également caractérisés par la présence de couches salées dans le Trias, ce qui correspond aux sols Chisites (KHOUMERI et DAHMANI, 2016).

Selon la DSA (2015), la structure agro-pédologique permet de distinguer trois principales catégories de sols. Les sols fertiles à haut rendement agricole, situés dans les plaines du littoral, dont une partie est souvent marécageuse, notamment en bordure des oueds. Les sols cultivables, parfois accidentés et exposés à l'érosion, adaptés à la céréaliculture et à l'arboriculture rustique, particulièrement au niveau des piémonts et les sols incultes composés de massifs montagneux rocaillieux et accidentés, généralement recouverts de végétation forestière.

### **1.4.- Réseaux hydrographiques**

Les ressources en eau de la région de Bouira, qui incluent les eaux souterraines et de surface, jouent un rôle fondamental dans l'alimentation en eau potable (AEP), l'industrie, l'irrigation agricole, ainsi que dans la régulation du climat local.

Les eaux souterraines, estimées à 48,5 hm<sup>3</sup>, proviennent de cinq nappes principales : Isser (8 hm<sup>3</sup>), El Madjen et Bouira (25 hm<sup>3</sup>), Arribs (2,5 hm<sup>3</sup>), El Asnam (5 hm<sup>3</sup>) et la vallée du Sahel (8 hm<sup>3</sup>) (DRE Bouira). En parallèle, la région compte 03 barrages, 32 retenues collinaires, 02 lacs et 15 oueds (Annexe 2), identifiés dans l'inventaire des zones humides en Algérie (DCB, 2019).

### **1.5.- Climatologie**

Le climat constitue une composante fondamentale des écosystèmes terrestres, exerçant une influence cruciale sur la distribution et la vie des organismes vivants (LACOSTE et SALANON, 2001). Il est le produit des phénomènes météorologiques qui affectent l'atmosphère. Selon LELIEVELD et *al.* (2016), le climat pourrait connaître à l'avenir des changements radicaux, avec des jours de chaleur fréquents affichant des températures maximales quotidiennes supérieures à 50 °C, rendant certaines régions potentiellement inhabitables pour diverses espèces, y compris l'homme.

#### **1.5.1.- Facteurs climatiques**

Les paramètres climatiques, tels que la température, les précipitations, l'humidité relative et les régimes de vent, jouent un rôle crucial dans la bio-écologie des espèces, en influençant directement et indirectement leur comportement, leur distribution et la dynamique de leurs populations. Afin de définir précisément les caractéristiques climatiques de la région d'étude. Nous nous appuyons sur les données fournies par l'Office International de Météorologie (NASA POWER DATA).

##### **1.5.1.1.-Température**

La température est l'un des facteurs les plus importants du climat, elle dépend fondamentalement de la quantité de rayonnement reçue du soleil, soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire de la surface de la terre. Elle représente un facteur limitant d'importance capitale car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces de la biosphère (RAMADE, 1984 ; FRONTIER et *al.*, 2008).

## Chapitre I : Présentation de la région d'étude

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance des variables suivantes : Température moyenne mensuelle (T)  $T = (M+m)/2$ , Température maximale (M) et la Température minimale (m). Le tableau (1) regroupe les températures mensuelles minimales, maximales et moyennes des sites étudiés durant les trois années de 2020, 2021 et 2022.

**Tableau n°1** - Températures mensuelles moyennes, maxima et minima de la région de Bouira de 2020 à 2022

| Années | TM     | Mois  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        |        | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
| 2020   | m (°C) | -2,86 | 1,04  | -0,25 | 5,9   | 7,86  | 11,33 | 14,96 | 15,22 | 9,29  | 4,94  | 1,57  | -3,41 |
|        | M (°C) | 17,49 | 23,76 | 24,92 | 28,34 | 34,87 | 40,4  | 41,66 | 44,02 | 35,19 | 29,22 | 25,19 | 19,59 |
|        | (M+m)  | 7,31  | 12,4  | 12,33 | 17,12 | 21,36 | 25,86 | 28,31 | 29,62 | 22,24 | 17,08 | 13,38 | 8,09  |
|        | / 2    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2021   | m (°C) | -4,03 | -1,1  | 1,08  | 1,84  | 6,62  | 13,48 | 16,29 | 19,23 | 12,4  | 7,98  | 2,78  | -1,63 |
|        | M (°C) | 23,04 | 23,62 | 24,95 | 28,55 | 35,42 | 40,08 | 43,15 | 43,43 | 37,2  | 31,2  | 25,77 | 19,38 |
|        | (M+m)  | 9,50  | 11,26 | 13,01 | 15,19 | 21,02 | 26,78 | 29,72 | 31,33 | 24,8  | 19,59 | 14,27 | 8,87  |
|        | / 2    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2022   | m (°C) | -2,48 | -1,13 | -0,94 | -0,17 | 4,91  | 12,05 | 16,04 | 16,61 | 10,17 | 9,94  | 1,34  | 1,86  |
|        | M (°C) | 19,37 | 22,34 | 22,4  | 27,25 | 36,21 | 41,64 | 42,36 | 42,63 | 40,4  | 31,55 | 27,26 | 22,09 |
|        | (M+m)  | 8,44  | 10,60 | 10,73 | 13,54 | 20,56 | 26,84 | 29,2  | 29,62 | 25,28 | 20,74 | 14,3  | 11,97 |
|        | / 2    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

(NASA POWER DATA).

D'après le tableau n° 1, les températures moyennes mensuelles observées de 2020 à 2022 à Bouira montrent que les valeurs les plus basses se produisent en janvier, février, mars, ainsi qu'en novembre et décembre.

Les températures moyennes les plus élevées sont relevées pendant les mois d'été, notamment en juillet et août. En ce qui concerne les températures minimales des mois les plus froids, elles atteignent -3,41°C en décembre 2020, -4,03°C et -2,48 °C en janvier 2021 et 2022. Quant aux

températures maximales des mois les plus chauds, elles varient entre 42°C et 44°C sur la période s'étalant de 2020-2022.

### 1.5.1.2.- Précipitations

Les précipitations sont un des processus hydrologiques du climat les plus variables (AKSOUH, 2017). Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT, 1999). Le volume annuel des pluies conditionne la distribution des espèces dans les aires biogéographiques (RAMADE, 1984).

Selon WAHAET et *al.* (2017), une diminution des précipitations est prévue au futur dans de grandes parties de l'Afrique du Nord, et une augmentation des conditions de sécheresse extrême autour de la Méditerranée, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Cette baisse des précipitations en Afrique du Nord aura par conséquent une incidence sur les ressources en eau, en particulier les eaux de surface qui alimentent les plus grands barrages et réservoirs d'Afrique du Nord (TRAMBLAY et *al.*, 2018).

Les relevés pluviométriques des années 2020, 2021 et 2022 de Bouira, sont détaillés dans le tableau (2)

**Tableau n° 2-** Pluviométries mensuelles et annuelles de la région d'étude en 2020,2021et 2022

| P(mm)  | Mois  |       |       |        |       |       |      |       |       |       |        |       |        |
|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Années | I     | II    | III   | IV     | V     | VI    | VII  | VIII  | IX    | X     | XI     | XII   | Cumul  |
| 2020   | 52,73 | 0,0   | 31,64 | 79,1   | 0,0   | 0,0   | 0,0  | 0,0   | 10,55 | 36,91 | 94,92  | 100,2 | 406,05 |
| 2021   | 47,46 | 10,55 | 36,91 | 27,63  | 49,98 | 13,64 | 2,08 | 27,87 | 37,71 | 18,37 | 203,71 | 57,62 | 533,54 |
| 2022   | 22,67 | 24,92 | 89,83 | 120,91 | 27,94 | 3,15  | 5,12 | 2,57  | 20,09 | 68,16 | 59,62  | 26,92 | 471,91 |

(NASA POWER DATA).

D'après le tableau n°2, le total annuel des précipitations à Bouira durant les années d'étude est de 406,05 mm en 2020, 533,54 mm en 2021, et 471,91 mm en 2022. En analysant les précipitations mensuelles, il convient de mentionner l'absence totale de précipitations pour certains mois en 2020, notamment en février, mai, juin, juillet et août. En 2021, un déficit pluviométrique est observé en juillet, tandis qu'en 2022, les mois de juin, juillet et août sont

également déficitaires. Les mois les plus pluvieux sont relevés en avril, novembre et décembre pour l'année 2020. En 2021, les plus fortes précipitations sont enregistrées en novembre, tandis qu'en 2022, elles se concentrent en mars et avril.

Il ressort que l'année 2020 est la plus déficitaire en précipitations, suivie par une année plus pluvieuse en 2021. Par ailleurs, le bilan pluviométrique de la région d'étude permet de distinguer deux périodes en fonction du volume des précipitations. La première correspond à une période de fortes précipitations, principalement durant la saison automnale, et printanière tandis que la seconde est marquée par un déficit pluviométrique significatif, observé principalement pendant la saison estivale.

### 1.5.1.3.- Le Vent

Le vent est un autre élément climatique très important, caractérisé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence (DUBIEF, 1999). La vitesse du vent est un facteur déterminant à la fois pour le taux de transfert de chaleur par convection entre l'air environnant et les corps des animaux, et pour le taux de perte d'eau par évaporation (COSTA, 2012).

Les valeurs de la vitesse maximale du vent enregistrée par mois durant la période allant de 2020 à 2022 pour la région de Bouira sont rassemblées dans le tableau (3).

**Tableau n°3** - Vitesses maximales mensuelles des vents (m/s) enregistrées durant les années 2020, 2021 et 2022 à Bouira

| V (m/s) | Mois  |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| Années  | I     | II    | III   | IV    | V     | VI   | VII  | VIII | IX    | X    | XI    | XII   |
| 2020    | 9,88  | 6,27  | 9,62  | 11,69 | 11,65 | 9,3  | 7,67 | 7,15 | 10,49 | 9,81 | 8,95  | 11,72 |
| 2021    | 10,34 | 11,48 | 7,88  | 9,68  | 8,0   | 8,06 | 7,67 | 7,94 | 10,6  | 9,27 | 10,84 | 9,88  |
| 2022    | 8,81  | 7,81  | 12,19 | 10,99 | 8,93  | 7,24 | 6,82 | 7,8  | 8,59  | 6,98 | 11,73 | 9,6   |

(NASA POWER DATA).

La vitesse du vent mensuelle maximale la plus élevée à Bouira est enregistrée en mars 2022, avec 12,19 m/s, soit 46,44 km/h. En tenant compte des vitesses maximales des vents relevées au cours de la période d'étude, s'étendant de 2020 à 2022, il apparaît que le vent souffle de manière plus intense durant la période printanière, c'est-à-dire en mars, avril et mai, suivie

d'une période automnale (septembre, octobre et novembre). Parfois, cette intensité se prolonge jusqu'aux mois d'hiver (décembre, janvier et février), et ce selon l'année.

### **1.5.2.- Synthèse climatique**

Selon SACCHI et TESTARD (1971), il est possible de préciser le climat général d'un pays si l'on considère le rythme annuel de sa température et de ses précipitations. En région méditerranéenne, le plus souvent ce sont les diagrammes ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le climagramme d'Emberger qui sont les plus utilisés (DAJOZ, 1982).

#### **1.5.2.1.- Diagramme Ombrothermique de Bagnouls & Gaussen**

Le diagramme permet d'exploiter les données climatiques faisant intervenir les précipitations et les températures. Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953), pour un mois donné, la sécheresse s'établit lorsque le total des précipitations « P » exprimée en millimètres est inférieur ou égal au double de la température « T » exprimée en degrés Celsius  $p \leq 2T$ . Graphiquement la saison aride apparaît quand la courbe des précipitations passe au-dessous de celle des températures (FAURIE et *al.*, 1980). Ce diagramme permet d'évaluer la longueur de la saison pluvieuse et indique la durée de la période défavorable à la croissance des végétaux (LABAT, 1985), constituant un apport alimentaire non négligeable pour les oiseaux.

Compte tenus des relevés enregistrés de précipitations et des températures des années (2020, 2021 et 2022) différentes synthèses climatiques sont obtenues ; en effet le diagramme ombrothermique montre deux périodes qui s'alternent suivant l'année, une période sèche et une période humide.

En 2020, la période sèche s'étend de février à septembre, interrompue par une période humide d'environ six mois. En 2021, le diagramme montre une période sèche qui débute en février et se prolonge jusqu'en octobre, entrecoupée par quelques semaines pluvieuses en mars et en mai. La saison des pluies correspond aux mois de novembre, décembre et janvier. En 2022, La saison humide s'étend principalement sur les mois de janvier et février, avec des cumuls pluviométriques plus importants au printemps (mars, avril et mi-mai) ainsi qu'en automne (octobre, novembre et décembre). La saison sèche commence vers la mi-mai et se prolonge jusqu'au mois de septembre, incluant les mois d'été (juin, juillet et août) (Fig. n° 2).

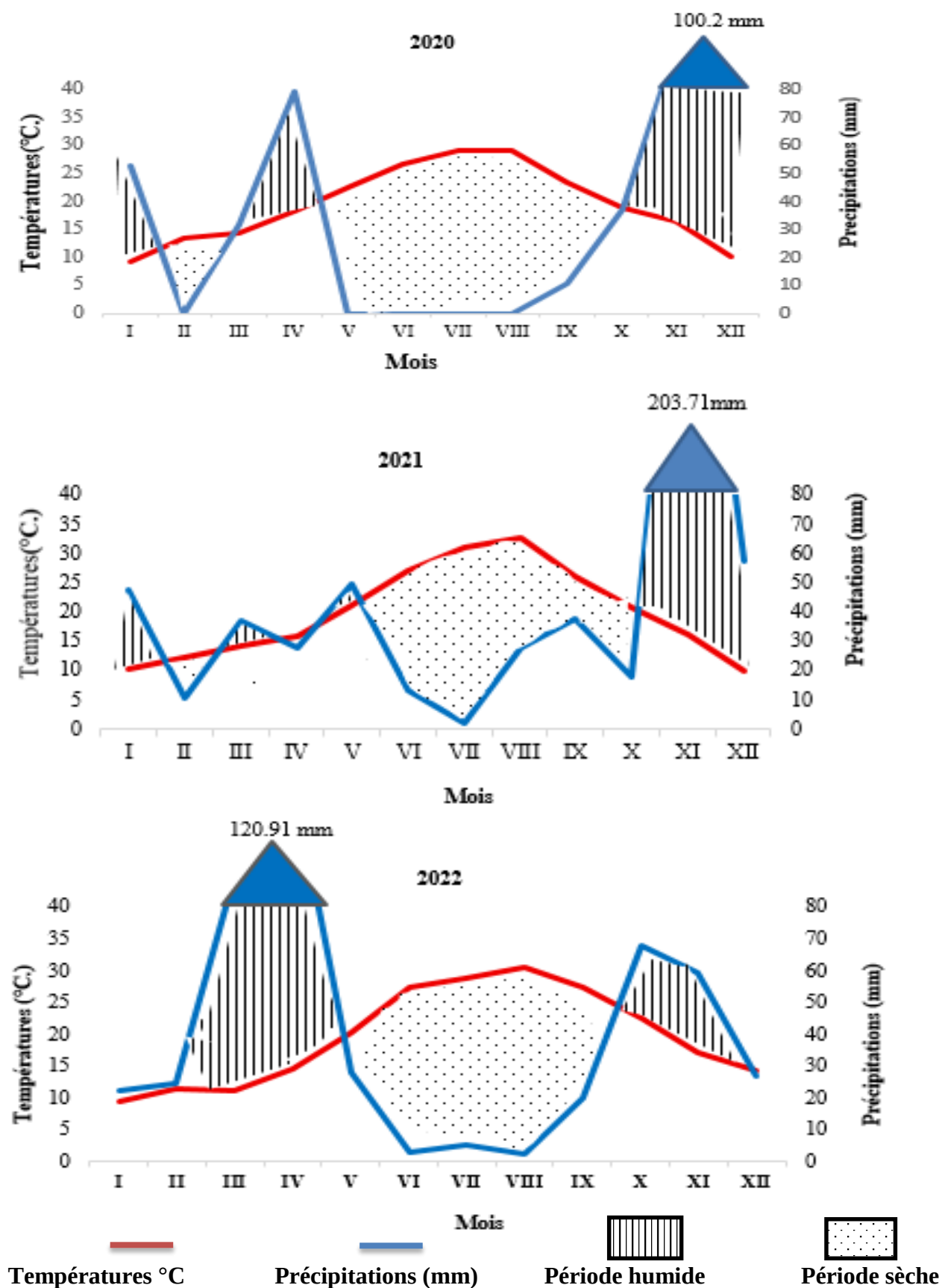


Figure n° 2 -Diagramme ombrothermique de la région de Bouira des années 2020, 2021 et 2022

### 1.5.2.2.- Diagramme bioclimatique d'Emberger

Le diagramme bioclimatique d'Emberger permet la détermination de l'étage climatique et le type d'hivers de la région (EMBERGER, 1955). Il prend en compte le quotient pluviométrique  $Q_3$ , qu'il faut calculer et la température minimale  $m$  du mois le plus froid.

Le quotient pluviométrique  $Q_3$  est donné par la formule suivante (STEWART, 1969) :

$$Q_3 = 3,43 P / (M - m)$$

**P** : La somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

**M** : La moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.

**m** : La moyenne des températures minima du mois le plus froid.

Le diagramme bioclimatique d'Emberger sert à définir :

- les cinq différents types de climat méditerranéens : saharien, aride, semi-aride, subhumide et humide.
- les 4 types d'hivers : froid, frais, tempéré et chaud.

Les valeurs moyennes des températures maximales et minimales ainsi que celles des précipitations enregistrées de 2010 à 2019 dans la région de Bouira sont présentées dans le tableau n° 6.

**Tableau n°4 :** Valeurs moyennes des températures maximales, minimales et des précipitations à Bouira de 2010 à 2019

| Années        | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | Moy     |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>M (C°)</b> | 30,39  | 28,81  | 29,95  | 29,9   | 30,17  | 30,09  | 31,39  | 30,48  | 30,21  | 30,2   | 30,159  |
| <b>m (C°)</b> | 6,16   | 7,35   | 7,06   | 6,39   | 7,89   | 7,24   | 6,67   | 7,18   | 6,35   | 7,36   | 6,965   |
| <b>P (mm)</b> | 648,63 | 759,38 | 711,91 | 785,74 | 601,17 | 537,89 | 606,45 | 622,27 | 764,65 | 527,34 | 656,543 |

(NASA POWER DATA).

Le quotient pluviométrique  $Q_3$  de la région de Bouira est égal à 97,09 obtenu à partir des données d'une période s'étalant sur 10 ans soit de 2010 à 2019. En reportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger, la région de Bouira se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempérée (Fig. n°3).

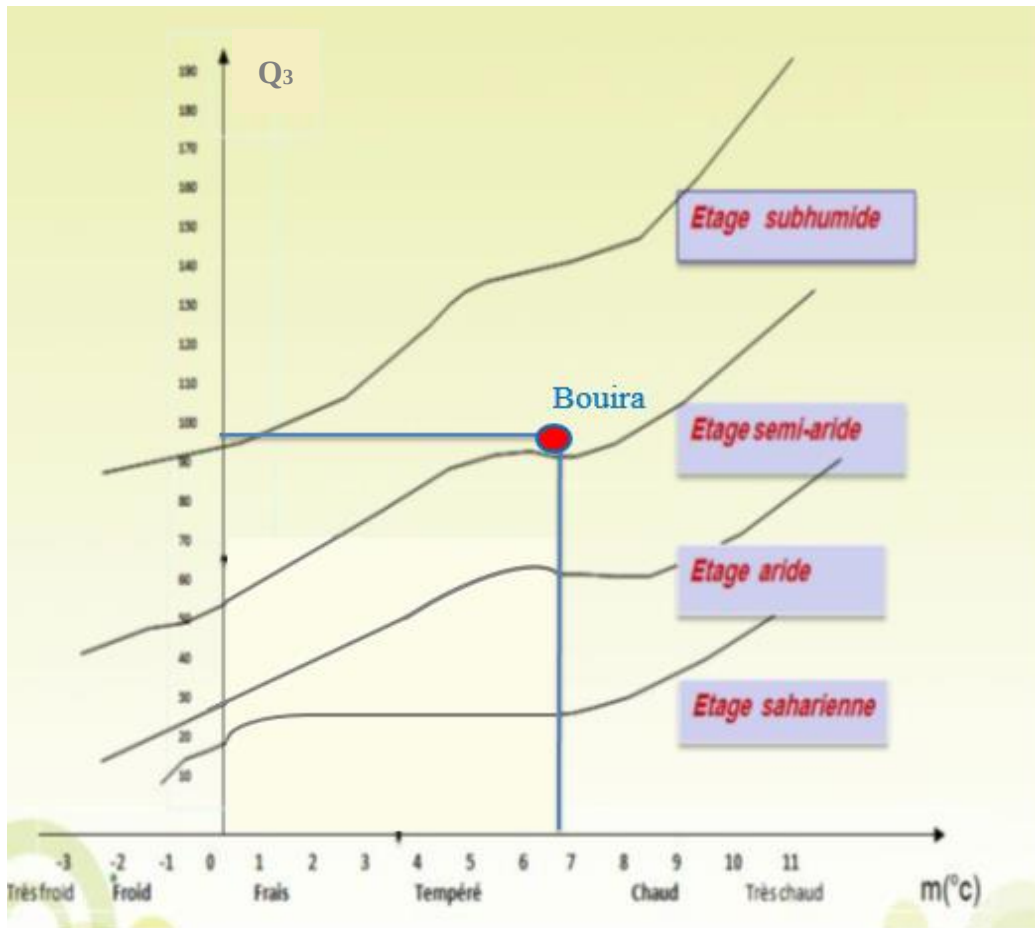


Figure n° 3 - Place de la région de Bouira dans le Climagramme d'Emberger

### 1.6.- Facteurs biotiques

Avec sa vaste superficie de 2 741 381 km<sup>2</sup>, l'Algérie présente une grande variété de biotopes et de bioclimats, favorisant la diversité des écosystèmes et la différenciation de nombreuses espèces animales et végétales. Le nord du pays est particulièrement riche en écosystèmes forestiers et en zones humides, jouant un rôle clé dans la préservation de cette biodiversité.

### 1.6.1.- Données bibliographiques sur la flore de la région de Bouira

La région de Bouira compte 112 250 hectares de surfaces forestières, dont 49 795 hectares de forêts naturelles, 17 087 hectares de zones reboisées, 39 393 hectares de maquis et 5 975 hectares de terres enclavées, avec un taux de boisement de 25,20 %. Les massifs forestiers environnants incluent les Bibans (58 540 hectares), le versant sud du Djurdjura (22 786 hectares), l'Atlas blidéen oriental (16 192 hectares) et le Titteri (87 757 hectares) (HADOUCHE, 2018).

Selon GRINE et CHERIGUI (2017), les forêts se caractérisent par une diversité de feuillus tels que le chêne-liège, le chêne-zen, le cyprès et l'eucalyptus, ainsi que de conifères dominés par le pin pignon. La broussaille, qui couvre 367,47 hectares (88 % du couvert végétal), est constituée principalement de ciste, de lentisque, de phalère, d'oléastre, d'aubépine et d'arbousier. Les essences forestières, représentant 12 % de la végétation, comprennent le pin pignon (7 % sur 30 ha), le chêne-liège et le chêne-zen (4 % sur 15 ha), et l'eucalyptus (3 ha).

Selon MEDDOUR et *al.* (2019), la répartition et la densité du couvert végétal sont déterminées par plusieurs facteurs : la géologie et la géomorphologie, le climat, notamment la pluviométrie annuelle, ainsi que le type de bioclimat et son degré d'aridité. Ces éléments structurent la végétation selon deux gradients majeurs, orientés en fonction de la latitude et de la longitude. Sur le plan floristique, en ce qui concerne la répartition des espèces endémiques, la région de Bouira fait partie du district bibano-guelmois. Ce district, riche en zones montagneuses calcaires, abrite une grande diversité de plantes distinctives, y compris des espèces endémiques propres à l'Algérie et au Maghreb.

On y trouve : *Atractylis serrata* (L., 1753), *Bunium latum* (Pomel, 1874), *Campanula numidica* (Durieu, 1847), *Erodium asplenoides* (Willd., 1809), *Erodium choulettianum* (Pomel, 1874), *Euphorbia hieroglyphica* (Coss. & Durieu, 1855), *Legousia juliani* (Briq., 1907), *Limonium ramosissimum* (Maire, 1928), *Odontites discolor* (Murb., 1894), *Plantago tunetana* (Pomel, 1874), *Silene cirtensis* (Pomel, 1874), *Silene tunetana* (Pomel, 1874), et *Sinapis pubescens* (Robert.Brown., 1812).

En ce qui concerne les zones humides, la biodiversité de la région de Bouira se distingue par une grande variété et un taux d'endémisme souvent élevé. Voici quelques zones humides ainsi que leur végétation caractéristique (DCB, 2019) :

- La végétation observée au niveau du barrage de Tilesdit est dominée par *Pinus halepensis* (Mill., 1768), accompagné de *Pistacia lentiscus* (L., 1753), *Olea europaea* (L., 1753) et *Tamarix gallica* (L., 1753), avec la présence de taxons herbacés appartenant aux genres *Carex* et *Deschampsia*.
- Au barrage de Lakhal, la flore comprend également *Pinus halepensis* (Mill., 1768) et *Cupressus sempervirens* (L., 1753), associés à *Tamarix gallica* (L., 1753), *Marrubium vulgare* (L., 1753), *Eucalyptus globulus* (Labill., 1800) et des espèces du genre *Deschampsia*.
- Le barrage de Koudiat Acerdoune présente principalement *Pinus halepensis* (Mill., 1768), *Cupressus sempervirens* (L., 1753) et des représentants du genre *Deschampsia*.
- Au niveau du lac Mesguida et du lac El Madjen, la végétation est marquée par la présence de *Olea europaea* (L., 1753) et d'espèces appartenant au genre *Deschampsia*.
- L'oued Sahel abrite une végétation riveraine composée de *Pistacia lentiscus* (L., 1753), *Tamarix gallica* (L., 1753), *Ziziphus jujuba* (Mill., 1768), *Rubus fruticosus* (L., 1753), d'espèces du genre *Urtica*, ainsi que *Malva sylvestris* (L., 1753).
- Au niveau de l'oued Isser, on retrouve *Pinus halepensis* (Mill., 1768), *Tamarix gallica* (L., 1753), *Laurus nobilis* (L., 1753), au sein d'une formation végétale de type maquis méditerranéen.
- Enfin, la retenue collinaire d'Alleg (Safsaf) se caractérise par la présence de *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb, 1967, ainsi que de taxons appartenant aux genres *Carum*, *Carex* et *Deschampsia*.

En Kabylie, le Parc national du Djurdjura, s'étendant sur 18 550 hectares entre les wilayas de Bouira et de Tizi-Ouzou, est un site naturel remarquable, abritant des paysages variés et une biodiversité riche. Certaines espèces présentes sont endémiques au Djurdjura ou à l'Afrique du Nord. La végétation du parc est organisée en trois strates : arborescente, arbustive et herbacée. Les formations forestières sont dominées par des chênaies et des cédraies, principalement constituées de cèdres de l'Atlas [*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, 1855], ainsi que par des associations de chênaies et cédraies (BARA et KHITER, 2017).

Le parc national abrite une réserve intégrale, délimitée par une clôture, où une sous-espèce endémique et emblématique de pin noir maroco-algérien, [*Pinus nigra* subsp. *mauretanica* (Maire & Peyerimh.) Heywood, 1964], est protégée.

La flore du parc est dominée par des Pinaceae telles que le pin d'Alep [*Pinus halepensis* (Mill., 1768)] et le cèdre de l'Atlas [*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, 1855], ainsi que par des Fagaceae telles que le chêne-liège [*Quercus suber* (L., 1753)], le chêne zéen [*Quercus canariensis* (Willd., 1809)] et le chêne vert [*Quercus ilex* (L., 1753)].

D'autres familles sont également représentées, notamment les Cupressaceae avec le genévrier oxycèdre [*Juniperus oxycedrus* (L., 1753)], les Taxaceae avec l'if commun [*Taxus baccata* (L., 1753)], ainsi que les Aquifoliaceae avec le houx [*Ilex aquifolium* (L., 1753)].

Le parc est également le seul habitat en Afrique du Nord du genévrier sabine [*Juniperus sabina* (L., 1753)]. Parmi les plantes herbacées, on trouve diverses armoises telles que [*Artemisia absinthium* (L., 1753)] et [*Artemisia atlantica* (Maire, 1934)], ainsi que la fêrûle [*Ferula communis* (L., 1753)]. Dès le mois de mars, une grande partie du parc s'illumine des fleurs du calicotome épineux [*Calicotome spinosa* (Boiss., 1846)] (Bara & Khiter, 2017).

### 1.6.2. - Données bibliographiques sur la faune de la région de Bouira

Le Parc national du Djurdjura est reconnu pour sa biodiversité, abritant une variété d'espèces animales nocturnes et diurnes. Des études réalisées dans une grande partie du parc ont permis d'identifier 20 espèces animales diurnes. Parmi celles-ci, les oiseaux sont les plus représentés, constituant 50 % des espèces recensées, suivis par les mammifères, qui représentent 35 %. Les amphibiens du parc comptent sept espèces, dont la salamandre algire [*Salamandra algira* (Linnaeus, 1758)] et la rainette méridionale [*Hyla meridionalis* (Rafinesque, 1814)], toutes deux adaptées aux conditions d'altitude extrêmes. Des recherches antérieures ont identifié un total de 145 espèces animales dans le parc, incluant 10 mammifères considérés comme menacés, ainsi que 18 espèces de reptiles, comprenant des lézards, des couleuvres et des tortues.

Parmi les principales espèces d'oiseaux observées dans le parc, on trouve des rapaces diurnes tels que le vautour percnoptère [*Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758)], le milan noir [*Milvus migrans* (Boddaert, 1783)], l'aigle botté [*Aquila pennata* (Gmelin, 1788)], la buse

féroce [*Buteo rufinus* (Cretzschmar, 1827)] et l'épervier d'Europe [*Accipiter nisus* (Linnaeus, 1758)]. Des passereaux sont également présents dans les forêts denses du parc.

De plus, des études antérieures ont signalé la présence de rapaces emblématiques tels que le vautour fauve [*Gyps fulvus* (Hablizl, 1783)], l'aigle royal [*Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758)] et le gypaète barbu [*Gypaetus barbatus* (Linnaeus, 1758)] (ISENMAN et MOALI, 2000).

Les zones humides abritent une grande diversité d'espèces végétales et animales, notamment les oiseaux migrateurs qui y trouvent refuge. Voici quelques zones humides recensées dans la wilaya de Bouira et leur faune (DCB, 2019) :

- Au barrage de Tilesdit, plusieurs espèces aquatiques et d'oiseaux d'eau ont été recensées, notamment la carpe commune [*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)], le canard souchet [*Anas clypeata* (Linnaeus, 1758)], le canard colvert [*Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758)], le héron cendré [*Ardea cinerea* (Linnaeus, 1758)], le grand cormoran [*Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758)], le goéland leucopnée [*Larus michahellis* (Naumann, 1840)], le grèbe castagneux [*Tachybaptus ruficollis* (Pallas, 1764)] ainsi que le grèbe huppé [*Podiceps cristatus* (Linnaeus, 1758)]. Quelques espèces de mammifères y sont également signalées.
- Au barrage de Lakhal, on retrouve également la carpe commune, le canard colvert, la foulque macroule [*Fulica atra* (Linnaeus, 1758)], le grand, le goéland leucopnée, le grèbe castagneux et le grèbe huppé, en plus de quelques mammifères.
- Au barrage de Koudiat Acerdoune, la faune observée comprend notamment la carpe commune, le canard souchet, le canard colvert, le héron cendré, le grand cormoran, le goéland leucopnée, le grèbe huppé, ainsi que le grèbe castagneux, en plus de quelques mammifères.
- Au lac Mesguida, les espèces signalées comprennent le porc-épic [*Hystrix cristata* (Linnaeus, 1758)], le sanglier [*Sus scrofa* (Linnaeus, 1758)], le lièvre brun [*Lepus europaeus* (Pallas, 1778)], la belette [*Mustela nivalis* (Linnaeus, 1766)], la grive musicienne [*Turdus philomelos* (Brehm, 1831)] et l'étourneau sansonnet [*Sturnus vulgaris* (Linnaeus, 1758)].
- Au lac El Madjen, la faune observée comprend principalement le canard colvert, le grand cormoran, le grèbe huppé et le grèbe castagneux.
- A l'oued Sahel, plusieurs espèces ont été recensées, notamment le héron cendré, le héron garde-bœufs [*Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758)], la cigogne blanche [*Ciconia*

*ciconia* (Linnaeus, 1758)], la tourterelle turque [*Streptopelia decaocto* (Fridvaldszky, 1838)], la perdrix gambra [*Alectoris barbara* (Linnaeus, 1758)], le sanglier, le lièvre brun et la hyène rayée [*Hyaena hyaena* (Linnaeus, 1758)].

- Au niveau de l'oued Isser, plusieurs espèces d'oiseaux ont été observées, notamment la cigogne blanche, le héron cendré et la buse variable [*Buteo buteo* (Linnaeus, 1758)], ainsi que d'autres rapaces. Des tortues appartenant à l'ordre des Testudines y sont également signalées.
- La retenue collinaire d'Alleg (Safsaf) abrite une avifaune diversifiée comprenant le héron cendré, le héron garde-bœufs, la cigogne blanche, le canard souchet, la sarcelle d'hiver [*Anas crecca* (Linnaeus, 1758)], le canard colvert, le tadorne de Belon [*Tadorna tadorna* (Linnaeus, 1758)], la foulque macroule, le vanneau huppé [*Vanellus vanellus* (Linnaeus, 1758)], le goéland leucophée et la mouette rieuse [*Chroicocephalus ridibundus* (Linnaeus, 1758)].

Selon Mamou *et al.* (2014), la région sud de la Kabylie, incluant Bouira et Bordj Bou Arreridj, présente une riche diversité herpétologique avec 18 espèces de reptiles. Parmi celles-ci, 12 espèces sont d'origine méditerranéenne, tandis que trois sont spécifiquement nord-africaines : *Timon pater* (Linnaeus, 1758), *Chalcides chalcides* (Linnaeus, 1758) et *Trogonophis wiegmanni* (Kuhl, 1820). En outre, deux espèces sahariennes, *Psammophis schokari* (Forsskal, 1775) et *Mesalina olivieri* (Audouin, 1827), illustrent une pénétration de la faune saharienne dans la région.

Parmi les reptiles recensés dans la région, les sauriens sont les plus représentés, avec dix espèces, tandis que six espèces de serpents, une tortue et un amphisbène complètent l'inventaire. Ces reptiles appartiennent à deux ordres principaux :

- **Chéloniens** : représentés par une seule espèce, la tortue d'eau douce [*Mauremys leprosa* (Gmelin, 1789)].
- **Squamates** : comprenant dix-sept espèces réparties en trois sous-ordres :
  - **Sauriens** : incluant quatre familles — Lacertidae, Gekkonidae, Scincidae et Chamaeleonidae.
  - **Ophidiens** : regroupant deux familles — Colubridae et Vipéridae.
  - **Amphisbènes** : représentés par la famille des Trogonophidae.

# *Chapitre II : Matériel & Méthodes*

Ce chapitre traite de la présentation du modèle biologique, du choix et de la description des stations d'étude, des méthodes utilisées sur le terrain et en laboratoire, ainsi que des techniques d'exploitation des résultats.

### 2.1.- Description du matériel biologique

Les Passeridae se répartissent en huit genres, regroupant un total de 43 espèces reconnues (GILL et *al.*, 2020). Parmi ces genres, *Passer* constitue le plus riche en diversité, avec 28 espèces officiellement identifiées (DEL HOYO et COLLAR, 2016 ; GILL et *al.*, 2020), incluant notamment le moineau domestique.

*Passer domesticus* figure parmi les espèces les plus largement étudiées (ANDERSON, 2006 ; LIEBL et *al.*, 2015), et près de 12 sous-espèces sont actuellement répertoriées (ANDERSON, 2006 ; SUMMERS-SMITH et *al.*, 2019). En outre, cette espèce s'est hybridée avec *Passer hispaniolensis*, engendrant une nouvelle forme, le moineau hybride. Ce dernier a été reconnu par la communauté scientifique en tant qu'espèce hybride homoploïde (GILL, 2014 ; ARNOLD, 2016), une classification validée par de nombreuses autorités taxonomiques (CLEMENTS et *al.*, 2015 ; DICKINSON et CHRISTIDIS, 2014).

Dans le cadre de la présente étude, deux espèces retiennent particulièrement l'attention : le moineau hybride (*Passer domesticus* X *P. hispaniolensis*) et son parent, le moineau espagnol.

#### 2.1.1. - Morphologie et Dimensions

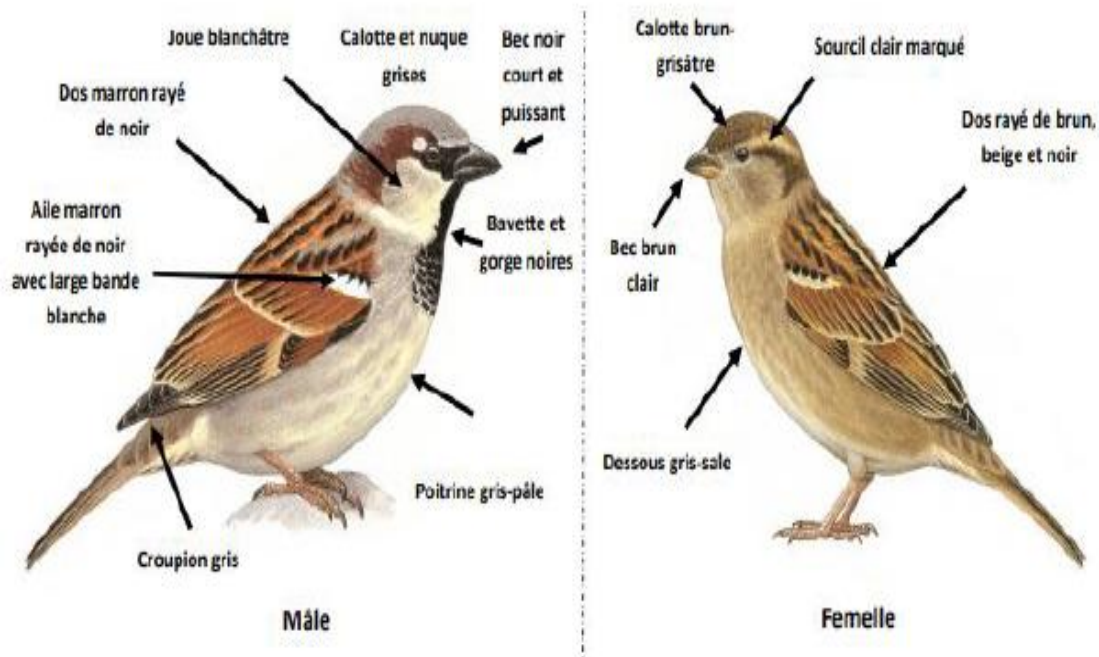
Les moineaux, appartenant au phylum des Chordata, à la classe des Aves à l'ordre des Passeriformes et à la famille des Passeridae, (SUMMERS-SMITH, 1988 ; ANDERSON, 2006 ; CLEMENTS et *al.*, 2019), forment un groupe d'oiseaux caractérisé par une large distribution géographique.

Le moineau domestique constitue un petit Passériforme, mesurant environ 16 cm de longueur, avec une envergure allant de 19 à 25 cm, et un poids adulte variant entre 23 et 32 g. Cette espèce présente un dimorphisme sexuel prononcé (Fig. n°4) : le mâle se distingue par un plumage aux teintes chaudes, tandis que la femelle affiche des couleurs plus discrètes et uniformes (BOUCHARD, 2000).

En période de reproduction, seul le mâle présente un plumage nuptial, qu'il alterne avec un plumage inter-nuptial entre deux saisons de reproduction. Ce changement ne résulte pas d'une

mue, mais de l'usure progressive des plumes entre octobre et février (OLIOSO et OLIOSO, 2017).

Tandis que la femelle conserve un plumage gris-beige uniforme, le mâle, en période nuptiale, arbore un bec noir, une bavette et une gorge noire, une bande blanche sur chaque aile, une calotte grise, un dessous gris pâle et un dos brun strié de noir (DEJONGHE, 1983).



**Figure n°4 – Dimorphisme sexuel du moineau domestique (HACHEMI et CHARPENTIER, 2022)**

Le moineau espagnol, mesurant environ 15 cm de longueur, avec une envergure allant de 23 à 26 cm, et un poids compris entre 24 et 32 g. Son plumage arbore globalement des teintes marron.

- Chez le mâle, le dos affiche une teinte brun foncé, tandis que la calotte et la nuque sont d'un châtain profond. Une tache blanche, située derrière l'œil, contraste avec les joues et les couvertures auriculaires, formant un cercle blanc distinctif. Les parties supérieures se caractérisent par des stries noires et chamois-brun. Le menton et la poitrine sont noirs, formant une bavette qui s'étend en fines stries noires sur les flancs, tandis que le reste des parties inférieures est entièrement blanc (HAYMAN et HUME, 2003).
- Les femelles et les juvéniles se révèlent presque indiscernables du moineau domestique dans leur milieu naturel. Le juvénile, semblable à la femelle, présente cependant un

plumage plus pâle et terne (HAYMAN et HUME, 2003), et se distingue principalement par sa taille ainsi que par les commissures de son bec, d'un jaune vif (BOUCHARD, 2000)



**Figure n°5 – Photos de la Femelle et du mâle du moineau espagnol  
(ASSOCIATION ECOPAINS, 2022)**

### 2.1.2.- Systématique

De nombreux articles ornithologiques, provenant de différentes régions du monde, ont documenté des populations de moineaux présentant des caractéristiques phénotypiques intermédiaires entre le moineau domestique et le moineau espagnol (HEIM DE BALSAC et MAYAUD, 1962 ; SUMMERS-SMITH et VERNON, 1972 ; ALONSO, 1985 ; STEPHAN, 1986 ; SUMMERS-SMITH, 1988 ; LOCKLEY, 1992 ; FULGIONE *et al.*, 2000 ; ANDERSON, 2006 ; TÖPFER, 2006 ; TRIER *et al.*, 2014). Notamment en Afrique du Nord, l'étude systématique menée par DOUMANDJI et BENDJOUDI (1999) dans la région de la Mitidja a permis de distinguer neuf formes hybrides, dont deux tendent vers le phénotype du moineau domestique, tandis que trois autres penchent vers celui du moineau espagnol. Les autres formes étaient intermédiaires entre ces deux espèces.

Selon GUEZOUL (2011), trois classes d'hybrides ont été identifiées dans les régions de Biskra, Oued Souf et Ghardaïa, et quatre formes hybrides ont été recensées à Ouargla. Ces différentes classes correspondaient aux phénotypes proches de *Passer hispaniolensis*, aux phénotypes proches de *Passer domesticus*, ainsi qu'aux formes intermédiaires. Les travaux d'AIT BELKACEM (2013) dans les hauts plateaux ont révélé que sur les individus capturés, un quart étaient des moineaux domestiques purs, un cinquième étaient des *Passer hispaniolensis* purs, tandis qu'un dixième des échantillons étaient des hybrides tendant vers le moineau domestique, et un autre dixième, des hybrides à tendance espagnole. Enfin, un tiers des moineaux capturés présentaient des caractéristiques intermédiaires.

### 2.1.3.- Biologie et Ecologie

Les études récentes sur les populations de moineaux en Algérie ont révélé des différences spécifiques aux espèces concernant les préférences d'habitat, les sites de nidification et la phénologie de reproduction (AIT BELKACEM et al., 2016).

Chez *Passer hispaniolensis*, le choix des sites de reproduction et de nidification se fait généralement dans des zones boisées, éloignées des habitations humaines, à proximité de l'eau et des régions céréalières (HEIM DE BALSAC et MAYAUD, 1962). Cette espèce est très grégaire, formant lors de la période de reproduction de vastes colonies regroupant des milliers de couples (HAYMAN et HUME, 2003). *Passer domesticus* est considéré comme un granivore opportuniste, se nourrissant principalement de graines. Toutefois, durant l'élevage des jeunes au nid, l'alimentation est composée exclusivement de larves d'insectes et d'autres invertébrés (ANDERSON, 2006 ; PERKINS et al., 2007 ; BRZEK et al., 2009).

Le comportement des moineaux hybrides présente de nombreuses similitudes avec celui des moineaux domestiques et espagnols. Leur régime alimentaire est composé d'une part végétale et d'une part animale. Ils montrent une préférence marquée pour les céréales cultivées, et les graines d'espèces végétales spontanées. La période de reproduction des moineaux hybrides coïncide généralement avec le début du printemps, en particulier avec l'apparition des épis de céréales (GUEZOUL, 2011).

### 2.1.4.- Hybridation et Spéciation

Les études menées sur l'avifaune nord-africaine révèlent une fréquence particulièrement élevée de moineaux hybrides, représentant plus d'un tiers des individus recensés (GUEZOUL et *al.*, 2010, 2011 ; BENDJOUDI et *al.*, 2013). Les processus d'hybridation, anciens comme actuels, entre le moineau domestique et d'autres espèces apparentées font l'objet d'un intérêt croissant, notamment en ce qui concerne la forme hybride stabilisée *Passer italiae* (HERMANSEN et *al.*, 2011, 2014 ; EROUKHMANOFF, 2013, 2017 ; ELGVIN et *al.*, 2017 ; SÆTRE et *al.*, 2017 ; RUNEMARK et *al.*, 2018). Dans cette perspective, plusieurs travaux ont mis en évidence des structures génétiques complexes à l'échelle intercontinentale : des lignées distinctes ont été identifiées en Asie (RAVINET et *al.*, 2018), tandis qu'une zone hybride en mosaïque, impliquant *Passer hispaniolensis*, a été décrite en Afrique du Nord (AIT BELKACEM et *al.*, 2016). À l'inverse, les zones de sympatrie européennes présentent une introgression allélique asymétrique mais relativement limitée, suggérant des dynamiques d'hybridation contrastées (PÄCKERT et *al.*, 2019). Globalement, l'hybridation apparaît comme un facteur clé de diversification, en favorisant l'augmentation rapide de la variabilité génétique et phénotypique, et en facilitant ainsi l'adaptation des hybrides à des environnements écologiques variés (SCHUMER, CUI, ROSENTHAL et ANDOLFATTO, 2015)

### 2.1.5.- Répartition des moineaux dans le monde

Les données archéologiques révèlent que le moineau domestique est présent en Europe depuis la préhistoire. Il occupe l'Espagne depuis au moins 50 000 ans, la France depuis le Paléolithique supérieur, et le nord de l'Europe depuis la fin de l'âge du Bronze. Par la suite, il a été introduit, de manière volontaire ou accidentelle, sur d'autres continents par l'homme, où il s'est implanté avec succès (ERICSON et *al.*, 1997 ; MNHN et OFB, 2003 ; OLIOSO et OLIOSO, 2017).

