

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

PRESENTE EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE

MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES

GESTION ET CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE

Contribution à l'étude de la biologie de reproduction de *Serinus serinus* dans la plaine de Haute Moulouya

Présenté par : BELARBI Chaima

Encadré par : Pr. EL GHADRAOUI Lahsen

Soutenu le 15 Juillet

Devant le jury composé de :

Pr. EL GHADRAOUI Lahsen	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	Encadrant
Pr. LAZRAQ Abderrahim	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	Examinateur
Pr. BENJELLOUN Meryem	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	Examinatrice
Pr. AZZOUZI Amal	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	Examinatrice
Mr. MANSOURI Ismail	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	Invité

Années universitaire 2020/2021

Faculté des Sciences et Techniques Fès

B.P. 2202, Route d'Imouzzer FES

+212(0)535608014 /+ 212(0)535609635/+212(0)535602953 - 212(0)535608214

www.fst-usmba.ac.ma

Résumé

Serinus serinus est considéré comme proche parent du serin des Canaries, qui est la souche de tous les canaris connus. C'est une espèce sauvage qui appartient à la famille des fringillidae. Cet oiseau est caractérisé par sa petite taille, sa silhouette plutôt ronde et son bec très court de forme conique. Sa certitude de vie varie entre 8 à 10 ans à l'état sauvage.

Le présent travail porte sur l'étude de la biologie de la reproduction de serin cini dans la plaine de Haute Moulouya. Cette étude a été effectuée durant la période étalée du mois d'Avril jusqu'à le mois d'Aout en 2016, dans des habitats agricoles et forestiers. Elle avait comme but l'étude de la stratégie de nidification, la chronologie de reproduction, le succès reproductif et la croissance des poussins de serin cini.

Les résultats obtenus montrent que la saison de reproduction chez le serin cini dans la plaine de Moulouya est tardive. Elle commence le mois d'Avril (construction du premier nid), et se poursuit jusqu'à la fin du mois de Juillet (date du dernier envol). La plupart des nids sont enregistrés au niveau des habitats agricoles, essentiellement dans les vergers de pommiers (96.42% nids (n=54)) ; tandis que 3.52 % (n=11) des nids seulement sont enregistrées dans les habitats forestiers. Deux couvées sont enregistrées durant les périodes de la fin d'avril et début du mois de mai et la fin du mois de juin et le début de juillet. La taille de la couvée est en moyenne de 3.04 ± 0.13 œufs/nid. Concernant le succès reproductif, le taux de réussite est plus élevé pendant l'élevage des poussins (soit 93.83% des poussins sont réussis) par rapport à la nidification (73.84% des nids sont réussis) et l'éclosion (87.42% des œufs sont réussis). La prédation, la désertion et la destruction des nids sont considérées comme les principaux facteurs d'échec des couvées.

Enfin notre étude montre que la croissance des poussins s'effectue durant deux phases : au niveau du nid avant l'envol (pendant 13 jours) et après l'envol. La croissance des différents organes est variable selon l'importance de chacun et en fonction des conditions du milieu (disponibilité alimentaire).

Mots clés : *Serinus serinus*, biologie de reproduction, stratégie de nidification, chronologie de reproduction, succès reproductif, croissance des poussins, Moulouya.

Abstract

A close relative of the Canary canary, which is the strain of all known canaries, *Serinus serinus* is a partial migratory wild species. It belongs to the finch family. This bird is characterized by its small size; it has rather round silhouette and its very short, conical beak. Its life expectancy varies between 8 to 10 years in the wild. The present study concerns the study of the breeding biology of *serin cini* in the region of Midelt, particularly in the plain of Haute Moulouya.

This study was carried out in 2016, in agricultural and woodland habitats, including, nesting strategy, reproduction chronology, breeding success and morphometric growth of *Serinus serinus* chicks. The results obtained show that the reproductive season for the European *Serinus* in the Moulouya plain is late. The breeding activity started during the month of April (construction of the first nest), and continues until the end of July (date of the last flight). Most nests are recorded at agricultural land level, mainly in apple orchards (96.42% nests (n = 54)), while 3.52% (n = 11) of nests only been recorded in forest habitats. Two broods were recorded between April-May and June-July, and the clutch size averaged 3.04 ± 0.13 eggs / nest. Regarding the reproductive success, in total, the success rates were higher during the rearing of the chicks, i.e. 93.83% of the chicks were active during the nesting phase compared to 87.42% of the eggs and 73.84% of the nests, which are successful. Among the most frequent brood failure factors recorded are predation, desertion, and destruction of nests.