Le moineau espagnol figure parmi les espèces aviennes les plus largement réparties, avec une aire de répartition typique des zones méditerranéennes. Il se reproduit dans le sud de l'Europe (notamment en Espagne et au Portugal), en Afrique du Nord, et s'étend vers l'est jusqu'à l'Asie centrale occidentale, particulièrement dans les régions de steppes et les vallées semi-désertiques

(MARQUES, 2003 ; AIT BELKACEM et *al.*, 2016 ; HANN et *al.*, 2019 ; PACKERT et *al.*, 2019). Cette espèce poursuit une expansion vers le nord en Europe centrale, empruntant notamment les voies ferrées comme corridors de dispersion, ce qui facilite son extension géographique, y compris dans le bassin pannonien (Hongrie et nord de la Serbie) (ROZSA, 2018).

La répartition du moineau hybride (*Passer italiae*), quant à elle, reste très limitée à l'échelle mondiale. Il est principalement présent entre les Alpes et l'ensemble de la péninsule italienne, ainsi qu'en Corse et en Crète (TÖPFER, 2006). Des populations isolées ont également été signalées dans le sud de la France, en Autriche, dans certaines oasis algériennes, et plus ponctuellement en Palestine et en Égypte (SUMMERS-SMITH, 1988). En Afrique du Nord, sa présence a été confirmée au nord de l'Algérie, en Tunisie et dans le nord de la Libye (AIT BELKACEM et *al.*, 2016).

### **2.1.6.- Statut des moineaux dans le monde**

Malgré son implantation ancienne et étendue, le moineau domestique connaît aujourd'hui un déclin significatif à l'échelle mondiale, en particulier dans ses aires historiques. Ce recul lui a valu d'être inscrit, depuis 2016, sur la liste rouge des espèces menacées de l'UICN (MNHN et OFB, 2003). Quant au moineau espagnol, bien qu'un déclin ait été observé dans certaines régions d'Europe, des augmentations ont été notées ailleurs (MARCO, 2008). D'après BIRDLIFE INTERNATIONAL (2020), *P.domesticus* et le *P.hispaniolensis* ont une aire de répartition extrêmement large et ne s'approchent donc pas des seuils de vulnérable sous les critères de : taille de l'aire de répartition, tendance et taille de la population. En Algérie, les moineaux domestiques, espagnols et hybrides sont inscrits sur la liste B du décret exécutif n° 95-387 du 28 novembre 1995 relatif aux espèces nuisibles à l'agriculture. La situation est marquée par une distribution en mosaïque entre *P. domesticus* et *P. hispaniolensis*, avec de nombreux cas de phénotypes intermédiaires observés (AIT BELKACEM et *al.*, 2016 ; PACKERT et *al.*, 2019).

## 2.2.- Présentation des stations d'étude

L'étude de la bioécologie du moineau hybride et de son congénère espagnol est conduite dans plusieurs communes des subdivisions agricoles de la wilaya de Bouira, en particulier à Oued El Berdi, El Hachimia et Taghzout. (Fig. n°6).

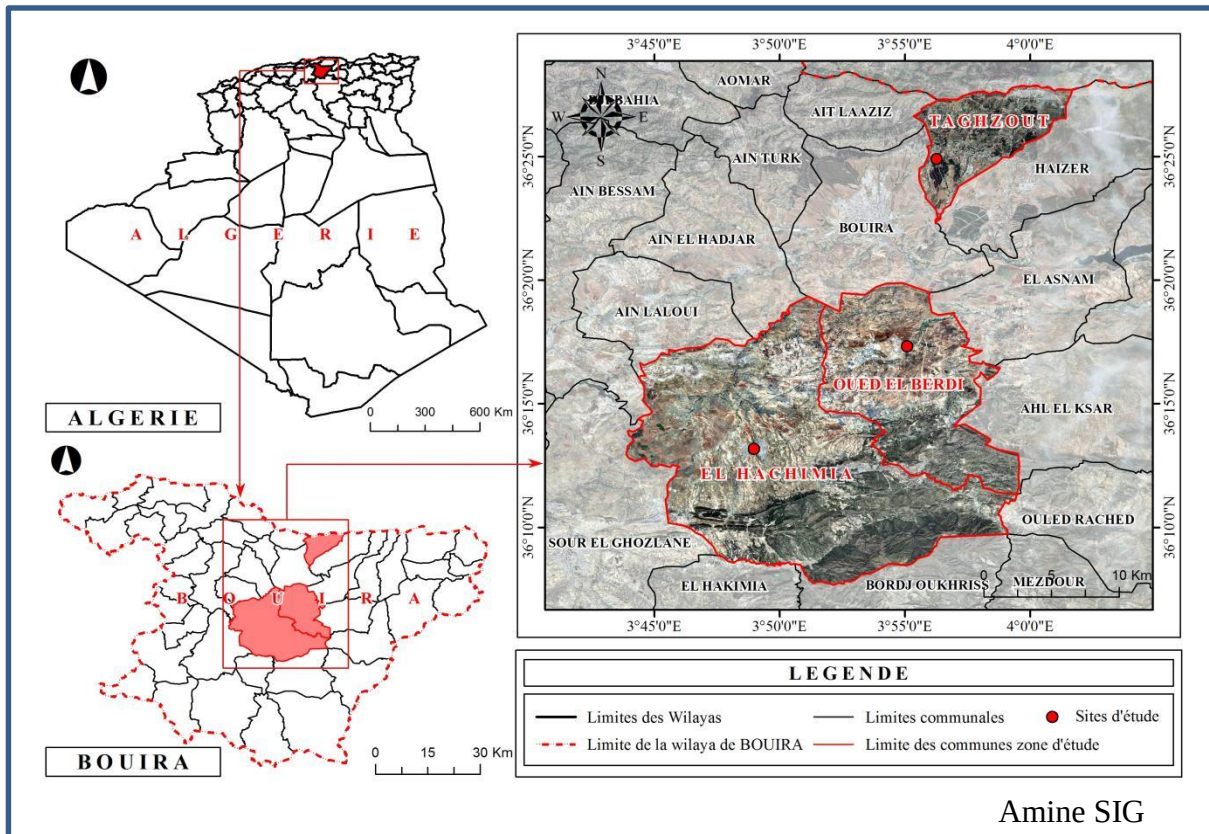


Figure n°6- Localisation de la zone d'étude wilaya de Bouira

### 2.2.1. - Station d'Oued El Berdi

Le site de l'Oued El Berdi, située au sud du chef-lieu de la wilaya de Bouira ( $36^{\circ}17' 19''$  N,  $3^{\circ}55' 5''$  E) à 500 m d'altitude, s'étend sur une superficie de 30 hectares, traversé par un cours d'eau de 5 mètres de large à la base et de 5 mètres de haut, marquant l'ancien emplacement du barrage d'El Benian sur l'Oued Berdi. Le paysage de la station d'étude est de type semi-ouvert, comprenant des plaines cultivées en céréales et pommes de terre, tandis que la zone de piémont est principalement dédiée à l'arboriculture, notamment l'olivier (*Olea europaea*). La végétation du site se compose de plusieurs strates : la strate arborescente inclut

le cyprès commun [*Cupressus sempervirens* (Linné, 1753)], le pin australien [*Casuarina equisetifolia* (Linné, 1759)] et le troène du Japon [*Ligustrum japonicum* (Thunberg, 1780)] ; la strate arbustive comprend le poivrier sauvage [ *Schinus molle* (Linné, 1753)], le mimosa d'été [*Acacia retinodes* (Schlechtendal, 1847) ], le figuier [ *Ficus carica* (Linné, 1753) ] et l'amandier [*Prunus* sp. (Linné, 1753)], tandis que la strate herbacée est représentée par la couronne du Christ [*Lycium europaeum* (Linné, 1753)] et les roseaux [*Typha* sp. (Linné, 1753)] (Fig. n°7). Le terrain à Oued El berdi est plat à légèrement vallonné, avec des sols argileux, légèrement alcalins et fortement calcaires, présentant deux horizons : un horizon de surface rubéfié et un horizon profond marqué par un encroûtement calcaire. Par ailleurs, la station est également connue pour l'élevage des vaches laitières, la récolte et le stockage de paille, ainsi que l'apiculture.



**Figure n°7 – Station de l'exploitation agricole d'Oued El Berdi**

### 2.2.2. - Station d'El- Hachimia

La station d'El Hachimia se situe au centre de la région de Bouira (36°13'10" N., 3°48' 58" E), à 713 m d'altitude. Elle est délimitée au nord par Ain El Hadjar, au nord -est par Oued El Berdi, au sud-est par Bordj Oukhriss et au sud-ouest par Sour El Ghozlan. Son paysage

est ouvert, avec un relief caractérisé par une faible pente. Environ 70% des terres sont des plaines utilisées pour la culture des céréales et des olives, tandis que les 30% restants sont des terrains plus ou moins accidentés (Fig. n° 8). La zone d'étude couvre une superficie de 47 hectares, répartis en plusieurs sections séparées par un réseau routier. Elle comprend un site de nidification situé à proximité des infrastructures humaines à 759 m d'altitude (Fig. n° 9), un abri pour le moineau constitué de roseaux et d'oliviers, ainsi que des points d'approvisionnement alimentaire. La végétation locale est formée principalement de cyprès commun, le pin australien, l'eucalyptus, des roseaux communs [*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., 1841)], et de jujubier sauvage [*Ziziphus lotus* (Linné, 1789)].

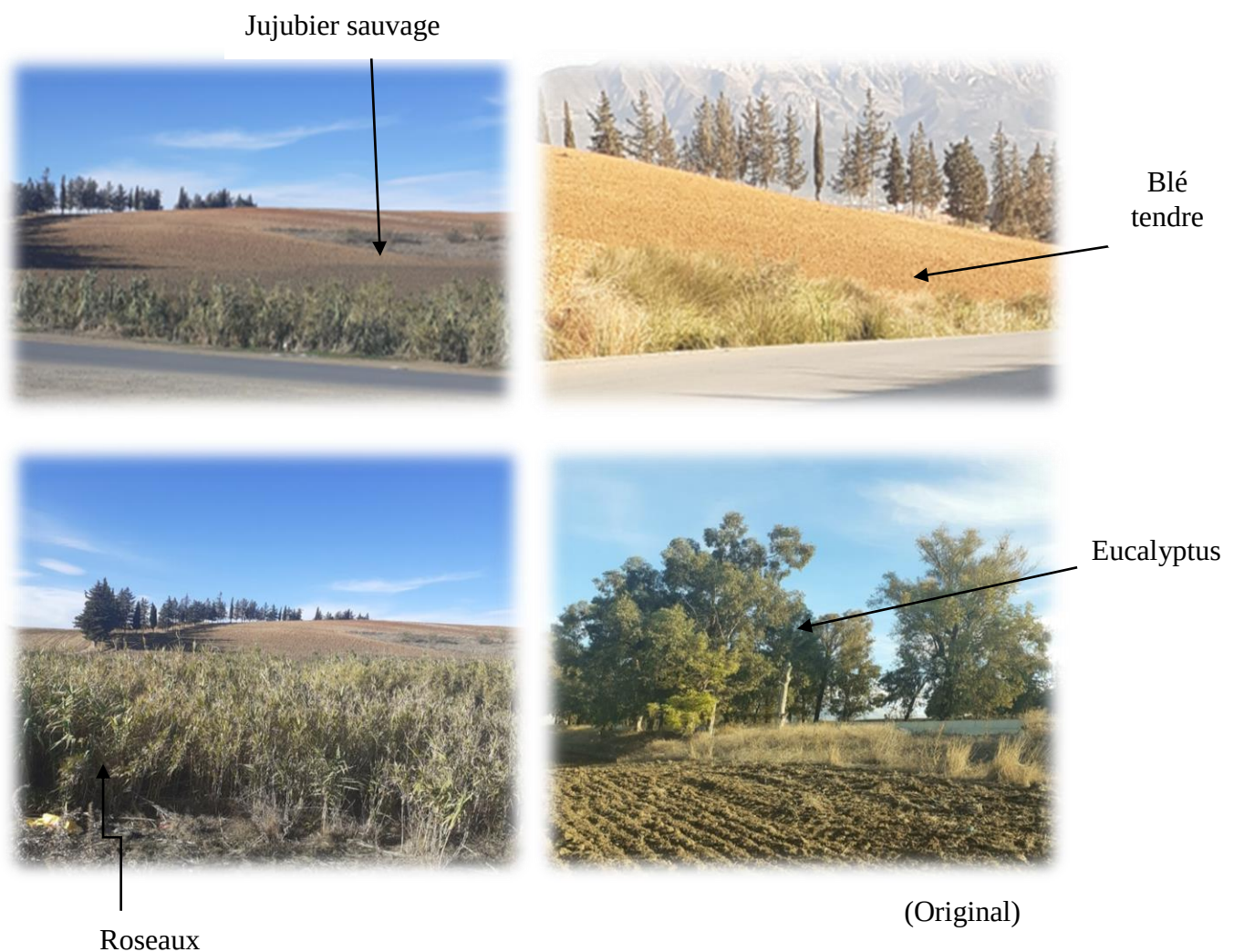


Figure n°8 -Vue de la station agricole d'El Hachimia



**Figure n°9 - Nidification du moineau hybride dans la station El Hachimia**

### **2.2.3. - Station de Chabet Brahem**

La station de Chabet Brahem est située au nord-ouest de la commune de Taghzout ( $36^{\circ}24'54''\text{N.}$ ,  $3^{\circ}56'16''\text{E}$ ) à 577 m d'altitude. Elle est délimitée à l'est par la commune de Haizer ; au nord par la chaîne de montagne du Djurdjura ; à l'ouest, par les communes d'Ait Laaziz et Bouira. Le site présente un paysage ouvert extrêmement varié (Fig. n°10). On trouve ; à l'est de vastes formations végétales font partie de la strate arbustive et arborée avec le Chêne-liège, eucalyptus, mûrier sauvage [*Rubus ulmifolius* (Schott, 1818)], de frênes à feuilles étroites [*Fraxinus angustifolia* (Vahl, 1804)] et de roseaux communs. Du côté nord-ouest, la ligne végétative s'étend sur une distance de plus de 1000 km le long du cours d'eau, avec le

développement de plantes herbacées. De chaque côté de la zone forestière, on trouve des parcelles de champs d'orge et des oliveraies.

À l'ouest, à moins de 50 kilomètres, la région abrite quelques agglomérations où le moineau hybride a élu domicile, nichant dans les trous des murs et sur les toitures des maisons.



(Original)

**Figure n°10- Vue de la station de Chabet Brahem**

### **2.3.- Méthodes utilisées**

Cette partie présente les méthodes employées pour étudier le régime alimentaire, la reproduction et l'analyse biométrique, ainsi que le comportement des moineaux hybrides dans la région de Bouira. Elle décrit également la méthode utilisée pour l'étude de la reproduction chez le moineau espagnol.

#### **2.3.1.- Régime trophique des adultes et jeunes moineaux hybrides dans la zone d'étude d'Oued El Berdi en 2022**

La nourriture constitue la seule source d'énergie permettant aux animaux d'assurer leurs différentes fonctions vitales. D'après NIELSEN *et al.* (2018), l'étude du régime alimentaire est essentielle pour appréhender les interactions entre prédateurs et proies, la dynamique des réseaux trophiques ainsi que les processus écologiques. Selon LOUZAO *et al.* (2011), l'étude des stratégies d'alimentation revêt également une importance particulière pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes. Une analyse approfondie de ces comportements contribue à une meilleure évaluation de la résilience des écosystèmes face aux perturbations environnementales actuelles.

Dans ce cadre, l'étude de comportement alimentaire du moineau hybride et de ses poussins au nid à travers l'analyse de leurs régimes alimentaires représente une approche clé pour approfondir la compréhension de leur biologie et de leur écologie. Cette analyse permet de mieux cerner les relations trophiques entre les individus et leurs proies, ainsi que les interactions interspécifiques influençant leur dynamique écologique.

Les méthodes de capture des moineaux hybrides dans la station d'étude de Bouira, ainsi que la démarche utilisée pour l'étude de leur régime alimentaire, sont décrites ci-après.

### **2.3.1.1.-Captures des adultes du moineau hybride et collecte des poussins aux nids**

Les moineaux hybrides, comme déterminé par (AIT BELKACEM et *al.*, 2016 ; PACKERT et *al.*, 2019), fréquentent les parcelles agricoles et les zones horticoles, et choisissent des cavités naturelles, des trous dans les murs des bâtiments, des étables ou des arbres pour construire leurs nids. Dans cette étude, les moineaux adultes sont capturés à l'aide de filets ornithologiques, tandis que les juvéniles sont prélevés dans les nids pendant la saison de reproduction. Au total, 71 moineaux adultes sont capturés au cours des différents mois de l'année : 11 individus en janvier, 11 en février, 10 en mars, 7 en avril, 9 en mai, 11 en juin et 12 en novembre. De plus, 49 poussins sont prélevés, dont 9 âgés de 1 à 3 jours, 10 de 4 à 7 jours, 14 de 7 à 9 jours et 16 de 10 à 12 jours.

### **2.3.1.2.- Préparation des échantillons pour l'étude du régime alimentaire**

Après la collecte, les spécimens sont bagués aux pattes avec une étiquette indiquant le lieu et la date de capture, puis disséqués à l'aide d'un scalpel dans les heures suivant la capture. Le contenu du gésier et du tube digestif est ensuite placé à la surface de boîtes de Pétri contenant de l'alcool dilué pour fixer et conserver les échantillons (Fig. n° 11).

### **2.3.1.3.- Analyse des contenus stomacaux**

Les différentes parties ingérées par le moineau sont triées sous une loupe binoculaire à l'aide de pinces et d'épingles entomologiques (Fig. n° 11).



(Original)

**Figure n ° 11 - Etapes suivies dans l'étude du régime trophique des adultes et jeunes moineaux hybrides.**

(1) Capture et baguage aux pattes ; (2) Dissection du moineau ; (3) et (4) Ouverture du gésier et séparation des éléments trophiques ; (5) Identification des éléments trophiques sous loupe binoculaire

#### **2.3.1.4. - Identification microscopique des plantes ingérées par les moineaux hybrides**

L'identification des plantes est réalisée par comparaison avec un épiderme de référence, préparé à partir de plantes prélevées dans la zone d'étude sur une surface de 500 m<sup>2</sup>, selon la méthode de PRAT (1935), ainsi qu'à l'aide d'une collection de graines de l'Ecole National Supérieure Agronomique (E.N.S.A.). Pour déterminer les espèces végétales ingérées à partir des fragments préparés, on s'appuie sur les caractéristiques morphologiques

des cellules épidermiques : taille, forme, présence ou absence de stomates et leur disposition. (Fig. n°12).

### **2.3.1.5. - Identification microscopique des proies ingurgitées par le moineau hybride**

Pour identifier les proies ingérées, une collection d'insectes a été constituée à partir des piégeages d'arthropodes sur le site d'étude, effectués grâce à la méthode des pots Barber. Par ailleurs, des clés dichotomiques d'insectes (PERRIER et DELPHY, 1932 ; PERRIER *et al.*, 1935 ; CHOPARD, 1943 ; ANTOINE, 1955 ; DU CHATENET, 1986 ) ainsi qu'une collection de fragments d'insectes du département de zoologie de l' E.N.S.A. ont été utilisées.

Pour la détermination des arthropodes, les caractères observés incluent la couleur, la forme, la brillance et la taille des pièces sclérotinisées. Le nombre d'individus est estimé en appariant des éléments semblables tels que la tête, le thorax, l'abdomen, les deux mandibules, les deux élytres, les deux ailes, les deux cerques, les six fémurs ou les six tibias.

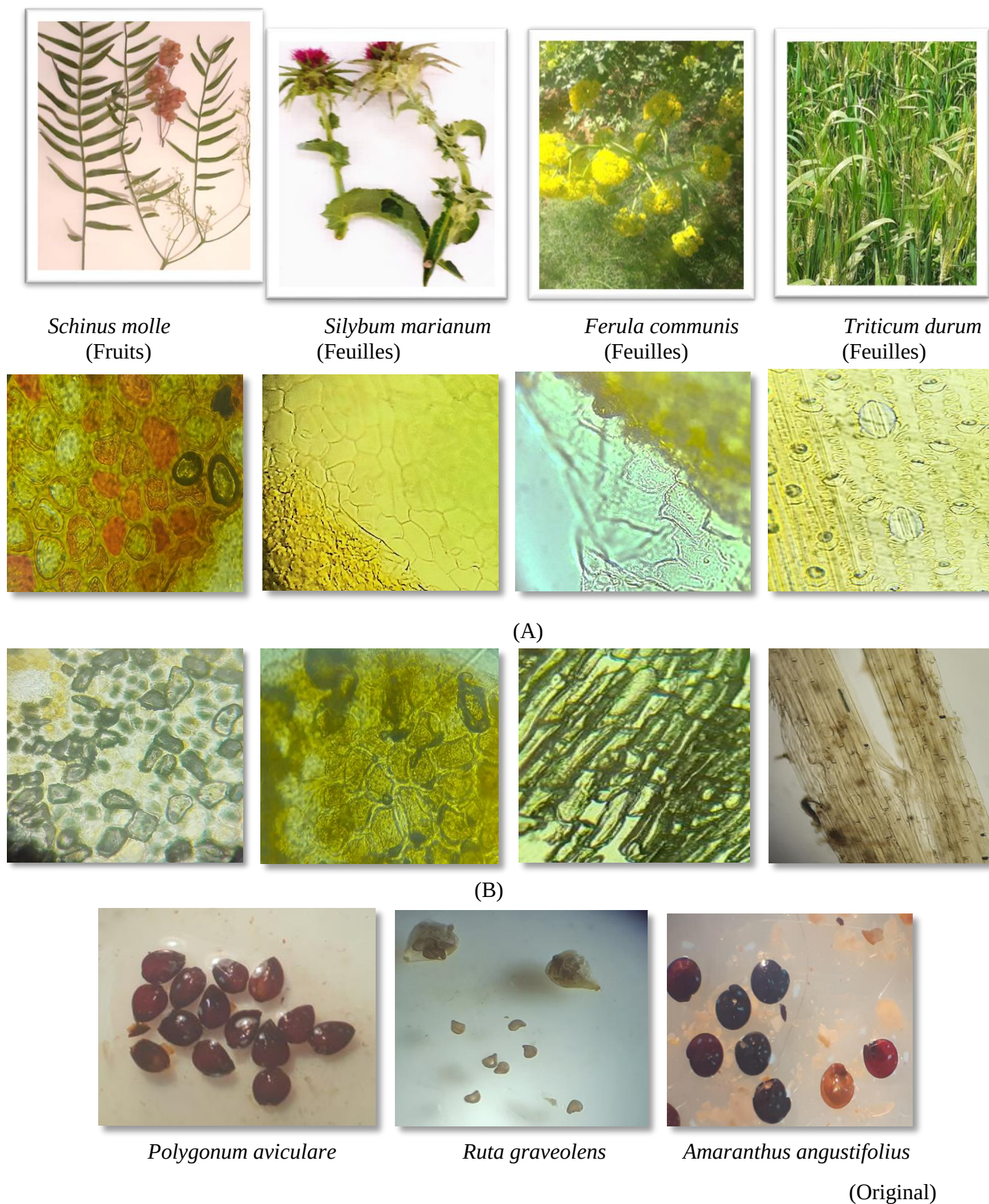
L'identification est réalisée au niveau taxonomique le plus élevé possible, incluant l'ordre, la famille, le genre, et parfois l'espèce (Fig. n°13).

### **2.3.1.6.- Méthodes utilisées pour l'exploitation des résultats**

Les résultats d'analyse du régime alimentaire du moineau hybride sont exprimés au moyen des indices et méthodes suivantes :

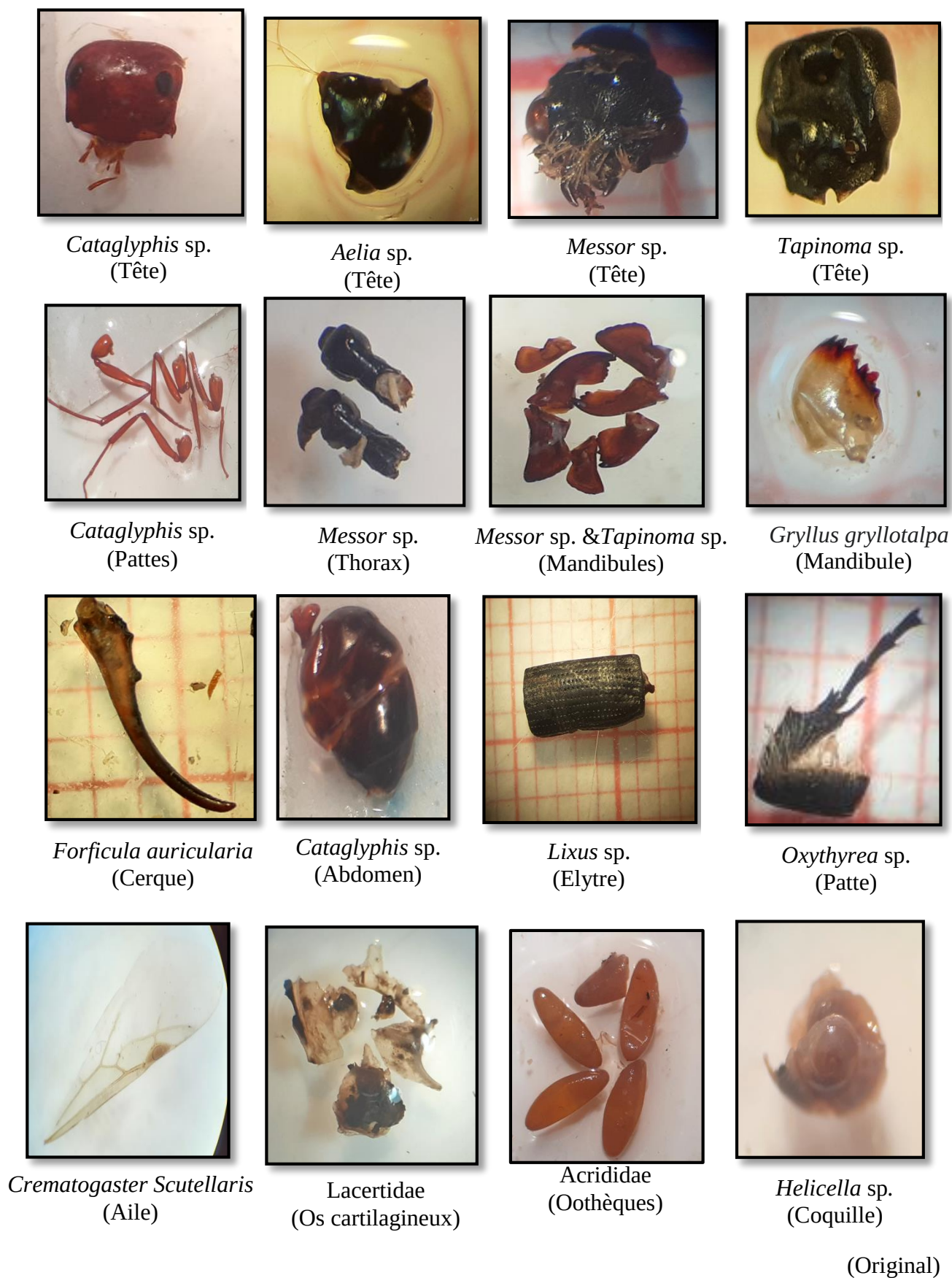
#### **2.3.1.6.1. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de Composition**

Les indices écologiques de composition utilisés dans le cadre de cette étude sont la fréquence centésimale ou abondance relative et la fréquence d'occurrence (la constance).



**Figure n°12 – Comparaison de quelques plantes ingérées par les moineaux hybrides avec celles de l'épidermothèque de référence (GX40), et la collection des graines**

(A) Epidermothèque de référence ; (B) Espèces végétales contenues dans les gésiers des moineaux hybrides.



**Figure n°13- Détermination de quelques proies animales trouvées dans les contenus  
stomacaux des adultes et jeunes moineaux hybrides**

- a) **Fréquence centésimale (FC%)**, c'est le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce donnée ( $n_i$ ) et le nombre total d'individus toutes espèces confondues ( $N$ ). Il fournit des informations sur l'importance relative des taxons dans le régime alimentaire.

$$FC = n_i / N \times 100$$

- b) **Fréquence d'occurrence (FO)** : il s'agit du pourcentage d'estomacs contenant l'espèce ( $S_i$ ) par rapport au nombre total d'estomacs non vides ( $S$ ). Elle donne une idée de l'intérêt d'une espèce de prédateur pour une proie particulière (HYSLOP, 1980).

$$FO = (S_i / S) \times 100$$

### 2.3.1.6.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure pris en considération dans cette étude sont représentés par la diversité de Shannon-Weaver, diversité maximale et l'indice d'équirépartition ou d'équitabilité.

- c) **L'indice de Shannon-Weaver  $H'$**  : est une mesure couramment utilisée de la diversité des espèces et se réfère à l'abondance relative des différentes espèces dans l'échantillon. Il est obtenu par la formule suivante :

$$H' = -\sum q_i \log_2 q_i$$

Il renseigne sur la structure de la population dans laquelle l'échantillon a été prélevé et sur la façon dont les individus se répartissent entre les différentes espèces (DAGET, 1979).

- d) **Indice d'équitabilité ( $E$ )** : C'est le rapport entre l'indice de diversité réel ( $H'$ ) et la diversité maximale théorique du peuplement ( $H'_{\max} = \log_2 S$ ). L'équitabilité mesure la distribution des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique.

Pour mieux décrire le régime alimentaire, nous avons également utilisé les indices suivants :

- e) **Coefficient de vacuité (CV)** : correspond au pourcentage d'estomacs vides (EV) par rapport au nombre total (N) d'estomacs analysés.  $CV = EV / N \times 100$

- f) **Indice de répletion (Ir)** : Il s'agit du rapport entre le poids du contenu de l'estomac ( $p_j$ ) et le poids corporel de l'oiseau considéré ( $P_c$ ).  $IR = p_j / P_c \times 100$

**2.3.1.6.3- Le test du  $\chi^2$**  : distribution théorique (SNEDECOR et COCHRAN, 1971) a été utilisé pour comparer les distributions de fréquences des éléments trophiques ingérés par les moineaux adultes et juvéniles au niveau des nids.

### **2.3.2.- Phénologie de la reproduction du moineau hybride à Oued-El-Berdi en 2021**

À l'échelle des espèces, chaque espèce occupe une niche écologique spécifique, caractérisée par des contraintes particulières susceptibles d'influencer l'évolution des traits d'histoire de vie. Parmi ces contraintes écologiques, plusieurs signaux environnementaux sont intégrés et modulés, entraînant des variations phénologiques à une échelle temporelle fine, souvent de quelques jours à quelques semaines.

Les fluctuations dans la phénologie de la reproduction reflètent la grande flexibilité des individus à ajuster leur réponse aux conditions environnementales, en fonction de leur état physiologique. Facilement observables, ces variations phénologiques sont devenues des indicateurs privilégiés des facteurs de changements, notamment climatiques (WALTHER *et al.*, 2002).

Dans cet axe, la biologie de la reproduction du moineau hybride est examinée en mettant l'accent sur plusieurs objectifs complémentaires, notamment l'établissement des colonies, l'importance de la nidification dans la région étudiée, les variations de la phénologie de la reproduction, ainsi que le taux de succès reproductif.

#### **2.3.2.1.- Méthodologie adoptée dans l'étude de la reproduction des moineaux hybrides**

La méthode employée pour suivre l'évolution des populations des moineaux hybrides pendant leur période de nidification repose sur des observations directes sur le terrain.

##### **2.3.2.1.1.- Détermination des sites de nidification**

Dans un premier temps, les nids localisés dans les fissures des murs, sur les toits des hangars ou dans les arbres sont identifiés et recensés. Ensuite, une sélection des nids les plus accessibles est réalisée afin de permettre l'examen des paramètres reproductifs. Dans l'ensemble pour accéder à ces nids, une échelle est utilisée.

### **2.3.2.1.2. - Manipulation des nids**

Chaque nid fait l'objet d'une inspection visant à dénombrer les œufs ou les poussins et à consigner l'état du nid (occupé ou vide). Toutefois, avant toute manipulation, les mains sont frottées avec des herbes afin de réduire au maximum l'impact des perturbations humaines.

### **2.3.2.1.3.- Fréquences des visites**

Les observations ont été réalisées deux fois par semaine, en matinée (Tab. n°7). Cette fréquence de visite avait pour objectif de limiter les dérangements chez les oiseaux, de déterminer avec précision la durée d'incubation, d'établir le calendrier des éclosions et de suivre le développement des jeunes jusqu'à leur envol.

### **2.3.2.2. - Paramètres de la reproduction**

Le suivi régulier des nids a permis de recueillir les paramètres démographiques suivants : la date et la période de ponte, la taille de la ponte, la durée de l'incubation et du sevrage, ainsi que le succès moyen de la reproduction.

#### **2.3.2.2.1.- Grandeur de la ponte**

La date de la ponte a été estimée à partir de la présence d'œufs dans les nids. Quant à la taille de la ponte, ou encore la grandeur de la couvée, correspond au nombre maximal d'œufs ou de poussins (vivants ou morts) observé au cours de la tentative de reproduction (BJERCK, 2016).

#### **2.3.2.2.2.- Succès de reproduction à l'éclosion**

Selon SPOTTISWOODE et MØLLER (2004), le succès d'éclosion est défini comme la proportion d'œufs incubés ayant abouti à l'éclosion, en excluant les échecs liés à la désertion des nids et à la prédation.

### 2.3.3. - Biologie de reproduction du *Passer hispaniolensis* à Chabet Brahem en 2021

Le présent axe contribue à l'étude des moineaux en fournissant plus d'informations sur l'écologie et la biologie de reproduction du moineau espagnol.

#### 2.3.3.1.- Suivre de la reproduction du moineau espagnol

La méthodologie de reproduction du *Passer hispaniolensis* aborde plusieurs aspects, notamment la détermination des sites de nidification, l'étude du comportement de cette espèce et l'analyse de la phénologie de reproduction.

Les nids du moineau espagnol sont situés sur des arbres proches des oueds. Dans le cadre de cette étude, les observations se sont concentrées principalement sur la strate arborescente. Les suivis ont été réalisés du début du mois de mars à la fin du mois de mai, à raison d'une sortie l'après-midi (Tab. n°5).

**Tableau n°5**– Echancier des sorties en fonction des mois et des jours dans les stations de Oued el Berdi & Chabet Brahem en 2021

| Station<br>d'étude<br><br>Mois | Oued El Berdi<br>2021     | Chabet Brahem<br>2021 |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|
|                                | Jours                     | Jours                 |
| <b>II</b>                      | 2, 6, 11, 15, 20, 24, 27  |                       |
| <b>III</b>                     | 1, 4, 8, 11, 18, 22, 31   | 8, 13, 20, 27         |
| <b>IV</b>                      | 5, 8, 12, 15, 19, 26, 29  | 1, 7, 12, 27          |
| <b>V</b>                       | 3, 10, 14, 17, 20, 24, 31 | 5, 12, 20, 29         |
| <b>VI</b>                      | 5, 7, 10, 14, 17, 24, 28  |                       |
| <b>VII</b>                     | 1, 8, 15, 19              |                       |

Les comportements du *Passer hispaniolensis* dans son habitat, incluant ses déplacements et ses activités autour du nid, ainsi que des paramètres de la reproduction tels que la ponte, l'éclosion et le nombre de couvées, ont été consignés dans un carnet de prospection.

### **2.3.4.- Étude biométrique des adultes du moineau hybride dans la région de Bouira (Oued-El-Berdi en 2022)**

La majorité des études portant sur les stratégies alimentaires et reproductives des espèces se sont principalement focalisées sur l'analyse des contenus stomacaux ainsi que sur les paramètres de productivité des individus adultes, notamment la phénologie de la reproduction, le succès d'éclosion et le taux d'envol des jeunes. Toutefois, ces travaux négligent fréquemment l'approche morphométrique, pourtant fondamentale pour déceler, à travers la morphologie des moineaux, d'éventuelles signatures adaptatives en réponse aux conditions environnementales. L'intégration de cette dimension permettrait d'enrichir considérablement notre compréhension des mécanismes bioécologiques qui sous-tendent les stratégies de reproduction et d'alimentation chez ces espèces.

#### **2.3.4.1.-Caractéristiques biométriques des adultes du moineau hybride : Approche morphométrique**

L'étude biométrique s'intéresse aux adultes du moineau hybride, mâles et femelles. Les paramètres de mesure incluent la longueur du corps, la longueur du bec, l'envergure et la longueur des tarses, ainsi que le poids des individus (HEINZEL et *al.*, 1972). Le poids (masse) de chaque individu est déterminé à l'aide d'une balance électronique, avec une précision au 1/10 de gramme. (Fig. n°14)

La longueur du corps est mesurée de l'extrémité de la queue à celle du bec, en plaçant le moineau sur le dos, à plat, sur une feuille de papier millimétrée. L'envergure est quant à elle mesurée en étendant les ailes latéralement par leurs extrémités (Fig. n°15). Les longueurs du bec et du tarse sont obtenues à l'aide d'une règle graduée.



(Original)

**Figure n°14- Pesées des moineaux hybrides**



(Original)

**Figure n°15 - Mesure de l'envergure et de la longueur du corps d'un moineau hybride**

#### **2.3.4.2. - Calcul des indices morphologiques**

**Scaled Mass Index (S.M.I.)** : l'indice de condition corporelle d'un individu permet de renseigner sur les quantités d'énergie qu'il peut allouer à la survie et/ou à la reproduction et/ou à la croissance pour maximiser sa fitness (Stevenson et Woods 2006 ; Peig et Green 2009). Le S.M.I. se calcule grâce à cette formule :

$$\text{Scaled mass index individu} = \text{Masse individu} \times (\text{Variable morphométrique moyenne} \\ \text{Variable morphométrique individu})^b$$

Tout d'abord, la variable morphométrique (longueur du bec, tarse ou de l'aile) la plus corrélée à la masse des individus a été déterminée. Puis, la pente  $b$  de la régression linéaire entre ces deux variables log-transformées a été calculée.

### **2.3.4.3.- Traitement statistique des données biométriques des moineaux hybrides**

Chaque variable mesurée ou indice calculé est résumé pour chaque sexe ou groupe (mâle et femelle) à l'aide de cinq paramètres : le minimum (min), le maximum (max), la moyenne (Moy.), et l'écart-type ( $\sigma$ ). Pour déceler une éventuelle différence significative entre les mâles et femelles pour les variables étudiées le test non paramétrique Mann-Whitney de statistique U, Z lancé sur le logiciel (Statistica 6) a été utilisé.

### **2.3.5.- Comportement du moineau hybride et impact des conditions Climatiques (Oued-El-Berdi entre 2020 et 2021)**

Les espèces vivant dans les zones agricoles sont confrontées aux changements des facteurs environnementaux. Parmi celles-ci les moineaux font partie d'un groupe d'oiseaux très répandu. En Europe, plusieurs auteurs ont examiné les principales variables environnementales influençant les populations de moineaux domestiques et leurs conséquences sur le recrutement et la densité des populations (CHAMBERLAIN et *al.*, 2007 ; MACGREGOR-FORS et *al.*, 2017 ; BENGTON et *al.*, 2010). Ces variables créent des disparités qualitatives entre les environnements locaux, qui peuvent être exacerbées par les conditions météorologiques (RINGSBY et *al.*, 2002). A l'échelle nationale la bio-écologie des moineaux hybrides (*Passer domesticus* X *P. hispaniolensis*) et de leurs congénères est prise en compte par de nombreux auteurs. Cependant, ces études ont souvent omis de considérer les possibles effets du climat, et aucune étude sur une échelle temporelle n'a été menée.

Cet axe tente d'examiner l'influence des facteurs climatiques sur le comportement des moineaux hybrides, et de comprendre la dynamique des populations dans la région considérée.

### **2.3.5.1.- Suivi comportemental du moineau (*Passer*) : Approche de bio-monitoring sur le terrain**

L'expérimentation s'est déroulée sur une période de huit mois, de novembre 2020 à juin 2021, avec trois sorties par mois, avec un écart de 10 jours. (Tab. n°8). Le suivi des moineaux se déroule pendant les premières heures qui succèdent au lever du soleil et durant l'après-midi quelques heures avant le crépuscule. Sur le terrain, une paire de jumelles de grossissement (10x50) a été utilisée pour repérer et suivre les différentes activités du moineau, notamment le perchage simple (Pr), les vocalisations (Cr), le toilettage (T), la recherche alimentaire (RA), le vol (V), la recherche de l'eau de boisson (BRE) et la chasse en vol (CV). Pour mesurer le temps consacré à chaque activité en secondes, un chronomètre a été utilisé, ainsi qu'une feuille de comportement à remplir heure par heure (Fig. n°16).

Les observations comportementales ont été réalisées sur sites (Oued el berdi & El Hachimia), en sélectionnant des jours sans précipitations importantes ni vents soutenus. Au sein de chaque groupe de moineaux, des individus ont été choisis de manière aléatoire pour faire l'objet d'une observation attentive.

Au cours de cette étude, la taille des populations a varié au fil des mois, oscillant entre plus de 80 individus et parfois moins de 50 individus. Il est à noter que, sur la base de nos observations, l'environnement de la zone d'Oued El Berdi a été considéré comme le moins perturbé.

### **2.3.5.2.- Approche statistique pour le traitement des données comportementales du moineau hybride**

L'Analyse en Composantes Principales (A.C.P.) a été utilisée pour explorer la répartition des comportements des moineaux au cours de l'année. Cette méthode a permis de visualiser les liens entre types d'activités et périodes, de dégager des tendances saisonnières, et d'identifier des similarités ou différences entre mois et sites.

L'effet des variables climatiques sur le comportement de l'oiseau a été étudié à l'aide d'un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM). Ce modèle permet d'analyser des relations linéaires et de tenir compte des mesures répétées (par mois) grâce à un effet aléatoire. Une distribution Gamma avec lien logarithmique a été utilisée, adaptée aux données continues strictement positives. Les variables climatiques (TM, PRE, VT), centrées et réduites, ont été incluses

comme facteurs explicatifs, et la taille de la population a été ajoutée comme covariable. L'ensemble des analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R.

**Tableau n°6** – Echancier des sorties en fonction des mois et des jours dans les stations de Oued el Berdi & El Hachimia en 2020 /2021

| Stations d'étude<br>Mois | Oued El Berdi<br>2020/2021 | El-Hachimia<br>2020/2021 |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
|                          | Jours                      | Jours                    |
| <b>XI</b>                | 2, 16, 26                  | 5, 19, 30                |
| <b>XII</b>               | 7, 14, 28                  | 10, 24, 31               |
| <b>I</b>                 | 4, 18, 25                  | 7, 21, 28                |
| <b>II</b>                | 2, 11, 20                  | 6, 15, 27                |
| <b>III</b>               | 1, 12, 22                  | 4, 18, 31                |
| <b>IV</b>                | 5, 15, 26                  | 8, 19, 29                |
| <b>V</b>                 | 3, 14, 24                  | 10, 17, 31               |
| <b>VI</b>                | 5, 14, 24                  | 7, 17, 28                |

### Etude de comportement

#### Facteurs climatiques :

0 c :

Soleil :

Pluie :

Vent :

Observation N 0 : 0

Date :

Espèce :

Lieu :

| Comportement<br>Heure | Arbre<br>ou<br>Buisson | Vol | Cri | Chant | Recherche de<br>nourriture |  |  | Chasse<br>au<br>vol | Boisson | Toilettage |
|-----------------------|------------------------|-----|-----|-------|----------------------------|--|--|---------------------|---------|------------|
| 7h00 – 8h00           |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 8h00 – 9h00           |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 9h00 – 10h00          |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 10h00 – 11h00         |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 11h00 – 12h00         |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 12h00 – 13h00         |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 13h00 – 14h00         |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 14h00 – 15h00         |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |
| 15h00 – 16h00         |                        |     |     |       |                            |  |  |                     |         |            |

Fig. n°16 - Fiche d'observation du comportement des moineaux

# *Chapitre III :*

## *Résultats*

Ce chapitre expose les résultats relatifs au régime alimentaire des moineaux hybrides, tant chez les adultes que chez les oisillons, ainsi que les analyses biométriques et les observations portant sur la reproduction du moineau espagnol et de ses hybrides, et leur comportement dans la région de Bouira.

### **3.1. - Régime trophique des adultes et des jeunes au nid du moineau hybride dans la région de Bouira**

La présente partie renferme les résultats concernant l'analyse des contenus stomacaux des adultes, et des jeunes moineaux hybrides au nid dans la station de l'Oued El Berdi en 2022

#### **3.1.1.- Analyse du régime alimentaire des moineaux hybrides : adultes et juvéniles**

Les résultats obtenus mettent en évidence une diversité notable dans le régime alimentaire des moineaux, tant chez les adultes que chez les juvéniles au sein des nids, avec des variations marquées dans les types d'éléments consommés : graines, fruits, fragments végétaux et proies animales. Deux grandes fractions ont été distinguées : une fraction végétale et une fraction animale. Chez les adultes, les éléments végétaux dominent avec 421 occurrences, représentant 83,53 % du total, contre seulement 31 chez les juvéniles (22,14 %). En revanche, ces derniers présentent une forte consommation de proies animales, avec 109 éléments (77,86 %), contre 83 chez les adultes (16,47 %). Le nombre total d'éléments trophiques identifiés varie ainsi de 140 à 504 chez les moineaux adultes et juvéniles. (Tab. n°7).

**Tableau n°7** -Pourcentages des différentes fractions consommées par les adultes et les jeunes aux nids du moineau hybride dans la région de Bouira en 2022

| Paramètres               | Adultes (Mâles & Femelles) |       | Jeunes aux nids |       |
|--------------------------|----------------------------|-------|-----------------|-------|
|                          | (Ni)                       | (FC)% | (Ni)            | (FC)% |
| <b>Fraction végétale</b> | 421                        | 83,53 | 31              | 22,14 |
| <b>Fraction Animale</b>  | 83                         | 16,47 | 109             | 77,86 |
| <b>Totaux</b>            | 504                        | 100   | 140             | 100   |

### **3.1.1.1.- Composition trophique des adultes du moineau hybride dans la région de Bouira**

Cette partie expose les résultats sur la composition du régime alimentaire des moineaux hybrides adultes, basée sur l'analyse de leur contenu stomacal.

#### **3.1.1.1.1.- Importance de la fraction végétale dans le régime alimentaire des adultes du moineau hybride**

L'analyse des composantes trophiques du régime alimentaire des moineaux adultes a permis d'identifier 18 espèces végétales réparties en 12 familles botaniques. Les graines les plus consommées proviennent majoritairement des *Amaranthaceae*, notamment *Amaranthus angustifolius* et *Amaranthus hybridus*, représentant 34,92 % de la fraction végétale, suivies des *Polygonaceae*, avec *Polygonum aviculare* à 19,24 %, et des *Poaceae* à 14,25 %. Les autres plantes identifiées, regroupées dans plusieurs familles telles que les *Chenopodiaceae*, *Rutaceae*, *Solanaceae*, *Moraceae*, *Brassicaceae*, *Anacardiaceae*, *Lamiaceae*, *Plantaginaceae* et *Oleaceae*, contribuent à 30 % de cette fraction (Tab. n°8 ; Fig. n°17).

#### **3.1.1.1.2.-Importance de la fraction animale dans le régime alimentaire des adultes du moineaux hybride**

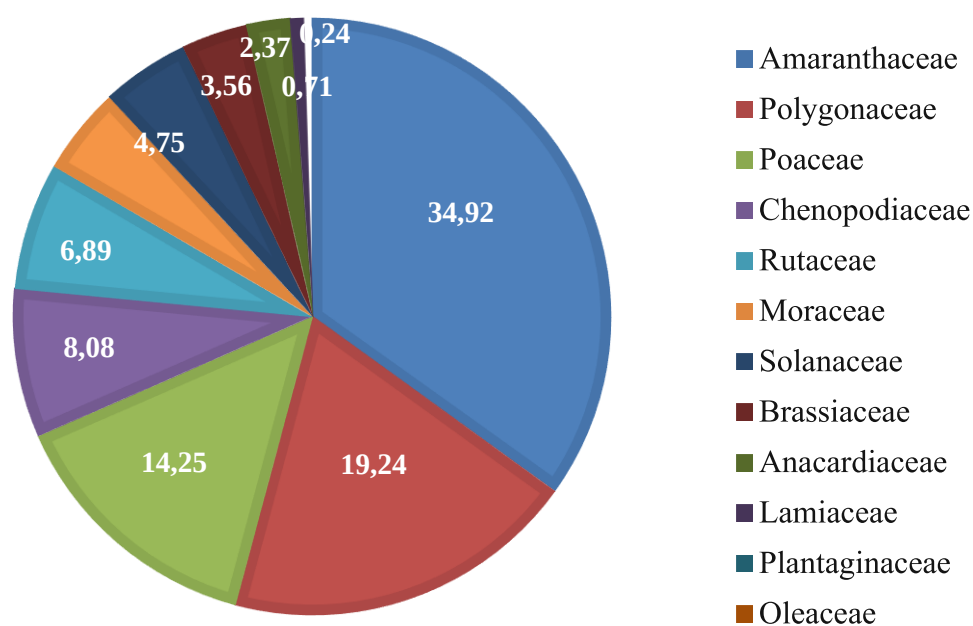
Le régime alimentaire des moineaux adultes se compose de proies appartenant à 9 ordres et 25 espèces animales identifiées. Les *Hymenoptera*, représentés principalement par *Messor* sp. et *Tapinoma* sp., dominent la fraction animale avec 57,83 %. Ils sont suivis par les *Coleoptera*, incluant *Cetonia* sp. et *Oxythyrea* sp., qui représentent 20,5 %. Les autres ordres, tels que les *Orthoptera*, *Stylommatophora*, *Diptera*, *Thysanoptera*, *Blattodea*, *Squamata* et *Amphibia*, contribuent à moins de 24 % de cette composante alimentaire (Tab. n°9 ; Fig. n°18).

**Tableau n°8** -Liste des fréquences centésimales des espèces végétales consommées par les moineaux adultes dans la région de Bouira en 2022

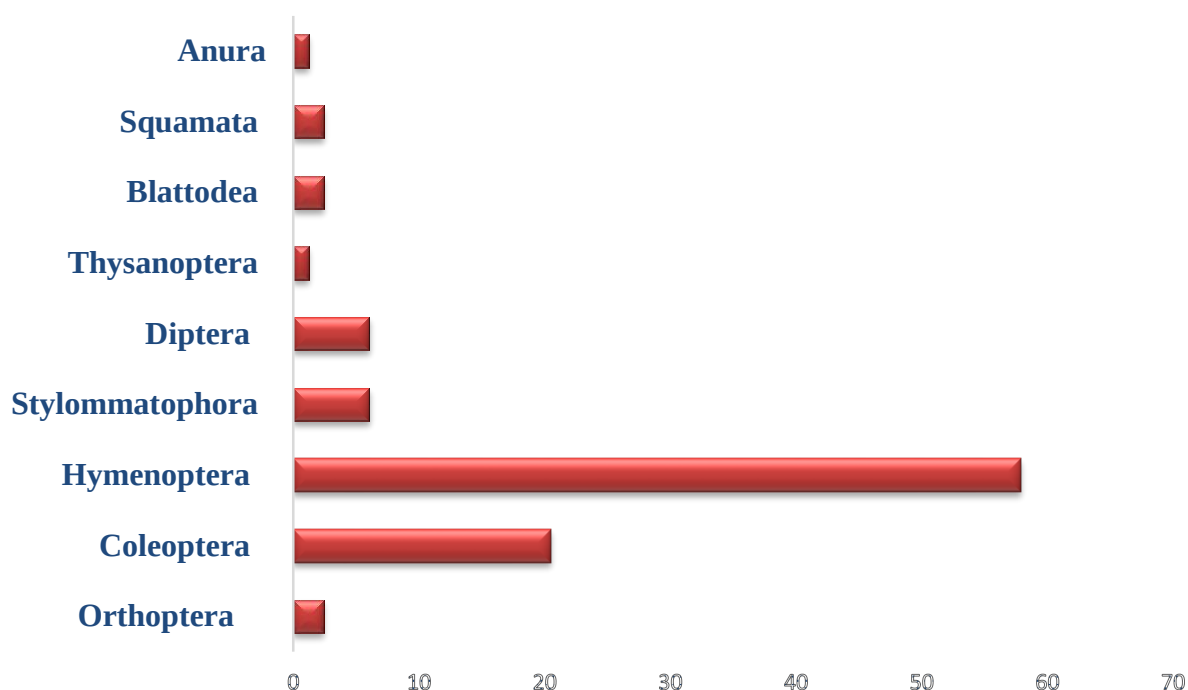
| Familles          | Espèces                                          | Effectif (Ni) | Fréquence (FC)% |
|-------------------|--------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| 1. Amaranthaceae  | <i>Amaranthus angustifolius</i> (Linnaeus, 1753) | 97            | 34,92           |
|                   | <i>Amaranthus hybridus</i> (Linnaeus, 1753)      | 50            |                 |
| 2. Polygonaceae   | <i>Polygonum aviculare</i> (Linnaeus, 1753)      | 81            | 19,24           |
| 3. Chenopodiaceae | <i>Atriplex patula</i> (Linnaeus, 1753)          | 16            | 8,08            |
|                   | <i>Chenopodium</i> sp.                           | 10            |                 |
|                   | <i>Beta vulgaris</i> (Linnaeus, 1753)            | 08            |                 |
| 4. Poaceae        | <i>Phalaris</i> sp.                              | 09            | 14,25           |
|                   | <i>Hordeum</i> sp.                               | 03            |                 |
|                   | <i>Triticum durum</i> (Desfontaines, 1798)       | 15            |                 |
|                   | <i>Oryzopsis</i> sp.                             | 28            |                 |
|                   | Poaceae ind sp.                                  | 05            |                 |
| 5. Rutaceae       | <i>Ruta graveolens</i> (Linnaeus, 1753)          | 29            | 6,89            |
| 6. Moraceae       | <i>Ficus carica</i> (Linnaeus, 1753)             | 20            | 4,75            |
| 7. Anacardiaceae  | <i>Schinus molle</i> (Linnaeus, 1753)            | 10            | 2,37            |
| 8. Lamiaceae      | <i>Marrubium vulgare</i> (Linnaeus, 1753)        | 03            | 0,71            |
| 9. Plantaginaceae | <i>Plantago lagopus</i> (Linnaeus, 1753)         | 01            | 0,24            |
| 10. Solanaceae    | <i>Solanum tuberosum</i> (Linnaeus, 1753)        | 20            | 4,75            |
| 11. Brassicaceae  | <i>Sinapis alba</i> (Linnaeus, 1753)             | 15            | 3,56            |
| 12. Oleaceae      | <i>Olea europaea</i> (Linnaeus, 1753)            | 01            | 0,24            |
| <b>Totaux</b>     | <b>12 familles et 18 espèces</b>                 | <b>421</b>    | <b>100</b>      |

**Tableau n°9** -Abondances relatives des proies consommées par les adultes du moineau hybride dans la région de Bouira en 2022

| Ordres             | Espèces                                          | (Ni)      | (AR)%      |
|--------------------|--------------------------------------------------|-----------|------------|
| 1. Orthoptera      | Acrididae ind. sp.                               | 02        | 2,41       |
| 2. Coleoptera      | <i>Anotylus</i> sp.                              | 01        | 20,5       |
|                    | <i>Cetonia</i> sp.                               | 06        |            |
|                    | <i>Oxythyrea</i> sp.                             | 05        |            |
|                    | <i>Cassida</i> sp.                               | 01        |            |
|                    | Curculionidae ind. sp. 01.                       | 01        |            |
|                    | Curculionidae ind. sp. 02.                       | 01        |            |
|                    | Buprestidae ind. sp.                             | 01        |            |
|                    | Coccinellidae ind. sp.                           | 01        |            |
| 3. Hymenoptera     | <i>Tapinoma magnum</i> (Forel, 1895)             | 04        | 57,83      |
|                    | <i>Tapinoma</i> sp.                              | 13        |            |
|                    | <i>Messor</i> sp.                                | 18        |            |
|                    | <i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1767)          | 02        |            |
|                    | <i>Tetramorium</i> sp.                           | 05        |            |
|                    | <i>Cataglyphis</i> sp.                           | 05        |            |
|                    | <i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier, 1792) | 01        |            |
| 4. Stylommatophora | Sphincterochilidae ind sp.                       | 03        | 6,02       |
|                    | <i>Helicella itala</i> (Linnaeus, 1758)          | 02        |            |
| 5. Diptera         | Sarcophagidae ind sp.                            | 02        | 6,02       |
|                    | Hydrotaea sp.                                    | 01        |            |
|                    | Chrysomya sp.                                    | 02        |            |
| 6. Thysanoptera    | <i>Frankliniella intonsa</i> (Trybom, 1895)      | 01        | 1,20       |
| 7. Blattodea       | Hodotermidae ind sp.                             | 02        | 2,41       |
| 8. Squamata        | Lacertidae ind sp.                               | 02        | 2,41       |
| 9. Anura           | Amphibia ind sp.                                 | 01        | 1,20       |
| <b>Totaux</b>      | <b>09 ordres et 25 espèces</b>                   | <b>83</b> | <b>100</b> |



**Figure n°17 -Fréquences centésimale des catégories des plantes trouvées dans le régime alimentaire des adultes du moineau hybride à Bouira**



**Figure n°18 -Abondances relatives des ordres d'arthropodes enregistrés dans le régime alimentaire des adultes du moineau hybride dans la région de Bouira**

### **3.1.1.2.-Composition trophique des jeunes moineaux au nid dans la région de Bouira**

Cette section présente les résultats relatifs aux contributions des proies animales et des plantes identifiées dans les contenus gésiques des jeunes moineaux hybrides.

#### **3.1.1.2.1.- Contribution des proies animales au régime alimentaire des oisillons du moineau hybride en 2022**

Chez les jeunes moineaux, l'analyse des proies consommées révèle une diversité composée de 11 taxons regroupant 40 espèces animales. Les Coleoptera constituent la fraction dominante avec 33,03 % des proies, suivis des Orthoptera (22,93 %) et des Hymenoptera (11,93 %). Les genres les plus fréquemment observés sont *Calliptamus*, *Pezotettix*, *Lixus* et *Tapinoma*. Les autres taxons, comprenant les Hemiptera, Dermaptera, Geophilomorpha, Stylommatophora, Araneae, Diptera, Isopoda et Blattodea, présentent des fréquences de consommation comprises entre 0,92 % et 8,26 % (Tab. n°10 ; Fig. n°20).

#### **3.1.1.2.2.- Contribution des plantes au régime alimentaire des oisillons du moineau hybride en 2022**

Chez les poussins, la composante végétale du régime alimentaire se compose de 7 familles regroupant 7 espèces. Les Poaceae, représentées par *Triticum durum*, dominant avec 35,48 % de l'apport végétal, suivies des Anacardiaceae, notamment *Schinus molle* (22,58 %), et des Brassicaceae, avec *Sinapis alba* (16,12 %). Les autres espèces identifiées, appartenant aux Solanaceae, Asteraceae, Lamiaceae et Apiaceae, contribuent chacune entre 3,23 % et 9,68 % à cette fraction végétale (Tab. n°11 et Fig. n°19).

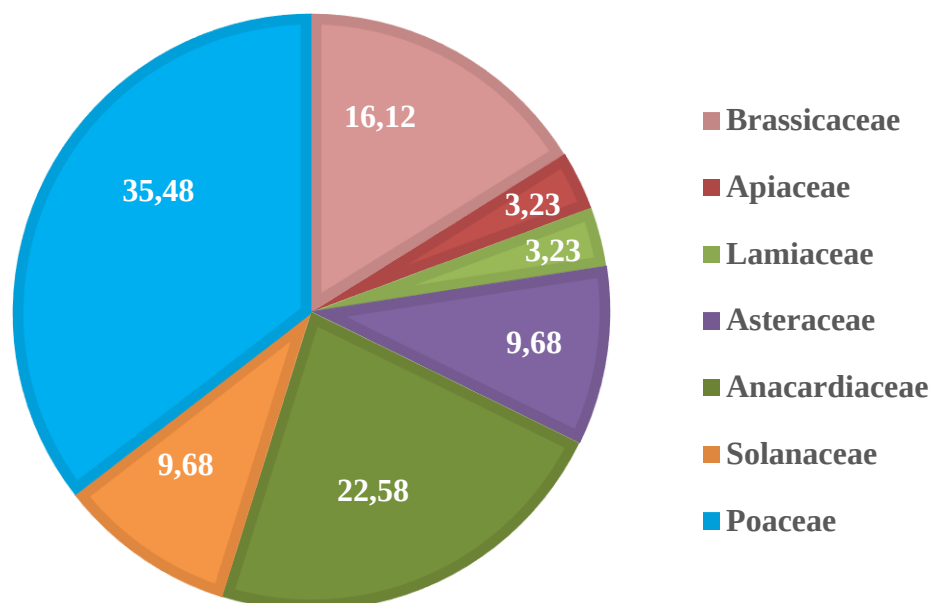
**Tableau n°10** -Abondances relatives des proies consommées par les jeunes du moineau hybride dans la région de Bouira en 2022.

| Ordres         | Espèces                                       | (Ni) | AR(%) |
|----------------|-----------------------------------------------|------|-------|
| 1. Orthoptera  | <i>Pezotettix</i> sp.                         | 05   | 22,93 |
|                | <i>Gryllus gryllotalpa</i> (Linnaeus, 1758)   | 02   |       |
|                | <i>Rhacocleis</i> sp.                         | 01   |       |
|                | <i>Ensifera</i> ind. sp.                      | 01   |       |
|                | <i>Pamphagus</i> sp.                          | 03   |       |
|                | <i>Caelifera</i> ind. sp.                     | 01   |       |
|                | <i>Calliptamus</i> sp.                        | 09   |       |
|                | Acrididae ind. sp.                            | 03   |       |
| 2.Coleoptera   | <i>Lixus</i> sp.                              | 07   | 33,03 |
|                | Scarabaeidae ind. sp.                         | 02   |       |
|                | <i>Agapanthia</i> sp.                         | 05   |       |
|                | Buprestidae ind. sp.                          | 04   |       |
|                | <i>Baris</i> sp.                              | 03   |       |
|                | <i>Staphylinus</i> sp.                        | 01   |       |
|                | Cetoniidae ind. sp.                           | 03   |       |
|                | <i>Barinus</i> sp.                            | 01   |       |
|                | <i>Larinus</i> sp.                            | 03   |       |
|                | Caraboidea ind. sp1.                          | 01   |       |
|                | Caraboidea ind. sp2.                          | 01   |       |
|                | Curculionidae ind. sp.                        | 01   |       |
|                | Tenebrionidae ind. sp.                        | 01   |       |
|                | <i>Hypera</i> sp.                             | 03   |       |
| 3.Hemiptera    | <i>Delphax</i> sp.                            | 02   | 8,26  |
|                | <i>Aelia</i> sp.                              | 05   |       |
|                | Pentatomidae ind. sp.                         | 02   |       |
| 4.Dermaptera   | <i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758) | 03   | 4,6   |
|                | <i>Anisolabis</i> sp.                         | 02   |       |
| 5. Hymenoptera | <i>Messor</i> sp.                             | 04   | 11,93 |

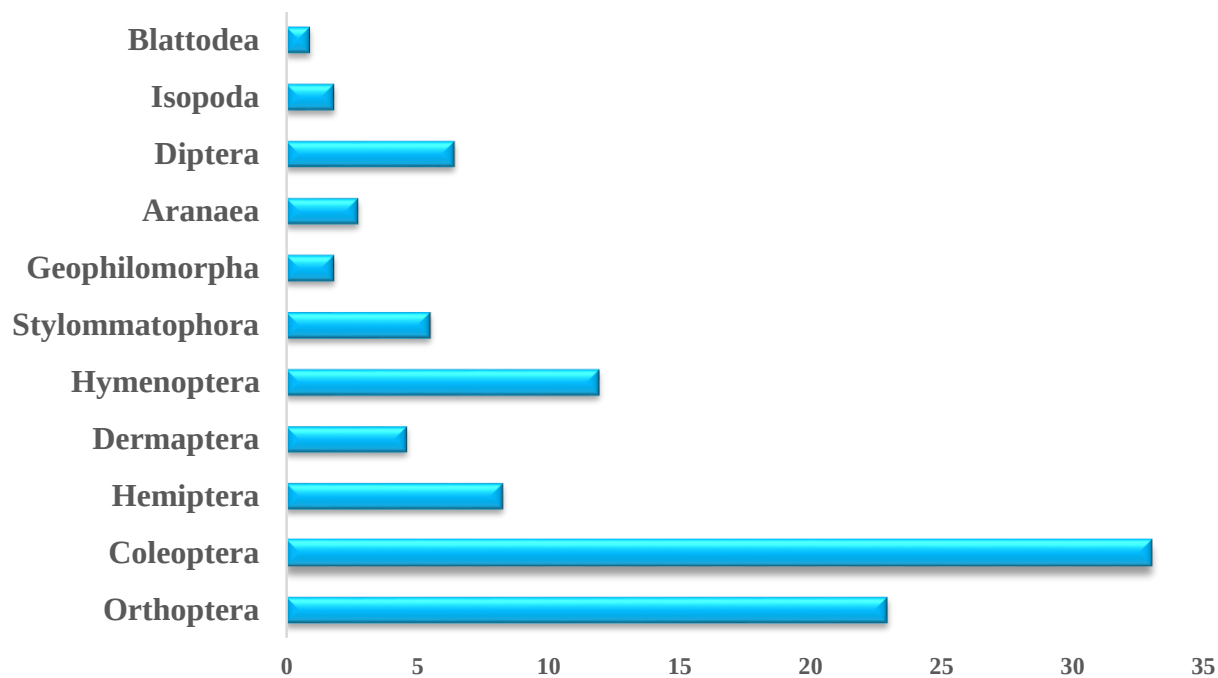
|                    |                                             |            |            |
|--------------------|---------------------------------------------|------------|------------|
|                    | <i>Cataglyphis</i> sp.                      | 02         |            |
|                    | <i>Tapinoma</i> sp.                         | 05         |            |
|                    | <i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856) | 02         |            |
| 6. Geophilomorpha  | Geophilomorpha ind.sp.                      | 02         | 1,83       |
| 7. Stylommatophora | Helicidae sp.                               | 05         | 5,50       |
|                    | Sphincterochilidae ind. sp.                 | 01         |            |
| 8. Araneae         | Araneae ind. sp.                            | 03         | 2,75       |
| 9. Diptera         | <i>Drosophila</i> sp.                       | 03         | 6,42       |
|                    | <i>Anthomyia</i> sp.                        | 03         |            |
|                    | Syrphidae ind. sp.                          | 01         |            |
| 10. Isopoda        | Isopoda ind. sp.                            | 02         | 1,83       |
| 11. Blattodea      | Ectobiidae ind. sp.                         | 01         | 0,2        |
| <b>Totaux</b>      | <b>11 ordres et 40 espèces</b>              | <b>109</b> | <b>100</b> |

**Tableau n°11** -Liste des fréquences centésimales des espèces végétales consommées par les jeunes moineaux au nid dans la région de Bouira en 2022.

| Familles         | Espèces                                  | Effectif (Ni) | Fréquence (FC)% |
|------------------|------------------------------------------|---------------|-----------------|
| 1. Brassicaceae  | <i>Sinapis alba</i>                      | 05            | 16,12           |
| 2. Apiaceae      | <i>Ferula communis</i> (Linnaeus, 1753)  | 01            | 3,23            |
| 3. Lamiaceae     | <i>Marrubium vulgare</i>                 | 01            | 3,23            |
| 4. Asteraceae    | <i>Silybum marianum</i> (Gaertner, 1791) | 03            | 9,68            |
| 5. Anacardiaceae | <i>Schinus molle</i>                     | 07            | 22,58           |
| 6. Solanaceae    | <i>Solanum tuberosum</i>                 | 03            | 9,68            |
| 7. Poaceae       | <i>Triticum durum</i>                    | 11            | 35,48           |
| <b>Totaux</b>    | <b>07 familles et 07 espèces</b>         | <b>31</b>     | <b>100</b>      |



**Figure n°19 -Fréquences centésimale des catégories des plantes trouvées dans le régime alimentaire des jeunes du moineau hybride à Bouira.**



**Figure n°20- Abondances relatives des ordres d'arthropodes enregistrés dans le régime alimentaire des jeunes au nid du moineau hybride dans la région de Bouira**

**3.1.1.3.- Analyse mensuelle de la composition alimentaire des adultes du moineau hybride (*Passer domesticus* X *P. hispaniolis*) à Bouira**

Cette partie présente les résultats sur les variations mensuelles des taux de consommation des espèces végétales et des proies animales par les adultes de moineaux hybrides.

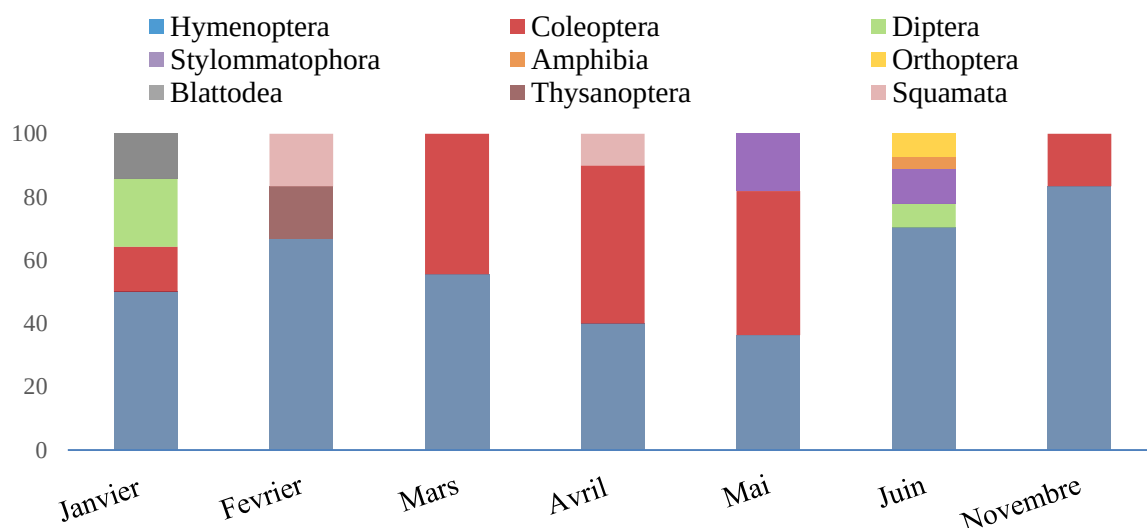
**3.1.1.3.1.- Variations de la composition en espèces végétales des contenus stomacaux des adultes en fonction des mois de l'année 2022**

L'analyse du régime trophique des moineaux adultes révèle d'importantes variations mensuelles dans la proportion des végétaux consommés. Les Poaceae constituent la composante végétale la plus constante et dominante du régime alimentaire des moineaux adultes tout au long des mois de l'année, avec une fréquence maximale de 66 %. Les Solanaceae occupent également une place importante, atteignant jusqu'à 35,71 %. D'autres familles, telles que les Rutaceae et les Anacardiaceae, bien que moins fréquentes, sont régulièrement représentées avec des fréquences comprises respectivement entre 1,57 % et 16,35 %, et entre 2,43 % et 7,14 %.

Certaines familles sont davantage consommées selon les mois, révélant une variabilité saisonnière. Les Amaranthaceae prédominent au printemps, en particulier en février, mars et avril, avec des fréquences comprises entre 66,66 % et 82,67 %. Les Chenopodiaceae deviennent dominantes en mai (66,66 %), tandis que les Polygonaceae affichent une forte présence en juin (49,68 %).

D'autres familles montrent des consommations modérées : les Brassicaceae sont surtout présentes en novembre (30 %), les Moraceae enregistrent un pic en juin (12,57 %). Enfin, les Oleaceae apparaissent faiblement en janvier (7,14 %), tout comme les Lamiaceae, relevées à 1,25 % en janvier et à 7,14 % en juin (Fig. n°21).

En termes de constance, les résultats indiquent une forte consommation de l'ensemble des plantes recensées au cours des mois de mars et juin. Les préférences alimentaires pour les Poaceae sont particulièrement marquées en avril et mai, avec des fréquences d'occurrence (FO) comprises entre 50 % et 57,14 %.



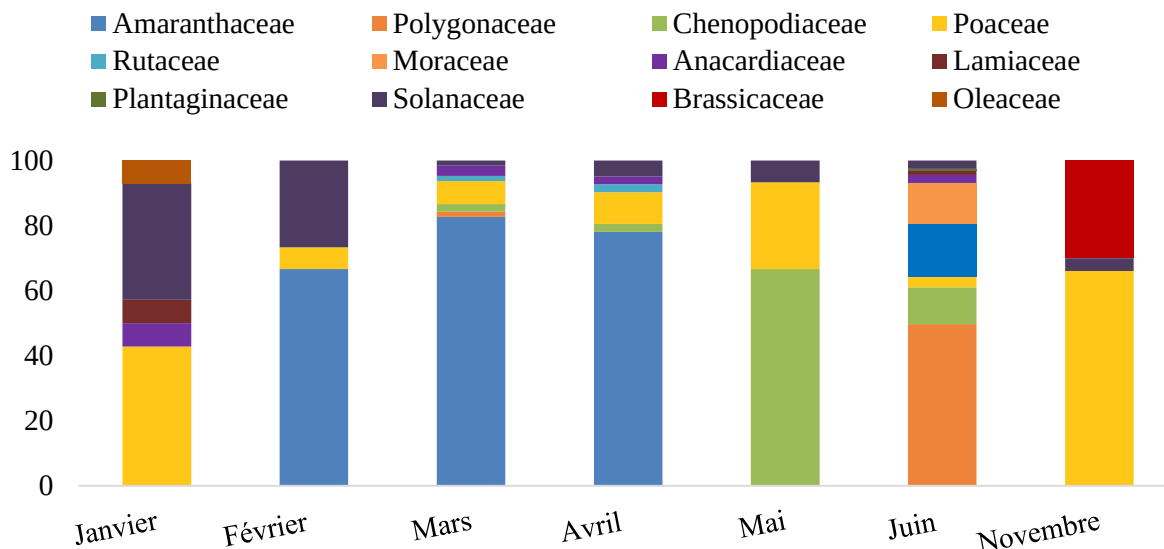
**Figure n°21- Fréquences relatives des proies animales consommées par le moineau adulte en fonction des mois suivis dans la région de Bouira en 2022.**

## 3.1.1.3.2.- Variations de la composition en proies animales des contenus stomacaux des adultes en fonction des mois de l'année 2022

L'analyse des gésiers disséqués des moineaux hybrides révèle une consommation prédominante de proies appartenant aux Hyménoptères tout au long de la période d'étude, avec des fréquences variant entre 36,36 % et 83,83 %. Les Coléoptères représentent le deuxième ordre le plus abondant dans le régime alimentaire des adultes pendant la majorité des mois, avec des proportions comprises entre 14,28 % et 50 %, à l'exception de février et juin, où ces proies sont absentes. Une augmentation notable du nombre de Coléoptères consommés est observée en mars, avril et mai.

Les autres taxons identifiés montrent une présence variable selon les mois : les Diptères apparaissent en janvier et juin, les Stylommatophora en mai et juin, les Squamata en février et avril, les Blattodea en janvier, et les Amphibia ainsi que les Orthoptères en juin, avec des proportions comprises entre 3,70 % et 21,42 % (Fig. n°22).

En termes de fréquence d'occurrence, les Hyménoptères restent les proies les plus régulièrement consommées, avec un pic en avril à 57,14 %, suivis des Coléoptères, atteignant 50 % en mai.



**Figure n°22 - Fréquences relatives des proies végétales consommées par le moineau adulte en fonction des mois suivis dans la région de Bouira en 2022**

### 3.1.1.4.- Analyse du régime alimentaire des juvéniles du moineau hybride en fonction de l'âge dans la région de Bouira

Cette section présente les résultats relatifs aux proportions des ordres d'arthropodes et des familles de plantes consommés par les oisillons de moineaux hybrides, répartis selon les classes d'âge

#### 3.1.1.4.1.- Évolution de la part animale dans l'alimentation des oisillons du moineau hybride en fonction de l'âge (2022)

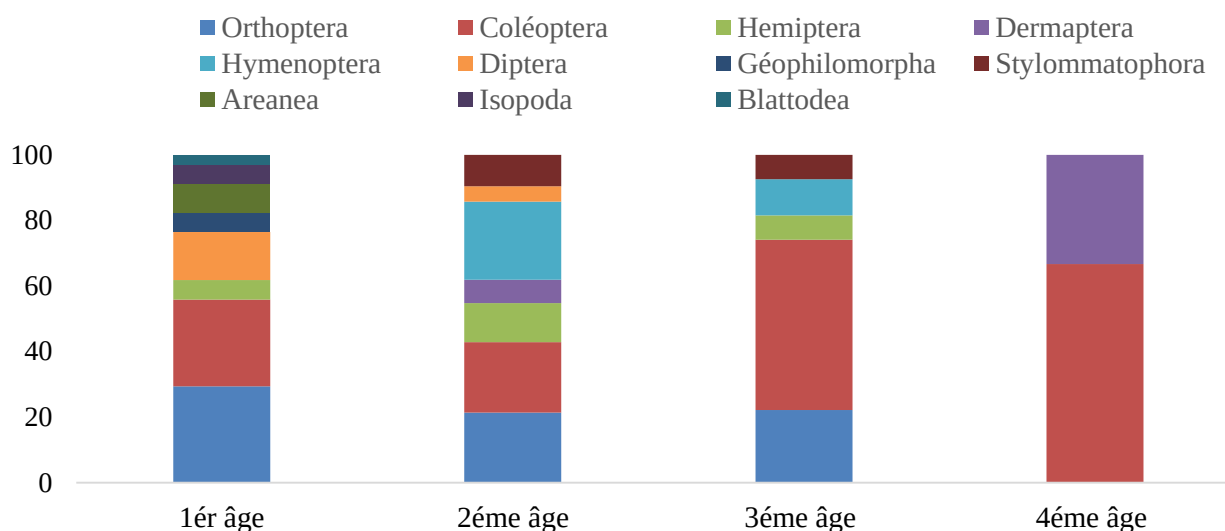
Les résultats mettent en évidence que le régime alimentaire des jeunes passereaux varie en fonction de leur âge. Les éléments trophiques fournis aux poussins s'avèrent plus diversifiés et abondants dans les premières catégories d'âge par rapport aux dernières. Le nombre de taxons animaux recensés varie de 7 à 8 ordres pour les poussins âgés de 1 à 3 jours et de 4 à 7 jours. En revanche, pour les poussins plus âgés, ce nombre diminue : il atteint 5 ordres pour ceux âgés de 7 à 9 jours, et seulement 2 taxons pour les poussins de 10 à 12 jours. Les proies les plus consommées par les poussins de la première classe d'âge sont les Orthoptera (29,41 %) et les Coléoptera (26,47 %). Dans la deuxième catégorie d'âge, les Hyménoptera dominent avec un taux de 23,80 %, suivis des Coléoptera et des Orthoptera, tous deux représentant 21,42 %. Dans les troisième et quatrième catégories d'âge, les Coléoptera

deviennent prédominants, représentant respectivement 51,85 % et 66,66 %. Ils sont suivis par les Orthoptera (22,22 %) pour les jeunes âgés de 7 à 9 jours et par les Dermaptèra (33,33 %) pour les poussins âgés de 10 jours et plus.

Pour les autres ordres recensés, les proies sont consommées en quantités plus au moins satisfaisantes. Les Hémiptèra présentent des taux oscillant entre 5,88 % et 11,90 %, et ce, pour les trois premières classes d'âge. Les Dermaptèra sont observés chez les poussins âgés de 1 à 3 jours et de 10 à 12 jours, avec des proportions respectives de 7,14 % et 33,33 %. Les Diptèra affichent des fréquences relatives variant entre 4,76 % et 14,70 % pour les poussins des 1ère et 2ème classes d'âge. Enfin, les Hyménoptèra et les Stylomatophora sont consommés avec des proportions comprises entre 7,40 % et 23,80 % pour les 2ème et 3ème groupes d'âge.

Des proies moins fréquentes sont également enregistrées chez les poussins de la 1ère classe d'âge, avec des taux compris entre 2,94 % et 8,82 %, incluant notamment les Geophilomorpha, Araneae, Isopoda et Blattodea (Fig. n°23).

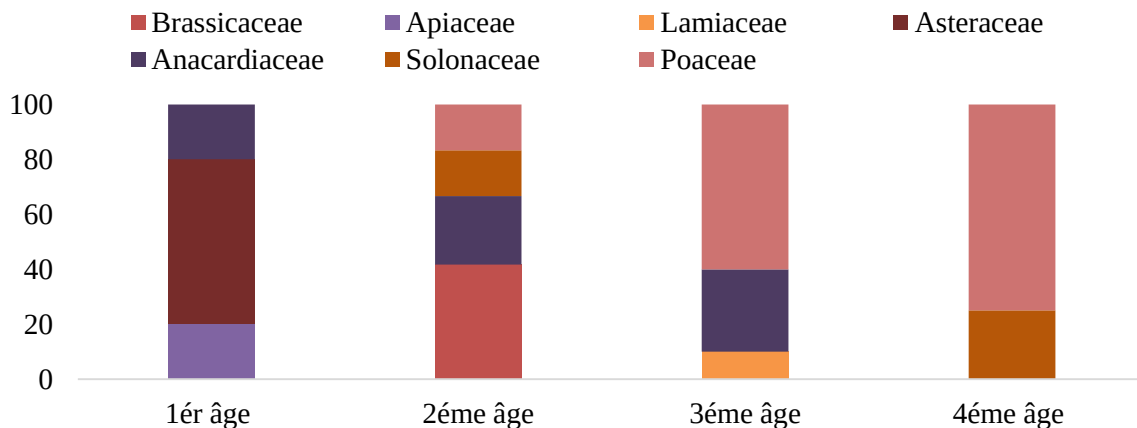
En termes de fréquence d'occurrence (FO), les Coléoptèra apparaissent comme les proies les plus recherchées par les jeunes moineaux au nid, avec des FO variant de 44,44 % à 66,66 %, suivis des Orthoptèra dont les FO oscillent entre 30 % et 62,5 %. Les résultats révèlent par ailleurs que la proportion d'Orthoptèra dans le régime alimentaire diminue progressivement avec l'âge des poussins, tandis que la consommation de Coléoptèra augmente au fur et à mesure de leur croissance (Fig. n°23).



**Figure n°23- Fréquences relatives des proies animales consommées par les jeunes moineaux au nid par catégorie d'âge dans la région de Bouira en 2022**

### 3.1.1.4.2. Évolution de la part végétale dans l'alimentation des oisillons du moineau hybride en fonction de l'âge (2022)

Pour la fraction végétale, le plus grand nombre de plantes consommées se retrouve dans le deuxième groupe d'âge, avec quatre familles enregistrées (Brassicaceae, Anacardiaceae, Solanaceae et Poaceae), suivi des premier et troisième groupes d'âge, avec trois familles enregistrées par catégorie (Apiaceae, Asteraceae, Anacardiaceae, Lamiaceae et Poaceae). Les plantes retrouvées dans l'estomac des poussins du quatrième groupe d'âge appartiennent principalement aux Solanaceae et aux Poaceae. La première classe d'âge des jeunes moineaux au nid se nourrissait principalement d'Asteraceae, avec une fréquence de 60 %, tandis que la deuxième classe d'âge consommait principalement des Brassicaceae, avec une fréquence de 66 %. Au cours des troisième et quatrième groupes d'âge, les Poaceae ont dominé le régime alimentaire des poussins, avec des fréquences variant entre 60 % et 75 % (Fig. n°24).



**Figure n°24 - Fréquences relatives des proies végétales consommées par les jeunes moineaux aux nids par catégories d'âges dans la région de Bouira (2022)**

### 3.1.1.5.- Approches méthodologiques et indices utilisés dans l'analyse du régime alimentaire des moineaux hybrides adultes à Bouira

Les résultats de cette section proviennent de l'application des indices de diversité de Shannon ( $H'$ ), d'équitabilité ( $E$ ), du coefficient de vacuité ( $CV$ ), de l'indice de réplétion ( $IR$ ) et du test du  $\chi^2$ .

### 3.1.1.5.1.- l'indice de Shannon-Weaver (H') et d'Equitabilité (E)

Les résultats de l'indice de diversité (H') des plantes ingérées révèlent des taux maximaux en juin (2,20 bit) et en janvier (1,86 bit), tandis que la valeur est de 1 bit pour les autres mois. Concernant la distribution, un équilibre est observé en janvier avec un E' de 0,80, contrairement aux mois de mars et avril où E' est respectivement de 0,37 et 0,46.

En ce qui concerne la diversité des proies animales, la valeur maximale est enregistrée en janvier (1,77 bit), tandis que l'indice de Shannon pour les autres mois varie entre 0,65 et 1,49 bit. Quant à l'Equitabilité, une tendance à l'équilibre entre les différents taxons est constatée en janvier et mars avec E' de 0,88 et 0,99. En revanche, durant les mois de février, avril et mai, un déséquilibre est observé, avec un E' proche de 0 (Tab. n°12).

**Tableau n°12** -Diversité spécifique (H') et Equitabilité (E) des fractions alimentaires ingérées par le moineau hybride selon les mois de l'année 2022.

| Indices           | Mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai  | Juin | Novembre |
|-------------------|------|---------|---------|------|-------|------|------|----------|
| Fraction animal   | H'   | 1,77    | 1,25    | 0,99 | 1,36  | 1,49 | 1,44 | 0,65     |
|                   | E    | 0,88    | 0,23    | 0,99 | 0,25  | 0,28 | 0,62 | 0,65     |
| Fraction végétale | H'   | 1,86    | 1,15    | 1,06 | 1,21  | 1,15 | 2,20 | 1,10     |
|                   | E    | 0,80    | 0,73    | 0,37 | 0,46  | 0,73 | 0,69 | 0,69     |

### 3.1.1.5.2.- Indice de réplétion (IR) et le coefficient de vaccuité (CV)

Concernant l'évolution de l'indice de réplétion (Ir), des variations significatives du poids relatif des aliments consommés par rapport au poids de l'oiseau ont été observées en fonction du mois. L'indice le plus élevé a été enregistré en juin (Ir = 1,39) et en janvier (Ir = 1,29), tandis que le plus faible a été observé en mai (Ir = 0,61) (Fig. n°25). En outre, les valeurs de coefficient de vaccuité (CV) enregistrées sont de 2,81 %. Parmi les 71 échantillons analysés, seulement 2 gésiers étaient complètement vides, sans aucun élément nutritionnel, et ce durant les mois d'avril et de mai.



**Figure n°25 - Evolution de l'Indice de réplétion (Ir) chez les adultes du moineau hybride**

#### **3.1.1.5.2.- Test de $\chi^2$**

Le test  $\chi^2$  appliqué a révélé des différences significatives entre les différents éléments alimentaires ingérés par les moineaux adultes, avec un Pearson  $\chi^2$  de 72,94 (dl = 48, p = 0,011) pour la fraction animale, et un Pearson  $\chi^2$  de 794,06 (dl = 66, p = 0,000) pour la fraction végétale.

#### **3.1.1.6.- Méthodes et indices appliqués à l'étude alimentaire des jeunes moineaux hybrides à Bouira**

Les résultats présentés dans cette partie sont issus de l'application des indices de diversité de Shannon (H'), d'équitabilité (E), du coefficient de vacuité (CV), de l'indice de réplétion (IR), ainsi que du test de  $\chi^2$ .

### 3.1.1.6.1.- Indice de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E)

L'indice de diversité des proies animales dans le régime alimentaire des poussins se révèle très élevé pour les premières classes d'âge, atteignant 2,6 bits, tandis que les valeurs les plus faibles se retrouvent chez les jeunes appartenant aux dernières classes d'âge. Concernant la distribution, l'exposant (E) calculé varie entre 0,8 et 0,9 selon les différents groupes d'âge. En ce qui concerne la diversité végétale, l'indice de Shannon H le plus élevé est enregistré chez les poussins de la 2<sup>e</sup> classe d'âge, avec une valeur de 1,88, suivi par ceux des 1<sup>re</sup> et 3<sup>e</sup> classes d'âge. Par ailleurs, un équilibre notable est observé dans la distribution des plantes consommées par les poussins de différentes classes d'âge, avec des valeurs de E tendant vers 1 (Tab. n°13).

**Tableau n°13** -Diversité spécifique (H') et Equitabilité (E) des fractions alimentaires ingérées par les jeunes passereaux selon l'âge à Bouira (2022)

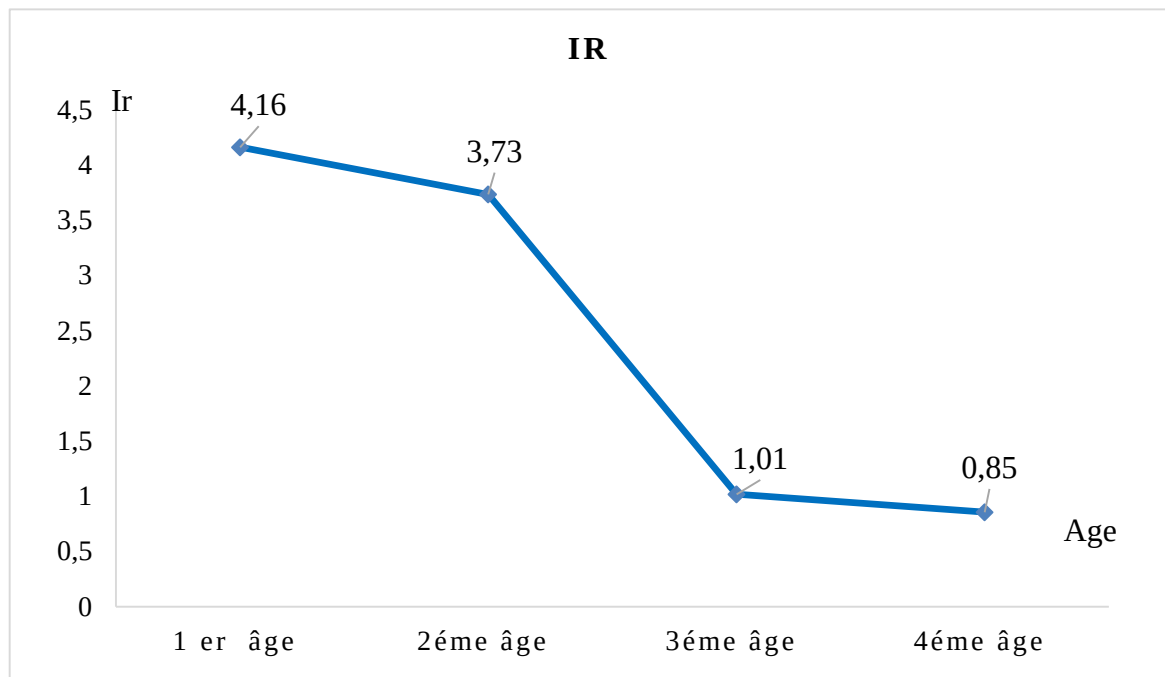
| <b>Ages<br/>Paramètres</b> |           | <b>1<sup>er</sup> âge</b> | <b>2<sup>eme</sup> âge</b> | <b>3<sup>eme</sup> âge</b> | <b>4<sup>eme</sup> âge</b> |
|----------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Fraction Animale           | <b>H'</b> | 2,61                      | 2,61                       | 1,88                       | 0,91                       |
|                            | <b>E</b>  | 0,87                      | 0,93                       | 0,81                       | 0,91                       |
| Fraction végétale          | <b>H'</b> | 1,37                      | 1,88                       | 1,29                       | 0,81                       |
|                            | <b>E</b>  | 0,86                      | 0,9                        | 0,81                       | 0,81                       |

### 3.1.1.6.2.- Indice de réplétion (IR) et le Coefficient de vacuité (CV)

L'indice de réplétion présente des variations significatives au cours du développement des poussins. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées chez les poussins âgés de 1 à 3 jours (Ir = 4,16) et de 4 à 7 jours (Ir = 3,73). En revanche, les indices les plus faibles sont observés chez les poussins âgés de 7 à 9 jours et de 10 à 12 jours, avec des Ir compris entre 0,85 et 1,01 (Fig. n°26). Par ailleurs, le coefficient de vacuité(CV) calculé était de 38,77 %. Les gésiers vides ont été observés chez les poussins de la première et deuxième classe d'âge (n=2), de la troisième classe d'âge (n=4) et chez les jeunes avant l'envol (n=13).