Finally, our study shows that the growth of chicks takes place during two phases: at the level of the nest before flight (for 13 days) and after flight. The growth of the different structures is variable according to the importance of each and according to the environmental conditions (food availability).

Keywords: *Serinus serinus*, breeding biology, breeding success, nesting habitats, phenology, morphometric growth, Moulouya.

Dédicaces

Que ce travail témoigne de mes respects :

A mes parents :

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A tous mes professeurs :

Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

A tous mes amis et mes collègues :

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

A tous ceux qui me sont les plus chers

Remerciements

Ce n'est pas par coutume mais par reconnaissance que je tiens à préfacer ce rapport par ces quelques lignes, tout en étant consciente qu'elles seront insuffisantes pour exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont aidée et soutenu tout au long de mon travail.

A mon encadrant de mémoire Monsieur EL GHADRAOUI Lahsen, je suis très touchée par l'honneur que vous m'avez fait en acceptant d'encadrer ce Travail. Vous m'avez guidé en me conseillant et en consacrant une partie de votre temps précieux malgré les responsabilités et les charges de vos fonctions. Vos conseils et vos orientations m'ont été très précieux, et j'espère être digne de votre confiance. Durant mon stage, j'ai eu le privilège d'apprécier votre sens de responsabilité, de probité intellectuelle et de dévouement. Que votre compétence, votre sérieux, votre rigueur au travail, votre sens critique et vos nobles qualités humaines soient pour moi le meilleur exemple à suivre. Veuillez trouver ici, cher professeur, l'expression de mes vifs remerciements et de mon estime.

Mes grands remerciements s'adressent également à Monsieur MANSOURI Ismaïl qui m'a fait profiter de son expérience. Et pour son soutien tout au long de ce travail, que ces modestes mots puissent exprimer ma reconnaissance, mon profond respect, ma gratitude et ma haute estime.

Je tiens aussi à remercier tous les enseignants de la formation de Master Gestion et Conservation de la Biodiversité.

Enfin je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, et ceux dont les noms ne figurent pas dans ce document.

Liste des Figures

Figure 1: Image montrant la morphologie de Serin cini, A), mâle, B), femelle.....	3
Figure 2: Subadult de Serin cini.....	4
Figure 3: Image montrant le nid de Serin cini.....	6
Figure 4: Image des œufs de Serin cini.....	7
Figure 5: Cycle de développement de Serin cini.....	8
Figure 6 : Répartition géographique de Serin cini à l'échelle mondiale	9
Figure 7 : Sonogrammes de deux types de chansons différents d'un pinson mâle illustrant les différents composants d'une chanson : phrases, syllabes et éléments (Slater & Ince 1979).....	12
Figure 8 : Spectrogramme d'une partie d'un chant serin	12
Figure 9 : Situation géographique de la zone d'étude.....	15
Figure 10 : Carte d'occupation du sol de la province de Midelt.....	16
Figure 11 : Modèle de verger de pommiers prospectés (10 x 20 pieds).....	18
Figure 12 : Paramètres de l'emplacement des nids au niveau du pommier.	19
Figure 13 : Différents diamètres du nid de Serin cini	19
Figure 14 : Différentes structures étudiées chez les poussins du serin cini.....	21
Figure 15 : Arbres de nidification de Serin européen dans la haute plaine de Moulouya.....	24
Figure 16 : Emplacement des nids de Serin cini dans les fermes.....	25
Figure 17 : Chronologie de la construction des nids de Serin européen à Moulouya	26
Figure 18 : Dates de ponte de la sérine européenne	26
Figure 19 : Dates d'éclosion des œufs du serin cini.....	27
Figure 20 : Taux de réussite des nids de Serin cini à la plaine de Moulouya.....	29
Figure 21 : Taux de réussite des œufs de Serin cini à la plaine de Moulouya	30
Figure 22 : Taux de réussite des poussins de Serin cini à la plaine de Moulouya	30
Figure 23 : Comparaison (ANOVA graphique) du succès reproducteur entre les phases de reproduction (nidification, ponte et éclosion) à Moulouya.....	31
Figure 24 : Images montrant les différents stades de croissance des poussins.....	33
Figure 25 : Evolution des différentes parties de la tête au cours du temps chez les poussins.....	33
Figure 26 : Corrélation entre les différentes structures de la tête au cours de leur évolution	34
Figure 27 : Evolution des organes locomoteurs chez les poussins.....	35
Figure 28 : Corrélation entre les organes de locomotion au cours de leur croissance.	36
Figure 29 : A) Evolution du poids corporel, B) la longueur totale des poussins du serin cini et (C) leur corrélation au cours de l'élevage.....	37
Figure 30 : Evolution du gain du poids moyen au cours de la croissance des oisillons.....	38