### 3.1.1.6.3.- Test de $\chi^2$

Le test du  $\chi^2$  appliqué révèle des différences significatives dans les proportions des fractions animale et végétale administrées aux jeunes moineaux. Pour la fraction animale, les résultats montrent  $\chi^2$  de Pearson = 61,73, dl = 30, p = 0,000, tandis que pour la fraction végétale, ils indiquent  $\chi^2$  de Pearson = 41,46, dl = 18, p = 0,001



**Figure n°26-Variation de l'indice de réplétion (Ir) chez les jeunes moineaux hybrides**

### 3.2. -Étude de la reproduction des moineaux dans la région de Bouira

Dans cette partie, nous présenterons les résultats du suivi de la reproduction des moineaux dans la région de Bouira. Elle se divise en deux parties : la première porte sur la phénologie de la reproduction des moineaux hybrides dans la station d'Oued El Berdi durant l'année 2021, tandis que la seconde traite de la biologie de la reproduction du moineau espagnol dans la station de Chabet Brahem pour la même année.

### **3.2.1. -Phénologie de la reproduction des moineaux hybrides dans la station de l'Oued El Berdi en 2021**

Cette section examine les temporalités et les cycles des événements reproductifs, ainsi que les caractéristiques spécifiques de la reproduction de cette espèce hybride.

#### **3.2.1.1. -Temporalités biologiques de la reproduction**

Elle désigne le début et la fin de la saison de reproduction, les pics d'activité reproductrice, ainsi que les variations saisonnières des comportements reproducteurs influencées par les facteurs environnementaux.

##### **3.2.1.1.1 - Parade nuptiale**

La saison de reproduction des moineaux est généralement inaugurée par l'observation des premières parades nuptiales. Cependant, le suivi de bandes des moineaux dans la colonie d'Oued El Berdi a révélé plusieurs paramètres pertinents. À partir de la mi-février jusqu'à la mi-mars, avec l'augmentation progressive des températures moyennes, un changement notable dans le comportement des moineaux a été observé. Ce changement se manifeste par :

- Une prospection constante des sites potentiels de nidification tout au long de la journée, marquée par des allées et venues fréquentes.
- Une augmentation de la fréquence des visites aux nids existants, particulièrement durant les heures matinales.
- Un perchage prolongé sur les murs, arbres et à proximité des nids tout en profitant de l'ensoleillement.

La saison de reproduction proprement dite débute à la mi-mars, caractérisée par : des parades nuptiales, des mouvements acrobatiques sur les toits, les façades des murs et les arbres, accompagnés de cris rauques émis par les mâles envahissant le site, et de l'initiation de la construction des nids.

### 3.2.1.1.2.- Imbrication et accouplement

Lors de l'établissement de la colonie, un nombre réduit des effectifs de femelles a été notée. Cependant, leur présence devient progressivement plus fréquente au fil des jours. Les premiers accouplements ont été observés vers la fin du mois de mars (27 mars 2021). Elle se déroule au sol, sur les plantules et les arbres, avec une fréquence d'environ un accouplement toutes les 3 secondes.

Durant la première quinzaine d'avril, immédiatement après la chute des pluies et la régénération du couvert végétal, l'activité des moineaux s'intensifie. Cette période est marquée par une construction frénétique des nids, plusieurs accouplements (le mâle s'accouple avec la femelle de 5 à 6 fois consécutives, principalement le matin), des vols de matériaux de construction entre les individus, une baisse de vigilance vis-à-vis notre présence.

Les premières pontes sont également notées, avec une surveillance des nids. Les femelles participent activement au gardiennage des nids, en restant à l'intérieur ou à proximité (Fig. n°27).



(Original)

**Figure n°27 -Nidification du moineau hybride dans la station de l'Oued El Berdi durant la saison de reproduction 2021**

### 3.2.1.1.3. -Incubation et élevage

Au cours de la seconde moitié d'avril, ainsi qu'en mois de mai jusqu'à mi-juillet, les comportements des partenaires se répartissent entre diverses tâches : incubation des œufs, surveillance et nettoyage du nid, ainsi que le nourrissage des poussins (Fig. n°28). Après la ponte, le site retrouve un état de calme relatif. Cependant, il est important de noter que le début de l'incubation n'entraîne pas l'arrêt des activités précédentes : des accouplements continuent d'avoir lieu et la construction du nid se poursuit. Le nid subit un nettoyage, effectué principalement par la femelle. Les séjours au nid restent de courte durée, surtout pour le mâle, qui quitte fréquemment le nid pour y revenir peu de temps après.



Figure n°28 -Cycle reproductif du moineau hybride (*Passer domesticus X P.hispaniolis*) (Original)

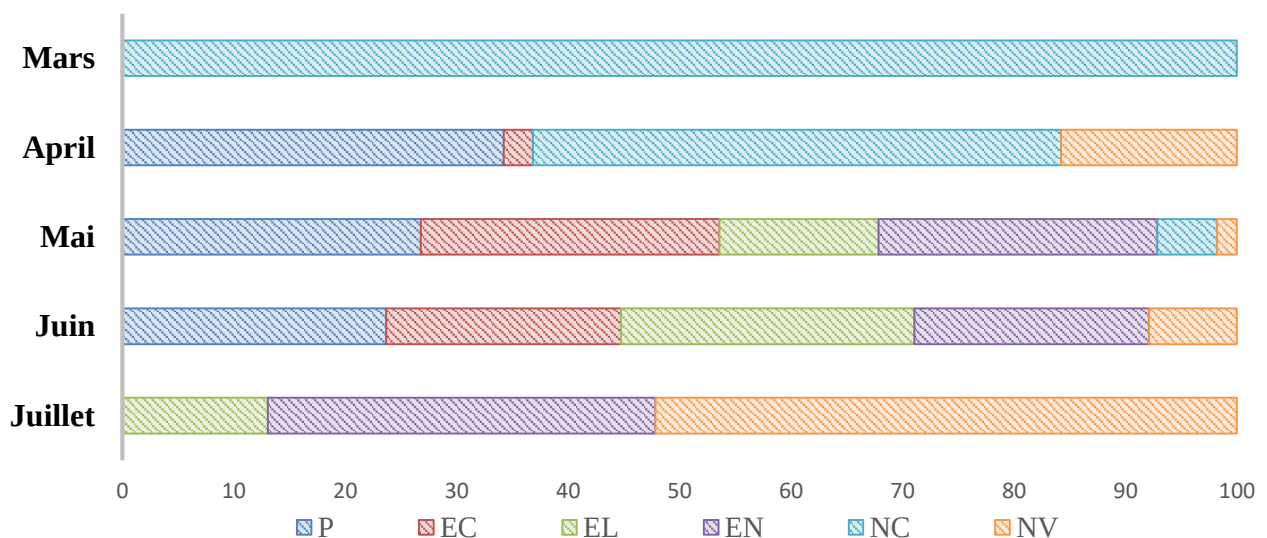


Figure n°29 -Evolution de la reproduction du moineau hybride dans la colonie de Oued El Berdi (Bouira) en 2021

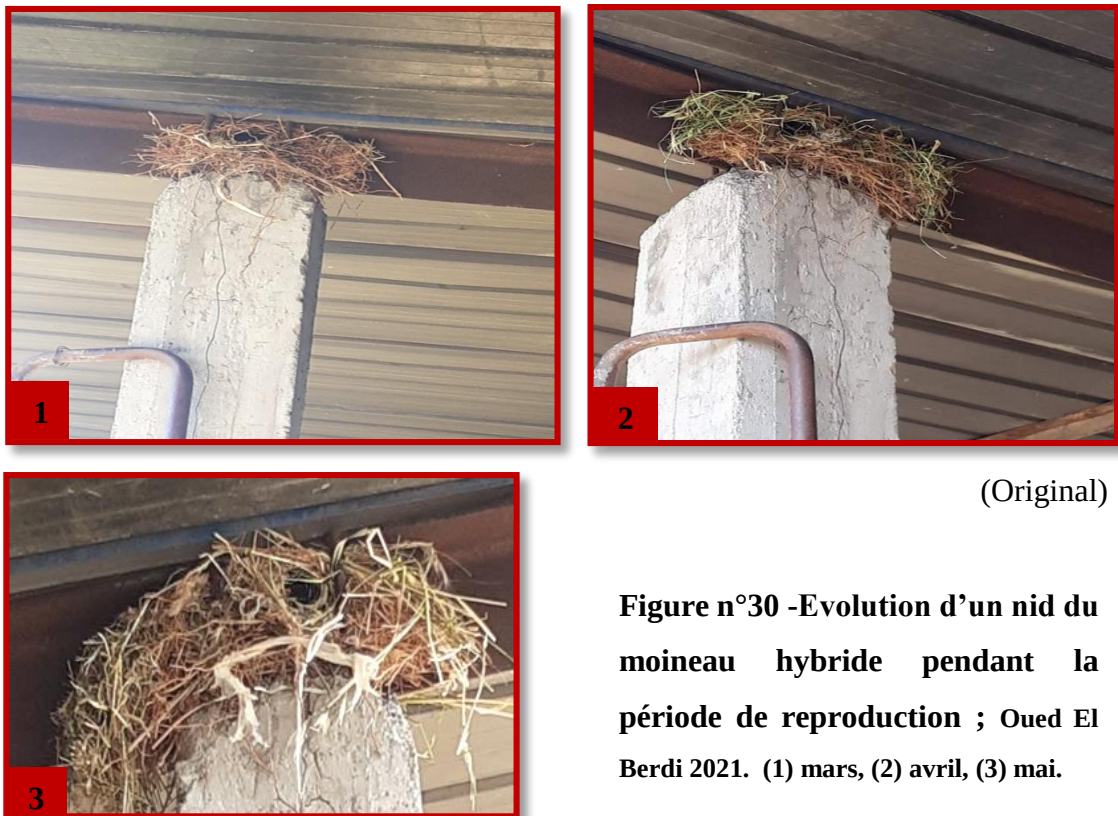
P: pontes, EC: eclosions; EL: élevage; EN: envols; NC: nids construits; NV: nids vides

### 3.2.1.2.- Analyse des traits reproductifs du moineau hybride

Les traits reproductifs désignent les caractéristiques biologiques, comportementales et écologiques liées à la reproduction, telles que : les caractéristiques des nids (emplacement, taille, matériaux utilisés), et les paramètres de reproduction (nombre d'œufs, taux d'éclosion, succès reproducteur).

#### 3.2.1.2.1. - Construction, emplacement et nombres de nids

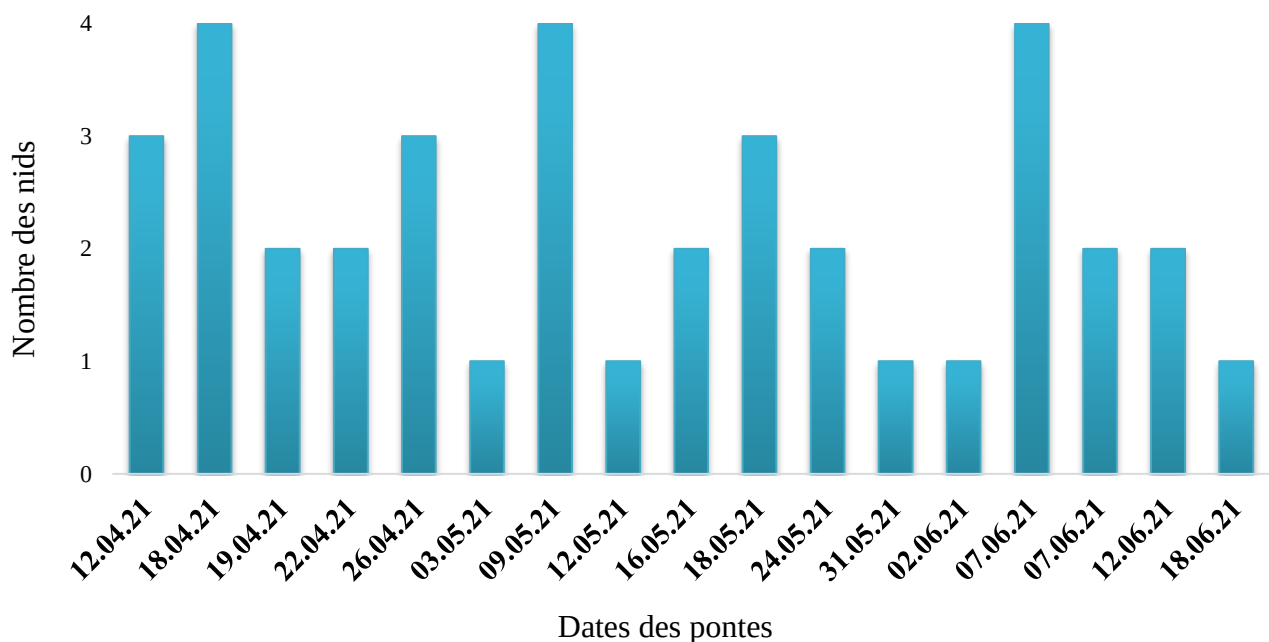
La construction des nids a commencé le 18 mars 2021. D'après nos observations, l'édification d'un nouveau nid ne dépasse pas une durée de 5 jours. Cependant, lorsqu'il s'agit des nids déjà existants, le moineau consacre davantage de temps ajoutant progressivement des branches vertes fraîches et divers matériaux de construction, tels que des fils de laine ou de plastique. Ce processus de construction ou de perfectionnement du nid, continue même pendant la période d'incubation et d'élevage des jeunes. Ce n'est qu'en mois de mai (fin) que l'activité cesse pour la majorité des nids (Fig. n°30).



Dans la colonie d'Oued el Berdi, un total de 58 nids a été recensé. Parmi eux, 29 nids sont restaurés, 8 nids nouvellement construits, et 21 sont des nids anciens abandonnés. Ces nids sont répartis entre les unités d'élevage, les unités de stockage, le mur de clôture, ainsi que les arbres d'olivier (*Olea europea*), de prunier (*Prunus sp.*) et de poivrier (*Schinus molle*). Avec une hauteur variant de 1.5 à 3 m. Pour suivre l'évolution de la reproduction du moineau hybride, 19 nids ont été sélectionnés en raison de leur accessibilité, facilitant ainsi les observations et la collecte des paramètres reproductifs. (Tab. n°14).

### 3.2.1.2.2.- Date de pontes et nombre de couvées

Les premières pontes ont été notées le 12 avril 2021. Toutefois, pour les nids inaccessibles situés dans l'unité d'élevage, la date estimée a été déterminée au 7 avril 2021. Dans la colonie d'Oued El Berdi, trois pics majeurs ont été observés concernant les dates de pontes par nids actifs, durant la période de reproduction de l'année 2021. Ces pics se situent durant la deuxième quinzaine du mois d'avril (18/04/2021), au début du mois de mai (09/05/2021), et au début du mois de juin (07/06/2021). En outre, trois autres enregistrements notables ont été effectués, respectivement en avril (12/04/2021 et 26/04/2021) et durant la deuxième quinzaine du mois de mai (18/05/2021) (Fig. n°31).



**Figure n°31 -Variation des nids actifs du moineau hybride en fonction de la date des pontes à Bouira durant la période de reproduction 2021**

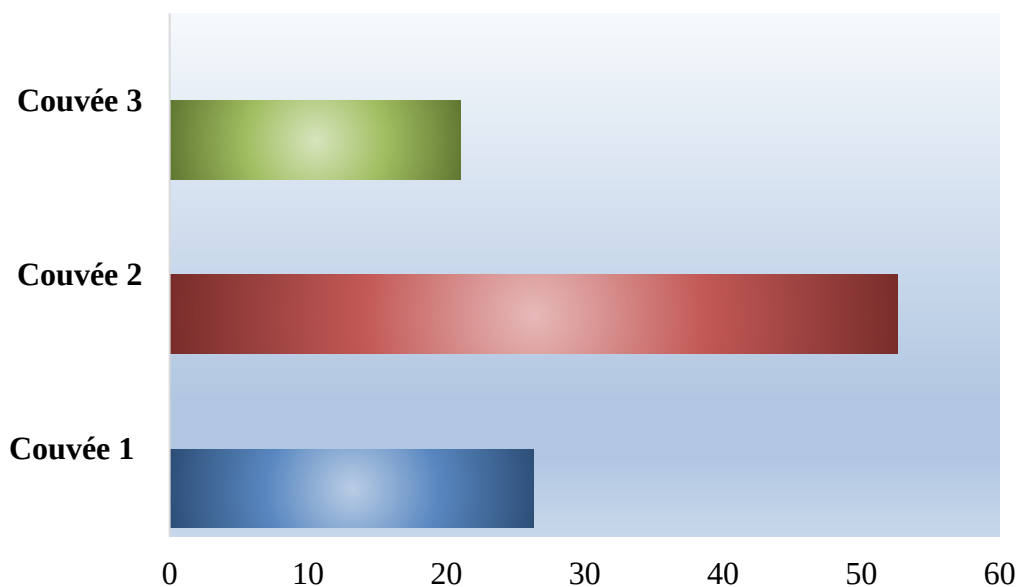
Dans la région de Bouira, le moineau hybride (*Passer domesticus* X *P. hispaniolensis*) a réalisé trois couvées successives au cours de la saison de reproduction, qui s'est étendue de la mi-mars à mi-juillet 2021. Ces couvées peuvent être classées en trois catégories distinctes, selon la durée du cycle observé : cycle court, moyen et long.

Pour les couples ayant un cycle court, la durée de la couvaison varie entre 14 et 15 jours, tandis que la période de sevrage varie de 8 à 10 jours au maximum, ce qui fait un cycle qui se situe entre 22 à 25 jours. Les couples présentant un cycle de durée moyenne ont présenté une fourchette de 28 à 29 jours, comprenant 14 à 15 jours d'incubation et 14 jours d'élevage. À titre exceptionnel, un couple de moineaux a présenté un cycle plus long, d'une durée totale de 35 jours, dont 21 jours consacrés à la couvaison.

Selon les observations enregistrées, les nids ayant accueilli deux ou trois couvées présentent des cycles de durée moyenne, de courte durée, ou alternent entre les deux. En revanche, pour les nids avec une seule couvée, la durée du cycle se situe entre 28 à 29 jours.

L'intervalle entre les différentes pontes effectuées au sein du même nid, varie de 1 à 2 jours (juste après l'envol des jeunes), 6 à 7 jours, à plus de 10 jours, et peut atteindre jusqu'à 21 jours. Cette variation dépend des performances individuelles des couples ainsi que des facteurs biotiques et abiotiques.

Concernant le nombre des nids par couvée, quatre couples ont réalisé trois couvées, représentant 21,05 % des nids. Dix couples ont effectué deux couvées successives, représentant 52,63 %. Enfin, 26,31 % des nids n'ont vu qu'une seule couvée ; soit 05 couples de moineaux (Fig. n°32).

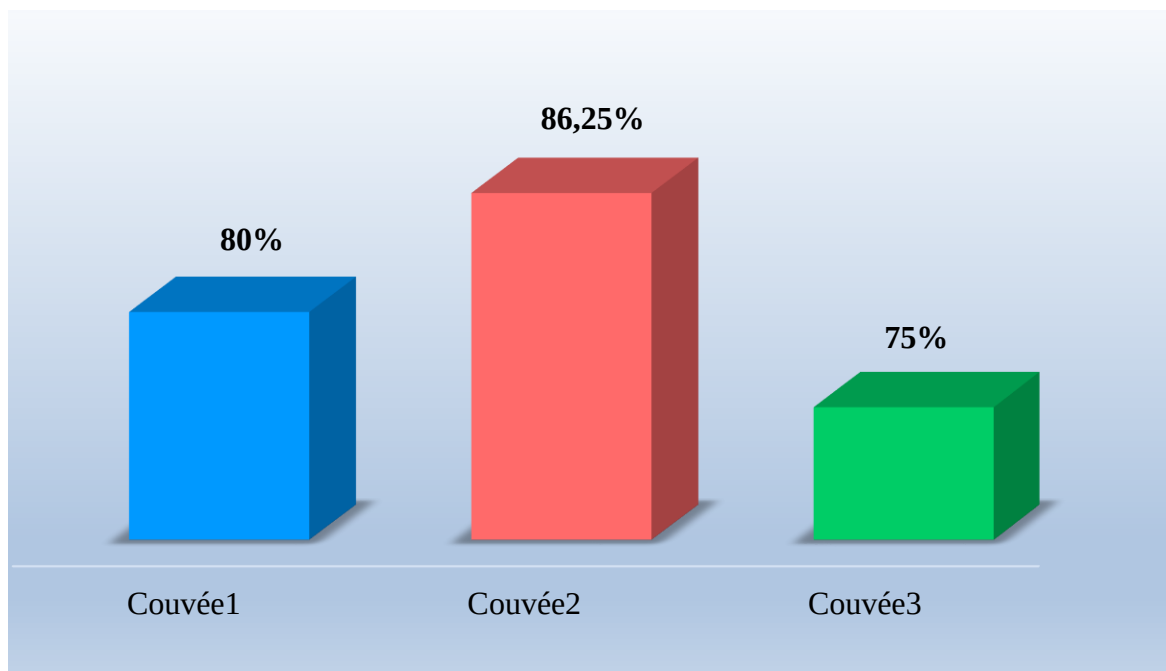


**Figure n°32 -Variation des nids rencontrés en fonction de couvées réalisées par *Passer* dans la région de Bouira en 2021**

### 3.2.1.2.3.- Taille de la couvée et succès de la reproduction

Concernant les résultats relatifs à la taille de ponte des moineaux hybrides à Bouira durant la saison de reproduction de 2021, nos observations révèlent que le nombre minimal d'œufs pondus par couvée est de 3, tandis que le nombre maximal atteint 4, soit une moyenne de  $(3,75 \pm 0,43)$  œufs par nid. Le nombre d'œufs éclos correspondant à une moyenne de  $(3,08 \pm 1,46)$  par nid, avec un taux global de succès d'éclosion estimé à 80,41 %. (Tab. n°14).

En moyenne, les nids avec trois couvées ont produit  $3,83 \pm 0,39$  œufs, avec un taux de réussite de 75 %. Pour les nids avec deux couvées, le nombre moyen d'œufs pondus est de  $3,8 \pm 0,41$ , avec un taux de réussite de 86,25 %. Enfin, les nids ne présentant qu'une seule couvée ont enregistré une moyenne de  $3,4 \pm 0,55$  œufs, avec un taux de réussite de 80 % (Fig. n°33).



**Figure n°33 - Variation de la moyenne du succès reproducteur entre les différentes couvées réalisées par les moineaux hybrides dans la région de Bouira en 2021**

**Tableau n°14** - Supports et hauteurs des nids, nombre d'œufs pondus et éclos par nid, ainsi que le taux de réussite du moineau hybride au cours des trois couvées réalisées en 2021.

| Couvées                | Supports des nids         | Hauteur (m) | Nombre d'Oeufs | Nombre d'oisillons éclos/nid | Succès à l'éclosion (%) |
|------------------------|---------------------------|-------------|----------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>1<sup>ère</sup></b> | 1. Unité de stockage      | 2,8         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 2. Unité de stockage      | 2,8         | 3              | 3                            | 100                     |
|                        | 3. Poteau de construction | 3           | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 4. Mur de clôture         | 1,7         | 3              | 3                            | 100                     |
|                        | 5. Unité de stockage      | 1,5         | 3              | 0                            | 0                       |
| <b>2<sup>ème</sup></b> | 1. Unité de stockage      | 3           | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 2. Unité de stockage      | 2,5         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 3. Mur de clôture         | 1,7         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 4. Mur de clôture         | 1,7         | 3              | 3                            | 100                     |
|                        | 5. Unité de stockage      | 2           | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 6. Unité de stockage      | 1,5         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 7. Unité de stockage      | 1,5         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 8. Unité de stockage      | 1,68        | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 9. <i>Olea europea</i>    | 2,5         | 4              | 2                            | 50                      |
|                        | 10. <i>Prunus</i> sp.     | 2,5         | 4              | 3                            | 75                      |
|                        | 1. Unité de stockage      | 3           | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 2. Unité de stockage      | 2,5         | 4              | 0                            | 0                       |
|                        | 3. Mur de clôture         | 1,7         | 3              | 3                            | 100                     |
|                        | 4. Mur de clôture         | 1,7         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 5. Unité de stockage      | 2           | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 6. Unité de stockage      | 1,5         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 7. Unité de stockage      | 1,5         | 3              | 3                            | 100                     |
|                        | 8. Unité de stockage      | 1,68        | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 9. <i>Olea europea</i>    | 2,5         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 10. <i>Prunus</i> sp.     | 2,5         | 4              | 0                            | 0                       |
|                        | 1. Unité de stockage      | 2,7         | 4              | 4                            | 100                     |
|                        | 2. Poteau de construction | 3           | 4              | 0                            | 0                       |

|                  |                           |            |                        |                        |                |
|------------------|---------------------------|------------|------------------------|------------------------|----------------|
| 3 <sup>ème</sup> | 3. Unité de stockage      | 1,7        | 4                      | 0                      | 0              |
|                  | 4. <i>Oleae europea</i>   | 3          | 4                      | 0                      | 0              |
|                  | 1. Unité de stockage      | 2,7        | 4                      | 4                      | 100            |
|                  | 2. Poteau de construction | 3          | 4                      | 4                      | 100            |
|                  | 3. Unité de stockage      | 1,7        | 4                      | 4                      | 100            |
|                  | 4. <i>Oleae europea</i>   | 3          | 4                      | 4                      | 100            |
|                  | 1. Unité de stockage      | 2,7        | 3                      | 3                      | 100            |
|                  | 2. Poteau de construction | 3          | 4                      | 4                      | 100            |
|                  | 3. Unité de stockage      | 1,7        | 4                      | 4                      | 100            |
|                  | 4. <i>Oleae europea</i>   | 3          | 3                      | 3                      | 100            |
|                  |                           | <b>Moy</b> | <b>3,75 ±<br/>0,43</b> | <b>3,08 ±<br/>1,46</b> | <b>80,41 %</b> |

Il est essentiel de souligner que dans cette étude, le taux global de réussite inclut principalement les échecs liés aux manipulations des nids pendant la période de reproduction. À cela s'ajoutent occasionnellement des attaques de prédateurs, pouvant provoquer l'abandon des nids et, dans certains cas, des pontes de remplacement.

## 3.2.2. – Aperçu sur la Biologie de reproduction du moineau espagnol dans la station de Chabet Brahem en 2021

Cette partie examine les caractéristiques biologiques et comportementales liées à la reproduction du moineau espagnol dans la station de Chabet Brahem (Bouira) en 2021.

### 3.2.2.2. Comportement du *Passer hispaniolis* dans la colonie de Chabet-Brahem

Les observations comportementales montrent que le moineau espagnol est grégaire se comportant de manière très sociale, créant de vastes colonies comprenant des centaines de paires, tout en restant séparé de la population de moineaux locaux (ségrégation écologique). Il est important de souligner que le cycle de reproduction du moineau espagnol à Chabet Brahem s'est déroulé sur un site qui avait été colonisé précédemment en

2020, avec des nids déjà construits. La date de 28 mai 2021, la date où *Passer hispaniolis* a quitté de manière définitive sa colonie.

### 3.2.2.1. -Paramètres de la reproduction

Les paramètres relatifs à la période de reproduction, à la taille des pontes, ainsi qu'au succès reproducteur sont détaillés ci-après.

#### 3.2.2.1.1. -Emplacement et hauteur des nids

*Passer hispaniolis* sélectionne ses emplacements de nidification en se basant sur la disponibilité de nourriture (zones de culture de céréales) et la variété de la végétation (notamment des arbres) le long de lits des oueds, tout en évitant les zones urbaines.

Les moineaux espagnols dans la station de Chabet Brahem ont choisi d'installer leurs nids sur des branches de mûriers (*Rubus ulmifolius*), de frênes à feuilles étroites (*Fraxinus angustifolia*) et de roseaux communs (*Phragmites australis*). La hauteur des emplacements des nids varie entre 1,8 et 4,9 mètres. De plus, ces nids sont orientés en direction du nord-est et du nord-ouest (Fig. n°34). Onze nids, sélectionnés pour leur accessibilité, ont été retenus afin de suivre le déroulement de la reproduction du moineau espagnol.

#### 3.2.2.1.2. -Date de ponte et taille de la couvée

Pendant la période de reproduction 2021, les moineaux espagnols ont été observés couvant deux fois au cours de cette année. La première période de couvaison a débuté à la fin de mars et début d'avril, précisément entre le 23 mars et le 5 avril au plus tard. La seconde période de couvaison a commencé le 24 avril. En moyenne, chaque nid a contenu environ  $4,21 \text{ œufs} \pm 0,85$ , le nombre d'œufs éclos par nid s'est réduit à  $3,26 \pm 1,14$ . La durée de chaque couvée s'est située dans une fourchette de 29 à 30 jours (Tab. n°15).



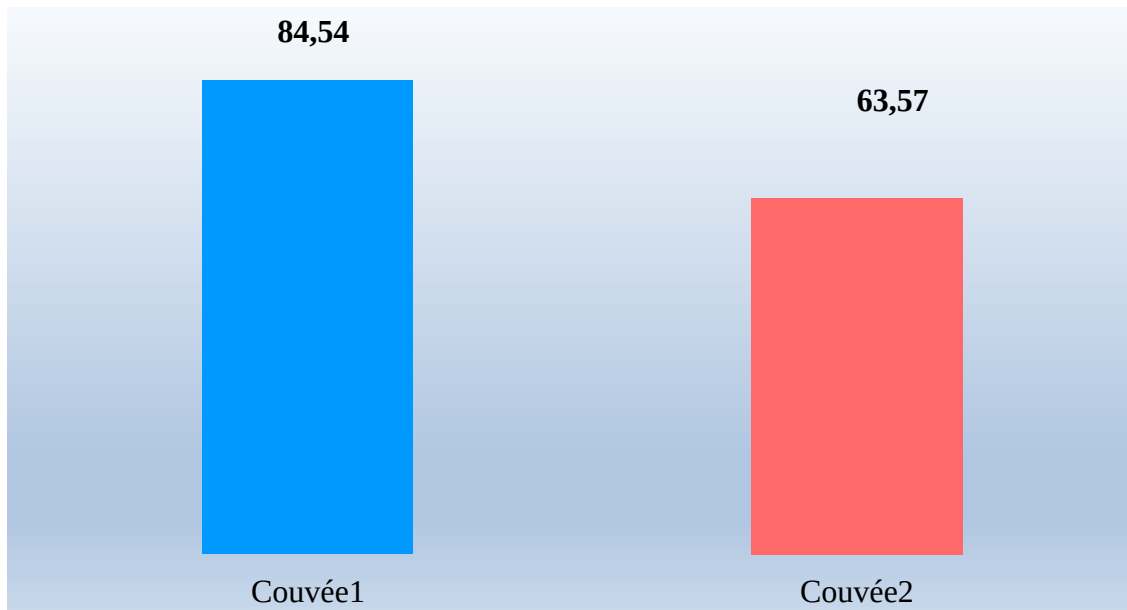
(Original)

**Figure n°34-Nidification du moineau espagnol à la station de Chabet Brahem (Bouira) pendant la période de reproduction 2021**

#### **3.2.2.1.3. -Succès de la reproduction**

Le taux de réussite de chaque couvée réalisée par le moineau espagnol pendant la saison de reproduction 2021, correspond à 84,54 % lors de la première couvée, contre 63,57 % pour la deuxième couvée (Fig. n°35).

En ce qui concerne le taux de réussite global à l'éclosion (succès de la reproduction), il est de 75,87 %. Ce taux est relativement faible, et il peut être attribué à divers facteurs écologiques observés. Parmi ceux-ci, on peut citer la prédation par la couleuvre fer à cheval (*Hemorrhois hippocrepis*) ainsi que des conditions météorologiques extrêmes, notamment de violentes tempêtes et des pluies abondantes notés pendant la saison printanière-estivale (Fig. n°36).



**Figure n°35 - Variation de la moyenne du succès reproducteur entre les différentes couvées réalisées par les moineaux espagnols en 2021**



(Original)

**Figure n°36 -Facteurs écologiques affectant la nidification du moineau espagnol dans la région de Bouira pendant la saison de reproduction (2021)**

(1) prédation par la couleuvre fer à cheval ; (2) destruction et chute des nids en raison des fortes pluies

**Tableau n°15-** Nombre d'œufs pondus et éclos par nid, ainsi que le taux de réussite de la reproduction des moineaux espagnols dans la station de Chabet Brahem en 2021

| Couvées                | Support des nids               | Hauteur (m) | Nombres d'œufs     | Nombres d'oisillons éclos / nid | Succès à l'éclosion (%) |
|------------------------|--------------------------------|-------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|
| <b>1<sup>ère</sup></b> | 1. Mûrier sauvage              | 1,8         | 5                  | 4                               | 80                      |
|                        | 2. Mûrier sauvage              | 1,9         | 5                  | 3                               | 60                      |
|                        | 3. Mûrier sauvage              | 2           | 4                  | 4                               | 100                     |
|                        | 4. Mûrier sauvage              | 1,9         | 5                  | 5                               | 100                     |
|                        | 5. Mûrier sauvage              | 1,9         | 4                  | 3                               | 75                      |
|                        | 6. Mûrier sauvage              | 1,7         | 5                  | 5                               | 100                     |
|                        | 7. Mûrier sauvage              | 1,7         | 5                  | 4                               | 80                      |
|                        | 8. Mûrier sauvage              | 2           | 3                  | 3                               | 100                     |
|                        | 9. Mûrier sauvage              | 2           | 5                  | 3                               | 60                      |
|                        | 10. Roseaux communs            | 2,7         | 4                  | 4                               | 100                     |
|                        | 11. Frênes à feuilles étroites | 2,5         | 4                  | 3                               | 75                      |
| <b>2<sup>ème</sup></b> | 1. Mûrier sauvage              | 1,8         | 4                  | 4                               | 100                     |
|                        | 2. Mûrier sauvage              | 1,9         | 5                  | 3                               | 60                      |
|                        | 3. Mûrier sauvage              | 2           | 2                  | 0                               | 0                       |
|                        | 4. Mûrier sauvage              | 1,9         | 4                  | 3                               | 75                      |
|                        | 5. Mûrier sauvage              | 1,7         | 4                  | 4                               | 100                     |
|                        | 6. Mûrier sauvage              | 1,7         | 5                  | 3                               | 60                      |
|                        | 7. Mûrier sauvage              | 2           | 3                  | 2                               | 66.66                   |
|                        | 11. Frênes à feuilles étroites | 2,5         | 4                  | 2                               | 50                      |
|                        |                                |             | <b>4,21 ± 0,85</b> | <b>3,26 ±1,14</b>               | <b>75,87%</b>           |

### 3.3.- Résultats de l'analyse des traits morpho métriques chez les moineaux hybrides

Les résultats relatifs au poids (P), à la longueur du corps (LC), à l'envergure (EN), à la longueur du tarse (T) et du bec (B), ainsi qu'à l'indice de condition corporelle (SMI) des moineaux hybrides dans la région de Bouira sont présentés et analysés dans les sections qui suivent.

#### 3.3.1.- Détermination de l'indice de condition corporelle SMI

Pour le calcul de l'indice de masse échelonné (SMI), nous avons utilisé la formule suivante :  $SMI_i = M_i \times (L_0/L_i)^b$  ; selon la méthodologie de Peig et Green (2009). La longueur du corps (LC) a été identifiée comme la variable la plus fortement corrélée à la masse corporelle (P) ( $r = 0,455$  ;  $p < 0,001$ ) et a donc été retenue pour le calcul du SMI des moineaux hybrides. Dans cette formule,  $M_i$  et  $L_i$  représentent respectivement la masse corporelle et la longueur du corps de l'individu  $i$ , tandis que  $L_0$  correspond à la moyenne arithmétique de la longueur du corps pour l'ensemble de la population étudiée ( $L_0 = 16,01$  cm).

L'exposant  $b$ , estimé à 1,40, a été déterminé à partir de la pente d'une régression standardisée sur les grands axes entre la masse corporelle transformée en logarithme et la longueur du corps également transformée en logarithme.

Nous avons ensuite analysé l'évolution de la taille et de l'état corporel des moineaux hybrides en fonction du sexe et de deux périodes distinctes : Avant la reproduction ou la phase pré-reproductive : Femelles (N=14), Mâles (N=20), Pendant la reproduction : Femelles (N=21), Mâles (N=16)

#### 3.3.2.-Évolution des traits morphologiques des mâles du *Passer* avant et pendant la période de reproduction en 2022

Les résultats concernant les comparaisons des différents paramètres biométriques et indice calculé des moineaux hybrides mâles au cours de deux périodes distinctes, ainsi que l'application du test de Mann-Whitney (M-W), sont regroupés dans le Tab. n°16.

Avant la période de reproduction, les moyennes des paramètres mesurés chez les mâles étaient les suivantes : un poids moyen de  $24,59 \pm 3,4$ g, une longueur moyenne du corps de  $16,16 \pm$

0,61cm, une envergure moyenne de  $24,37 \pm 0,83$ cm, une longueur moyenne du tarse de  $1,88 \pm 0,13$  cm et une longueur moyenne du bec de  $1,36 \pm 0,087$ cm.

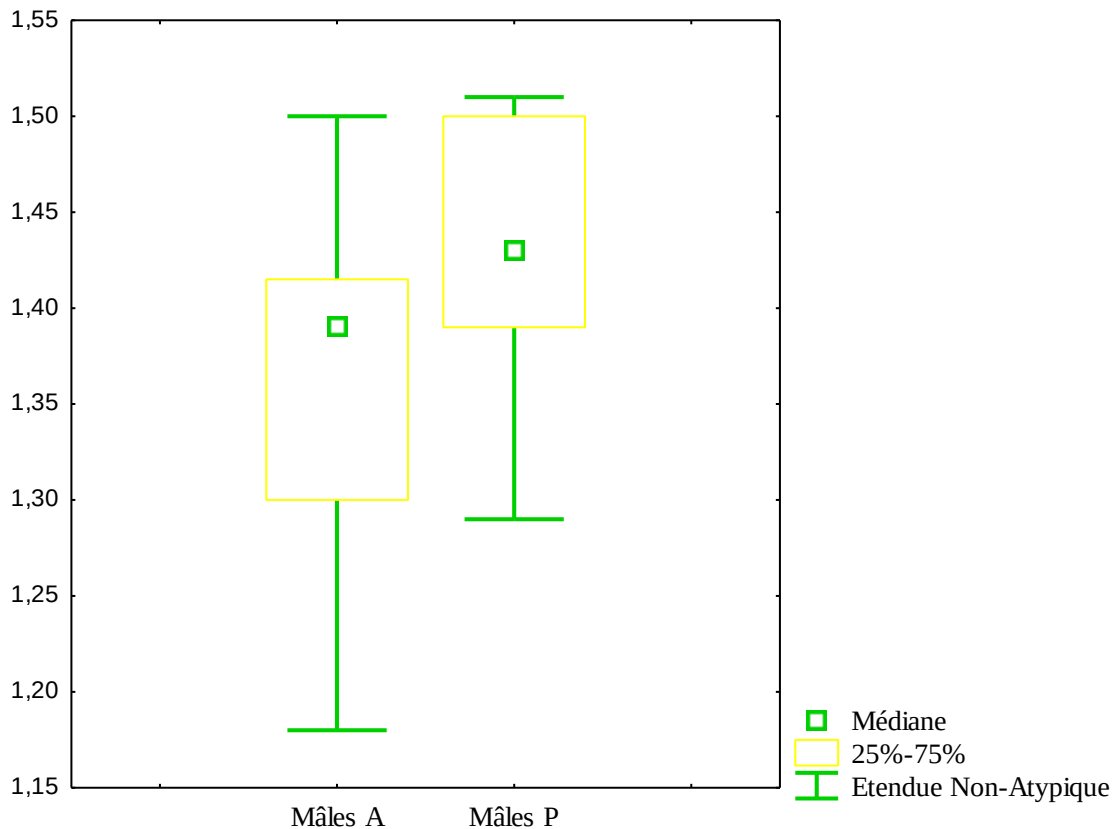
Pendant la période de reproduction, les valeurs moyennes des mêmes paramètres n'ont pas montré de grandes différences par rapport à celles mesurées avant la reproduction. Le poids moyen était de  $25,10 \pm 2,95$  g, la longueur du corps de  $16,30 \pm 0,75$  cm, l'envergure de  $24,89 \pm 0,43$  cm, la longueur du tarse de  $1,83 \pm 0,067$  cm, et la longueur du bec de  $1,43 \pm 0,070$  cm. Pour l'indice de condition corporelle (SMI), les valeurs moyennes étaient de  $24,99 \pm 4,07$  pour les mâles capturés avant la période de reproduction, et de  $25,80 \pm 3,69$  pour ceux capturés pendant la période de reproduction.

L'application du test de Mann-Whitney (statistiques Z et U) afin de détecter une éventuelle différence significative entre les différents groupes de mâles du moineau hybride, a permis de noter que :

La variable longueur du bec (B) présente une différence significative entre les groupes ( $p=0,018$ ) (Fig. n°37). La variable envergure s'approche du seuil de significativité ( $p=0,055$ ). En revanche, les autres paramètres morpho métriques, à savoir le poids (P), la longueur du corps (LC), la longueur du tarse (T), ainsi que l'indice de condition corporelle calculé (SMI), n'ont pas révélé de différences significatives entre les groupes

**Tableau n°16-** Valeurs morpho métriques et condition corporelle des mâles du moineau hybride avant et pendant la reproduction.

|                      |                            | <b>P (g)</b> | <b>LC (cm)</b> | <b>EN (cm)</b> | <b>T (cm)</b> | <b>B (cm)</b> | <b>SMI</b> |
|----------------------|----------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------|
| <b>Mâles A</b>       | <b>min</b>                 | 20,39        | 15             | 22,01          | 1,70          | 1,18          | 19,73      |
|                      | <b>max</b>                 | 32           | 17,10          | 25,70          | 2,20          | 1,50          | 31,40      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 24,59        | 16,16          | 24,37          | 1,88          | 1,36          | 24,99      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 3,49         | 0,61           | 0,83           | 0,13          | 0,087         | 4,07       |
| <b>Mâles P</b>       | <b>min</b>                 | 22,07        | 14,91          | 24,11          | 1,75          | 1,29          | 20,51      |
|                      | <b>max</b>                 | 31,55        | 18,10          | 25,60          | 2             | 1,51          | 32,57      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 25,10        | 16,30          | 24,89          | 1,83          | 1,43          | 25,80      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 2,95         | 0,75           | 0,43           | 0,067         | 0,070         | 3,69       |
| <b>Test U de M-W</b> | <b>p-value</b>             | 0,257        | 0,688          | 0,055          | 0,128         | 0,018         | 0,463      |



**Figure n°37- la longueur du bec des mâles avant et pendant la période de reproduction 2022**

### 3.3.3.- Variation des caractéristiques morphologiques des femelles du *Passer* avant et pendant la reproduction en 2022

Les comparaisons des différents paramètres biométriques mesurés et des indices calculés chez les femelles du moineau hybride, réparties en deux groupes distincts selon la saison de reproduction, sont présentées dans le Tab. n°17.

Les valeurs moyennes des mensurations des femelles avant la période de reproduction (groupe A) diffèrent de celles obtenues pendant la période de reproduction (groupe P). La masse corporelle moyenne des femelles du (groupe A) était de  $25,17 \pm 3,62$  g, tandis que celle des femelles du groupe P était de  $23,49 \pm 3,36$  g. Les moyennes des longueurs morpho métriques étaient respectivement de  $16,08 \pm 0,64$  cm pour la longueur du corps (LC) et  $23,95 \pm 0,81$  cm pour l'envergure (EN) dans le groupe A, contre  $15,62 \pm 0,815$  cm pour la LC et  $23,39 \pm 1,03$  cm pour l'EN dans le groupe P.

Pour la longueur des tarses et des becs, les moyennes enregistrées dans le groupe A étaient de  $1,87 \pm 0,13$  cm pour les tarses et  $1,32 \pm 0,11$  cm pour les becs, tandis que dans le groupe P, elles étaient de  $1,85 \pm 0,087$  cm et  $1,40 \pm 0,086$  cm respectivement.

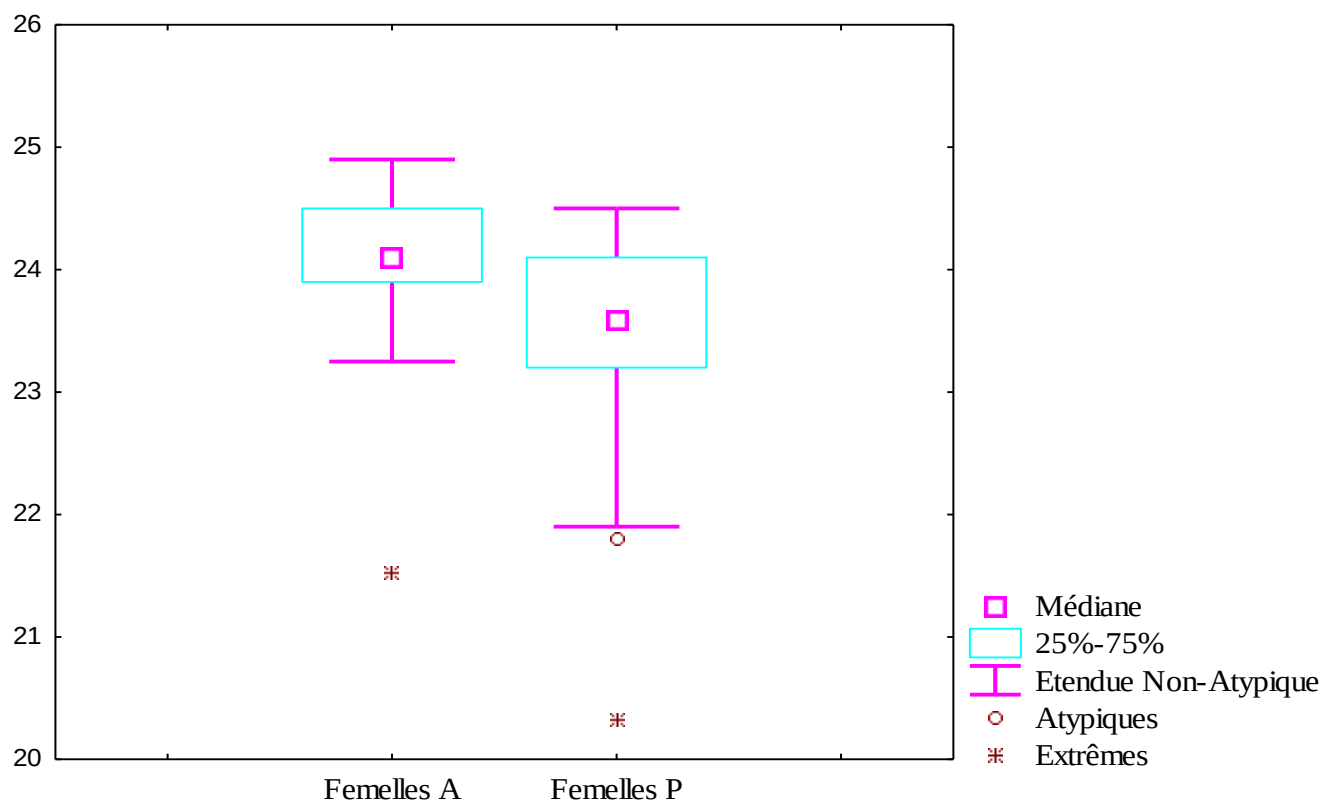
Concernant l'indice de condition corporelle (SMI), les femelles du groupe A (avant reproduction) présentaient une condition corporelle plus élevée ( $25,50 \pm 4,60$ ) que celles du groupe P (pendant reproduction), dont la moyenne était de  $22,83 \pm 4,30$ .

Pour évaluer une éventuelle différence significative entre les différents groupes de femelles du moineau hybride, les résultats du test de Mann-Whitney appliqué montrent que :

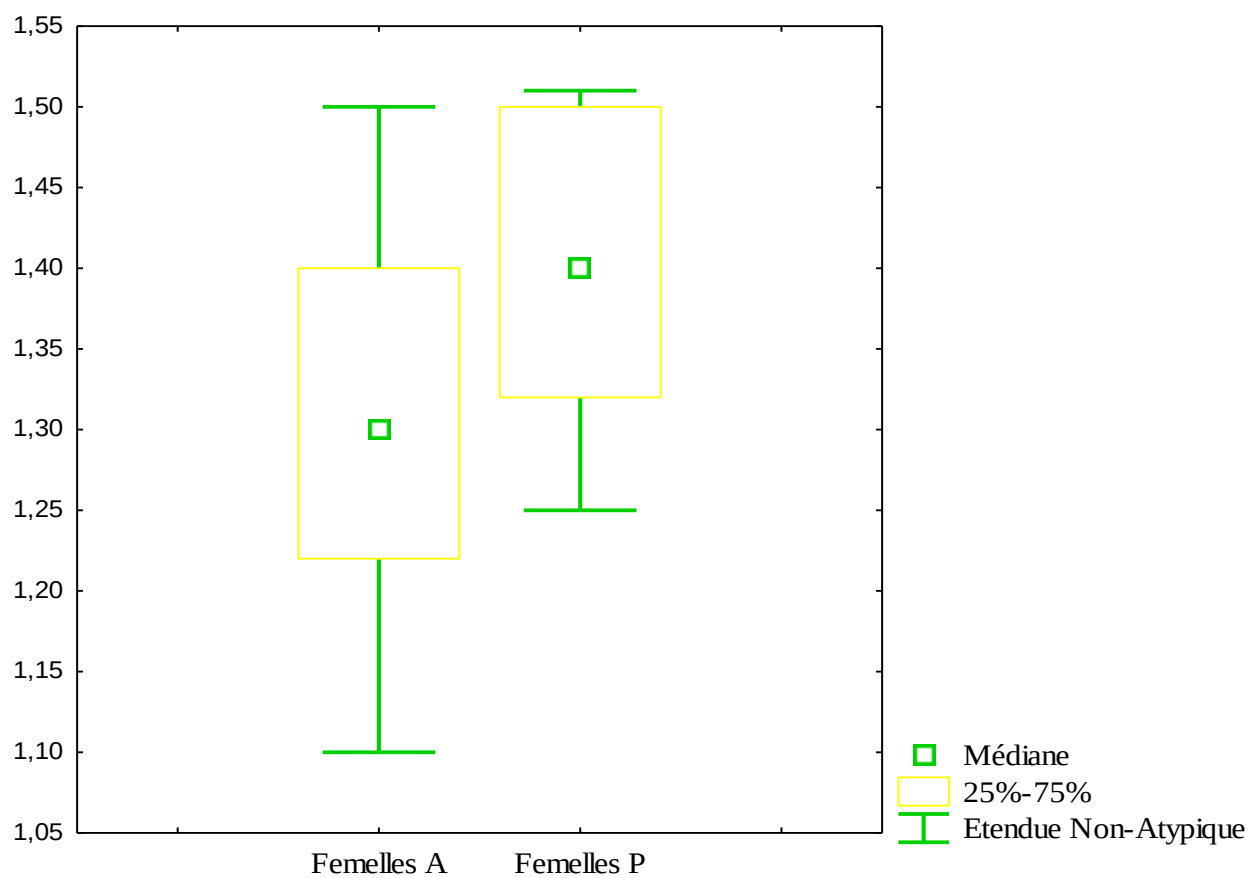
- L'envergure (EN) ( $p = 0,039$ ) et longueur du bec (B) ( $p = 0,033$ ) sont deux variables morpho métriques présentant des différences significatives entre les groupes (Fig. n°38 et Fig. n°39).
- la longueur du corps (LC) ( $p = 0,0518$ ) et indice de condition corporelle (SMI) ( $p=0,066$ ) approchent le seuil de significativité mais dépassent légèrement le seuil conventionnel de 0,05.
- Les variables poids (P) et longueur du tarse (T) n'ont pas montré de différences significatives entre les groupes.

**Tableau n°17-** Valeurs morpho métriques et condition corporelle des femelles du moineau hybride avant et pendant la reproduction 2022.

|                      |                            | <b>P (g)</b> | <b>LC (cm)</b> | <b>EN (cm)</b> | <b>T (cm)</b> | <b>B (cm)</b> | <b>SMI</b> |
|----------------------|----------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------|
| <b>Femelles A</b>    | <b>min</b>                 | 18,23        | 14,38          | 21,53          | 1,70          | 1,10          | 16,17      |
|                      | <b>max</b>                 | 30,34        | 16,85          | 24,90          | 2,10          | 1,5           | 31,65      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 25,17        | 16,08          | 23,95          | 1,87          | 1,32          | 25,50      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 3,62         | 0,64           | 0,81           | 0,13          | 0,11          | 4,60       |
| <b>Femelles P</b>    | <b>min</b>                 | 17,74        | 13,64          | 20,32          | 1,71          | 1,25          | 15,09      |
|                      | <b>max</b>                 | 28,75        | 16,50          | 24,50          | 2             | 1,51          | 29,66      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 23,49        | 15,62          | 23,39          | 1,85          | 1,40          | 22,83      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 3,36         | 0,815          | 1,03           | 0,087         | 0,086         | 4,30       |
| <b>Test U de M-W</b> | <b>p-value</b>             | 0,167        | 0,0518         | 0,039          | 0,634         | 0,033         | 0,066      |



**Figure n°38 - Envergure des femelles avant et pendant la période de reproduction 2022**



**Figure n°39- Longueur du bec des femelles avant et pendant la saison reproductive**

### 3.3.4.- Comparaisons morphologiques entre les mâles et femelles du moineau hybride avant la période de reproduction 2022

Compte tenu des résultats des paramètres mesurés et des indices calculés pour chaque sexe avant la période de reproduction, les valeurs moyennes des variables morphométriques enregistrées étaient très proches entre les deux sexes durant cette période. La seule variable montrant une légère différence était l'envergure, avec une moyenne de  $24,37 \pm 0,83$  cm chez les mâles et  $23,95 \pm 0,81$  cm chez les femelles.

**Tableau n°18-** Valeurs des paramètres mesurés et des indices calculés pour chaque sexe avant la période de reproduction

|                      |                            | <b>P (g)</b> | <b>LC (cm)</b> | <b>EN (cm)</b> | <b>T (cm)</b> | <b>B (cm)</b> | <b>SMI</b> |
|----------------------|----------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------|
| <b>Mâles</b>         | <b>min</b>                 | 20,39        | 15             | 22,01          | 1,70          | 1,18          | 19,73      |
|                      | <b>max</b>                 | 32           | 17,10          | 25,70          | 2,20          | 1,50          | 31,40      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 24,59        | 16,16          | 24,37          | 1,88          | 1,36          | 24,99      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 3,49         | 0,61           | 0,83           | 0,13          | 0,087         | 4,07       |
| <b>Femelles</b>      | <b>min</b>                 | 18,23        | 14,38          | 21,53          | 1,70          | 1,10          | 16,17      |
|                      | <b>max</b>                 | 30,34        | 16,85          | 24,90          | 2,10          | 1,5           | 31,65      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 25,17        | 16,08          | 23,95          | 1,87          | 1,32          | 25,50      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 3,62         | 0,64           | 0,81           | 0,13          | 0,11          | 4,60       |
| <b>Test U de M-W</b> | <b>p-value</b>             | 0,517        | 0,833          | 0,089          | 0,859         | 0,341         | 0,624      |

Le test U de Mann-Whitney a révélé que l'envergure (EN) s'approche du seuil de significativité, mais ne franchit pas la barre conventionnelle de  $p < 0,05$ .

Pour les autres variables, à savoir le poids (P), la longueur du corps (LC), la longueur du tarse (T), la longueur du bec (B), et l'indice de condition corporelle (SMI), le test n'indique aucune différence significative entre les sexes (Tab. n°18).

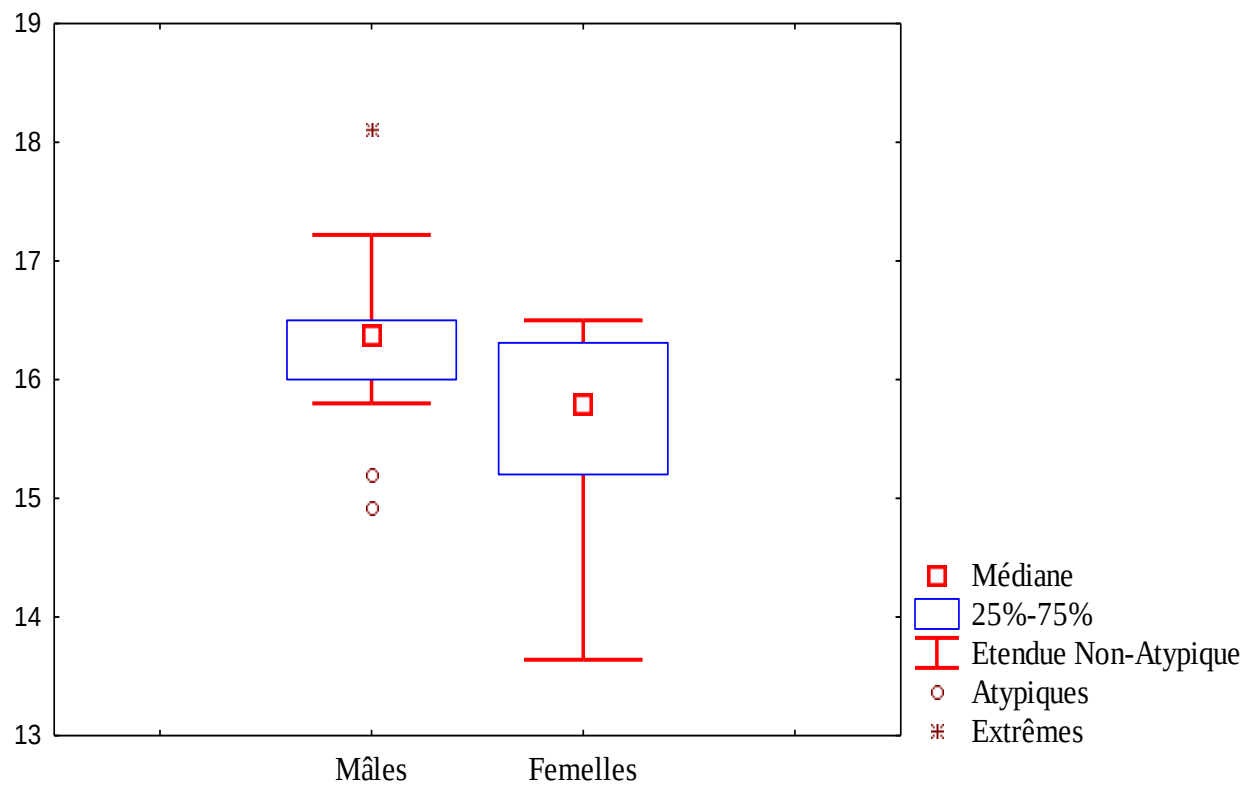
### 3.3.5.-Étude des variations entre les mâles et femelles du moineau hybride pendant la période de reproduction 2022

En ce qui concerne les comparaisons des différents paramètres biométriques et indice calculé pour chaque sexe du moineau hybride au cours de la période de reproduction, les résultats obtenus à partir du test de Mann-Whitney, regroupés dans le Tab. n°19, indiquent que :

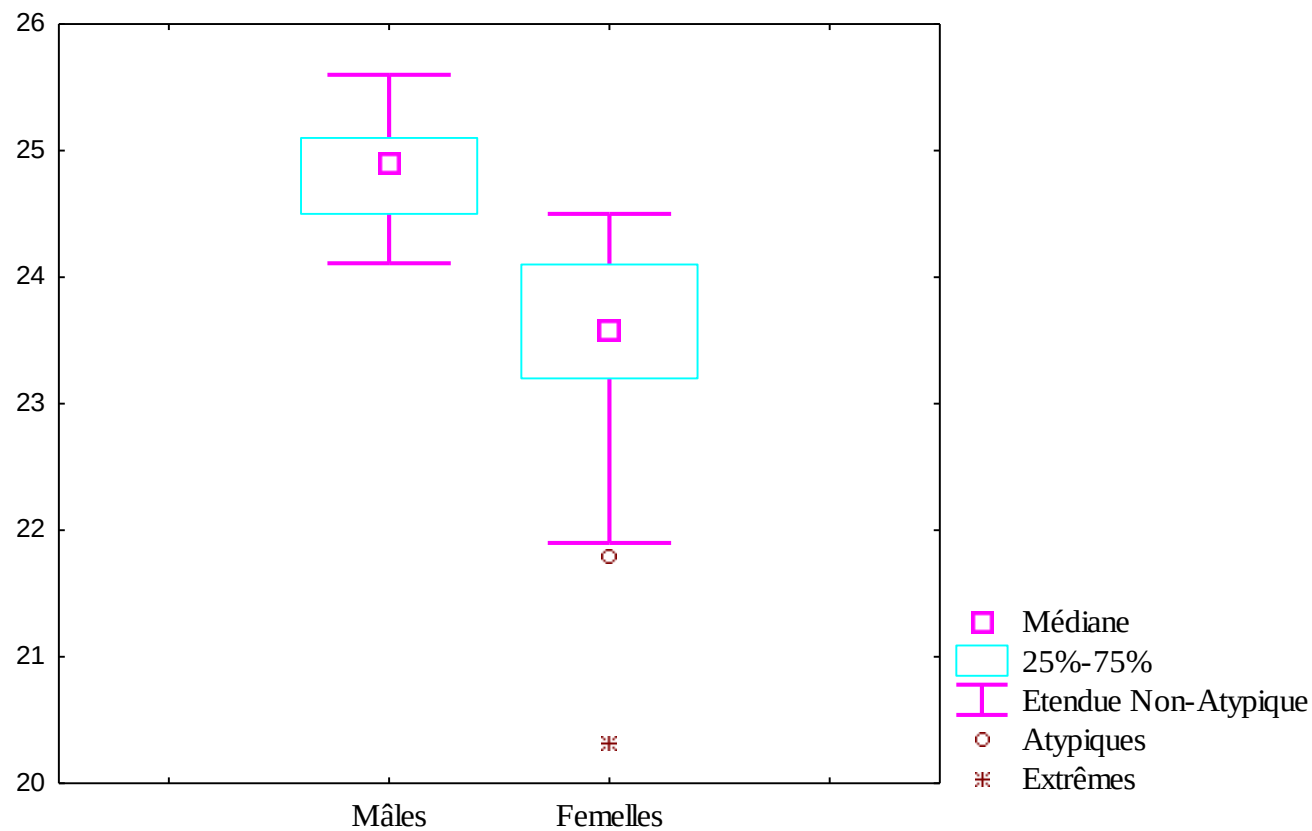
- La longueur du corps (LC) diffère significativement entre les sexes ( $p=0,028$ ) durant cette saison (Fig. n°40).
- L'envergure (EN) montre une différence hautement significative ( $p=0,000003$ ) (Fig. n°41).
- L'indice de condition corporelle (SMI), bien que n'atteignant pas le seuil de significativité, s'en rapproche ( $p=0,067$ ).
- En revanche, les autres variables, à savoir le poids (P), la longueur du tarse (T) et la longueur du bec (B), n'ont montré aucune différence significative entre les sexes au cours de cette période.

**Tableau n°19** - Valeurs des paramètres mesurés et des indices calculés pour chaque sexe pendant la période de reproduction

|                      |                            | <b>P (g)</b> | <b>LC (cm)</b> | <b>EN (cm)</b> | <b>T (cm)</b> | <b>B (cm)</b> | <b>SMI</b> |
|----------------------|----------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------|
| <b>Mâles</b>         | <b>min</b>                 | 22,07        | 14,91          | 24,11          | 1,75          | 1,29          | 20,51      |
|                      | <b>max</b>                 | 31,55        | 18,10          | 25,60          | 2             | 1,51          | 32,57      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 25,10        | 16,30          | 24,89          | 1,83          | 1,43          | 25,80      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 2,95         | 0,75           | 0,43           | 0,067         | 0,070         | 3,69       |
| <b>Femelles</b>      | <b>min</b>                 | 17,74        | 13,64          | 20,32          | 1,71          | 1,25          | 15,09      |
|                      | <b>max</b>                 | 28,75        | 16,50          | 24,50          | 2             | 1,51          | 29,66      |
|                      | <b>Moy</b>                 | 23,49        | 15,62          | 23,39          | 1,85          | 1,40          | 22,83      |
|                      | <b><math>\sigma</math></b> | 3,36         | 0,815          | 1,03           | 0,087         | 0,086         | 4,30       |
| <b>Test U de M-W</b> | <b>p-value</b>             | 0,377        | 0,028          | 0,000003       | 0,626         | 0,340         | 0,067      |



**Figure n°40- Longueur du corps des mâles et femelles pendant la période de reproduction 2022**



**Figure n° 41- Envergure des mâles et femelles pendant la période de reproduction 2022**

### **3.4.- Etude comportementale des moineaux hybrides et influence des facteurs climatiques dans la région de Bouira (2020-2021)**

Les résultats portant sur le comportement des moineaux hybrides dans la région de Bouira, basés sur le suivi de différents types d'activités — à savoir le perchage (Pr), la recherche alimentaire (RA), le vol (V), la recherche d'eau de boisson (BRE) et la chasse au vol (CV) — dans deux stations agricoles distinctes entre novembre 2020 et juin 2021, ainsi que l'analyse d'une éventuelle influence des facteurs climatiques, sont présentés ci-après.

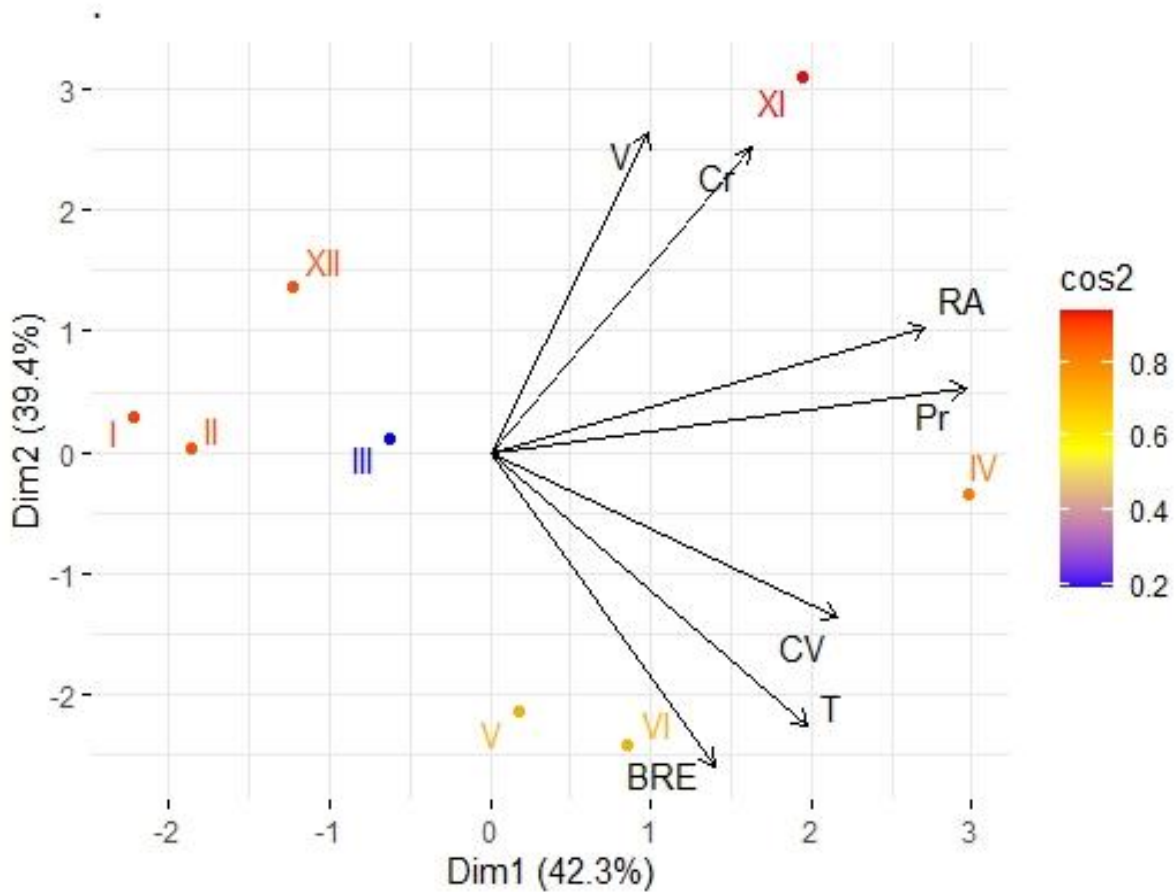
#### **3.4.1. - Comportement mensuel des moineaux hybride dans la station de l'Oued El berdi**

L'analyse du biplot des activités du moineau hybride selon les mois à Oued El Berdi (Fig. n°42), combinée à l'examen des tableaux des contributions relatives des individus et des variables (Annexe 3), a permis de dégager les éléments suivants :

- La dimension 1 : distingue des mois comme avril (IV), situés à droite du graphique avec une coordonnée fortement positive sur cet axe, de mois tels que janvier (I) et février (II), positionnés à gauche avec une coordonnée fortement négative. Les mois caractérisés par une coordonnée positive sur cette dimension, comme avril, se distinguent par des valeurs élevées de la variable CV. À l'inverse, les mois ayant une coordonnée négative, comme janvier et février, présentent de faibles valeurs pour les variables RA, et T.
  - La dimension 2 : oppose des mois comme novembre (XI), placés en haut du graphique avec une coordonnée fortement positive, à des mois tels que mai (V) et juin (VI), situés en bas avec une coordonnée fortement négative. Le groupe auquel appartient novembre se caractérise par des valeurs élevées de la variable Cr, tandis que les mois comme mai et juin, associés à des coordonnées négatives sur cette dimension, présentent des valeurs élevées pour la variable BRE.

Il convient de noter que les deux activités perchage (Pr) et recherche alimentaire (RA) sont très proches, corrélées positivement à l'axe des abscisses (Dim1), avec une excellente qualité de représentation (0,860 et 0,720). Elles contribuent fortement à la construction de cette dimension. De manière similaire, les activités vol (V) et cri (Cr) sont également étroitement

associés, corrélés positivement à l'axe des ordonnées (Dim2), avec une qualité de représentation de 0,676 et 0,616. L'activité recherche d'eau de boisson (BRE), quant à elle, est également bien représentée sur Dim2 avec 0,652, mais elle est corrélée négativement à cet axe, contribuant ainsi dans le sens opposé.



**Figure n° 42- Biplot : Comportement mensuel du moineau hybride dans la station d'Oued El Berdi (2020-2021)**

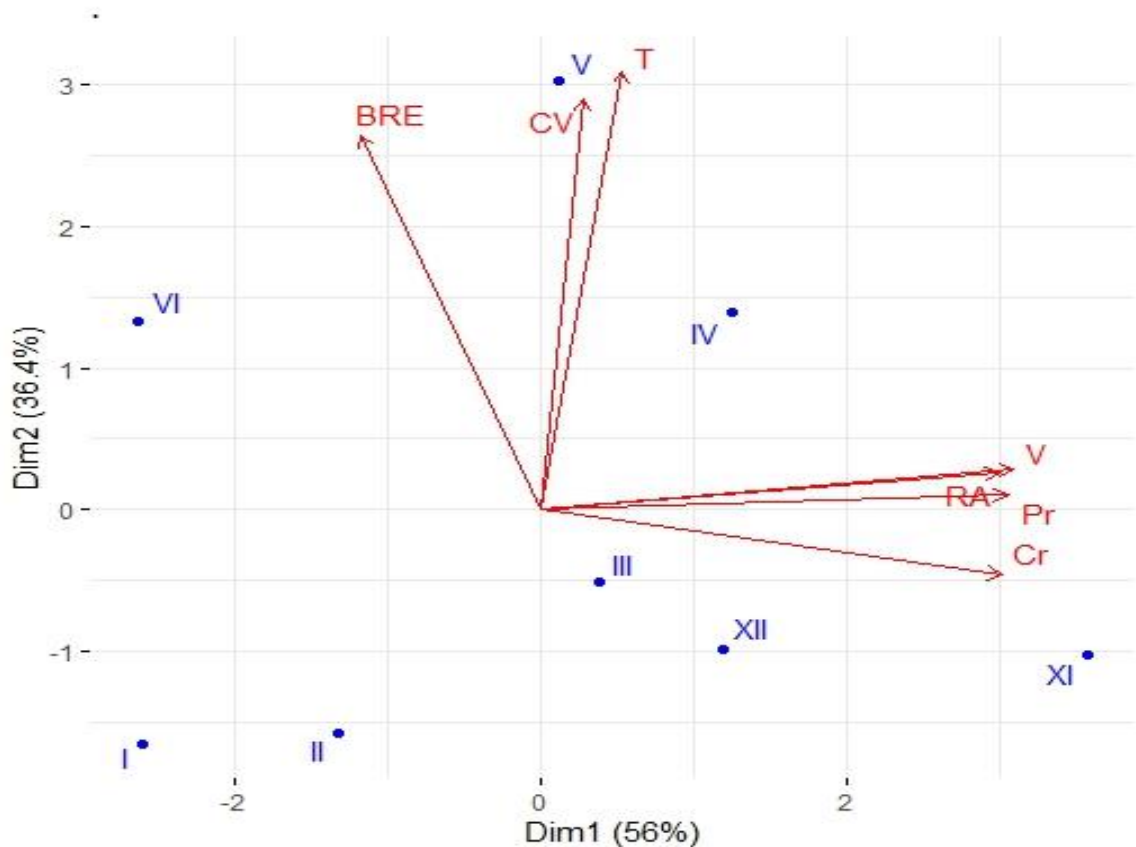
## 3.4.2.- Comportement mensuel des moineaux hybride dans la station d'El Hachimia

L'étude du biplot des activités mensuelles du moineau hybride à El Hachimi (Fig. n°43), ainsi que l'analyse des contributions relatives des individus et des variables (Annexe 4), a mis en évidence les points suivants :

La dimension 1 : oppose les mois comme novembre (XI), situés à droite du graphique avec une coordonnée fortement positive sur cet axe, aux mois janvier (I), février (II) et juin (VI), situés à gauche avec des coordonnées fortement négatives. Les mois du groupe de droite (XI) se

caractérisent par des valeurs élevées de la variable Cr, tandis que ceux du groupe de gauche (I, II, VI) présentent de faibles valeurs des variables RA, V et Pr, dans cet ordre de contribution décroissante.

- La dimension 2 : quant à elle, met en évidence le mois de mai (V), positionné en haut du graphique avec une coordonnée fortement positive sur cet axe. Ce mois se distingue par des valeurs élevées des variables CV et T, la première étant la plus fortement associée.



**Figure n° 43- Biplot : Comportement mensuel du moineau hybride dans la station d El Hachimia (2020-2021)**

### 3.4.3.- Analyse de l'effet des facteurs climatique sur l'activité du Passer

L'analyse des effets significatifs des variables explicatives sur les activités comportementales de l'oiseau étudié révèle plusieurs tendances notables. Concernant le perchage (Pr), les précipitations (PRE) ont un effet négatif significatif (Estimate = -0,1231 ;  $p = 0,0258$ ). En revanche, la densité de population (POP) a un effet positif marqué (Estimate

= 0,1802 ;  $p = 0,00057$ ). Pour l'activité de toilettage (T), la température moyenne (TM) exerce un effet positif significatif (Estimate = 0,3187 ;  $p = 0,0109$ ), montrant que le toilettage augmente avec la température. En ce qui concerne les vocalisations (Cr), la densité de population (POP) a un effet très fortement significatif (Estimate = 0,2747 ;  $p = 1,6e-11$ ), soulignant une nette augmentation des vocalisations en lien avec une densité plus élevée. Enfin, pour le vol (V), la densité de population (POP) est également un facteur positif significatif (Estimate = 0,1706 ;  $p = 0,0013$ ), suggérant que l'activité de vol augmente avec la densité de population (Tab. n°20). En outre, selon les statistiques des modèles GLMM pour les activités comportementales le modèle de V (vol) a les meilleurs critères d'ajustement : (AIC = 199,4, BIC = 207,7), suggérant une meilleure performance globale. Tandis-que le modèle de T (toilettage) a les pires indices (AIC = 325,4, BIC = 333,6), indiquant un ajustement plus faible. Le modèle pour T (toilettage) a la plus forte variance résiduelle (0,05999). Les autres activités ont des résidus très faibles ( $\approx 0,0005$ ), indiquant un bon ajustement du modèle aux données observées.

**Tableau n°20** : Effets des variables climatiques et la taille de population sur les activités comportementales significatives :

| Paramètre  | Pr (PRE) | T (TM_) | Pr (POP) | Cr (POP) | V (POP) |
|------------|----------|---------|----------|----------|---------|
| Estimate   | -0,1231  | 0,3187  | 0,1802   | 0,2747   | 0,1706  |
| Écart-type | 0,055    | 0,1252  | 0,052    | 0,041    | 0,053   |
| Valeur t   | -2,229   | 2,546   | 3,448    | 6,740    | 3,209   |
| p-value    | 0,0258   | 0,0109  | 0,00057  | 1,6e-11  | 0,0013  |

# *Chapitre IV :* *Discussions*

Ce chapitre est consacré à l'interprétation des résultats obtenus dans le cadre de l'étude de la bio-écologie des moineaux. Les discussions présentées portent sur le régime alimentaire des moineaux hybrides adultes ainsi que de leurs jeunes au nid. Elles incluent également l'examen de divers paramètres relatifs à la reproduction des moineaux hybrides et leurs congénères espagnols. Par ailleurs, une analyse approfondie est consacrée aux résultats issus de l'étude biométrique des moineaux hybrides ainsi qu'à leurs comportements observés dans certains périmètres agricoles de la région de Bouira.

### **4.1. -Discussion sur le régime alimentaire des moineaux hybrides dans la région de Bouira (2022)**

Cette section est consacrée aux discussions relatives aux résultats de l'analyse du régime alimentaire des adultes du moineau hybride et de leurs poussins au nid.

#### **4.1.1.- Discussion sur le régime alimentaire des adultes du moineau hybride à Oued El Berdi**

Dans la présente étude, la composition trophique des moineaux hybrides à Bouira montre une proportion élevée de plantes consommées, avec 83,53 % par rapport à 16,47 % de proies animales. Trois familles végétales sont particulièrement sollicitées : les Amaranthaceae (34,92 %), les Polygonaceae (19,24 %) et les Poaceae (14,25 %). Ces résultats rejoignent ceux trouvés par AIT BELKACEM (2000), concernant l'alimentation des adultes du moineau hybride à El Harrache, affirmant que la consommation la plus élevée concerne les plantes spontanées, avec une fréquence de 73,5 %, représentées par les Amaranthaceae (33 %), les Polygonaceae (25 %), les Portulacaceae (14,6 %) et les Ulmaceae (0,9 %). En revanche, GUEZOUL (2011), dans le nord du Sahara, a rapporté que le menu trophique des moineaux hybrides adultes (mâles et femelles) était constitué d'une grande proportion de proies (62,2 à 67,3 %), tandis que la fraction végétale était consommée dans une moindre mesure (32,7 à 37,8 %) par les deux sexes. De même les travaux d'OUELD RABAH *et al.* (2014) sur les moineaux espagnols ont révélé que les adultes consommaient davantage de proies animales (79,9 %) que de parties végétales (20,1 %). Au Royaume-Uni, PERKINS *et al.* (2007), ont rapporté que l'alimentation des moineaux domestiques était constituée à 70 % de graines de céréales, de graines d'herbes indigènes et de plantes herbacées.

Nous avons également constaté que le bol alimentaire des adultes se composait en grande partie de graines, principalement *Amaranthus angustifolius* (97 graines), *Amaranthus hybridus* (50 graines) et *Polygonum aviculare* (81 graines). Selon BACHKIROFF (1953), la taille de ces graines est trop petite qu'un moineau consomme de 200 à 400 graines par jour. En outre, au Maroc, EL KHARRIM et al. (1998) ont observé que la consommation de graines de plantes spontanées reste limitée, notamment *Amaranthus blitoides* (16,09 %) et *Polygonum* sp. (9,58 %). Cette faible proportion serait liée à la taille des graines, qui les rend moins attractives pour les moineaux et insuffisantes pour satisfaire leurs besoins alimentaires, contrairement aux graines cultivées. Selon CAVIEDES-VIDAL et KARASOV (2001) et BRZEK et al. (2010), la flexibilité digestive diminue au cours du développement des moineaux domestiques, les adultes adoptant un régime presque exclusivement granivore.

Pour la fraction animale, nos résultats montrent que le moineau hybride s'intéresse particulièrement aux taxons suivants (Hyménoptère et Coléoptère) lors de la recherche et de la sélection de ses proies. En première position, l'ordre des Hyménoptère avec 57,83 %, suivi des Coléoptère avec 20,5 %. Les ordres Stylommatophora et Diptère occupaient la troisième position avec 6,02 %. Les observations d'AIT BELKACEM (2004) sur le moineau hybride à El Harrach, Oued Smar et Braki confirment des résultats similaires à ceux de notre étude, avec une alimentation dominée par les Insecta (92,6 % à 96,8 %). Les Hyménoptère sont les plus consommés, notamment par les mâles (46,9 %) et les femelles (44,5 %) à El Harrach. Les mâles consomment davantage de Coléoptère (21,1 %), tandis que les femelles privilégient les Homoptères (34,9 %). Les autres groupes (Annelida, Gastéropoda, Arachnida) restent minoritaires. En contraste, GUEZOUL (2011) rapporte que les Coléoptère (22,6 % à 34,0 %) et les Lépidoptère (18,1 % à 28,3 %) sont les plus abondants dans l'alimentation des moineaux hybrides adultes. Toutefois, OUELD RABAH et al. (2014), dans leur étude sur l'alimentation des moineaux espagnols adultes, obtiennent des résultats similaires aux nôtres, avec une dominance des Hyménoptère (54,8 %, soit 63 proies) et des Coléoptère (20,9 %, soit 24 proies). Au Maroc, EL KHARRIM et al. (1998) ont montré que l'alimentation de *P. domesticus* incluait des Coléoptère et Homoptère à une fréquence de 7,66 %, contre 15,22 % pour l'ensemble des proies observées. Selon KOUDJIL (1982), la présence de Gastéropoda pourrait répondre au besoin accru en calcium chez la femelle pour la formation des œufs. La forte représentation des Hyménoptère s'expliquerait par leur diversité et leur accessibilité, nécessitant peu d'effort de capture. Par ailleurs, DROBNIK et al. (2020) soulignent que l'alimentation joue un rôle

majeur dans la modulation du comportement, la composition en acides aminés étant liée à des variations hormonales et comportementales chez les oiseaux

Les autres taxons enregistrés dans le régime alimentaire des moineaux hybrides au cours de cette étude étaient faiblement représentés, notamment les Orthoptera, Thysanoptera, Blattoptera, Squamata et Anoura. Cette faible présence pourrait s'expliquer par la capacité de dispersion limitée de ces organismes, leur rareté dans l'environnement ou encore la difficulté pour les moineaux de les capturer.

De plus, l'étude de l'alimentation par mois de l'année révèle une consommation végétale très élevée en janvier, mars, avril et juin. Le nombre de familles enregistrées varie de 5 à 9, avec des valeurs élevées de l'indice H' en janvier et juin. En ce qui concerne les proies animales, le nombre maximal de taxons enregistrés est de 5 en janvier et juin. L'indice de diversité le plus élevé a été observé en janvier. Ces différences sont probablement dues aux caractéristiques des populations animales et végétales qui colonisent l'environnement au moment de l'alimentation, déterminant ainsi la disponibilité et la qualité de l'environnement en termes d'éléments trophiques en relation avec les conditions climatiques, ainsi que la phénologie et les besoins énergétiques de l'espèce. La variation saisonnière, liée à la disponibilité des ressources, est confirmée par MILLON *et al.* (2009) et EL KHARRIM *et al.* (1998). Selon MONUS et BARTA (2016), les moineaux arboricoles doivent s'alimenter presque en continu en hiver pour maintenir leur énergie, mais adoptent une stratégie plus prudente loin du couvert, réduisant ainsi leur temps de recherche de 20 %. Cette adaptation se retrouve chez le moineau espagnol, dont le régime est composé à 92 % de plantes en période de reproduction (METZMACHER, 1981). Il convient de noter que dans cette étude, une période de faible activité alimentaire, coïncidant avec la période de reproduction (incubation des œufs et nourrissage des oisillons), a été observée en avril et mai, avec des gésiers vides de tout élément trophique. Toutefois, des préférences alimentaires pour les Poaceae (*Triticum durum*) ont été enregistrées durant cette période, bien que nous n'ayons jamais trouvé de graines de cette espèce, seulement des fragments de la plante cultivée. AIT BELKACEM *et al.* (2002), ayant étudié l'intensité de l'utilisation d'un champ de blé (*Triticum aestivum*, Linnaeus, 1753) par le moineau hybride, ont observé un niveau élevé d'activité individuelle aux alentours des parcelles agricoles, coïncidant avec le stade laiteux du blé. D'après LEE *et al.* (2016), le comportement exploratoire des moineaux arboricoles dépend de leur état, selon laquelle les oiseaux en manque d'énergie seront enclins à prendre des risques et à explorer plus facilement. Quand à WHELAN *et al.* (2015),

stipule que la préférence des oiseaux pour les graines pourrait être liée à la facilité avec laquelle elles peuvent être trouvées, à leur teneur nutritionnelle ou à d'autres caractéristiques.

En ce qui concerne la fraction animale, une consommation significative d'Hyménoptère et de Coléoptère a été observée durant ces mois, avec des taux respectifs de 57,14 % et 50 %. Il est important de mentionner que le nombre de Coléoptère consommés par les moineaux a fluctué au cours de la période d'étude. En effet, le nombre de proies était plus élevé en mars, avril et mai, tandis qu'en novembre et janvier, les quantités trouvées étaient beaucoup plus faibles, et en février et juin, aucune présence de proies Coléoptère n'a été observée. Selon CHENCHOUNI *et al.* (2015), la distribution d'une espèce particulière passe par une série d'étapes d'extinction et de recolonisation en raison des changements des conditions environnementales. Tout fois les Coléoptère étaient présents sur le site en juin, ce qui suggère que ces proies n'ont pas été recherchées et consommées uniquement en raison de leur abondance dans l'environnement ou de leurs qualités nutritionnelles. Selon certains auteurs, les moineaux espagnols adultes sont principalement insectivores durant la saison de reproduction pour nourrir leurs jeunes (MARQUES *et al.*, 2003).

De plus, les valeurs les plus élevées de l'indice d'équitabilité ont été enregistrées en janvier et mars pour la fraction animale, suivies de février et mai pour la fraction végétale. Des valeurs faibles de cet indice ont été observées en février, avril et mai pour les proies animales et en mars et avril pour les apports végétaux. Il est évident qu'un bon indice reflète une répartition équilibrée entre les différents taxons identifiés, ce qui contraste avec un indice E tendant vers 0, qui indique la domination d'une proie par rapport aux autres. D'autre part, il semble qu'il n'y ait pas de tendance claire qui se dégage entre les deux fractions ingérées.

En effet, les insectes sont le groupe le plus répandu et le plus diversifié dans la nature. Poïkilothermes, leur température corporelle dépend de celle de leur environnement. En conséquence, ils sont contraints de rester actifs durant certaines saisons et d'entrer en hibernation pendant d'autres, en raison de ces limitations physiologiques liées aux variations saisonnières de température (TOUGERON, 2016). D'autre part, la végétation exerce une influence significative sur les différents groupes trophiques de l'entomofaune, à travers la diversité de la composition et de la fonction de la flore, mais aussi par la densité du couvert végétal (KORICHEVA *et al.*, 2000). La phénologie des plantes est liée au climat, et cette relation dépend de l'espèce, de sa diversité génétique et de sa sensibilité aux différents facteurs climatiques (LEBOURGOIS *et al.*, 2008). De plus, les communautés d'insectes du sol peuvent

être modélisées par l'action combinée ou non des facteurs biotiques et abiotiques (VIDAL-ABARCA *et al.*, 2004).

Ces changements dans les proportions de nourriture consommée au cours du cycle annuel peuvent affecter la physiologie des oiseaux, expliquant la variation de l'indice de réplétion (IR) observée dans la présente étude ; cela reflète la plasticité individuelle et l'adaptation aux changements alimentaires. Selon PIERSMA et DRENT (2003), les organes internes des adultes peuvent fluctuer en taille et en masse au cours du cycle annuel.