Liste des Tableaux

Tableau 1: Densité des différentes espèces végétales dans la région de Midelt	17
Tableau 2: Principales plantations agricoles et végétation forestière enregistrées dans la haute plaine de la Moulouya.....	17
Tableau 3: Coefficients de corrélation de Pearson entre les dates de chronologie de reproduction du serin européen dans la haute plaine de Moulouya.....	27
Tableau 4 : Relation entre les périodes de reproduction et les variables climatiques (pluviométrie et températures) analysées via le Modèle linéaire général.	28
Tableau 5 : Comparaison du succès reproductif de différentes phases de reproduction (nids, œufs, poussins).....	31
Tableau 6 : Facteurs d'échec réduisant le succès reproductif (succès des poussins = émancipation des poussins, succès des œufs = éclosion des poussins, succès des nids = occupés par les reproducteurs) du serin européen	32
Tableau 7 : Rapport jeunes-adultes des différents traits morphologiques étudiés	39

Liste des abréviations

CBC : Common Bird Census

DBF : Distance par rapport à la frange

DNT : Distance au tronc

HA : Hauteur de l'arbre

HS : Hauteur du nid par rapport au sol

LA : Longueur de l'arbre

AA : Longueur de l'aile allongée

LBT : Longueur Bec + Tête

LBC : Longueur du Bec

LT : Longueur de Tête

LQ : Longueur de la queue

TC : Tarse court

BT : Bec + tête

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
GENERALITES	3
1 Description morphologique.....	3
2 Mode de locomotion.....	4
3 Systématique.....	4
4 Biologie du Serin	5
4.1 Reproduction	5
4.2 Stratégie de nidification	5
4.3 Matériel de nidification.....	6
4.4 Taille des pontes	7
4.5 Nombre de couvées.....	7
4.6 Cycle de développement.....	8
5 Ecologie du serin	8
5.1 Habitat de vie.....	8
5.2 Régime alimentaire	10
6 Ethologie	10
Communication chez le Serin cini	10
7 Menaces potentielles	13
PARTIE EXPERIMENTALE	14
1 Zone d'étude.....	15
2 Méthodologies.....	18
2.1 Biologie de reproduction.....	18
2.1.1 Stratégie de Nidification	19
2.1.2 Chronologie de reproduction	20
2.1.3 Succès reproductif.....	20
2.2 Etude morphométrique de la croissance des poussins.....	20

RESULTATS ET DISCUSSION	23
RESULTATS.....	23
1 Biologie de reproduction	24
1.1 Stratégie de nidification	24
1.2 Morphologie des nids	25
1.3 Chronologie de reproduction	25
1.3.1 Dates des pontes	26
1.3.2 Dates d'éclosion	27
1.3.3 Corrélation des dates de reproductions	27
1.3.4 Effet des conditions climatiques	28
1.3.5 Taille et nombre de couvées	28
1.4 Succès de la reproduction	29
1.4.1 Nids.....	29
1.4.2 Œufs	29
1.4.3 Poussins.....	30
1.5 Facteurs d'échec	31
2 Etude morphométrique de la croissance des Poussins de <i>Serinus serinus</i>.....	32
2.1 Croissance des poussins et les plumes	32
2.2 Mesure de la croissance des différentes parties de la tête	33
2.3 Croissance des organes de déplacement.....	35
2.4 Evolution du poids et la taille des poussins.....	37
2.5 Rapport morphologique jeune/adulte	38
DISCUSSION	40
1 Biologie de reproduction	40
1.1 Stratégie de nidification et dimension des nids.....	40
1.2 Chronologie de reproduction	40
1.3 Succès reproductif et facteurs d'échec	41