### **4.1.2 - Discussion sur le régime alimentaire des jeunes moineaux hybrides aux nids à Oued El Berdi**

L'étude portant sur le régime alimentaire des moineaux juvéniles dans la région de Bouira, a révélé que 77,86 % de leurs proies étaient d'origine animale, tandis que 22,14 % étaient d'origine végétale. Les Coléoptères représentaient les proies les plus consommées, avec une proportion de 33,03 %, suivis par les Orthoptères (22,93 %) et les Hyménoptères (11,93 %). Concernant les éléments d'origine végétale, les Poaceae constituaient les plantes les plus fréquemment consommées par les oisillons, avec une fréquence de 35,48 %, suivies par les Anacardiaceae (22,58 %) et les Brassicaceae (16,12 %). Ces résultats concordent avec ceux rapportés par AIT BELKACEM (2000, 2004), qui a montré que chez les jeunes moineaux hybrides les plantes étaient d'une moindre importance comparativement à la composante animale, cette dernière étant principalement composée de graines de mauvaises herbes (28,6 %). D'après ABASSI *et al.* (2022), l'analyse des contenus stomacaux a permis d'identifier 307 proies constituées par une fraction importante d'insectes chez les jeunes moineaux appartenant à trois catégories d'âges. De plus, GUEZOUL (2011) a indiqué que la composante animale atteignait des proportions très élevées chez les poussins nouveau-nés, à savoir 96,8 % pour les poussins âgés de 1 à 3 jours, 96 % pour ceux âgés de 4 à 6 jours, 90,9 % pour les poussins âgés de 7 à 9 jours, et 88 % pour ceux âgés de 10 à 12 jours. METZMACHER (1983), a souligné que les jeunes moineaux domestiques et espagnols étaient des espèces omnivores, présentant une nette inclination pour la composante animale au début de leur croissance, tandis que leur tendance végétarienne augmentait vers la fin de l'élevage. Au Portugal, MARQUES *et al.* (2003) ont montré que les insectes représentaient 84,1 % du régime alimentaire des jeunes moineaux espagnols, contre 9,7 % pour les graines, majoritairement des céréales. Les invertébrés, notamment arachnides et gastéropodes, complétaient le menu. De même,

KLVANOVÁ et al. (2011) ont observé une prédominance de coléoptères (Scarabaeidae) et de diptères (Muscidae, Tipulidae) chez les moineaux domestiques juvéniles et adultes. ANDERSON (2006) confirme la forte présence d'insectes (coléoptères, orthoptères, chenilles, mouches, pucerons, fourmis) et, dans une moindre mesure, d'araignées dans leur alimentation. Dans notre étude sur la composition trophique des passereaux juvéniles, les autres taxons incluaient principalement les Hémiptèra, Dermaptèra, Géophilomorpha, Stylommatophora, Araneae, Diptèra, Isopoda et Blattodea (avec des fréquences comprises entre 0,92 % et 8,26 %). MARQUES et al. (2003) indiquent que la variation du régime des oisillons reflète un comportement généraliste, les parents leur apportant les proies les plus abondantes. Des variations saisonnières similaires ont été observées en Algérie par METZMACHER (1983) et confirmées par VINCENT (2005), qui souligne que le nourrissage dépend des ressources locales disponibles. Toutefois, RUIZ-CASTELLANO et al. (2016) précisent que la communication parent-jeune varie selon les coûts et efforts pour les parents, influencée par des facteurs écologiques comme la disponibilité de nourriture ou leur propre condition physique. Nos données concernant le régime alimentaire des jeunes moineaux hybrides par catégorie d'âge montrent que les ordres Coleoptera et Orthoptera représentent les proies les plus fréquentes consommées par les poussins âgés de 1 à 3 jours, avec des fréquences respectives de 29,41 % et 26,47 %. Chez les poussins âgés de 4 à 7 jours, les proies les plus courantes étaient les Hymenoptera, avec une fréquence de 23,80 %, suivies par les Coleoptera et Orthoptera, chacune représentant 21,42 % des proies. Aux deux derniers stades d'âge, les pourcentages de Coleoptera retrouvés dans les gésiers de ces juvéniles étaient de 51,85 % pour les 7 à 9 jours et de 66,66 % pour les 10 à 12 jours. Tandis que les Orthoptera affichaient une fréquence de 22,22 % chez les juvéniles âgés de 7 à 9 jours, les Dermaptera étaient l'ordre le plus consommé par les juvéniles âgés de 10 à 12 jours, avec une fréquence de 33,33 %. Les autres ordres mentionnés incluaient principalement les Hemiptera pour les trois premiers stades d'âge, ainsi que les Dermaptera pour les éclosions (1 à 3 jours) et les juvéniles (10 à 12 jours). Diptera et Hymenoptera étaient consommés par les poussins des deux premiers stades d'âge, tandis que les Stylommatophora et Hymenoptera étaient consommés par les poussins des 2e et 3e stades d'âge. Les gésiers des poussins de la première catégorie d'âge contenaient également des proies moins fréquentes telles que les Geophilomorpha, Araneae, Isopoda et Blattodea. Ces observations contrastent avec les travaux d'AKROUF et al. (2002) sur le régime alimentaire des moineaux hybrides, qui ont révélé que les proies les plus consommées par les poussins des trois catégories d'âge étaient principalement représentées par l'ordre Homoptera, avec des

fréquences respectives de 45,2 %, 24,8 % et 86,5 %. Pour la dernière catégorie d'âge, les Hymenoptera étaient consommés avec une fréquence de 65,9 %, suivis par les Coleoptera (10,5 %) et les Dermaptera (9,1 %). GUEZOUL (2011), dans son étude sur le régime alimentaire des poussins de moineaux hybrides, a montré que les chenilles de Lepidoptera étaient les proies les plus consommées par les poussins âgés de 1 à 3 jours (68,4 %), de 4 à 6 jours (78,8 %) et de 7 à 9 jours (85,0 %). Les poussins âgés de 10 à 13 jours consommaient davantage de Coleoptera (41,6 %). De plus ABBASSI et *al.* (2022), rapportent que le menu trophique des jeunes moineaux hybrides est caractérisé par la dominance des Heteroptera-proies chez les oisillons âgés de 1 à 3 jours. Les autres catégories d'âge ingèrent surtout les proies (Hymenoptera), ainsi que les chenilles (Lepidoptera) et les diptères. Par ailleurs, nos résultats présentent certaines similitudes avec ceux d'OUELD RABAH et *al.* (2014), qui ont montré une prédominance des Orthoptera dans l'alimentation des moineaux espagnols juvéniles de 3 jours (50,5 %), suivis des Coleoptera (28,7 %) et des Hymenoptera (11,9 %). À 6 jours, les Orthoptera demeuraient majoritaires (40,5 %), avant que les Coleoptera et Hymenoptera ne deviennent plus fréquents chez les poussins de 9 jours (34,1 %), tandis que la part des Orthoptera diminuait à 16,5 %. À 12 jours, les Coleoptera représentaient les proies principales (34,3 %). En Tunisie, BORTOLI (1969), a constaté que les Orthoptera étaient les proies les plus consommées par les juvéniles âgés de 5 à 6 jours et de 13 à 15 jours. En revanche, le régime alimentaire des juvéniles âgés de quelques jours montrait une forte proportion de Coleoptera. D'autres ordres, tels que les Araneae, Hymenoptera, Heteroptera et les mollusques, ne représentaient qu'une faible fraction du régime alimentaire des poussins. NAEF-DAENZER et *al.* (2000) ont constaté un pic de consommation d'araignées chez les poussins de certaines espèces de passereaux en début de développement. ARNOLD et *al.* (2007) ont également observé leur présence dans le régime des mésanges bleues, suggérant un rôle possible de la taurine, abondante chez les araignées, dans le comportement face au risque et les capacités d'apprentissage spatial.

Les insectes possèdent souvent d'importantes réserves de graisses, et leur masse corporelle conséquente les rend hautement nutritifs. Au Royaume-Uni, il a été démontré que l'abondance des Coleoptera dans le régime alimentaire des poussins améliore leur condition physique (VINCENT, 2005). Selon ce même auteur, l'analyse des échantillons fécaux n'a pas révélé la présence de fourmis, malgré leur abondance sur le site, ce qui suggère que les moineaux choisissent et sélectionnent leurs proies. Dans notre cas, nous avons trouvé des Hymenoptera-proies uniquement dans deux groupes d'âge des moineaux au nid (2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> âges), bien qu'ils soient abondants dans la zone d'étude. Il convient également de noter que les Coleoptera et

Orthoptera étaient les proies les plus recherchées par les jeunes moineaux au nid, avec des fréquences d'occurrence variant respectivement entre 44,44 % et 66,66 %, et entre 30 % et 62,5 %.

L'identification de la composante végétale ingérée par les jeunes moineaux en fonction de leur âge a révélé la présence de sept familles botaniques, principalement sous forme de fragments végétaux. Les poussins de 1<sup>re</sup> catégorie d'âge étaient principalement nourris d'Asteraceae (60 %), tandis que ceux de 2<sup>e</sup> catégorie d'âge consommaient principalement des Brassicaceae (41,66 %). Pour les autres catégories d'âge, les Poaceae dominaient avec des fréquences variantes entre 60 % et 75 %. Les autres familles botaniques identifiées, à savoir les Apiaceae, Anacardiaceae, Lamiaceae et Solanaceae, étaient présentes dans le régime alimentaire des jeunes moineaux au nid, avec des fréquences comprises entre 3,23 % et 9,68 %. AKROUF et *al.* (2002), ont observé que la fraction végétale se composait de neuf familles botaniques, les Poaceae étant la famille la plus importante avec un pourcentage de 87,36 % chez les poussins âgés de 1 à 3 jours et de 68,42 % chez ceux âgés de 10 à 13 jours. Les Solanaceae occupaient la deuxième place avec une fréquence de 85,5 % chez les poussins âgés de 7 à 9 jours. Chez les poussins de 4 à 6 jours, les Moraceae (55,69 %) et les Poaceae (26,58 %) étaient les familles les plus consommées. D'après KLANOVA et *al.* (2011), le matériel végétal identifié provenait uniquement de poussins âgés de plus de neuf jours. Environ 90 % des plantes étaient constituées de Poaceae, principalement des graines, des fragments de tiges et des épillets de millet (*Panicum miliaceum* Linnaeus, 1753) et de blé (*Triticum* sp.). Les 10 % restants comprenaient des graines issues des familles Papaveraceae, Brassicaceae, Urticaceae et Fabaceae. La composition du régime alimentaire des moineaux juvéniles dépend largement de la disponibilité trophique dans l'environnement.

De plus, les plantes retrouvées dans les gésiers des jeunes moineaux au nid, en raison de leur faible proportion dans le régime trophique, suggèrent que ces plantes sont administrées aux jeunes poussins, à des fins thérapeutiques. L'espèce *Schinus molle* (Anacardiaceae), par exemple, produit une huile essentielle ayant une activité antibactérienne, principalement extraite des feuilles et des fruits (DE MENDONÇA ROCHA et *al.*, 2012). L'espèce *Silybum marianum* (Asteraceae) contient un mélange de flavonoïdes lignanes, principalement de la silymarine, une substance active connue pour ses propriétés antihépatotoxiques (DEBUIGNE et COUPLAN, 2016 ; PIERRE, 2017). D'autre part, *Sinapis alba* (Brassicaceae) est reconnue pour ses propriétés antiparasitaires (nématocides), bactéricides et fongicides en raison de la présence de glucosinolates (SOTELO et *al.*, 2015).

En ce qui concerne la diversité des plantes consommées, les poussins de 2<sup>ème</sup> âge ont présenté le plus haut indice de Shannon  $H'$ , suivis des poussins de 1er et 3<sup>ème</sup> âge, et enfin des juvéniles pré-volants. La distribution entre les différentes familles botaniques consommées était équilibrée. Selon KLANOVA *et al.* (2011), la quantité totale de nourriture retrouvée dans les échantillons fécaux augmentait avec l'âge des poussins. Selon ces auteurs, les parents augmentaient la quantité de nourriture végétale dans le régime alimentaire de leurs poussins pour répondre aux besoins croissants des poussins plus âgés. Cette observation contraste avec nos résultats, qui montrent la présence de la fraction végétale dans tous les gésiers disséqués des jeunes moineaux, mais en diminution à mesure que les poussins croissent.

De plus, nous avons constaté que la composante animale du régime alimentaire des moineaux des premiers âges était très diversifiée en termes de proies fournies, avec des taux élevés de l'indice de Shannon, par rapport aux âges plus tardifs, qui montraient des taux plus faibles de l'indice  $H'$ .

En ce qui concerne la répartition des taxons animaux, un certain équilibre a été observé entre les différents groupes d'âge. Cela est en accord avec l'étude de BACHKIROFF (1953), qui a rapporté que les insectes étaient toujours présents dans tous les estomacs examinés des jeunes moineaux espagnols, bien que le pourcentage ait diminué de l'éclosion à l'âge adulte. Selon SUMMERS-SMITH (1963), le régime alimentaire des moineaux au nid est exclusivement constitué d'invertébrés pendant les trois premiers jours après la naissance. Par la suite, la proportion des composants animaux est progressivement réduite et le régime postnatal devient presque entièrement végétarien (MUELLER, 1986). Cela est probablement dû au fait que les acides aminés essentiels contenus dans les protéines animales sont nécessaires au développement (ARNOLD *et al.*, 2007).

Il convient de noter que dans notre étude, la proportion des proies Orthoptera a diminué avec la croissance des poussins, contrairement aux Coléoptera dont l'ingestion a augmenté. Selon OUELD RABAH *et al.* (2014), les moineaux nourrissent les poussins de la catégorie 1 et 2 avec des proies dures et des composants robustes tels que les Orthoptera, mais après l'âge de 3 jours, ce régime alimentaire se transforme pour inclure les Coléoptera, les Dermaptéra, les Hétéroptera et les Hyménoptera. MARQUES *et al.* (2003), rapportent que ce sont les Orthoptera qui augmentent en biomasse, contrairement aux Lépidoptera, dont la biomasse diminue.

De plus, au cours du développement des poussins, de grandes variations ont été observées dans le poids des oiseaux par rapport au poids des contenus stomacaux (la biomasse de la portion de nourriture ingérée). En effet, des valeurs plus élevées de l'indice ( $I_r$ ) ont été enregistrées chez

les poussins âgés de (1 à 3 jours) et de (4 à 7 jours) par rapport à ceux âgés de (7 à 9 jours) et de (10 à 12 jours). D'autre part, le coefficient de vacuité (CV) indique un taux excessivement élevé de gésiers vides chez les jeunes moineaux avant envol.

Il est important de souligner dans cette étude qu'il existe une corrélation négative entre les fractions alimentaires ingérées et le développement des moineaux dans le nid. Il est possible qu'aux âges précoces ou sensibles, les parents fournissent à leurs oisillons la nourriture nécessaire en termes de protéines animales et végétales, afin de permettre la croissance musculaire, la formation des plumes, l'accumulation des réserves, etc. Une fois ces objectifs atteints, les parents modifient leur stratégie en réduisant la quantité de nourriture fournie, tout en veillant à un apport énergétique limité provenant de quelques plantes et insectes, afin de préparer les jeunes au vol et de les encourager à acquérir un certain degré d'autonomie et d'indépendance.

### **4.2.- Discussion sur la reproduction des moineaux dans la région de Bouira (2021)**

Les discussions concernant la reproduction du moineau hybride et son congénère espagnol sont développées dans la section suivante :

#### **4.2.1. – Discussion sur la reproduction des moineaux hybrides dans la station de l'Oued El Berdi**

Le début de la saison de reproduction du moineau hybride à Bouira est observé entre la mi-février et la mi-mars. Cette période se caractérise par des allées et venues fréquentes des individus en quête de sites appropriés, des parades nuptiales, ainsi que par le démarrage de la construction des nids. Ces observations concordent avec celles rapportées par AIT BELKACEM et *al.* (2003) dans la partie orientale de la Mitidja, où la reproduction chez *Passer domesticus* × *P. hispaniolensis* coïncide avec la fin de l'hiver et le début du printemps. De même, MEZENNER (1989) et MADAGH (1996) signalent des parades nuptiales ayant lieu durant les mois de février et mars à la station expérimentale à Oued Smar.

À la mi-mars, l'activité des mâles dans la colonie d'Oued El Berdi se distingue par des mouvements acrobatiques effectués sur les toits, les façades des murs et les arbres, accompagnés de cris rauques et sonores. Ces comportements sont suivis de parades impliquant deux ou trois mâles poursuivant une femelle. Selon GUEZOUL et *al.* (2011), la parade nuptiale

du moineau hybride débute bien plus tôt (au début du mois de février) que ce qui est rapporté dans la présente étude. Toutefois, le comportement des mâles reste constant, caractérisé par des cris, des allers-retours incessants. En revanche, les femelles adoptent un comportement contrasté, marqué par leur inaction, semblable à ce qui est observé dans la présente étude.

Vers la fin du mois de mars, plus précisément le 27 mars 2021, les premiers accouplements ont été observés. Ceux-ci se déroulaient au sol, sur les plantules et dans les arbres. Le mâle s'accouplait avec la femelle entre 5 et 6 fois consécutives, principalement le matin, à une fréquence d'environ un accouplement toutes les 3 secondes. Ces observations concordent avec les résultats rapportés par GUEZOUL et *al.* (2011) concernant le moineau hybride dans la région de Biskra, où la majorité des accouplements enregistrés en 2007 ont également eu lieu durant les matinées. La durée de chaque accouplement est très brève, variant entre 3 et 4 secondes, et le nombre d'accouplements par session oscille entre 2 et 6. En contraste, BENDJOUDI (1999) rapporte un nombre nettement plus élevé de relations sexuelles dans le nord de l'Algérie, à Oued Smar, avec des valeurs comprises entre 7 et 14. DOUMANDJI et DOUMANDJI MITICHE (1994) notent que toutes les démonstrations de parade nuptiale aboutissent à des accouplements, qui, bien que brefs, sont souvent répétés plusieurs fois.

Dans la colonie d'Oued El Berdi, les moineaux hybrides ont établi leurs nids dans des cavités situées sur les murs de clôture, au sein des unités d'élevage et de stockage, ainsi que sur les branches d'arbres tels que *Olea europaea*, *Prunus* sp. et *Schinus molle*. La hauteur des nids varie entre 1,5 et 3 mètres. Ces observations sont en accord avec celles de DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE (1994), qui ont rapporté que les bruants construisaient leurs nids dans des cavités sur les façades des bâtiments et sur des arbres tels que *Washingtonia filifera*, *Phoenix canariensis* et *Cupressus sempervirens*. Toutefois, selon GUEZOUL et *al.* (2011), le moineau hybride niche rarement dans les arbres, préférant les fentes sur les murs ou les toits des hangars. Ces résultats sont confirmés par AIT BELKACEM et *al.* (2016), qui ont constaté que la majorité des nids de moineaux domestiques et d'hybrides phénotypiques en milieu urbain se trouvent dans des trous situés sur les murs des bâtiments. Par ailleurs, MAGNUSSEN et JENSEN (2017) ajoutent que les sites de nidification privilégiés incluent les crevasses des bâtiments et autres structures artificielles. Les moineaux s'adaptent bien aux zones rurales et urbaines car l'environnement leur offre des espaces ouverts et la possibilité de construire des nids. (PRATIWI et *al.*, 2022)

La construction des nids dans la région de Bouira a débuté le 18 mars 2021. Les matériaux utilisés incluaient des branches fraîches ainsi que divers éléments trouvés sur place, tels que des

fil de laine ou de plastique. Ces observations concordent avec celles de GUEZOUL *et al.* (2011), qui ont rapporté que les premières activités de construction de nids étaient observées à la mi-mars. Chez ces derniers, mâles et femelles participaient activement en apportant des brindilles d'herbes sèches, des tiges d'herbes spontanées ou cultivées. Cependant, dans le cadre de la présente étude, la participation des femelles n'a pas été observée. Par ailleurs, les travaux de BENDJOUDI et DOUMANDJI (1999) signalent que la formation de nouveaux nids chez le moineau hybride intervient plus précocement, dès le 4 mars 1998.

La ponte des œufs dans la station d'Oued El Berdi a débuté le 12 avril 2021, avec une date minimale enregistrée le 7 avril 2021. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par MADAGH (2013), qui a observé que la ponte des œufs chez le moineau hybride à Alger commençait durant la première quinzaine du mois d'avril en 2011 et 2012. Ils rejoignent également les observations de BELLATRECHE (1983), qui indique que les premières pontes ont eu lieu le 8 avril en 1979, le 14 avril en 1980 et le 2 avril en 1981 dans la région de la Mitidja. De plus, METZMACHER (1986) et MADAGH (1996) rapportent que le moineau hybride commence à pondre ses œufs autour du 10 avril. BENDJOUDI et DOUMANDJI (1999) signalent que les premières pontes chez le moineau hybride à Oued Smar débutent plus précocement, entre la fin mars et le début avril. En Italie du Nord, RUBOLINI *et al.* (2007) mentionnent que la ponte des œufs par les moineaux hybrides débute généralement le 8 avril, avec des dates minimales enregistrées dès le 28 mars (en 2005) et des dates maximales atteignant le 19 avril (en 2003). Contrairement à nos résultats, AIT BELKACEM *et al.* (2003) ont signalé que les premières pontes interviennent très tôt, dès le 10 mars 2001. De même, GUEZOUL *et al.* (2011) ont observé que la ponte des premiers œufs du moineau hybride dans la région de Biskra commence à la mi-mars, tandis que BEHIDJ-BENYOUNES et DOUMANDJI (2006) rapportent une date de début fixée au 14 mars à Boudouaou. Par ailleurs, AIT BELKACEM *et al.* (2016) ont trouvé que les populations urbaines de moineaux des régions de Djelfa et de Hassi El-Euch entamaient la ponte des œufs dès le début de la deuxième quinzaine du mois de mars, avec une date précise notée le 19 mars.

La série chronologique de la ponte dans la colonie d'Oued El Berdi révèle trois pics plus ou moins bien définis, marqués par un chevauchement des couvées. La première couvée, caractérisée par une large amplitude, atteint son pic principal le 18 avril 2021. La deuxième couvée présente un pic le 9 mai 2021, alors que certains parents s'occupaient encore de leur première couvée. Enfin, la troisième couvée a débuté au début du mois de juin, précisément le 7 juin 2021. Ces observations concordent avec celles rapportées par AIT BELKACEM *et al.*

(2016) dans deux populations mixtes des régions de Djelfa et Hassi El-Euch, ainsi qu'avec celles de MADAGH (2013) dans le nord de l'Algérie, qui notent également trois couvées successives chez le moineau hybride. GUEZOUL et *al.* (2011) ont suivi un schéma similaire lors de la saison de reproduction de 2007, avec une première couvée débutant à la mi-mars, une deuxième enregistrée entre fin avril et début mai, et une troisième couvée observée entre début juin et mi-juillet. Par ailleurs, BEHIDJ-BENYOUNES et DOUMANDJI (2006) signalent jusqu'à quatre couvées successives entre 2004 et 2007 dans des milieux agricoles à Boudouaou. Aux îles Féroé, le moineau domestique réalise généralement deux à trois couvées par saison, avec des pontes débutant respectivement début mai, mi-juin et début juillet (MAGNUSSEN et JENSEN, 2017). Selon BEHIDJ-BENYOUNES et DOUMANDJI (2006), les conditions climatiques peuvent influencer la précocité de la ponte, notamment par l'effet de la température. Les températures élevées modulent les réponses reproductives des moineaux arboricoles, en accélérant le moment de la régression et en modifiant l'expression des gènes reproductifs (RENTHLEI et *al.*, 2021). En outre, selon MAGNUSSEN et JENSEN (2017), les conditions d'éclairage, notamment le nombre d'heures d'ensoleillement, présentent une corrélation élevée avec le début de la reproduction. Ce facteur constitue un indicateur important des conditions d'alimentation pour le moineau domestique. Selon MORRISON et BOLGER (2002), la reproduction est favorisée par une nourriture plus abondante liée aux précipitations, ainsi que par une faible prédation en début de saison, permettant à davantage de couples de nicher plusieurs fois.

Dans le cadre de la présente étude, le moineau hybride a réalisé trois couvées successives. La durée de chaque couvée a varié en fonction des couples et du nombre de tentatives de reproduction, mettant en évidence des cycles de durées différentes : une durée moyenne comprise entre 28 et 29 jours, des cycles courts entre 22 et 25 jours, et des cycles plus longs atteignant 35 jours. Ces résultats sont en accord avec les travaux d'AIT BELKACEM et *al.* (2003), qui rapportent que la durée du cycle du moineau hybride varie entre 24 et 28 jours. Par ailleurs, les études de BEHIDJ-BENYOUNES et DOUMANDJI (2006, 2008) menées dans l'est de la Mitidja ont montré que le temps nécessaire à la couvaison et au nourrissage chez *Passer domesticus* × *P. hispaniolensis* se situe entre 29 et 34 jours. De plus, GUEZOUL et *al.* (2011) notent que la durée de chaque couvée réalisée par le moineau hybride dans la région de Biskra est de 35 jours. En outre, les travaux de BORTOLI (1969) en Tunisie, réalisés sur les moineaux espagnols, ont révélé que la durée de la couvée et du nourrissage est de 22 jours.

L'intervalle entre les différentes couvées réalisées par les couples de moineaux hybrides au sein du même nid a varié dans la région de Bouira. Cet intervalle a été observé juste après l'envol des jeunes et s'étendait de 1 à 2 jours, 6 à 7 jours, jusqu'à plus de 10 jours, pouvant atteindre 21 jours. Selon MAGNUSSEN et JENSEN (2017), l'intervalle entre les couvées pour le moineau domestique dans les îles Féroé était en moyenne de 40 jours entre la première et la deuxième couvée, et de 28 jours entre la deuxième et la troisième. De manière similaire, VINCENT (2005) a rapporté que les intervalles correspondants pour le moineau domestique à Leicester (Royaume-Uni) étaient respectivement de 40 jours et 38 jours. Dans le cadre de la présente étude, il n'a pas été possible de déterminer avec précision l'intervalle entre les différentes couvées dans la colonie de l'Oued El Berdi, en raison des chevauchements entre les couvées, et variations observées dans la durée des cycles de reproduction. En effet, un même couple peut produire des couvées de durées variées (courte, moyenne) et alterner entre ces types de cycles, ce qui complique l'établissement d'un intervalle uniforme entre les couvées successives. Cependant, dans une approche approximative, il peut être estimé que l'intervalle moyen entre la première et la deuxième couvée était de 29 jours, et de 38 jours entre la deuxième et la troisième.

Concernant le nombre de nids par couvée, quatre couples ont réalisé trois couvées, représentant 21,05 % du total des nids. Dix couples ont effectué deux couvées successives, ce qui correspond à 52,63 % des nids. Enfin, 26,31 % des nids n'ont donné lieu qu'à une seule couvée, soit cinq couples de moineaux. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par ALONSO (1982), qui indique que la majorité des couples de moineaux domestiques (68 %) réalisent deux couvées par an. De même, MAGNUSSEN et JENSEN (2017) mentionnent que parmi les 56 femelles ayant produit une première couvée, 63 % ont également produit une deuxième couvée, et 14 % une troisième.

La taille des pontes des moineaux hybrides à Bouira révèle que le nombre minimal d'œufs pondus par couvée est de 3, tandis que le nombre maximal atteint 4 œufs par nid. La taille moyenne des couvées est de  $(3,75 \pm 0,43)$  œufs par nid. Le nombre moyen d'oisillons produits, correspondant à  $(3,08 \pm 1,46)$  œufs éclos par nid. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par AIT BELKACEM et *al.* (2016), qui mentionnent que dans les populations mixtes urbaines des moineaux à la station de Hassi El Euch et celle de Djelfa, le nombre moyen d'œufs pondus par le moineau domestique et leurs hybrides phénotypiques dans ces stations était respectivement de  $4,0 \pm 0,7$  et  $3,8 \pm 0,8$  œufs/ nid en 2011 et de  $3,9 \pm 0,7$  par nid en 2012. En comparaison avec d'autres études menées sur la reproduction du moineau hybride en Algérie,

les valeurs moyennes de la taille des pontes observées dans la présente étude sont relativement faibles. Selon GUEZOUL *et al.* (2011), la moyenne des œufs pondus sur les trois couvées était de  $4,83 \pm 0,82$  par nid, avec une moyenne de  $4,08 \pm 0,89$  poussins éclos par nid. De même, AIT BELKACEM *et al.* (2003) signalent qu'à proximité d'Oran, le nombre moyen d'œufs par couvée pour le moineau hybride est de 4,2 œufs. Par ailleurs, BEHIDJ-BENYOUNES *et al.* (2013) indique que, durant les quatre couvées étudiées à Corso et à Boudouaou, le nombre d'œufs pondus variait de 1 à 5 œufs. Enfin, BELLATRECHE (1983) en Mitidja rapporte que le moineau hybride pond entre 3 et 5 œufs par couvée. En Europe, plusieurs études ont rapporté des tailles de ponte moyennes variées pour le moineau hybride. BRICHETTI *et al.* (1993) ainsi que SORACE (1993) ont trouvé une taille moyenne de 5,2 œufs par nid chez les couples de moineaux hybrides en Italie. Dans une étude approfondie menée à Leicester, VINCENT (2005) a observé que la taille des couvées du moineau domestique variait de 1 à 6 œufs, avec une taille moyenne de 4,0 œufs par nid. MAGNUSSEN *et JENSEN* (2017), concernant les moineaux domestiques des îles Féroé, rapportent que la taille des couvées varie de 2 à 5 œufs tout au long de la période de reproduction.

Les variations observées dans la taille de la ponte chez les moineaux peuvent être expliquées par plusieurs facteurs, notamment l'état de santé de la femelle, son âge, l'état physiologique du mâle, ainsi que les conditions environnementales et climatiques propres à la zone de reproduction (METZMACHER, 1990 ; DOUMANDJI *et DOUMANDJI-MITICHE*, 1994). En Europe, des études sur le moineau domestique ont montré que des facteurs tels que la latitude, la variation d'habitat et l'âge de la femelle et du male influencent la variation de la taille de la ponte (SUMMERS-SMITH, 1988 ; ANDERSON, 2006 ; GIRNDT *et al.*, 2019).

Le nombre moyen d'œufs produits dans la station de l'Oued El Berdi est de  $3,83 \pm 0,39$  œufs par nid pour la première couvée, avec un taux de réussite de 75 %. Pour la deuxième couvée, ce nombre est de  $3,8 \pm 0,41$  œufs par nid, avec un taux de réussite de 86,25 %, tandis que pour la troisième couvée, il est de  $3,4 \pm 0,55$  œufs par nid, avec un taux de réussite de 80 %. Le taux global de succès d'éclosion estimé est de 80,41 %. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés en Europe, où le nombre moyen d'oisillons produits par le moineau domestique pour la première (3,7), la deuxième (3,4) et la troisième couvée (3,1) a été rapporté par MAGNUSSEN *et JENSEN* (2017). Les résultats relatifs au succès de l'éclosion dans cette étude se rapprochent de ceux trouvés par GUEZOUL *et al.* (2011) à Biskra, qui ont observé un taux de succès d'éclosion de 85,3 %. De même, BEHIDJ-BENYOUNES *et al.* (2013) ont indiqué que le succès de l'éclosion chez le moineau hybride dans la région d'Alger varie entre 50 % et 100 %. La

productivité élevée observée dans les populations de moineaux pourrait être attribuée à plusieurs facteurs, notamment une couvée de taille plus grande, des pertes reproductives faibles (particulièrement au stade des poussins). De plus, la disponibilité d'aliments, pourrait jouer un rôle essentiel en garantissant un niveau élevé de succès reproductif (WEGRZYNOWICZ, 2017)

### **4.2.2. - Discussion sur la reproduction des moineaux espagnols dans la station de Chabet Brahem**

Dans la présente étude, les sites de nidification du moineau espagnol dans la région de Bouira ont été localisés principalement dans des zones boisées, situées à proximité de cultures céréalières et le long des lits d'oueds, tout en évitant les zones urbaines. Ces observations concordent avec les travaux d'AIT BELKACEM et *al.* (2016), qui ont rapporté que le moineau espagnol tend à éviter les zones habitées par l'homme et à se concentrer principalement dans les régions cultivées.

Dans la station de Chabet Brahem, les moineaux espagnols ont sélectionné des emplacements de nidification sur des branches de mûriers (*Rubus ulmifolius*), de frênes à feuilles étroites (*Fraxinus angustifolia*) et de roseaux communs (*Phragmites australis*). La hauteur des nids observés varie entre 1,8 et 4,9 mètres, avec une orientation privilégiée vers le nord-est et le nord-ouest. Selon AIT BELKACEM et *al.* (2016), les nids des moineaux espagnols sont systématiquement construits en colonies, généralement dans de grands buissons de jujubiers (*Ziziphus lotus*) situés à proximité de vastes plantations de blé. Par ailleurs, METZMACHER (1990), dans ses travaux réalisés en Oranie, a précisé que l'emplacement des nids du moineau espagnol par rapport au sol dépasse généralement 2 mètres.

Les moineaux espagnols ont été observés réalisant deux cycles de couvaison au cours de la période de reproduction 2021. La première couvaison a débuté à la fin du mois de mars et au début d'avril, tandis que la seconde a commencé le 24 avril. La durée de chaque cycle de reproduction a été estimée entre 29 et 30 jours. Ces résultats précèdent ceux rapportés par AIT BELKACEM et *al.* (2016), qui ont observé que *Passer hispaniolensis* commençait sa première couvée plus tardivement, à la mi-avril. Bien que les dates de ponte diffèrent des nôtres, le nombre de tentatives de reproduction reste similaire ; *P. hispaniolensis* n'a pas entrepris de troisième couvée, ce qui a conduit à une période de reproduction plus courte comparée à celle des populations voisines hybrides. De même TU (2012), mentionne que les moineaux espagnols entamaient leur reproduction jusqu'à 13 jours plus tard que les moineaux domestiques. Selon

ALONSO (1983), les deux espèces parentales de moineaux ont débuté leurs premières couvées à des dates presque identiques. Cependant, les moineaux domestiques avaient davantage de cycles reproductifs successifs, prolongeant ainsi leur période de reproduction par rapport aux moineaux espagnols.

En ce qui concerne la taille des couvées, chaque nid a contenu en moyenne  $4,21 \pm 0,85$  œufs, tandis que le nombre moyen d'œufs éclos par nid a diminué à  $3,26 \pm 1,14$ . Le taux global de réussite à l'éclosion s'élève à 75,87 %. Ces résultats opposent ceux rapportés par AIT BELKACEM et *al.* (2003), qui ont constaté que le nombre d'œufs éclos par nid chez le moineau espagnol dans la région d'Oued Tlelat varie entre 1 et 4. De même, les observations de METZMACHER (1990) en Oranie, où la moyenne des œufs éclos par nid oscillait entre 1,9 et 2,1. En revanche, les résultats de BORTOLI (1969) en Tunisie sont proches des nôtres, indiquant que le moineau espagnol pond entre 2 et 6 œufs. ALONSO (1984) rapporte également que le nombre d'œufs pondus par *Passer hispaniolensis* peut atteindre une moyenne de 5.

La période de reproduction plus courte des moineaux espagnols, comparée à celle des moineaux hybrides pourrait s'expliquer par leur comportement migratoire ; les espèces migratrices ajustent leurs déplacements selon la disponibilité des ressources, influencée par les variations climatiques. Selon HURLBERT et LIANG (2012), la migration printanière s'avance en moyenne de deux jours par décennie. Ces changements affectent aussi les dates de ponte. L'augmentation des précipitations durant la reproduction peut nuire à la survie des jeunes et accroître les risques de prédation en augmentant la charge parentale (PEARCE-HIGGINS et GREEN, 2014). Les serpents pourraient s'adapter aux changements climatiques ; les couleuvres des régions tempérées pourraient, par exemple, adopter un comportement nocturne en réponse à la hausse des températures, augmentant ainsi la pression de prédation sur les oiseaux (WEATHERHEAD, 2012). De plus, les événements climatiques extrêmes, comme les vagues de chaleur ou les fortes pluies, peuvent compromettre la réussite des nichées.

### 4.3. - Discussion sur la biométrie des moineaux hybrides en 2022

Les discussions relatives aux résultats de l'analyse biométrique des moineaux hybrides sont exposées dans la section suivante :

Les résultats obtenus dans notre étude montrent des différences morphométriques notables entre les hybrides et les espèces parentales rapportées par AIT BELKACEM (2013). En effet, les mâles de *Passer domesticus* présentent un poids moyen de  $26,65 \pm 0,82$  g, tandis que ceux de

*P. hispaniolensis* sont légèrement plus lourds ( $26,86 \pm 0,80$  g). En comparaison, les mâles hybrides affichent un poids inférieur ( $24,59 \pm 3,4$  g avant la reproduction), bien que ce dernier augmente légèrement pendant la période reproductive ( $25,10 \pm 2,95$  g).

Concernant la longueur corporelle, les hybrides se distinguent par des valeurs supérieures ( $16,16 \pm 0,61$  cm avant la reproduction) à celles des deux espèces parentales ( $14,75 \pm 0,44$  cm pour *P. domesticus* et  $15,03 \pm 0,39$  cm pour *P. hispaniolensis*). Cette tendance se confirme durant la reproduction ( $16,30 \pm 0,75$  cm). L'envergure des hybrides est quant à elle intermédiaire, variant de  $24,37 \pm 0,83$  cm à  $24,89 \pm 0,43$  cm, situées entre celles de *P. domesticus* ( $23,53 \pm 0,31$  cm) et *P. hispaniolensis* ( $25,59 \pm 0,54$  cm).

Les tarses des hybrides sont nettement plus courts ( $1,88 \pm 0,13$  cm avant reproduction,  $1,83 \pm 0,067$  cm pendant), contrastant fortement avec ceux des espèces parentales, qui dépassent les 3 cm. À l'inverse, la longueur du bec des hybrides dépasse celle des deux espèces, atteignant  $1,43 \pm 0,070$  cm durant la reproduction, contre  $1,22 \pm 0,05$  cm pour *P. domesticus* et  $1,18 \pm 0,03$  cm pour *P. hispaniolensis*.

Chez les femelles, les données de AIT BELKACEM (2013) révèlent une relative proximité morphologique entre *Passer domesticus* et *P. hispaniolensis*, tant au niveau du poids que des dimensions corporelles. Les femelles du moineau domestique affichent un poids moyen de  $25,29 \pm 0,66$  g, une longueur corporelle de  $14,67 \pm 0,34$  cm, une envergure de  $23,40 \pm 0,86$  cm, un bec de  $1,17 \pm 0,04$  cm et un tarse de  $3,15 \pm 0,17$  cm. Les valeurs correspondantes chez *P. hispaniolensis* sont légèrement supérieures pour la plupart des paramètres, notamment l'envergure ( $24,95 \pm 1,08$  cm), tandis que la longueur du bec et celle du tarse restent très similaires. En comparaison, les femelles hybrides de notre étude présentent un profil morphologique distinct. Avant la reproduction, leur masse corporelle moyenne ( $25,17 \pm 3,62$  g) est comparable à celle des espèces parentales. Toutefois, durant la période reproductive, une perte de poids est observée ( $23,49 \pm 3,36$  g). La longueur corporelle des hybrides femelles dépasse celle des deux espèces parentales, atteignant  $16,08 \pm 0,64$  cm avant la reproduction, et  $15,62 \pm 0,815$  cm pendant celle-ci, confirmant la tendance observée chez les hybrides mâles.

Concernant l'envergure, les hybrides femelles se situent dans une zone intermédiaire entre les deux espèces :  $23,95 \pm 0,81$  cm avant et  $23,39 \pm 1,03$  cm pendant la reproduction, proches de *P. domesticus* mais inférieures à *P. hispaniolensis*. La longueur du bec montre une augmentation marquée au cours du cycle reproducteur (de  $1,32 \pm 0,11$  cm à  $1,40 \pm 0,086$  cm), dépassant systématiquement les valeurs observées chez les femelles des deux espèces

parentales. En revanche, la longueur du tarse est significativement réduite chez les hybrides ( $1,87 \pm 0,13$  cm avant et  $1,85 \pm 0,087$  cm pendant la reproduction).

Ces résultats indiquent que les femelles hybrides, à l'instar des mâles, présentent un profil morphologique combinant des traits intermédiaires et d'autres plus distinctifs. La longueur corporelle et celle du bec sont accentuées, suggérant des trajectoires évolutives ou fonctionnelles spécifiques, avec des réponses différenciées selon le sexe et la période du cycle biologique. Les différences notées au niveau de la longueur des tarses pourraient, en partie, résulter de variations méthodologiques dans la prise de mesure.

Chez les mâles, il a été constaté que, durant la période de reproduction, la recherche de proies était significativement plus intense qu'avant cette période ( $p = 0,018$ ). Cette augmentation de l'activité est associée à une longueur moyenne du bec de  $1,36 \pm 0,087$  cm avant la reproduction, versus  $1,43 \pm 0,070$  cm pendant la période de reproduction. En ce qui concerne la mesure de l'envergure, bien que la différence observée entre les périodes avant et pendant la reproduction ne soit pas statistiquement significative ( $p = 0,055$ ), elle s'en approche. Il est essentiel de souligner qu'une valeur de  $p$  proche de 0,05 ne signifie pas l'absence de différence réelle, mais indique que les preuves statistiques ne sont pas suffisamment solides pour conclure à une différence significative. Cela pourrait être attribué à une taille d'échantillon petite ou à une faible puissance statistique des méthodes utilisées, malgré l'existence possible d'un effet réel. Les moyennes de l'envergure des mâles avant et pendant la reproduction sont respectivement de  $24,37 \pm 0,83$  cm et  $24,89 \pm 0,43$  cm. Ces résultats suggèrent que les mâles effectuent davantage de déplacements en vol durant la période de reproduction, par rapport à la période qui la précède. AIT BELKACEM et al. (2016), ont observé des différences significatives dans les paramètres de taille corporelle, notamment l'envergure, entre les deux espèces étudiées native et migrateur (*Passer domesticus* et *P. hispaniolensis*) ; la migration impliquant des vols sur de longues distances qui nécessitent des ailes plus longues.

De même chez les femelles, il a été observé qu'elles consomment davantage de proies pendant la période de reproduction par rapport à la période qui la précède ( $p = 0,033$ ). La longueur moyenne du bec est de  $1,32 \pm 0,11$  cm dans le groupe avant reproduction (groupe A), versus  $1,40 \pm 0,086$  cm dans le groupe pendant la reproduction (groupe P). Concernant la mesure de l'envergure, une différence significative a été mise en évidence entre les groupes ( $p = 0,039$ ). Les moyennes de l'envergure des femelles sont de  $23,95 \pm 0,81$  cm avant la reproduction et de  $23,39 \pm 1,03$  cm pendant cette période. Ces résultats suggèrent que les femelles sont moins actives ou effectuent moins de déplacements durant la période de reproduction qu'avant celle-

ci. Les variations observées dans les dimensions du bec, chez les mâles comme chez les femelles, pourraient refléter une adaptation à des niches alimentaires distinctes avant et pendant la période de reproduction. AIT BELKACEM et *al.* (2016) ont également souligné que la taille du bec des moineaux domestiques et espagnols est fortement influencée par des facteurs abiotiques, tels que les régimes de précipitations. En effet, les niveaux de pluviométrie sont étroitement liés à l'abondance alimentaire, à la disponibilité des proies et à l'apparition des premiers épis, éléments essentiels pour les périodes de reproduction.

L'analyse de l'indice de condition corporelle (SMI) a montré que les femelles du groupe A présentaient un SMI plus élevé ( $25,50 \pm 4,60$ ) que celles du groupe P ( $22,83 \pm 4,30$ ). Bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative, elle s'approche du seuil conventionnel ( $p = 0,05$ ). Cela indique que les femelles avant reproduction possèdent davantage de tissus de réserve énergétique que pendant la reproduction, ce qui leur permet de disposer de plus d'énergie à allouer aux exigences de la reproduction. Ces résultats peuvent être liés aux exigences énergétiques associées à la période de ponte et à la couvaison.

En ce qui concerne les comparaisons entre les mâles et les femelles, avant la période de reproduction, le test de Mann-Whitney (M-W) n'a révélé aucune différence statistiquement significative entre les variables mesurées et calculées entre les groupes. Toutefois, la variable envergure s'approche du seuil de significativité ( $p = 0,089$ ). On peut suggérer que les mâles effectuent davantage de déplacements en vol durant cette période, avec une envergure moyenne de  $24,37 \pm 0,83$  cm, versus  $23,95 \pm 0,81$  cm pour les femelles.

Durant la période de reproduction, des différences significatives entre les mâles et les femelles ont été observées pour les variables mesurées, notamment la longueur du corps ( $p = 0,028$ ) et l'envergure ( $p = 0,000003$ ). Les moyennes relevées pour ces variables sont respectivement de  $16,30 \pm 0,75$  cm (LC) et  $24,89 \pm 0,43$  cm (EN) chez les mâles, versus  $15,62 \pm 0,815$  cm et  $23,39 \pm 1,03$  cm chez les femelles. Concernant l'indice de condition corporelle (SMI), la différence entre les deux sexes approche le seuil de significativité ( $p = 0,067$ ). Les valeurs moyennes de SMI étaient de  $25,80 \pm 3,69$  pour les mâles et de  $22,83 \pm 4,30$  pour les femelles.

Ces résultats suggèrent que les mâles, durant la période de reproduction, présentent une performance globale plus élevée, avec un fitness supérieur et une énergie disponible plus importante. La condition corporelle est généralement et logiquement corrélée au budget énergétique des individus, autrement dit, à l'intensité de leur métabolisme (MCNAB, 2002 ; O'CONNOR et *al.*, 2006).

Nos résultats sont en cohérence avec ceux rapportés dans la section sur la phénologie de la reproduction du moineau hybride. Ils confirment que, durant la période de reproduction, les mâles quittent fréquemment le nid, tandis que les femelles participent activement au gardiennage des nids en restant à l'intérieur ou à proximité. Ces observations soulignent que, pendant la période de reproduction, les tâches sont réparties entre les deux partenaires. Les mâles jouent un rôle crucial dans la construction des nids ainsi que dans le nourrissage des jeunes, en apportant des arthropodes, ce qui peut être lié à la taille plus importante de leur bec. Les femelles, quant à elles, assurent la ponte des œufs, la couvaison, ainsi que la surveillance et le nettoyage des nids. Les seuls moments où elles quittent le nid sont pour s'alimenter, un comportement qui pourrait être reflété par la taille de leur bec. Selon SROOR et *al.* (2024), Au fur et à mesure que la saison de reproduction avance, les femelles plus lourdes que prévu, pondent moins d'œufs mais plus gros, indiquant un changement d'investissement vers une descendance de meilleure qualité. Ces comportements illustrent de manière pertinente la théorie du *match-mismatch*, selon laquelle le succès reproducteur est optimisé lorsque la phase la plus énergétiquement coûteuse du cycle de reproduction coïncide avec le pic de disponibilité des ressources alimentaires dans l'environnement (STENSETH et MYSTERUD, 2002 ; DURANT et *al.*, 2007).

Ces résultats pourraient traduire une adaptation morphologique à des niches écologiques distinctes. En ce sens en Europe, les études montrent que les moineaux urbains adultes ont une taille et une masse corporelle inférieures à celles de leurs homologues ruraux, une différence significative uniquement chez les mâles (DULISZ et *al.*, 2016). Toutefois, l'indice de condition corporelle (SMI) ne varie pas entre les milieux (BOKONY et *al.*, 2012 ; MEILLERE et *al.*, 2015), suggérant que cette différence de masse résulte principalement d'une réduction de taille, sans impact énergétique, en lien avec une adaptation à l'environnement urbain.

Compte tenu aux variations observées dans la condition corporelle (SMI) entre les deux sexes pendant la période de reproduction, il est possible que les dommages causés aux céréales, soient principalement attribuables aux mâles. Par ailleurs, il a été démontré que la condition corporelle d'un individu sexuellement mature est positivement corrélée à sa probabilité de se reproduire (ANDERSSON, 1986 ; COTTON et *al.*, 2006). Ces observations sont en accord avec nos résultats, qui ont mis en évidence une variation dans les indices de condition corporelle (SMI) calculés chez les femelles avant et pendant la période de reproduction. Ce constat s'inscrit dans

le cadre du modèle des *capital breeders*, où les individus mobilisent leurs réserves énergétiques accumulées antérieurement pour préparer et soutenir la reproduction. En revanche, chez les mâles, aucune différence dans les SMI calculés avant et pendant la période de reproduction n'a été observée. Ce qui permet de renseigner la qualité des conditions abiotiques (la disponibilité alimentaire) dans lesquels ils évoluent. Ces résultats reflètent la capacité des individus à acquérir efficacement de la nourriture dans leur habitat (DU PLESSIS et *al.*, 2012). Ce constat correspond au modèle des *income breeders*, où la reproduction repose sur l'acquisition immédiate et continue de ressources alimentaires pour répondre aux besoins énergétiques liés à cette période.

#### **4.4. - Discussion sur le comportement des moineaux hybrides dans la région de Bouira et l'influence des facteurs climatiques (2020-2021)**

L'étude des comportements des moineaux hybrides, menée entre 2020- 2021 à Bouira met en évidence des variations saisonnières marquées selon les stations étudiées. En automne, et plus particulièrement en novembre, une intensification des vocalisations (Cr) est notée dans les deux sites. Cette tendance contraste avec celle de l'hiver (janvier–février), période durant laquelle la recherche alimentaire (RA) et le toilettage (T) diminuent nettement à Oued El Berdi, ainsi que les activités de vol (V) et de perchage (Pr) sont également en baisse à El Hachimia. Au printemps, une évolution comportementale se manifeste, avec une augmentation significative de la chasse en vol (CV) et ce en avril. Cette activité est uniquement observée à Oued El Berdi. À El Hachimia, elle n'est enregistrée qu'au mois de mai, période qui s'accompagne également d'une augmentation du toilettage (T). Durant ce même mois, une nette élévation de l'activité recherche d'eau de boisson (BRE) est enregistré à Oued El Berdi. A l'approche de la saison estivale, une baisse des activités recherche alimentaire (RA), de vol (V) et de perchage (Pr) est observée à El Hachimia. Il est important de souligner que la variation spatio-temporelle de l'activité de chasse en vol (CV) est étroitement liée à la période de reproduction.

Le climat dans la région de Bouira varie considérablement selon l'altitude, avec des températures diminuant à mesure que l'altitude augmente et un nombre de jours de gel variant entre novembre et mars en fonction de l'altitude. Plusieurs études soulignent le rôle déterminant de la température dans le déclenchement de la reproduction chez les passereaux. Selon

SUMMERS-SMITH (1988), le début de la reproduction chez le moineau domestique est étroitement lié à la température, ce qui pourrait expliquer les variations annuelles observées localement. GARCIA-NAVA et *al.* (2008) confirment que la formation des œufs chez de nombreux petits passereaux suit généralement une hausse des températures. De leur côté, VRIEND et *al.* (2021) ont montré que la température influence fortement la synchronisation de la ponte chez des espèces résidentes comme les mésanges bleues et charbonnières. Concernant la pluviométrie, plusieurs travaux mettent en évidence son influence sur la reproduction des passereaux. PATTEN et ROTENBERRY (1999) ont révélé que des précipitations abondantes avant la fin de la couvaison augmentent significativement la taille des couvées chez la Mésange bleue. D'autre part, l'activité anthropique observée dans la zone d'El Hachimia constitue un autre facteur susceptible d'influencer le comportement des moineaux et leur dynamique dans cette région. Nous postulons que les variables d'habitat à l'échelle du paysage jouent un rôle crucial dans la reproduction et le recrutement des espèces de moineaux. Selon BENGTON et *al.* (2004), le moineau domestique est présent en abondance partout dans les îles Féroé et se reproduit dans pratiquement toutes les zones bâties, en étroite association avec l'homme. En outre, ZHANG et ZHENG (2010) déclarent que les zones fortement urbanisées, les routes principales et les immeubles de grande hauteur ne conviennent pas à l'habitat des moineaux arboricoles, ce qui explique la diminution du nombre de moineaux le long des gradients d'urbanisation à Pékin, une observation qui correspond aux constatations faites dans la zone d'El Hachimia. La présence d'arbres et de végétations, de constructions de faible hauteur et le nombre réduit de piétons dans la localité d'Oued el Berdi ont fait de cette zone un milieu propice pour abriter le moineau hybride, surtout pendant les saisons d'automne-hiver et de reproduction au printemps-été. BENYOUNES et DOUMANDJI (2009) ont rapporté qu'en Algérie, la présence d'arbres, de ressources en eau, ainsi que les constructions, sont des endroits favorables pour l'installation de nids. Selon BENGTON et *al.* (2010), une corrélation positive entre l'occupation des parcelles par les passereaux et la superficie ainsi que la quantité de végétation a été notée dans les îles Féroé. D'après VINCENT (2005), la biomasse des couvées de moineaux domestiques augmentait avec l'étendue des zones de végétation autour des sites de nidification, suggérant que le succès de la reproduction peut être relativement faible dans les habitats à faible couverture végétale. MACGREGOR-FORS et *al.* (2017) ont constaté que les abondances les plus élevées de moineaux domestiques étaient enregistrées dans les zones fortement urbanisées de Mexico et de Los Angeles, tandis qu'à Barcelone, les abondances ne différaient pas selon les types d'habitats (urbains et agricoles). PACKERT et *al.* (2019) ont

montré que les hybrides de moineaux d'Afrique du Nord fournissent un exemple d'hybridation renforcée par l'urbanisation récente et les changements anthropiques d'utilisation des terres dans un paysage en mosaïque.

L'analyse des corrélations révèle que certaines activités, telles que le perchage et la recherche alimentaire, présentent des corrélations quasi parfaites avec l'axe des abscisses (Dim1). De même, les activités de vol, de cris et de recherche d'eau (BRE) sont fortement corrélées à l'axe des ordonnées (Dim2), ce qui suggère que ces comportements jouent un rôle essentiel dans la biologie du moineau hybride. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par AIT BELKACEM (2013) dans la région de Djelfa, où il a été rapporté que les activités les plus importantes chez les moineaux sont le perchage global (PG), suivi du régime alimentaire (RA) et du vol (V).

Quant à l'effet des variables climatiques sur les activités comportementales du moineau hybride montre que les précipitations (PRE) exercent un effet négatif significatif sur l'activité de perchage (Pr), indiquant que plus les précipitations ne sont importantes, moins l'oiseau passe de temps perché. En ce qui concerne l'activité de toilettage (T), la température moyenne (TM) exerce un effet positif significatif, indiquant que cette activité augmente avec l'élévation de la température. Ce résultat souligne l'influence de la température sur la pression des parasites externes chez ce passereau. D'après MENNERAT et *al.* (2021), la charge parasitaire moyenne annuelle augmentait avec une température printanière minimale et diminuait avec l'augmentation de la température moyenne de l'été précédent. Suggérant un impact significatif de la température tout au long du cycle de vie des ectoparasites, avec des répercussions potentielles sur leurs interactions avec l'hôte, la mésange bleue.

La densité de population exerce un effet positif significatif sur l'activité de perchage, ainsi que sur le vol (V), suggérant qu'une densité plus élevée conduit à une augmentation du temps consacré à ces deux comportements. S'agissant des vocalisations (Cr), l'effet de la densité de population est très fortement significatif, indiquant une nette intensification des vocalisations en contexte de forte densité, probablement en lien avec des interactions sociales accrues. Selon VERBOOM et HEIJ (2018), différents types de vocalisations ont été identifiés chez le moineau domestique. En groupe, les moineaux produisent des gazouillis à haute fréquence, tandis que pendant les repas, des pépiements correspondants sont enregistrés. L'appel d'alarme se caractérise par un cri pulsé et rauque, composé de six composants identiques à bande semi-large. L'appel territorial, quant à lui, est répété plusieurs fois et comprend trois combinaisons de balayages ascendants et descendants.

# *Conclusion générale & perspectives*

L'analyse de la bioécologie des moineaux dans la région de Bouira, dans les années 2020, 2021 et 2022 montrent une nette diversité trophique chez les moineaux hybrides, avec une distinction marquée entre adultes et juvéniles : les premiers consomment majoritairement des végétaux (83,53 %), tandis que les seconds privilégient une alimentation animale (77,86 %). Chez les adultes, l'alimentation végétale est dominée par les graines de plantes spontanées, surtout des *Amaranthaceae* (34,92 %), *Polygonaceae* (19,24 %) et *Poaceae* (14,25 %). La fraction animale, quant à elle, est constituée principalement d'Hyménoptère (57,83 %) et de Coléoptère (20,5 %). Des variations mensuelles marquées sont observées, avec une diversité alimentaire maximale en juin et janvier, notamment pour la fraction végétale ( $H'$  : 2,20 et 1,86 bits) et animale (1,77 bits en janvier). L'indice de réplétion suit une tendance similaire, culminant en juin (1,39) et janvier (1,29), et atteignant un minimum en mai (0,61). Chez les jeunes moineaux au nid, les Coléoptères dominent la fraction animale (33,03 %), suivis des Orthoptères (22,93 %) et des Hyménoptères (11,93 %). Part végétal, les *Poaceae* sont les plus consommées (35,48 %), devant les *Anacardiaceae* (22,58 %) et les *Brassicaceae* (16,12 %). Le régime des poussins évolue avec l'âge : Orthoptères et Coléoptères dominent les premiers jours (1–3 j), les Hyménoptères, suivis par les Coléoptères et des Orthoptères (4–6 j), puis les Coléoptères dès le 7<sup>e</sup> jour. Chez les poussins, la diversité animale est maximale en début de vie ( $H' = 2,6$  bits) puis diminue avec l'âge. La diversité végétale culmine entre 4 et 6 jours (1,88 bits). L'indice de réplétion est élevé dans les premières jours de vie (4,16 puis 3,73), puis chute au-delà de 7 jours (entre 0,85 et 1,01). Il convient également de souligner plusieurs tendances trophiques distinctes : un comportement alimentaire principalement insectivore durant la reproduction. L'apport alimentaire diminue nettement aux stades avancés du développement des poussins, contrastant avec un régime initial riche en protéines et en acides aminés essentiels. Le régime des juvéniles comprend également des plantes médicinales aux propriétés thérapeutiques. Par ailleurs, les interactions entre les adultes, oisillons et leur habitat varient en fonction des conditions abiotiques locales, témoignant d'une grande plasticité écologique.

Concernant le suivi de la phénologie de la reproduction, le moineau hybride (*Passer domesticus* x *P. hispaniolensis*) a réalisé jusqu'à trois couvées successives au cours de la saison de reproduction s'étendant de la mi-mars à la mi-juillet 2021. La durée du cycle reproductif variait entre 22 et 25 jours en moyenne, avec des extrêmes allant de 28 à 29 jours, et pouvant atteindre

jusqu'à 35 jours selon les couples. L'intervalle séparant deux pontes successives dans un même nid était également variable : de 1 à 2 jours, 6 à 7 jours, ou supérieur à 10 jours, avec un maximum observé de 21 jours. La répartition des nids selon le nombre de couvées a révélé que 21,05 % des nids ont été associés à trois couvées, 52,63 % à deux couvées successives, tandis que 26,31 % des nids n'ont accueilli qu'une seule couvée. Le nombre d'œufs pondus par couvée variait de 3 à 4, avec un total de 139 œufs enregistrés, soit une moyenne de  $3,75 \pm 0,43$  œufs par nid. Parmi ceux-ci, 114 œufs ont éclos, correspondant à une moyenne de  $3,08 \pm 1,46$  œufs éclos par nid, avec un taux global de succès d'éclosion de 80,41 %. Les couples réalisant trois couvées ont présenté une moyenne de  $3,83 \pm 0,39$  œufs pondus par couvée, avec un taux d'éclosion de 75 %. Les couples ayant produit deux couvées ont enregistré une moyenne de  $3,8 \pm 0,41$  œufs, avec un taux d'éclosion de 86,25 %. Les couples ne réalisant qu'une seule couvée ont produit en moyenne  $3,4 \pm 0,55$  œufs, avec un taux d'éclosion de 80 %. Quant au *Passer hispaniolensis*, la période de reproduction s'étend de la mi-mars à la fin mai 2021. Durant cette période, deux cycles de couvaison ont été observés, chacune se situant entre 29 et 30 jours. La taille moyenne des couvées par nid était de  $4,21 \pm 0,85$  œufs, le nombre moyen d'œufs éclos par nid a diminué à  $3,26 \pm 1,14$ , correspondant à un taux d'éclosion global de 75,87 %.

L'analyse morphométrique des moineaux hybrides adultes dans la région de Bouira en 2022, a mis en évidence plusieurs tendances significatives. Chez les mâles, des différences marquées ont été relevées dans les dimensions du bec : celle-ci passe de  $1,36 \pm 0,087$  cm avant la reproduction à  $1,43 \pm 0,070$  cm pendant cette période, tandis que chez les femelles, elle évolue de  $1,32 \pm 0,11$  cm à  $1,40 \pm 0,086$  cm. Ces modifications suggèrent une spécialisation trophique en lien avec l'exploitation de ressources alimentaires différentes selon les phases du cycle reproducteur. Parallèlement, une baisse d'activité est observée chez les femelles durant la reproduction, accompagnée de différences morphométriques significatives entre sexes : longueur du corps ( $p = 0,028$ ) et envergure ( $p = 0,000003$ ). Les mâles présentent une longueur corporelle moyenne de  $16,30 \pm 0,75$  cm et une envergure de  $24,89 \pm 0,43$  cm, contre respectivement  $15,62 \pm 0,815$  cm et  $23,39 \pm 1,03$  cm chez les femelles. En termes de condition corporelle, les femelles pré-reproductrices affichent un SMI plus élevé ( $25,50 \pm 4,60$ ) que celles en reproduction ( $22,83 \pm 4,30$ ), ce qui soutient l'hypothèse d'une stratégie de type *capital breeder*, basée sur l'accumulation préalable de réserves énergétiques. À l'inverse, le SMI des mâles reste stable ( $25,80 \pm 3,69$ ), traduisant une stratégie *income breeder*, reposant sur une acquisition continue de ressources pendant la reproduction. L'ensemble de ces résultats s'intègre dans le cadre théorique du *match-mismatch*, selon lequel le succès reproducteur

dépend de la concordance entre les besoins énergétiques des individus et la disponibilité des ressources alimentaires.

L'étude de comportement des moineaux et l'impact des conditions climatiques entre 2020 et 2021, a conduit à plusieurs observations importantes. Premièrement, les différentes activités du moineau hybride ont été classées par ordre d'importance, le perchage (Pr) et la recherche de nourriture (RA) étant les plus marquantes, suivies du vol (V), de la recherche d'eau de boisson (BRE) et des vocalisations (Cr). De plus, le suivi régulier de ces passereaux tout au long des mois l'année a révélé deux périodes distinctes d'activité. Une phase d'intensification des comportements est observée en automne, notamment en novembre, ainsi qu'au printemps- été, correspondant à la saison de reproduction, principalement durant les mois d'avril, mai et juin. À l'inverse, une baisse notable de l'activité est enregistrée durant les mois les plus froids de l'hiver (janvier et février) ainsi qu'en été. Concernant l'influence des conditions climatiques, des corrélations positives significatives ont été mises en évidence entre la température moyenne (Tm) et les activités de toilettage (T), tandis qu'une corrélation négative significative a été relevée entre les précipitations (Pre) et le perchage (Pr), avec une valeur  $p < 0,05$ . Ces observations confirment que l'influence de climat agit à deux niveaux : par des effets directs sur l'expression des comportements, et par des effets indirects influençant le calendrier des activités saisonnières, notamment celles liées à la reproduction. De plus, des variables liées à l'habitat tel que l'activité anthropique, peuvent avoir des répercussions sur le recrutement et la densité des populations

Ces résultats ouvrent des perspectives de recherche prometteuses. L'interaction entre régimes alimentaires, cycles de vie et facteurs écologiques constitue une base solide pour étudier l'adaptation des stratégies trophiques face aux fluctuations climatiques et aux pressions anthropiques croissantes. Les variations observées dans les paramètres de reproduction, soulignent l'importance d'analyses approfondies en lien avec les facteurs biologique et les conditions environnementales et climatiques locales. Les divergences entre *Passer hispaniolensis* et les formes hybrides, justifient des études comparatives entre milieux urbains et ruraux, en intégrant l'influence combinée des contraintes biologiques et écologiques sur les stratégies reproductives. Par ailleurs, une meilleure compréhension des comportements saisonniers en fonction du climat, de l'impact des activités humaines sur les habitats, et des dynamiques de population à long terme est essentielle pour anticiper les effets des changements environnementaux.

# *Références bibliographiques*

- ABBASSI A., ALIOUA Y., BENRA H., GUEZOUL O., 2022- Spectre alimentaire des jeunes de *Passer domesticus* x *P. hispaniolensis* dans une palmeraie à Hassi Ben Abdellah (Ouargla, sahara septentrional-est algerien), *Bio.Res.* 12: 29-38.
- AIT BELKACEM A., 2000 – Le moineau hybride (*Passer domesticus* x *P. hispaniolensis*) dans la baulieue d’El Harrach : reproduction, disponibilités trophiques et régime alimentaire. Mémoire Ingénieur, *Inst. Nati. Agro.* El Harrach, 145 p.
- AIT BELKACEM A., 2004 - Reproduction et régime alimentaire du moineau hybride *Passer domesticus* x *P. hispaniolensis* dans la partie orientale de la mitidja. Thèse Magister, *Inst. Nati. Agro.* El Harrach, 233 p.
- AIT BELKACEM A., 2013- Particularités bioécologiques des moineaux sur les hauts plateaux et moyens de lutte adéquats. Thèse Doct. *Inst. Nati. Agro.* El Harrach, 246p.
- AIT BELKACEM A., SEKOUR M., DOUMANDJI S., 2012 - Effectiveness of mesh netting and nest destruction in protection of crops against attack by Spanish sparrow *Passer hispaniolensis*. *Afr. J. Agr. Res.* 7(32) :4575-4580.
- AIT BELKACEM A., AKROUF F., DOUMANDJI S. et BAZIZ B., 2004 – Troisième note sur les différentes catégories d’hybrides chez le Moineau *Passer* Brisson, 1758 (Aves, Ploceidae) dans le Plateau de Belfort, à l’Institut national de la recherche agronomique de Baraki et à Oued Tlelat près d’Oran. 8ème Journée Ornithologie, 8 mars 2004, *Lab. Ornith. appl. Dép. Zool. agri. for. Inst. Nati. Agro. El Harrach*, p. 12.
- AIT BELKACEM A., AKROUF F., BENJOUDI D., BAZIZ B. et DOUMANDJI S., 2002- Intensité journalière de fréquentation du champ de blé tendre (*Triticum aestivum*) par le moineau hybride à Oued Smar, Mitidja. *Ornith. alger. II.* 1 :25-30.
- AIT BELKACEM K., DOUMANDJI S., BAZIZ B., OULD RABAH, I. et AKROUF F. ,2003 - Reproduction du moineau hybride *Passer domesticus* x *P. hispaniolensis* dans la partie orientale de la Mitidja et du moineau espagnol *Passer hispaniolensis* près d’Oran. 7ème Journée ornithologique, 10 mars 2003, *Lab. Ornith. appl., Dép. Zool. agri. for., Inst. nati. agro.* El Harrach, p. 10.
- AIT BELKACEM A., GAST O., STUCKAS H., CANAL D., LOVALVO M., GIACALONE G. et PEACKERT M., 2016 - North african hybrid sparrows (*Passer domesticus*, *P. hispaniolensis*) back from oblivion - ecological segregation and asymmetric mitochondrial introgression between parental species. *Ecol Evol*, 6(15) :5190-5206.

- AKROUF F., AIT BELKACEM A. et DOUMANDJI S., 2002- Place des arthropodes dans le régime alimentaire des jeunes passereaux hybrides (Aves, Passeridae) au nid et propositions d'amélioration de la lutte contre ces ravageurs des cultures. 6e Journée ornithologique, 11 mars 2002, *Dép. Zool. agri. for. Inst. Nati. Agro, INA, El Harrach*, 1-10.
- AKSOUH A., 2017- Caractérisation des intensités de pluie dans la région centre-est de l'Algérie en termes d'évolution temporelle et spatiale. Mémoire de master, Ecole nationale supérieure d'hydraulique, Blida, 58p.
- ALBRECHT J., NEUSCHULZ E.L., FARWIG N., 2012- Impact of habitat structure and fruit abundance on avian seed dispersal and fruit predation. *Bas. App. Ecol*, 13 : 347–354.
- ALONSO J.C., 1982 - Contribución a la biología del gorrión moruno, *Passer hispaniolensis* (temm.) en la península ibérica y sus relaciones ecológicas con el gorrión común, *Passer domesticus* (l.). Thèse de doctorat. Universidad Complutense, 329 p.
- ALONSO J.C., 1983- Estudio comparado de los principales parametros reproductivos de *Passer hispaniolensis* y *Passer domesticus* en Espana centro-occidental. *Ardeola*, 30:3–21.
- ALONSO J.C., 1984 - Estudio comparado de los principales parametros reproductivos de *Passer hispaniolensis* x *Passer domesticus* en España centro-occidental. *Ardeola*, Vol. 30
- ALONSO J.C., 1985- Description of intermediate phenotypes between *Passer hispaniolensis* and *Passer domesticus*. *Ardeola*, 32 :31–38.
- ANDERSON S.H., KELLY D., LADLEY J.J., MOLLOY S., TERRY J., 2011. Cascading effects of bird functional extinction reduce pollination and plant density. *Science*, 331 : 1068–1071.
- ANDERSON T.R., 1984- A comparative analysis of overlap in nestling diets of village populations of sparrows (*Passer* sp.) in Poland. *Ekol Polska*, 32: 693–707.
- ANDERSON T.R., 2006 - Biology of the ubiquitous house sparrow : From genes to populations. Oxford University Press, 547p.
- ANDERSSON M., 1986- Evolution of condition-dependent sex ornaments and mating preferences : sexual selection based on viability differences. *Evolution*, 40 :804–816.
- ANTOINE M., 1955- Carabes du Maroc. Mémoires de la Société des sciences naturelles et physiques du Maroc. Larose. *Zoologie*, 1 : 5–177.
- ARNOLD K.E., RAMSAY S.L., DONALDSON C. et ADAM A., 2007- Parental prey selection affects risk-taking behaviour and spatial learning in avian offspring. *Proc. Roy. Soc. B*, 274: 2563–2569.

- ARNOLD M., 2016- Divergence with genetic exchange. Oxford University Press, New York, USA.
- BACHKIROFF Y., 1953- Le moineau des steppes au Maroc. Service de défense des végétaux, Œuvres originales. *Imprimerie officielle*, 3 : 1-135.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat.Toulouse*, 88 : 193-240.
- BARA M. et KHITERE N., 2017 - Le parc national du djurjura : une biodiversité à mieux faire connaitre. Article. Université 8 mai 1945 –Guelma, p40.
- BEHIDJ-BENYOUNES N. et DOUMANDJI S., 2006 - Nombre de couvées et devenir des oeufs du moineau hybride (*Passer domesticus* x *P. hispaniolensis*) à Boudouaou. Colloque international : Ornithologie algérienne à l'aube du 3ème Millénaire, 11-13 novembre 2006, Univ. El Hadj Lakhdar, Batna, p. 55.
- BEHIDJ-BENYOUNES N. et DOUMANDJI S., 2008 - Brooding and reproductive success in hybrid sparrow *Passer domesticus* x *P. hispaniolensis* Linné, 1758 (Aves, Ploceidae) in Boudouaou. XXth International Congress of Zoology, 26-29 august, Paris, p.25.
- BEHIDJ-BENYOUNES N. et DOUMANDJI S., 2009- Attaques journalières sur trois parcelles d'orge *Hordeum vulgare* L. par le moineau hybride (*Passer Domesticus* X *P. Hispaniolensis*) dans l'est de la Mitidja. *Rev.Libani*, 10(1) : 55-62.
- BEHIDJ-BENYOUNES N., BISSAAD F.Z., BEHIDJ K.K., CHEBOUTI N., DOUMANDJI S., 2013 - Le suivi de la reproduction chez le moineau hybride *Passer domesticus* x *P. Hispaniolensis* dans un milieu agricole de la partie extrême-orientale de la mitidja. *Bull. Soc. Zool. Fr*, 138(1-4) :331-343.
- BEHIDJ-BENYOUNES N., BISSAAD F.Z., BEHIDJ K.K., CHEBOUTI N., DOUMANDJI S., 2014 - Différences inter parcellaires des dégâts dus aux individus de *Passer. Leban. Sci. J*, 15(1) :73-83.
- BELLATRECHE M., 1983 - Contribution à l'étude des oiseaux des écosystèmes de la Mitidja- une attention particulière étant portée à ceux du genre *Passer* Brisson. Biologie, écoéthologie, impacts agronomiques et économiques, examen critique des techniques de lutte. Thèse Magister, *Inst. Nati. Agro*. El Harrach, 140 p.
- BENDJOUDI D., 1999 - Biosystématique et écoéthologie des moineaux du genre *Passer* Brisson, 1760 - Analyse biométrique, régime alimentaire et estimation des dégâts dans la partie orientale de la Mitidja. Thèse Magister, *Inst. Nati. Agro*. El Harrach, 197 p.

- BENDJOUDI D. et DOUMANDJI S., 1999 - Le cycle biologique des moineaux *Passer* Brisson, 1760. 4ème Journée Ornithologie, 16 mars 1999, *Lab. Ornith, appl. Dép. Zool. agri. for. Inst. Nati. Agro.* El Harrach, p. 33
- BENDJOUDI D., CHENCHOUNI H., DOUMANDJI S. et VOISIN J.F., 2013- Bird species diversity of the Mitidja Plain (Northern Algeria) with emphasis on the dynamics of invasive and expanding species. *Acrocephalus*, 34:13–26.
- BENGTSON P., BUCKLAND P., ENCKELL H. et FOSAA A.M., 2010- Man-dependence of house sparrows (*Passer domesticus*) in the Faroe Islands : habitat patch characteristics as determinants of presence and numbers. *Ann. Soc. Sci. Færoensis. Suppl*, 227-243
- BENGTSON S.A., ELIASSEN K., JACOBSEN L.M. et MAGNUSSEN E., 2004- A history of colonization and current status of the house sparrow (*Passer domesticus*) in the Faroe Islands. *Fróðskaparrit*, 51 : 237-251.
- BENNETT A. F., RADFORD J. Q. And HASLEM A., 2006- Properties of land mosaics : Implications for nature conservation in agricultural environments. *Bio.Cons*, 133: 250-264.
- BENRAS H., BENGHEDIER A., GUEZOUL O., 2017 - Dégâts dus aux moineaux hybrides sur les dattes de la variété ghars dans une plantation phoenicicole à Ouargla. Journées d'études sur la biodiversité animale, dégâts et lutte, 24 et 25 mai 2017 ; *Ecole Nationale Supérieure Agronomique. Alger, Algérie.*
- BERGGREN Å., BJÖRKMAN C., BYLUND H., AYRES M.P., 2009- The distribution and abundance of animal populations in a climate of uncertainty. *Oikos*, 118 : 1121–1126.
- BJERCK H.B., 2016 - The genetic basis of variation in clutch size and onset of laying in a wild population of house sparrows (*Passer domesticus*). *NTNU*, 30 p.
- BÓKONY V., SERESS G., NAGY S., LENDVAI A.Z., LIKER A., 2012- Multiple indices of body condition reveal no negative effect of urbanization in adult house sparrows. *Landscape and Urban Planning* 104(1), p. 75-84.
- BORTOLI L., 1969 - Contribution à l'étude du problème des oiseaux granivores en Tunisie. *Bull. Fac. Agro. (E.N.S.A.T.)*, (22 - 23) : 33 - 153.
- BOUCHARD S., 2000- Le Moineau domestique. Boréal -208 pp.
- BOWLER D.E. et BENTON T.G., 2005- Causes and consequences of animal dispersal strategies : relating individual behaviour to spatial dynamics. *Bio. Rev*, 80:205–225.
- BRICHETTI P., CAFFI M., GANDINI S., 1993- Biologia riproduttiva di una popolazione di storno sturnus vulgaris nidificante in una «colombaia» del la lombardia. *Nat. Bresciana*, 28: 389–406.

- BRICHETTI P., RUBOLINI D., GALEOTTI P., 2008 - Italian sparrow *Passer (domesticus) italiae* populations in northern Italy. *Ibis*, 150 :177-181.
- BROCKERHOFF E.G., BARRAT B.I., BEGGS J.R., FAGAN L.L., 2010. Impacts of exotic invertebrates on New Zealand's indigenous species and ecosystems. *N. Zealand. J. Ecol*, 34 : 158–174.
- BRZEK P., CAVIEDES-VIDAL E. et KARASOV W.H., 2010- House sparrow fledglings leave the nest digestively immature but more flexible than adults. *Integ. Comp. Bio*, 50 : E19–E19.
- BRZEK P., KOHL K., CAVIEDES-VIDAL E., KARASOV W. H., 2009- Developmental adjustments of house sparrow (*Passer domesticus*) nestlings to diet composition. *J. Exp. Biol*, 212 (9) : 1284–1293.
- CAVIEDES-VIDAL E. et KARASOV W.H., 2001- Developmental changes in digestive physiology of nestling house sparrows (*Passer domesticus*). *Phys. Bioch. Zool*, 74: 769–782.
- CHAMBERLAIN D.E., TOMS M.P., MCHARG R.C., BANKS A.N., 2007- House sparrow (*Passer domesticus*) habitat use in urbanized landscapes. *J. Ornith*, 148(4) :453-462.
- CHENCHOUNI H., MENASRIA T., NEFFAR S., CHAFAA S. et al., 2015- Spatiotemporal diversity, structure and trophic guilds of insect assemblages in a semi-arid Sabkha ecosystem. *PeerJ PrePrints*. 3 :e860.
- CHOPARD L., 1943- Orthoptoïdes d'Afrique du Nord : Faune de l'Empire français. I. *Larose. Paris.Coll*, 1-450.
- CLEMENTS J.F., SCHULENBERG T.S., ILIFF M.J., BILLERMAN S.M. FREDERICKS D.T.A., SULLIVAN B.L., WOOD C.L., 2019- The eBird/Clements Checklist of Birds of the world : V2019.
- CLEMENTS J. F., SCHULENBERG T. S., ILIFF M. J., ROBERSON D., FREDERICKS T.A, SULLIVAN B.L. et WOOD. C.L., 2015- The eBird/Clements checklist of birds of the world : V 6.9.
- COSTA G., 2012- Behavioural adaptations of desert animals. Springer Science & Business, 198 p.
- COTTON S., SMALL J., POMIANKOWSKI A., 2006- Sexual selection and condition-dependent mate preferences. *C. Bio*, 16 :R755–R765.
- DAGET J., 1979- Méthodes mathématiques en écologie. Masson. Coll. n° 8. Paris.
- DAJOZ R., 1982 - Précis d'écologie. Ed. Gauthier - Villars, Paris, 503 p.

- DAWSON D., 1970 - Estimation of grain loss due to sparrows (*Passer domesticus*) in new Zealand. *N. Zealand J. Agri. Res*, 13(3) :681-688.
- DE MENDONÇA ROCHA P.M., RODILLA J.M., DIEZ D., ELDER H., GUALA M.S., SILVA L.A., POMPO E.B., 2012- Synergistic antibacterial activity of the essential oil of aguaribay (*Schinus molle* L.). *Molecules*. 17(10) :12023-36.
- DEBUIGNE G. et COUPLAN F., 2016- Le petit Larousse des plantes médicinales. 500 plantes et leurs remèdes. *Larousse. Paris*, 1-1032.
- DEJONGHE J.F., 1983- Les oiseaux des villes et des villages, 2e éd. Puteaux, Editions du Point Vétérinaire.
- DEL HOYO J., COLLAR N.J., 2016- Illustrated checklist of the birds of the world. Volume 2 Passerines. Lynx Edicions, Barcelona, 903 pp.
- DICKINSON E.C., CHRISTIDIS L., 2014 -The Howard and Moore complete checklist of the birds of the world. 4th edition, Volume 2 : Passerines. Aves Press, Eastbourne, 804 pp
- DONALD P. F., GREEN R. E. AND HEATH M. F., 2001- Agricultural Intensification and the Collapse of Europe's Farmland Bird Populations. *Pro.Bio. Sci*, 268:25-29.
- DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1994 - Ornithologie appliquée à l'agronomie et à la sylviculture. Ed. Office Pub. Univ., Alger, 124 p.
- DROBNIAK S., GUDOWSKA A., 2020- Diet modulates components of animal personality in house sparrows : insights into a possible hormone-mediated mechanism
- DU CHATENET G., 1986- Guide des Coléoptères d'Europe. Lausanne : Delachaux et Niestlé. Paris. 1-480.
- DU PLESSIS K.L., MARTIN R.O., HOCKEY P.A.R., CUNNINGHAM S.J., RIDLEY A.M., 2012- The costs of keeping cool in a warming world : implications of high temperatures for foraging, thermoregulation and body condition of an arid-zone bird. *Glob. Chang. Bio*, 18:3063–3070.
- DUBIEF J., 1999 – Les climats du Sahara. Ed. Karthala, Paris, 709 p.
- DULISZ B., NOWAKOWSKI J.J., GÓRNIK J., 2016 - Differences in biometry and body condition of the House Sparrow (*Passer domesticus*) in urban and rural population during breeding season. *Urban. Ecosystems*, 19 (3) : 1307-1324.
- DURANT J.M., HJERMANN D.O., OTTERSEN G. AND STENSETH N.C., 2007 - Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate. Res*, 33 : 271-283.

- EL KHARRIM K., SEHHAR E., BELGHYTI D. et AGUESSE P., 1998- Analyse des variations géographiques du régime alimentaire du moineau domestique (*Passer domesticus* L.). Revue Agronomique Vétérinaire Marocaine. *Sciences*, 18 (4) : 253-260.
- EL KHARRIM K., SEHHAR E., BELGHYTI D., AHAMI A., AGUESSE P., 1997 - Évaluation des dégâts sur les cultures céréalières à travers l'étude du régime alimentaire du moineau domestique *Passer domesticus* L. Dans la plaine du gharb (maroc). *Rev.Maroc. Sci Agro. Vét*, 17(1) : 61-66
- ELGVIN T.O., TRIER C.N., TØRRESEN O.K., HAGEN I. J. LIEN S., NEDERBRAGT A. J., SÆTRE G.-P., 2017- The genomic mosaicism of hybrid speciation. *Science Advances*, 3 : e1602996.
- EMBERGER L., 1955 – Une classification biogéographique des climats. *Recueil. Trav. Lab. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier*. pp : 3-43.
- ERICSON P.G.P., TYRBERG T., KJELLBERG A.S., JONSSON L., 1997- The Earliest Record of House Sparrows (*Passer domesticus*) in Northern Europe. *J. Arch. Sci*, 24 (2) :183-190.
- EROUKHMANNOFF F., HERMANSEN J. S., BAILEY R. I., SAETHER S. A. et SAETRE G.P., 2013- Local adaptation within a hybrid species. *Heredity*, 111:286–292.
- EROUKHMANNOFF F., BAILEY R.I., ELGVIN T.O., HERMANSEN J.S., RUNEMARK A., TRIER C. et SÆTRE G.P., 2017-Resolution of conflict between parental genomes in a hybrid species. *BioRxiv at Cold Spring Harbor Laboratory.The University of Edinburgh*, pp 49.
- FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1980 - Ecologie. Ed. Baillière J-B, Paris, 168 p.
- FLYNN D.F.B., GOGOL-PROKURAT M., NOGEIRE T., MOLINARI N., TRAUTMAN RICHES B., LIN B.B.,SIMPSON N., MORROW MAYFIELD M.,DECLERCK F., 2009- Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters*, 12 : 22–33.
- FRENZEL M., PREISER C., DUSSL F., HÖHNE R. NICKELS V., CREUTZBURG F., 2016- TERENO (Terrestrial Environmental Observatories) wild bee monitoring in six agriculturally dominated landscapes of Saxony-Anhalt (Germany) [dataset publication series]. Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ, PANGAEA,
- FRONTIER S., PICHOD-VIALE D., LEPRETRE A., DAVOULT D. et LUCZAK C. 2008- Écosystèmes, Structure, Fonctionnement, Évolution. 4<sup>ème</sup> Éd. Dunod, Paris. 576 p.

- FULGIONE D., ESPOSITO A., RUSCH C.E. et MILONE M., 2000 - Song clinal variability in *Passer italiae*, a species of probable hybride origine. *Avocetta*, (24) : 107 - 112.
- GARCIA-NAVAS V., ARROYO L., SANZ J.J. et DIAZ M., 2008. Effect of nestbox type on occupancy and breeding biology of tree sparrows *Passer montanus* in central Spain. *Ibis*, 150 (2) :356-364.
- GILL F. B., 2014- Species taxonomy of birds : which null hypothesis ? *Auk*, 131:150–161.
- GILL F., DONSKER D., RASMUSSEN P., 2020- IOC World Bird List .10(1).
- GIRNDT A., COCKBURN G., SANCHEZ-TOJAR. A., HERTEL M., BURKE T., SCHROEDER J., 2019- Male age and its association with reproductive traits in captive and wild house sparrows. *J. Evol. Bio*, 32(12) :1432–1443.
- GRINE S. et CHRIGUI S., 2017 - Quelques aspects de la bio-systématique des Noctuidae (Lepidoptera). Mémoire de fin d'études en agronomie – université Akli Mohand Oulhadj –Bouira, p61.
- GUEZOUL O., 2011 - *Importance des dégâts du moineau hybride dans différentes régions agricoles d'Algérie*.Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure Agronomique – El Harrach – Alger, 302 p.
- GUEZOUL O., CHENCHOUNI H. et DOUMANDJI S., 2011 - Breeding biology in hybrid sparrow (*Passer domesticus* × *P. hispaniolensis*) in northern algerian sahara : Case study of Biskra date palm-grove. *J. Adv. Lab. Res.Bio*, 2(1) :12-17.
- GUEZOUL O., SEKOUR M., SOUTTOU K. et DOUMANDJI S., 2010 – Estimation des dégâts dus au moineau hybride *Passer domesticus* x *P. hispaniolensis* sur les dattes (*Phoenix dactylifera*) dans deux palmeraies à Ouargla. *Leb. Sci. J*, 11(2) :3- 9.
- GUEZOUL O., DOUMANDJI S., BAZIZ B., SOUTTOU K. et SEKOUR M., 2004 - Place des chenilles (Insecta) dans le menu trophique des jeunes moineaux hybrides (*Passer domesticus* x *P. hispaniolensis*) dans une oasis (Filiach, Biskra, Sahara). 8ème Journée Ornithologie, 8 mars 2004, *Labo. Ornithol. appl., Dép. Zool. agri., Inst. Nati. Agro., El Harrach*, p. 10.
- GUEZOUL O., DOUMANDJI S., BAZIZ B., SOUTTOU K., SEKOUR, M., et OULD RABAH S., 2006 - Le moineau hybride un ravageur méconnu- estimation de ses dégâts sur les dattes dans une palmeraie à biskra, en algérie. *Phytoma-La défense des végétaux* ; 595 :13–15.
- GUYOT G., 1999- Climatologie de l'environnement. 2<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, France, 544p.
- HACHEMI D., CHARPENTIER M., 2022-Le Moineau domestique. In *LPO Ile-De-France*.

- HADDOUCHE F., 2018- La richesse forestière malmenée à Bouira. L'Algérie profond centre .p3
- HAGEN M., KISSLING W.D., RASMUSSEN C., DE AGUIAR M.A.M., Brown L.E., Carstensen D.W., Alves-Dos-Santos I., Dupont Y.L., Edwards F.K., Genini J., Guimarães P.R., Jenkins G.B., Jordano P., Kaiser-Bunbury C.N., Ledger M.E., Maia K.P., Marquitti F.M.D., McLaughlin Ó., Morellato L.P.C., O'Gorman E.J., Trøjelsgaard K., Tylianakis J.M., Vidal M.M., Woodward G., Olesen J.M., 2012. Biodiversity, species interactions and ecological networks in a fragmented world. *Adv. Eco. Res.*, 46: 89– 210.
- HAHN S., DIMITROV D., EMMENEGGER T., ILIEVA M., PEEV S., ZEHTINDJIEV P. et BRIEDIS M., 2019 -Migration, wing morphometry and wing moult in Spanish and House Sparrows from the eastern Balkan Peninsula. *J. Ornith.*, 160 : 271–274.
- HAMOUDI A., 2016-Eude de glissement au km 186 de L'A.R.-OUESTE tronçon Lakhdaria – Bouira Analyse des causes et étude du confortement – Mémoire Master. Université Mohamed Boudiaf –M'sila, p75
- HAYMAN P. et HUME R., 2003- Encyclopédie des oiseaux de France et d'Europe Dictionnaire et encyclopédie. Ed. Flammarion, 288p.
- HEIM DE BALSAC H. et MAYAUD N., 1962 - Les oiseaux du nord-ouest de l'Afrique. Paris, France : Éditions Paul Lechevalier.
- HEINZEL H., FITTER R. et PARSLow J., 1972 - *Les oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 319 p
- HERMANSEN J.S., SAETHER S.A., ELGVIN T.O., BORGE T., HJELLE E. et SÆTRE G.P., 2011 - Hybrid speciation in sparrows i : Phenotypic intermediacy, genetic admixture and barriers to gene flow. *Mol. Ecology*, 20(18) :3812-3822.
- HERMANSEN J.S., HAAS F., TRIER C.N., BAILEY R.I., NEDERBRAGT A.J., MARZAL A., SÆTRE G.P., 2014- Hybrid speciation through sorting of parental incompatibilities in Italian sparrows. *Mol. Ecol.*, 23:5831–5842.
- HURLBERT A.H. et LIANG Z., 2012- Spatiotemporal variation in avian migration phenology : citizen science reveals effects of climate change. *PLoS ONE*, 7 : e31662
- HYSLOP E.J., 1980- Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *J. Fish. Bio.*, 17 :411-429.
- INDYKIEWICZ P., 1990 - Nest-sites and nests of the House sparrow [*Passer domesticus* (L.)] in an urban environment. Granivorous birds in the agricultural. *Landscape*, (12): 95 -121.

- ISENMAN P. et MOALI A., 2000 - *Oiseaux d'Algérie*. Société d'étude ornithologique de France, 336 pages.
- JENNIONS M.D. et PETRIE M., 1997 - Variation in mate choice and mating preferences. *Bio. Rev. Cam. Phil. Soc.*, 72:283–327.
- JONGSOMJIT D., STRALBERG D., GARDALI T., SALAS L., WIENS J., 2013- Between a rock and a hard place : the impacts of climate change and housing development on breeding birds in California. *Landscape Ecology*, 28 : 187–200.
- KALE M. A., DUDHE N., KASAMBE R. et BHATTACHARYA P., 2014 – Crop Depredation by Birds in Deccan Plateau, India. *Int. J. Biod*, 1–8.
- KALE M.A, BALFORS B., MÖRTBERG U., BHATTACHARYA P. et CHAKANE S., 2011 - Damage to the agricultural yield due to birds, present repelling techniques and its impacts : An insight from the indian perspective. *Int. J. Appl. Agr. Res*, 6(3) : 223-236.
- KHALEGHIZADEH A., 2011 - Effect of morphological traits of plant, head and seed of sunflower hybrids on house sparrow damage rate. *Crop Protection* ; 30(3) :360-367.
- KHOUMERIN. et DAHMANI H., 2016 - Quelques aspects sur la bio-systématique des apoidea dans les milieux agricoles et naturels dans les régions d'Alger et de Bouira. Mémoire de master académique en biologie- université M'Hamed Bougurra –Boumerdés, p94.
- KLIVANOVA A., LUSKOVA M., HORAK D. et EXNEROVA A., 2011- The condition of nestling House Sparrows *Passer domesticus* in relation to diet composition and the total amount of food consumed. *British. Trust. Ornith. Bird. Study, iFirst*.1–9.
- KORICHEVA J., MULDER C.P., SCHMID B., JOSHI J. et HUSS-DANELL K., 2000- Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulations of plant diversity in grasslands. *Oecologia*. 125:271–282.
- KOUDJIL M., 1982- Étude du régime alimentaire des moineaux (*Passer domesticus* L), (*Passer hispaniolensis* Temm) et de leurs hybrides. Essais de contrôle des appâts contre ces prédateurs dans la Mitidja, Algérie. Thèse d'ingénieur. INA. El Harrach.1-102.
- LABAT J.N., 1985- Estudio bioclimatológico del Estado de Michoacán, México, según la clasificación de Bagnouls y Gaussen. *Trace*, 8: 36-45.
- LACOSTE A. et SALANON R., 2001- Eléments de biogéographie et d'écologie. 2 édition, Ed. Nathan / HER.Paris, 318 p.
- LEBOURGOIS F., PIERRAT J.C., PEREZ V., PIEDALLU C. et ULRICH E., 2008- Déterminisme de la phénologie des forêts tempérées françaises. Étude sur les peuplements de Renecofor. *Rev. Forest. Fr*, 60 : 323-343.