2	Croissance des poussins	41
2.1	Croissance des plumes	41
2.2	Croissance des parties de la tête et le bec	42
2.3	Croissance des organes de locomotion	42
2.4	Evolution du poids corporel	43
	CONCLUSION GENERALE	44
	RÉFÉRENCES	45

INTRODUCTION GENERALE

Serinus serinus est un petit oiseau des fringillidae. Ce petit passereau est caractérisé par sa silhouette mineure et sa coloration jaune. Ainsi, il est considéré « Proche parent » du serin des Canaries, la souche de tous les canaris connus. En outre, c'est une espèce cosmopolite, répandue en Europe, en Asie et en Afrique. On peut la rencontrer dans les forêts, les terrains agricoles, les jardins et les parcs. C'est un oiseau migrateur partiel, qui fait des petites trajectoires entre les continents et/ou des déplacements altitudinaux pour fuir les conditions vigoureuses et gagner les habitats favorables, particulièrement durant les périodes hivernales.

Le serin est l'un des meilleurs exemples de l'espèce du Paléarctique occidental et qui a récemment étendu ses aires de répartition, notamment en Europe et l'Asie (Senar and Copete 1990). Par contre, en Afrique, les informations concernant la biologie de reproduction, la chronologie et le succès du Serin ne sont pas connues et restent limitées à certaines localités ; de même, il n'y a pas eu d'études sur ses facteurs de mortalité et d'échec.

En Afrique du Nord, le serin cini est signalé comme espèce résidente et nicheuse (Cramp and Perrins 1994). En Algérie, ce passereau est bien étudié en termes d'aires de répartition, d'utilisation de l'habitat et des saisons de reproduction (Ouarab et al. 2007; Bendjoudi et al. 2013; Bergin et al. 2019). Alors qu'au Maroc, cette espèce est moins étudié et la plupart des observations sont fragmentaires et rares dans le temps et dans l'espace (Thevenot et al. 2003; Mansouri et al. 2018). Cependant, avec les changements des conditions climatiques et l'intensification des activités agricoles (Pretty and Bharucha 2014), la connaissance des caractéristiques qui pourraient avoir un impact sur les performances de reproduction et de la survie de ce petit fringillidae demeure urgente.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés aux performances de reproduction du serin cini (*Serinus serinus*) dans différents écosystèmes naturels et anthropiques. Nous allons utiliser des prospections de terrain pour décortiquer les capacités reproductrices de l'espèce au nord-ouest de l'Afrique. En détail, nous allons analyser les modèles de biologie de reproduction, la chronologie de reproduction et les stratégies de nidification à l'intérieur des vergers du pommier et les boisements forestiers dans la plaine de Haute Moulouya. Pour ce faire, nous allons procéder par : i) une étude intégrale de la biologie chez le serin dans les hautes altitudes, en tenant compte des sites de reproduction, de l'emplacement des nids et de leurs dimensions ; ii) ensuite, la chronologie de reproduction, y compris les dates de nidification, de ponte et d'éclosion ; puis, iii) le succès de reproduction, principalement les taux de nidification,

d'éclosion et de survie des poussins ; vi) et enfin l'analyse détaillée des facteurs d'échec de la reproduction

GENERALITES

1 Description morphologique

Le serin cini est caractérisé par une tête plutôt grosse et un bec court. Le dos, le ventre et les flancs sont toujours bien striés (figure 1). Il a un long sourcil pâle descendant jusqu'au côté du cou, qui est également pâle et bordant la joue plus foncée à tache centrale pâle. En outre, le mâle est distingué par le croupion jaune pâle et jaune verdâtre. Ainsi, chez lui le front, les motifs de la face, les côtés du cou et la poitrine sont jaune-citron. Par contre, les femelles sont caractérisées par des parties blanchâtres et jaunâtres. Elles sont plus striées sur la gorge, la poitrine et les flancs que les mâles. Les stries sont plus larges et plus distinctes (oiseaux.net).



Figure 1: Image montrant la morphologie de Serin cini, A), mâle, B), femelle.

Généralement, sur le champ, la distinction du sexe entre les adultes des serins est possible grâce à la couleur des plumes et aussi la taille des oiseaux. Le serin mesure environ 11 cm d'envergure avec un poids moyen de 10g chez les mâles et 14g chez les femelles.

Le juvénile se distingue par son plumage neuf plus chaud, plus brun, que celui des adultes. Le chamois envahit les parties supérieures nettement striées et brunâtre. Les deux barres alaires roussâtres sont bien visibles. Le croupion est brun pâle. Le dessous est aussi plus chaud, teinté de jaune roussâtre et strié. Ainsi, Chez les jeunes envolés (subadults), les parties jaunes des adultes sont blanc beigâtre (figure 2). Pour éviter la confusion avec d'autres jeunes fringillidés,

particulièrement les jeunes linottes, il faut bien regarder la morphologie du bec, plus petit chez le serin (oiseaux.net).



Figure 2: Subadult de Serin cini

2 Mode de locomotion

Le vol des oiseaux est le principal mode de locomotion utilisé par la plupart des oiseaux dans lesquels les oiseaux s'envolent et volent. Le vol aide les oiseaux à se nourrir, à se reproduire, à éviter les prédateurs et à migrer vers de nouveaux habitats. Cependant, certaines espèces aviaires ont perdu leurs ailes, et par conséquent leur capacité de déplacement.

Comme tous les fringillidés, le serin cini est caractérisé par un mode de déplacement unique, et un vol particulier typiquement fringille, direct et onduleux. Généralement, c'est un vol papillonnant, aux battements lents et amples. Durant la phase de la reproduction et des engagements, le vol est accompagné par du chant grésillant typique. D'où, la petite taille, la silhouette compacte et les cris roulés sont de bons indices pour l'identification de *serinus serinus* aux autres espèces.

3 Systématique

Le serin européen, *Serinus serinus*, est un passereau qui appartient à la Famille des Fringillidae, sous-famille des Carduelinae, qui comprend 207 espèces.

Règne : Animal

Embranchement : Chordés vertébrés

Classe : Oiseaux

Ordre : Passériformes

Famille : Fringillidae

Genre : *Serinus* (Linnaeus, 1766)

Espèce : *Serinus serinus*

4 Biologie du Serin

4.1 Reproduction

La reproduction du Serin cini varie selon la zone biogéographique, notamment entre les continents. En effet, la chronologie de reproduction diffère significativement entre l'Europe et le Nord de l'Afrique. Généralement, la saison de reproduction commence dès le mois de février en Afrique du Nord, tandis qu'en Europe, la saison de reproduction est décalée vers le mois d'Avril. En détail, en France, le serin construit ses nids vers le début du mois d'avril dans le centre et vers le 20 avril dans la zone de Lorraine (Quépat 1875). En Espagne, les nids du serin sont construits vers la mi-mars (Cramp and Perrins 1994). Par contre, au Nord de l'Afrique, y compris l'Algérie et le Maroc, le serin cini commence la nidification dès le mois de février. La variation remarquée dans les périodes de reproduction des oiseaux est due essentiellement aux changements des conditions climatiques du milieu (températures et précipitations), la latitude et l'altitude (Mansouri et al. 2021). Pourtant, l'analyse de la relation entre la saison de reproduction chez le serin cini nécessite une recherche approfondie pour mieux expliquer l'intervalle de variation entre les zones géographiques proches et les continents.