- LELIEVELD J., PROESTOS Y., HADJINICOLAOU P., TANARHTE M., TYRLIS E. et ZITTIS F., 2016 -Strongly increasing heat extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21st century. *Climate Change*, 137 : 245-260.
- LIEBL A., SCHREY A., ANDREW S.C., SHELDON E.L., GRIFFITH S.C., 2015- Invasion genetics : Lessons from a ubiquitous bird, the house sparrow *Passer domesticus*. *Current Zoology*, 61: 465–476.
- LOCKLEY A.K., 1992 - The position of the hybrid zone between the house sparrow *Passer domesticus* and the Italian sparrow p. D. Italiae in the alpes martimes. *J. für Ornitho*, 133(1) :77-82
- LOUZAOU M., PINAUD D., PE'RON C., DELORD K., WIEGAND T. et WEIMERSKIRCH H., 2011- Conserving pelagic habitats : seascape modelling of an oceanic top predator. *J. Appl. Eco*, 48(1) : 121–132
- MACGREGOR-FORS I., QUESADA J., LEE J. G. H. et YEH P.J., 2017- Space invaders : house Sparrow densities along three urban-agricultural landscapes. *Avian. Conserv. Eco*, 12(2) :11.
- MADAGH M.A., 1996 - Impact agronomique et économique dus aux Moineaux dans une exploitation agricole de la Mitidja et perspective d'avenir. Thèse Magister, *Inst. Nati. Agro*. El Harrach, 120 p.
- MADAGH M.A., 2013 - Bioévaluation des dégâts dus aux oiseaux (moineaux hybrides) dans un agroécosystème aux environs d'Alger. USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems""CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – Algeria, 19-21 November, 2013 : 420-429.
- MAGNUSSEN E. et JENSEN J.K., 2010 - Breeding biology of the house sparrow (*Passer domesticus*) in the faroe islands/nøringin hjá føroyska gráspurvinum (*Passer domesticus*). *Fróðskaparrit-Faroese. Sci. J*, 58:125-132.
- MAGNUSSEN E. et JENSEN J.K., 2017- Breeding biology of the house sparrow (*Passer domesticus*) in the Faroe Islands. *Fróðskaparrit – Faroese. Sci. J*, 58 :125
- MAMOU R., BOISSINOT A., BENSIDHOUM M. AMROUN M., MARNICHE F., 2014- Inventaire de l'herpétofaune du sud de la Kabylie (Bouira et Bordj Bou Arreridj). *Rev. Ivoir. Sci.Tech*, 23, 259– 273.
- MARCO D., 2008- "I passeri Passer spp. : da "problematici" a specie di interesse conservazionistico" [The Sparrows Passer spp. from "pest species" to species of conservation concern]. *Avocetta*, 32: 61–68.

- MARKUS PIHA M., JUHA TIAINEN J., HOLOPAINEN J., VEPSÄLÄINEN V., 2007- Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. *Bio.Conserv*, 140(1–2) : 50-61.
- MARQUES P. A. M., 2003 - Spanish sparrow *Passer hispaniolensis* breeding success in 2002 in southern portugal el éxito reproductor del gorrión moruno *Passer hispaniolensis* durante el año 2002 en el sur de portugal environmental science, biology.
- MARQUES M.P., BOIEIRO M., CANARIO F. et VICENTE L., 2003 - Variation of nestling diet across the breeding season in Spanish sparrow *Passer hispaniolensis* in southern Portugal. *Ardeola. Intern. J. Ornith*, 50(1) :71-75.
- MATHEW K.L. et NAIK R.M., 1985 - Interrelation between moulting and breeding in a tropical population of the house sparrow *Passer domesticus*. *Ibis*, 128 : 260 - 265.
- MAXWELL S.L., FULLER R. A., BROOKS T., WATSON J. E. M., 2016- Biodiversity : The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*, 536 : 143–145
- MCNAB B.K., 2002- The physiological ecology of vertebrates : a view from energetics. Cornell University Press.
- MEDDOUR R., SAHAR O. et VELA E., 2019- Les territoires phytogéographiques de l’Algérie du Nord : essai de synthèse et révision partielle. Colloque International « *La cartographie de la flore, un outil au service des politiques publiques de la biodiversité* », 7-8 juin 2019, Université de Nantes.
- MEILLÈRE A., BRISCHOUX F., PARENTEAU C. Angelier F., 2015 - Influence of Urbanization on Body Size, Condition, and Physiology in an Urban Exploiter : A Multi-Component Approach. *PLOS ONE*, 10(8) : e0135685.
- MENNERAT A., CHARMANTIER A., HURTREZ-BOUSSES S., PERRET P. et LAMBRECHTS M.M., 2021- Parasite intensity is driven by temperature in a wild bird. *Peer. Community. J*, 1 : e60.
- METZMACHER M., 1981- Note sur le régime alimentaire des moineaux espagnols d'Oranie, Algérie. *Cah. D'étho.Appl*, 2 : 169-174.
- METZMACHER M., 1983- Menu de jeunes moineaux domestiques (*Passer domesticus* L.) et espagnols (*Passer hispaniolensis* Temm.) Oranie. Algérie. *Cah. D'étho. Appl*, 3(2) : 191–214.

## Références bibliographiques

---

- METZMACHER M., 1985 – Stratégie adaptative des oiseaux granivores dans une zone semi-aride. Le cas des moineaux domestiques *Passer domesticus* L. et des moineaux espagnols *Passer hispaniolensis* Temm. Thèse Doctorat es-sci. Zool., Univ. Liège, 220 p.
- METZMACHER M., 1986 – L'organisation spatio-temporelle de la reproduction chez le Moineau espagnol *Passer hispaniolensis* Temm. En zone semi-aride algérienne. *L'oiseau et R.F.O.*, 56 (3) : 229 - 262.
- METZMACHER M., 1990 - Climatic Factors, activity budgets and breeding success of the spanish sparrow [*Passer hispaniolensis*. (Temm.)]. *Proceedings gen. meet work. Group garnivorous birds*, 28 juin 1989, Ottawa, 13 août Syracuse, New York, 151 - 168.
- METZMACHER M. et DUBOIS D., 1981- Estimation des dégâts causés par les oiseaux aux céréales en Algérie. *Rev. Écol. (Terre et Vie)*, 35(4) : 581 - 595.
- MEZENNER M., 1989 - Contribution à l'étude de problèmes posés par les moineaux dans la station expérimentale des grandes cultures à Oued Smar (El Harrach). Thèse Ingénieur, *Inst. Nati. Agro.*, El Harrach, 53 p.
- MILLION A., NIELSEN J.T., BRETAGNOLLE V. et MOLLER A.P. 2009- Predator-prey relationships in a changing environment : the case of the sparrowhawk and its avian prey community in a rural area. *J.Animal.Eco*, 78 :1086-1095.
- MNHN et OFB., 2003- Fiche de *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758). In Inventaire national du patrimoine naturel (INPN).
- MOFOKENG M. et SHARGIE N., 2016- Bird damage and control strategies in grain sorghum production. *Intern. J. Agr. Env. Res*, 2(4) :264-269.
- MONUS F., BARTA Z., 2016- Is Foraging Time Limited During Winter ? – A Feeding Experiment with Tree Sparrows Under Different Predation Risk. *Ethology*, 122(1) :20-29.
- MORRISON S. A., BOLGER D., 2002- Variation in a sparrow's reproductive success with rainfall : food and predator-mediated processes. *Oecologia*, 133(3) :315-324
- MUELLER N.S. et ELISHA MITCH J., 1986- Abrupt change in food preference in fledgling house sparrows. *J. Elisha. Mitchell. Sci. Soc*, 102: 7–9.
- NAEF-DAENZER L., NAEF-DAENZER B. et NAGER R.G., 2000- Prey selection and foraging performance of breeding great tits *Parus major* in relation to food availability. *J. Avian. Bio*, 31: 206–214.
- NIELSEN J.M., CLARE E.L., HAYDEN B., BRETT M.T., KRATINA P., 2018- Diet tracing in ecology: Method comparison and selection. *Meth. Eco. Evol*, 9(2) :278-261.

- O'CONNOR M.P., SIEG A.E., DUNHAM A.E., 2006- Linking physiological effects on activity and resource use to population level phenomena. *Integr.Comp. Bio*, 46:1093–1109.
- OLIOSO G., OLIOSO M., 2017- Les Moineaux. Paris, Delachaux et Niestlé
- OULD RABAH I., SOUTTOU K., BERKET B. et DOUMANDJI S., 2014- Diet composition of fledglings and adults spanish sparrows (*Passer hispaniolensis*) in oran area at western of algeria. *Intern. J.Zool.Res. (IJZR)* ,4(5) :9-18.
- PÄCKERT M., AIT BELKACEM A., WOLFGRAMM H., GAST O., CANAL D., GIACALONE G., LOVALVO M., VAMBERGER M., WINK M., MARTENS J., STUCKAS H., 2019- Genetic admixture despite ecological segregation in a north African sparrow hybrid zone (Aves, Passeriformes, *Passer domesticus* x *P hispaniolensis*). *Eco.Evol*, 9 : 12710–12726.
- PATTEN M.A. et ROTENBERRY J.T., 1999- The proximate effects of rainfall on clutch size of the California gnatcatcher. *Ornith. Appl*, 101(4) :876–880.
- PAUTASSO M., BÖHNING-GAESE K., CLERGEAU P., CUETO V.R. DINETTI M., FERNÁNDEZ-JURICIC E., KAISANLAHTI-JOKIMÄKI M.L., JOKIMÄKI J., MCKINNEY M.L., SODHI N.S., STORCH D., TOMIALOJC L., WEISBERG P.J., WOINARSKI J., FULLER R.A., CANTARELLO E., 2011- Global macroecology of bird assemblages in urbanized and semi-natural ecosystems. *Glob Eco. Biog*, 20: 426–436.
- PEARCE HIGGINS J.W. et GREEN R.E., 2014- Birds and Climate Change: Impacts and Conservation Responses. Cambridge University Press.
- PEIG J., GREEN A.J., 2009- New perspectives for estimating body condition from mass/length data : the scaled mass index as an alternative method. *Oikos*, 118 :1883–1891.
- PERKINS A.J., ANDERSON G. et WILSON J.D., 2007- Seed food preferences of granivorous farmland passerines : lark buntings prefer cereal grains whilst sparrows also take oily seeds. *Bird Study*. 54(1) : 46–53.
- PERRIER R. et DELPHY J., 1932- La Faune de France – Coléoptères (Deuxième partie). Delagrave. Paris. 6 : 1-229.
- PERRIER R., BERTIN L. et GAUMONT L., 1935- La faune de France : Hémiptère, Anoploura, Mallophaga, Lépidoptères. *Delagrave. Paris*, 4 : 1-243.
- PIERRE M., 2017- La Bible des plantes médicinales. Chêne Vanves. 1-672.
- PIERSMA T. et DRENT J., 2003- Phenotypic flexibility and the evolution of organismal design. *Trends. Eco. Evo*, 18(5) : 228-233.

- PRAT H., 1935- Sur l'étude microscopique des épidermes végétaux. *Bull. Soc.Micro.Fr*, 4 (3) : 86-104.
- PRATIWI I., PRIYAMBODO S., BUDI HERNOWO J., 2022- Feed Preference, Adaptation, and Role of The Eurasian Tree Sparrows (*Passer montanus* L.) in Urban and Rural Environments. *CROPSAVER. J. Plant. Prot*, 5(2) : 45 – 53.
- RAMADE F., 1984 - Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill. Inc, Paris, 397 p.
- RAVINET M., ELGVIN T.O., TRIER C., ALIABADIAN M., GAVRILOV A. et SÆTRE G.P., 2018- Signatures of human-commensalism in the house sparrow genome. *Proceed. Roy. Soc. B*, 285(1884) : 20181246.
- RENTHLEI Z., HMAR L, TRIVEDI A.K, 2021- High temperature attenuates testicular responses in tree sparrow (*Passer montanus*). *General. Comp. Endo*, 301 : 113654
- REYER H U., FISCHER W., STECK P., NABULON T. et KESSLER P., 1998 – Sex specific nest defense in house sparrows (*Passer domesticus*) varies with badge size of males. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, (42) : 93 - 99.
- RICKLEFS R.E., 2013- Habitat-independent spatial structure in populations of some forest birds in eastern North America. *J. Animal. Eco*, 82, 145–154.
- RIGAL S., DAKOS V, ALONSO H, AUNINS A., BENKO Z., BROTONS L., CHODKIEWICZ T., CHYLARECKI P, DE CARLI E, DEL MORAL J.C., DOMSA C., ESCANDELL V, FONTAINE B, FOPPEN R., GREGORY R., HARRIS S., HERRANDO S., HUSBY M., IERONYMIDOU C., JIGUET F., KENNEDY J., KLVANOVA A., KMECL P., KUCZYNSKI L., KURLAVICIUS P., KÅLÅS J.A., LEHIKONEN A., LINDSTRÖM A, LORRILLIERE R., MOSHØJ C., NELLIS R., NOBLE D, ESKILDSSEN D.P., PAQUET J.Y., PELISSIE M., PLADEVALL C., PORTOLOU D., REIF J., SCHMID H., SEAMAN B., SZABO Z.D., SZEPE T, FLORENZANO G.T., TEUFELBAUER N., TRAUTMANN S., TURNHOUT C.V., VERMOUZEK Z., VIKSTRØM T., VORISEK P., WEISERBS A., DEVICTOR V., 2023- Farmland practices are driving bird population decline across Europe. Edited by Ivette Perfecto, University of Michigan, Ann Arbor, MI. 120 (21) : e2216573120.
- RINGSBY T.H., SAETHER B.E., TUFTO J., JENSEN H. et SOLBERG E.J., 2002- Asynchronous spatiotemporal demography of a house sparrow metapopulation in a correlated environment. *Ecology*, 83 (2) : 561-569.

- RIOTTE-LAMBERT L., BENHAMOU S., BONENFANT C. et CHAMAILLE-JAMMES S., 2017- Spatial memory shapes density dependence in population dynamics. *Proceed. Roy. Soc. B*, 284 :1411.
- ROZSA L., 2018- Railway-facilitated dispersal of the Spanish sparrow (*Passer hispaniolensis*) during its current range expansion in the Pannonian Basin. *Bio. Inv. Records*, 7(4) : 469-473.
- RUBOLINI D., AMBROSINI R., CAFFI M., BRICHETTI P., ARMIRAGLIO S., SAINO N., 2007 -Long-term trends in first arrival and first egg laying dates of some migrant and resident bird species in northern Italy. *Intern. J. Biom*, 51(6) :553-563.
- RUIZ-CASTELLANO C., SOLER M., RÖSLER A., GALVEZ D.M., SOLER J.J.,2016- Context-dependent effects of an experimental increase of hunger level in house sparrow nestlings. *Behav. Eco. Soc*, 70(6).
- RUNEMARK A., FERNANDEZ L. P., EROUKHMANOFF F. et SÆTRE G.P., 2018- Genomic contingencies and the potential for local adaptation in a hybrid species. *American Naturalist*, 192 : 10–22.
- SAAD N., FARHI K., MATAALLAH N., BELHAMRA M., 2019 - Menu trophique automnal des moineaux hybrides adultes dans l'est des ziban. 1er Séminaire National Biodiversité et valorisation des produits biologiques dans les régions arides et semis arides, 6 et 7 mars 2019 ; Université Echahid Hamma Lakhdar -El-Oued, Algérie.
- SACCHIC F. et TESTARD P., 1971- Ecologie animale, organisme et milieu. Ed. Dion, Paris, 480 p.
- SÆTRE G.P., CUEVAS A., HERMANSEN J.S., ELGVIN T.O., PIÑEIRO FERNANDEZ L., SÆTRE S.A., LO CASCIO SÆTRE C., EROUKHMANOFF F., 2017- Rapid polygenic response to secondary contact in a hybrid species. *Proceed. Roy. Soc. B*, 284 : 20170365
- SCHUMER M., CUI R., ROSENTHAL G. H. et ANDOLFATTO P., 2015- Reproductive isolation of hybrid populations driven by genetic incompatibilities. *Plos Genetics*, 11 : e1005041.
- SI YUCEF H., MIZAB S., 2004 - Contribution à l'étude des propriétés physico-chimiques et phosphatées des sols sous oliveraies de Kabylie. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Université MOULOUD Mammeri de Tizi-Ouzou, 70p.
- SNEDECOR G.W. et COCHRAN W.G., 1971- Méthodes statistiques. 6e éd., Iowa State University Press, Ames.1- 649. *Soc. Hist. Nat. Toulouse*, (88) : 193 - 239.

- SORACE A., 1993 - Breeding time and clutch size of italian sparrow *passer italiae* in some localities of central italy. *Rivista. Ital. di. Ornit*, 63:64-68.
- SOTELO T., LEMA M., SOENGAS P., CARTEA M.E. et VELASCO P., 2015. In vitro activity of Glucosinolates and their degradation products against Brassica-pathogenic bacteria and fungi. *Appl. Env. Microb*, 81 :432–440.
- SPOTTISWOODE C., MØLLER A.P., 2004 - Genetic similarity and hatching success in birds. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B : Bio. Sci*, 271(1536) :267-272.
- SROOR E.N., BOYLE A., CASTRO-MILLER H.N., HOBBS K S., REYNALDO M.D., SILBER K., MOHANKUMAR N., WRIGHT N.A., FREEMAN N.E., 2024- Environmental drivers of female reproductive investment in egg quantity and quality in a grassland sparrow. *Ibis*, 167(2) :437-451.
- STENSETH N.C. et MYSTERUD A., 2002- Climate, changing phenology, and other life history and traits : Nonlinearity and match-mismatch to the environment. *Proceed. Nat. Acad. Sci.US. America*, 99 : 13379-13381.
- STEPHAN B., 1986- Die evolutions theorie und der taxonomische status des Italien sperlings. *Mitt. Zool .Mus .Berl*,10 : 25-68.
- STEVENSON R.D., WOODS W.A., 2006- Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integr. Comp. Bio*, 46:1169–1190.
- STEWART P., 1969 - Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Doc. Hist. Natu. Agro*, 24 - 25.
- SUMMERS-SMITH J.D., 1963- The House Sparrow. *Collins, London*. 8 (1) :269.
- SUMMERS-SMITH J.D., 1988 - The sparrows : A study of the genus *Passer* : T& A D Poyser Ltd, 342 p.
- SUMMERS-SMITH J. D. et VERNON J. D. R., 1972- The distribution of *Passer* in Northwest Africa. *Ibis*, 114 : 259–262.
- SUMMERS-SMITH D., CHRISTIE D., GARCIA E., 2019 - House sparrow (*Passer domesticus*). In : Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona
- TÖEPFER T., 2006 - The taxonomic status of the italian sparrow—*Passer italiae* (vieillot 1817) : Speciation by stabilised hybridisation ? A critical analysis. *Zootaxa* ; 1325(1):117-145.
- TOUGERON K., 2016- La Quatrième Saison des Insectes. *Dire/Biologie*, 25(3) : 25-30.

- TRAMBLAY Y., JARLAN L., HANICH L. et SOMOT S., 2018- Future Scenarios of Surface Water Resources Availability in North African Dams. *Water. Resources Management*, 32 : 1291-1306.
- TRIER C.N., HERMANSEN J.S., SÆTRE G-P., BAILEY R.I., 2014 - Evidence for mitochondrial and sex-linked reproductive barriers between the hybrid Italian sparrow and its parent species. *PLoS Genetics*, 10 (1) :e1004075.
- TU M. H., 2012- Fine and broad scale premating isolation between two closely related species, the house sparrow (*Passer domesticus*) and the Spanish sparrow (*P. hispaniolensis*). Master of Science Thesis at the Centre for Ecological and Evolutionary Studies. Pp. 59. University of Oslo, Norway.
- UBAIDULLAH M. 2004 - Losses due to house sparrow to wheat crop in central punjab. *Inter. J.Agr.Bio* ; 6(3) :541-543.
- VERBOOM W.C. et HEIJ C.J., 2018- Bird vocalizations : The house sparrow (*Passer domesticus*), *Junobioacoustics*, 2 : 201807.
- VIDAL-ABARCA M.R., GOMEZ R. et SUAREZ M.L., 2004- Ríos en regiones semiáridas. *Ecosy. J*, 13:16-28.
- VINCENT K.E., 2005- Investigating the causes of the decline of the urban house sparrow *Passer domesticus* population in Britain. PhD Thesis. De Montford University
- VRIEND S., GROTTAN V. et GAMELON M., 2022- Temperature synchronizes temporal variation in laying dates across European hole-nesting passerines. *Eco*, 104(2).
- WAHA K., KRUMMENAUER L., ADAMS S., AICH V., BAARSCH F., COUMOU D., FADER M., HOFF H., JOBBINS G., MARCUS R., MENGEL M., OTTO I.M., PERRETTE M., ROCHA M., ROBINSON A., et SCHLEUSSNER C.F., 2017- Climate change impacts in the Middle East and Northern Africa (MENA) region and their implications for vulnerable population groups. *Reg. Env. Change*, 17: 1623-1638.
- WALTHER G.R., POST E., CONVEY P., MENZEL A., PARMESAN C., BEEBEE T.J.C., FROMENTIN J.M., HOEGH-GULDBERG O. et BAIRLEIN F., 2002- Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389-395.
- WEATHERHEAD P.J., SPERRY J.H., CARFAGNO G. L.F. et BLOUIN-DEMERS G., 2012- Latitudinal variation in thermal ecology of North American ratsnakes and its implications for the effect of climate warming on snakes. *J. Therm.Bio*, 37(4) :273-281.
- WĘGRZYNOWICZ A., 2017 - Breeding parameter changes in two syntopic urban sparrow species with contrasting population trends. *Ornis Fennica*, 94(3) :113-125.

## Références bibliographiques

---

- WHELAN C.J., BROWN J.S. et HANK A.E. 2015 - Diet Preference in the House Sparrow *Passer domesticus*: Hooked on Millet? *Bird Study*. 1-5.
- WHITTAKER R.J., ARAUJO M.B., PAUL J., LADLE R.J., WATSON J.E., WILLIS K.J., 2005- Conservation biogeography : assessment and prospect. *Diver. Distr*, 11 : 3–23.
- YEN-MIN KUO L.Y., CHU W.C., 2016- Energy state affects exploratory behavior of tree sparrows in a group context under differential food-patch distributions. *Frontiers in Zoology*, 13 : 48.
- ZAMORA R., HODAR J.A., MATIAS L., MENDOZA I., 2010- Positive adjacency effects mediated by seed disperser birds in pine plantations. *Eco. Appl*, 20 : 1053–1060
- ZHANG S. et ZHENG, G., 2010- Effect of urbanization on the abundance and distribution of tree sparrows (*Passer montanus*) in Beijing. *Chinese Birds* 1(3) : 188–197.

### AUTRES REFERENCES :

- ASSOCIATION ECOPAINS D'ABORD, 2022- Les oiseaux. In *Oiseaux.net*.  
[<https://www.oiseaux.net/>]
- BIRD LIFE INTERNATIONAL., 2020- Species factsheet : *Passer italiae*. <http://www.birdlife.org>

# *Annexes*

**Annexe 1 : Découpage agricole de la wilaya de Bouira.****Tableau 21-** Les principales régions agricoles à Bouira

| . Région agricoles                              | Communes                                                                                                                                                   | SAU total<br>(Hectare) | SAU physique<br>irriguée<br>(GPI+PMH) |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| <b>Plaine d'Ain-Bessem<br/>Ben Slimane</b>      | Bouira, El-Asnam, Souk El-Khemis, Raouraoua, El-hachimia, El-khebouzia, AinLahdjar, Ain Bessem, Bir Ghbalou, Sour-El-Ghozlane, Ain Laloui et oued El-berdi | 76 691<br>(39,04%)     | 4 133<br>(45,11%)                     |
| <b>Atlas Blidéen</b>                            | Guerrouma, Kadiria, Lakhdaria, Maala, Bouderbala, Zbarbar, Djebahia, Boukram et El Mokrani                                                                 | 26 023<br>(13,25%)     | 1 318<br>(14,38%)                     |
| <b>Chaines des Bibans<br/>et Monts du Hodna</b> | Hanif, Mesdour, BordjKhriss, El-Hakimia, Ahl El Ksar, Taguedit, Ouled Rached, Ath Mansour                                                                  | 32 299<br>(16,44%)     | 922<br>(10,06%)                       |
| <b>Djebel Driah</b>                             | Dirah, Dechmia, Ridane, Maamora, Hadjera Zerga                                                                                                             | 25 725<br>(13,09%)     | 378<br>(4,13%)                        |
| <b>Grande Kabylie de<br/>Djurdjura</b>          | Ait –Laaziz, Taghzout, Haizer, Aomar, Aghbalou, Ain Turk et Saharidj                                                                                       | 17 655<br>(8,99%)      | 400<br>(4,37%)                        |
| <b>Haute vallée de la<br/>Soummam</b>           | Chorfa, El-Adjiba, Bechloul et M'Chedallah                                                                                                                 | 18 072<br>(9,20%)      | 2 012<br>(21,96%)                     |
| <b>Total</b>                                    | 37 communes de la wilaya de bouira                                                                                                                         | 196 465                | 9                                     |

SOURCE : DHA/MRE (2009)

**Annexe 2 : Réseaux hydrographiques de la wilaya de Bouira****Tableau22-** Différentes zones humides à Bouira

| Types    | Zone humide       | Communes    | Largeur<br>Longueur | Superficie | Capacité                  |
|----------|-------------------|-------------|---------------------|------------|---------------------------|
| Barrages | Tilesdit          | Bechloul    | 452.5m              | 800has     | 164.55m <sup>3</sup>      |
|          | Oued Lakhel       | Ain Bessem  | 630m                | 356has     | 30 million m <sup>3</sup> |
|          | Koudiet Acerdoune | Lakhdria    | 475m                | /          | 30 million m <sup>3</sup> |
| Lacs     | Lac Mesguida      | Guerrouma   | /                   | /          | /                         |
|          | Lac El Madjen     | Aomar       | /                   | 32has      | /                         |
| Oueds    | Oued Sahel        | M'chedallah | 34 km               | /          | /                         |
|          | Oued Isser        | Lakhdaria   | 59 km               | /          | /                         |
|          | Oued Djemaa       | Djebahia    | 25 km               | /          | /                         |
|          | Oued Soufflat     | El Moqrani  | 35 km               | /          | /                         |
|          | Oued Dous         | Bouira      | 52.9 km             | /          | /                         |

|                        |                 |               |         |   |         |
|------------------------|-----------------|---------------|---------|---|---------|
|                        | Oued El Berad   | Saharidj      | 7.20 km | / | /       |
|                        | Oued Sbisseb    | Bouira        | 3.1 km  | / | /       |
|                        | Oued lekhel     | Ain Aloui     | 25 km   | / | /       |
|                        | Oued Lahrech    | El Hachimia   | 28.5    | / | /       |
|                        | Oued Ghomara    | El Hachimia   | 20.8    | / | /       |
|                        | Oued Zalan      | Bechloul      | 12.6    | / | /       |
|                        | Oued Hammam     | Ahl Ksar      | 22.4    | / | /       |
|                        | Oued Bezzit     | Ahl Laaziz    | 11.19   | / | /       |
|                        | Oued Rekham     | Ain turk      | 6.84    | / | /       |
|                        | Oued el Berdi   | Bechloul      | 8.23    | / | /       |
| Retenues<br>Colinaires | Errich          | Bouira        | /       | / | /       |
|                        | Rabta (Foudia)  | Aomar         | /       | / | 144 000 |
|                        | Matouga         | Ain Turk      | /       | / | 80 000  |
|                        | Bou Djafar      | Ain Bessem    | /       | / | 160 000 |
|                        | Bouchiouane     | Kadiria       | /       | / | 20 000  |
|                        | Chabet Bergougi | Bouira        | /       | / | 240 000 |
|                        | Ighil Oudjber   | Haizer        | /       | / | 48 000  |
|                        | Merdja          | Ain Bessem    | /       | / | 113 000 |
|                        | Alleg (Safsaf)  | Ain Laloui    | /       | / | 500 000 |
|                        | Assila          | Dirah         | /       | / | /       |
|                        | El Guerra       | Biraghablou   | /       | / | /       |
|                        | El Halib        | SEG           | /       | / | 60 000  |
|                        | Merdja Laridha  | Khabouzia     | /       | / | 343 000 |
|                        | Thamahereste    | Bechloul      | /       | / | 70 000  |
|                        | Chabet Mardja   | Haizer        | /       | / | 61 000  |
|                        | Gounassise      | Taghzout      | /       | / | 83 000  |
|                        | Chabet Larbi    | Bouira        | /       | / | 40 000  |
|                        | Anagour         | Bordj Okhriss | /       | / | 90 000  |
|                        | Khenzira        | Ain hadjer    | /       | / | 120 000 |
|                        | Ain Khabouzia   | Khabouzia     | /       | / | 120 000 |
|                        | Charchara       | El Hachimia   | /       | / | 80 000  |
|                        | Termistine      | Haizer        | /       | / | 120 000 |
|                        | Ben Tounes      | Ain Bessem    | /       | / | 250 000 |
|                        | Znatia          | El Hachimia   | /       | / | 90 000  |
|                        | Boudarbala2     | Lakhdaria     | /       | / | 360 000 |
|                        | Chieb           | Dirah         | /       | / | 210 000 |
|                        | Hmaimia         | Maamoura      | /       | / | 330 000 |
|                        | Sidi Slimane    | Ain Hadjer    | /       | / | 600 000 |
|                        | Maamoura        | Ridane        | /       | / | 274 000 |
|                        | Boudarbala1     | Lakhdaria     | /       | / | 57 000  |
|                        | Taghadirt       | Bechloul      | /       | / | 120 000 |

SOURCE : DCB (2019)

**Annexe3 : Analyse PCA de comportement des moineaux hybrides à Oued El Berdi**

**Tableau n°23 : Valeurs propres (Eigenvalues)**

| Composante | Variance | % de variance | % cumulée |
|------------|----------|---------------|-----------|
| Dim.1      | 2.963    | 42.335%       | 42.335%   |
| Dim.2      | 2.755    | 39.362%       | 81.697%   |
| Dim.3      | 0.672    | 9.606%        | 91.303%   |

**Tableau n°24- Coordonnées Individus & Contribution à l'inertie**

| Individus  | Dim1   | ctr1   | cos2_1 | Dim2   | ctr2   | cos2_2 | Dim3   | ctr3   | cos2_3 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>XI</b>  | 1.940  | 15.871 | 0.265  | 3.087  | 43.241 | 0.671  | 0.899  | 15.036 | 0.057  |
| <b>XII</b> | -1.232 | 6.401  | 0.397  | 1.361  | 8.404  | 0.485  | 0.337  | 2.116  | 0.030  |
| <b>I</b>   | -2.220 | 20.797 | 0.886  | 0.297  | 0.399  | 0.016  | -0.228 | 0.965  | 0.009  |
| <b>II</b>  | -1.868 | 14.720 | 0.882  | 0.043  | 0.008  | 0.000  | -0.244 | 1.108  | 0.015  |
| <b>III</b> | -0.629 | 1.667  | 0.182  | 0.122  | 0.067  | 0.007  | -0.894 | 14.852 | 0.369  |
| <b>IV</b>  | 2.974  | 37.305 | 0.812  | -0.350 | 0.557  | 0.011  | -1.346 | 33.691 | 0.166  |
| <b>V</b>   | 0.177  | 0.133  | 0.005  | -2.141 | 20.797 | 0.724  | 0.170  | 0.534  | 0.005  |
| <b>VI</b>  | 0.858  | 3.106  | 0.081  | -2.418 | 26.526 | 0.645  | 1.306  | 31.698 | 0.188  |

**Tableau n°25- Coordonnées Variables & Contribution à l'inertie**

| Variables  | Dim1  | ctr1   | cos2_1 | Dim2   | ctr2   | cos2_2 | Dim3   | ctr3   | cos2_3 |
|------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Pr</b>  | 0.927 | 29.011 | 0.860  | 0.166  | 0.998  | 0.028  | -0.177 | 4.666  | 0.031  |
| <b>Cr</b>  | 0.508 | 8.720  | 0.258  | 0.785  | 22.349 | 0.616  | 0.305  | 13.802 | 0.093  |
| <b>T</b>   | 0.618 | 12.879 | 0.382  | -0.706 | 18.107 | 0.499  | 0.222  | 7.355  | 0.049  |
| <b>RA</b>  | 0.848 | 24.281 | 0.720  | 0.320  | 3.719  | 0.102  | 0.130  | 2.531  | 0.017  |
| <b>V</b>   | 0.308 | 3.204  | 0.095  | 0.822  | 24.549 | 0.676  | -0.041 | 0.250  | 0.002  |
| <b>BRE</b> | 0.436 | 6.421  | 0.190  | -0.808 | 23.673 | 0.652  | 0.381  | 21.565 | 0.145  |
| <b>CV</b>  | 0.677 | 15.485 | 0.459  | -0.427 | 6.605  | 0.182  | -0.579 | 49.830 | 0.335  |

**Annexe 4 : Analyse PCA de comportement des moineaux hybrides à El Hachimia****Tableau n°26 : Valeurs propres (Eigenvalues)**

| <b>Dimension</b> | <b>Variance</b> | <b>% of var.</b> | <b>Cumulative % of var.</b> |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| Dim.1            | 3.920           | 55.996           | 55.996                      |
| Dim.2            | 2.548           | 36.405           | 92.400                      |
| Dim.3            | 0.362           | 5.170            | 97.570                      |

**Tableau n°27- Coordonnées Individus & Contribution à l'inertie**

| <b>Individu</b> | <b>Dim.1</b> | <b>ctr</b> | <b>cos2</b> | <b>Dim.2</b> | <b>ctr</b> | <b>cos2</b> | <b>Dim.3</b> | <b>ctr</b> | <b>cos2</b> |
|-----------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| <b>XI</b>       | 3.582        | 40.909     | 0.893       | -1.018       | 5.079      | 0.072       | 0.690        | 16.434     | 0.033       |
| <b>XII</b>      | 1.190        | 4.519      | 0.470       | -0.987       | 4.780      | 0.324       | 0.028        | 0.026      | 0.000       |
| <b>I</b>        | -2.594       | 21.464     | 0.687       | -1.660       | 13.517     | 0.281       | -0.489       | 8.247      | 0.024       |
| <b>II</b>       | -1.317       | 5.529      | 0.390       | -1.579       | 12.237     | 0.562       | -0.246       | 2.092      | 0.014       |
| <b>III</b>      | 0.389        | 0.484      | 0.194       | -0.504       | 1.245      | 0.325       | -0.196       | 1.324      | 0.049       |
| <b>IV</b>       | 1.253        | 5.005      | 0.401       | 1.390        | 9.482      | 0.494       | -0.549       | 10.420     | 0.077       |
| <b>V</b>        | 0.126        | 0.050      | 0.002       | 3.029        | 44.998     | 0.969       | -0.482       | 8.011      | 0.024       |
| <b>VI</b>       | -2.629       | 22.041     | 0.676       | 1.329        | 8.661      | 0.173       | 1.244        | 53.446     | 0.151       |

**Tableau n°28- Coordonnées Variables & Contribution à l'inertie**

| <b>Variable</b> | <b>Dim.1</b> | <b>ctr</b> | <b>cos2</b> | <b>Dim.2</b> | <b>ctr</b> | <b>cos2</b> | <b>Dim.3</b> | <b>ctr</b> | <b>cos2</b> |
|-----------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| <b>Pr</b>       | 0.972        | 24.114     | 0.945       | 0.033        | 0.043      | 0.001       | 0.073        | 1.485      | 0.005       |
| <b>Cr</b>       | 0.958        | 23.399     | 0.917       | -0.145       | 0.827      | 0.021       | 0.222        | 13.617     | 0.049       |
| <b>T</b>        | 0.171        | 0.750      | 0.029       | 0.983        | 37.888     | 0.966       | 0.044        | 0.540      | 0.002       |
| <b>RA</b>       | 0.956        | 23.294     | 0.913       | 0.084        | 0.277      | 0.007       | -0.120       | 3.985      | 0.014       |
| <b>V</b>        | 0.984        | 24.709     | 0.969       | 0.091        | 0.326      | 0.008       | 0.003        | 0.003      | 0.000       |
| <b>BRE</b>      | -0.372       | 3.539      | 0.139       | 0.838        | 27.538     | 0.702       | 0.396        | 43.418     | 0.157       |
| <b>CV</b>       | 0.088        | 0.196      | 0.008       | 0.918        | 33.101     | 0.844       | -0.366       | 36.953     | 0.134       |

# *Résumés*

## **Bio-écologie : comportement trophique et influence des facteurs climatiques sur la reproduction des moineaux**

### **Résumé**

L'étude de la bio-écologie des moineaux hybrides menée entre 2020 et 2022 dans les périmètres agricoles de la région de Bouira montre un régime alimentaire majoritairement végétal chez les adultes (83,53 %). Les oisillons, en revanche, consomment surtout des proies animales (77,86 %). Chez les adultes, les graines d'Amaranthaceae (34,92 %), Polygonaceae (19,24 %) et Poaceae (14,25 %) dominent. Chez les jeunes, les Coléoptera (33,03 %), Orthoptera (22,93 %) et Hyménoptera (11,93 %) sont les plus représentés. Le régime alimentaire varie selon les mois de l'année 2022. Chez les adultes, la diversité végétale est plus élevée en juin ( $H' = 2,20$ ) et en janvier (1,86). Chez les jeunes, la diversité animale atteint un maximum ( $H' = 2,61$ ) en début de développement. L'indice de réplétion ( $I_r$ ) fluctue également : il est plus élevé en juin (1,39) et janvier (1,29), plus bas en mai (0,61), et maximal chez les poussins aux premiers jours de vie, avant de diminuer. La reproduction des moineaux hybrides, s'étendant de mi-mars à mi-juillet 2021, s'est déroulée en trois cycles, avec des couvées de 22 à 29 jours. Chaque nid contenait en moyenne  $3,75 \pm 0,43$  œufs, dont  $3,08 \pm 1,46$  ont éclos, soit un taux d'éclosion de 80,41 %. En comparaison, le moineau espagnol a présenté deux cycles entre mi-mars et fin mai 2021, avec des couvées un peu plus longues (29 à 30 jours). Les nids comptaient en moyenne  $4,21 \pm 0,85$  œufs, dont  $3,26 \pm 1,14$  ont éclos, correspondant à un taux d'éclosion de 75,87 %. L'analyse morphométrique révèle qu'en période de reproduction 2022, les mâles hybrides intensifient leur recherche de proies ( $p = 0,018$ ), accompagnée d'un allongement du bec de 1,36 à 1,43 cm. Une évolution similaire est observée chez les femelles (1,32 à 1,40 cm ;  $p = 0,033$ ). Les mâles se distinguent par des dimensions corporelles supérieures : longueur du corps (16,30 cm vs 15,62 cm) et envergure (24,89 cm vs 23,39 cm). En phase pré-reproductive, les femelles affichent une meilleure condition corporelle (SMI :  $25,50 \pm 4,60$ ) qu'en période reproductive ( $22,83 \pm 4,30$ ), tandis que celle des mâles reste stable ( $25,80 \pm 3,69$ ). L'étude comportementale des moineaux hybrides (2020–2021) révèle que le perchage (Pr) et la recherche alimentaire (RA) sont les activités principales, suivies du vol (V), de la recherche d'eau (BRE) et du cri (Cr). L'activité varie selon les mois, étant faible en janvier-février avec une baisse de la recherche alimentaire et du toilettage (T). En mai-juin, une augmentation de la recherche d'eau est observée. Novembre se distingue par une forte activité vocale, tandis qu'avril montre un pic de chasse au vol (CV). Des liens significatifs sont observés entre le climat et certaines activités : la température influence le toilettage, tandis que les précipitations affectent le perchage ( $p < 0,05$ ). L'habitat contribue également à la variabilité comportementale et à la dynamique des populations.

**Mots clés :** Moineau, régime alimentaire, reproduction, climat, dynamique de la population, BOUIRA.

## **Bio-ecology: Feeding Behavior and the Influence of Climatic Factors on Sparrow Reproduction**

### **Summary**

The study of the bio-ecology of hybrid sparrows carried out between 2020, 2021 and 2022 in the agricultural perimeters of the Bouira region shows a predominantly plant-based diet among adults (83.53%). Chicks, on the other hand, mainly consume animal prey (77.86%). Among adults, the seeds of Amaranthaceae (34.92%), Polygonaceae (19.24%) and Poaceae (14.25%) dominate. Among young, Coleoptera (33.03%), Orthoptera (22.93%) and Hymenoptera (11.93%) are the most represented. The diet varies according to the months of the year 2022. Among adults, plant diversity is higher in June ( $H' = 2.20$ ) and January (1.86). In young animals, animal diversity reaches a maximum ( $H' = 2.61$ ) at the beginning of development. The repletion index ( $Ir$ ) also fluctuates : it is highest in June (1.39) and January (1.29), lowest in May (0.61), and maximum in chicks in the first days of life, before decreasing. Breeding of hybrid sparrows, extending from mid-March to mid-July 2021, occurred in three cycles, with clutches lasting 22 to 29 days. Each nest contained an average of  $3.75 \pm 0.43$  eggs, of which  $3.08 \pm 1.46$  hatched, corresponding to a hatching rate of 80.41%. In comparison, the Spanish sparrow presented two cycles between mid-March and the end of May 2021, with slightly longer clutches (29 to 30 days). The nests contained an average of  $4.21 \pm 0.85$  eggs, of which  $3.26 \pm 1.14$  hatched, corresponding to a hatching rate of 75.87%. Morphometric analysis reveals that during the 2022 breeding period, hybrid males intensify their search for prey ( $p = 0.018$ ), accompanied by a beak lengthening from 1.36 to 1.43 cm. A similar trend is observed in females (1.32 to 1.40 cm ;  $p = 0.033$ ). Males are distinguished by larger body dimensions : body length (16.30 cm vs. 15.62 cm) and wingspan (24.89 cm vs. 23.39 cm). In the pre-reproductive phase, females display a better body condition ( $SMI : 25.50 \pm 4.60$ ) than in the reproductive period ( $22.83 \pm 4.30$ ), while that of males remains stable ( $25.80 \pm 3.69$ ). The behavioral study of hybrid sparrows (2020–2021) reveals that perching (Pr) and foraging (RA) are the main activities, followed by flying (V), water searching (BRE), and calling (Cr). Activity varies across months, being low in January–February with a decrease in foraging and grooming (T). In May–June, an increase in water-searching behavior is observed. November is characterized by high vocal activity, while April shows a peak in flight hunting (CV). Significant links are observed between climate and some activities : temperature influences grooming, while precipitation affects perching ( $p < 0.05$ ). Habitat also contributes to behavioral variability and population dynamics.

**Keywords :** Sparrow, diet, reproduction, climate, population dynamics, BOUIRA.

## الإيكولوجيا الحيوية: السلوك الغذائي وتأثير العوامل المناخية على تكاثر طيور الدوري

### ملخص

أُجريت دراسة على البيئة الحيوية لطائر الدوري الهجين في المناطق الزراعية من ولاية البويرة خلال السنوات 2020 و2021 و2022، وكشفت عن اختلاف واضح في النظام الغذائي بين الطيور البالغة والفراخ. فقد تبين أن النظام الغذائي للبالغات يعتمد في معظمه على النباتات بنسبة 83.53%، بينما تركز الفراخ على التغذية الحيوانية بنسبة 77.86%. عند تحليل محتوى الغذاء، تبين أن البذور الأكثر استهلاكاً لدى البالغين تعود لعائلات القطيفية (34.92%)، البطيئية (19.24%)، والنجيلية (14.25%). أما الفراخ، فقد كانت الحشرات السائدة في غذائها من غديات الأجنحة (33.03%)، مستقيمات الأجنحة (22.93%)، وغشائيات الأجنحة (11.93%). وقد تبين أن النظام الغذائي يتغير حسب أشهر سنة 2022، حيث بلغ تنوع النباتات أعلى مستوياته لدى البالغين في شهري يونيو (2.20) ويناير (1.86)، بينما سجل تنوع الفريسة الحيوانية أعلى قيمة له لدى الفراخ في بداية نموها (2.61). أما مؤشر امتلاء الجهاز الهضمي، فقد شهد تذبذباً واضحاً، حيث سجل أعلى قيمة له في يونيو (1.39) ويناير (1.29)، وأدنى قيمة في مايو (0.61). وبلغ هذا المؤشر ذروته لدى الفراخ في الأيام الأولى من حياتها، قبل أن يتناقص تدريجياً. خلال فترة التكاثر لعام 2021، والتي امتدت من منتصف مارس حتى منتصف يوليو، خاض طائر الدوري الهجين ثلاث دورات تكاثرية استمرت كل واحدة منها ما بين 22 و29 يوماً. احتوى كل عش على متوسط  $0.43 \pm 3.75$  بيضة، فقس منها  $1.46 \pm 3.08$  بيضة، بمعدل فقس بلغ 80.41%. بالمقابل، قام الدوري الإسباني بدورتين فقط بين منتصف مارس ونهاية مايو، لكن كل دورة استمرت لفترة أطول نسبياً (29-30 يوماً). وُجد في أعشاشه معدل  $0.85 \pm 4.21$  بيضة، فقس منها  $1.14 \pm 3.26$  بيضة بنسبة فقس بلغت 75.87%. أظهر التحليل المورفومتري لعام 2022 أن الذكور الهجينة كُتِفَتْ بحثها عن الفريسة خلال موسم التكاثر (قيمة الاحتمالية = 0.018)، بالتزامن مع زيادة في طول المنقار من 1.36 إلى 1.43 سم. ولوحظ نمط مشابه لدى الإناث، حيث زاد طول المنقار من 1.32 إلى 1.40 سم (قيمة الاحتمالية = 0.033). وتبين أن الذكور تتميز بأبعاد جسمية أكبر مقارنة بالإناث، من حيث طول الجسم (16.30 سم مقابل 15.62 سم) وباع الجناحين (24.89 سم مقابل 23.39 سم). في مرحلة ما قبل التكاثر، أظهرت الإناث حالة جسدية أفضل (م ك م =  $4.60 \pm 25.50$ ) مقارنة بفترة التكاثر ( $4.30 \pm 22.83$ )، بينما بقيت حالة الذكور مستقرة ( $3.69 \pm 25.80$ ). أما من الناحية السلوكية، فقد أظهرت الدراسة التي امتدت بين 2020 و2021 أن الوقوف والبحث عن الطعام هما السلوكان السائدان، يليهما الطيران، والبحث عن الماء، والنداء. وقد لوحظ تباين موسمي في النشاط، حيث سُجِّل انخفاض في البحث عن الطعام والعناية خلال شهري يناير وفبراير، في مايو ويونيو، لوحظت زيادة في سلوك البحث عن الماء. وسُجِّل نشاط صوتي مرتفع في نوفمبر، بينما بلغ نشاط صيد الطيران ذروته في أبريل. كما كشفت الدراسة عن علاقات مهمة بين العوامل المناخية وبعض الأنشطة السلوكية؛ فقد أثرت درجة الحرارة بشكل واضح على سلوك العناية، بينما تأثر سلوك الوقوف بهطول الأمطار (قيمة الاحتمالية > 0.05). وأشارت النتائج أيضاً إلى أن متغيرات الوسط تساهم في تنوع السلوك وديناميكيات السكان

**الكلمات المفتاحية:** الطائر الدوري، النظام الغذائي، التكاثر، المناخ، ديناميكيات السكان، البويرة