4.2 Stratégie de nidification

Durant la saison de reproduction et après la formation des couples, la femelle assure la construction du nid. Le serin choisi différents supports de nidification dans une diversité des écosystèmes, y compris les habitats forestiers et agricoles. En effet, les nids sont construits sur les conifères, les ripisilves, les oliviers et les palmiers. Pourtant, l'emplacement des nids et leur position sur les arbres supports restent non étudiés ni dans les habitats agricoles, ni dans les habitats forestiers.

Dans les sites de nidification, le serin choisit les emplacements des nids dans les paysages ouverts et sécurisé. Ainsi, les deux partenaires cherchent des matériaux de construction dans les alentours des sites de nidification. Généralement, le serin utilise des brindilles de nature végétale (tiges, racines et feuilles de plantes herbacées) et animale (poiles de bétail) pour la construction des nids. La femelle tapisse l'ouvrage à l'aide des matériaux tout en poussant des cris d'une durée de 2 secondes à chaque fois. Le mâle s'installe à proximité et surveille le territoire en chantant et défend un territoire d'environ un hectare. Il repousse fermement les intrus et exerce sur la femelle une surveillance étroite.

4.3 Matériel de nidification

Le nid du serin cini est un minuscule berceau profond, caractérisé par des dimensions mineures. En effet, le nid est distingué par un diamètre externe d'environ 9 cm, un diamètre interne qui varie entre 4 et 5 cm et une profondeur d'environ 4 cm. Les matériaux utilisés lors de la construction diffèrent d'un nid à l'autre. Chaque femelle utilise des fragments provenant des plantes situées dans les alentours immédiats, d'abord de l'arbre-support lui-même et ensuite au niveau des plantes de la strate herbacée située plus bas. Généralement, le nid est composé de mousse, lichens, brindilles, herbes et radicelles assemblés avec des toiles d'araignées et de petites plumes. L'intérieur est garni de matériaux plus doux. En outre, le nid est placé généralement sur les buissons ou les arbres au feuillage dense, particulièrement sur l'extrémité des branches de faible hauteur (figure 3).



Figure 3: Image montrant le nid de Serin cini

4.4 Taille des pontes

La taille de la ponte diffère chez les oiseaux d'une espèce à l'autre et selon l'habitat de reproduction. Généralement, chez le serin cini, la taille de ponte varie entre 2 et 5 œufs au maximum. Cependant, la taille moyenne est régulièrement dans les alentours de 3 à 4 œufs (Figure 5) (Cramp & Perrins 1994). En Europe, notamment au sud de la France, les pontes du serin sont de 5 à 6 œufs dans les habitats forestiers. Tandis qu'au Nord de l'Afrique, particulièrement en Algérie, le serin cini est caractérisé par une taille de ponte inférieure, qui varie entre 3 à 4 œufs.

Les œufs de serin sont minuscules, ils ne dépassent pas 2 cm de longueur et 1 cm de diamètre ovale. Ainsi, ils sont de couleur blanche bleuté et légèrement tachetés de brun (figure 4). Ils sont très semblables en termes de couleur et de la taille avec les œufs des autres fringillidés, y compris le chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) et la linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*).



Figure 4: Image des œufs de Serin cini.

4.5 Nombre de couvées

Généralement le Serin cini effectue deux couvées par année. L'existence d'une double ponte annuelle est attestée presque partout au Maghreb (Thevenot et al. 2003) et en Europe méditerranéenne (Harrison 1977, Ruelle 1999). En Europe centrale, le Serinus peut avoir probablement trois pontes annuelles grâce à une grande abondance de nourriture en été (Cramp & Perrins 1994). Par contre en Allemagne, il y a une seule couvée durant les années défavorables, deux en années favorables, et une troisième ponte peut être déposée après l'échec de la deuxième couvée (Cramp et Perrins 1994).

4.6 Cycle de développement

Le Serin est caractérisé par une durée de couvain de 12 à 14 jours. Après l'éclosion, les deux parents interviennent au nid pour nourrir les petits durant 14 à 16 jours. Plus généralement, l'élevage, qui est assuré par les deux parents, dure suivant les régions de 12 à 18 jours (moyennes de 14 à 15,2 jours). L'envol commence généralement 13 jours après l'éclosion (figure 5).

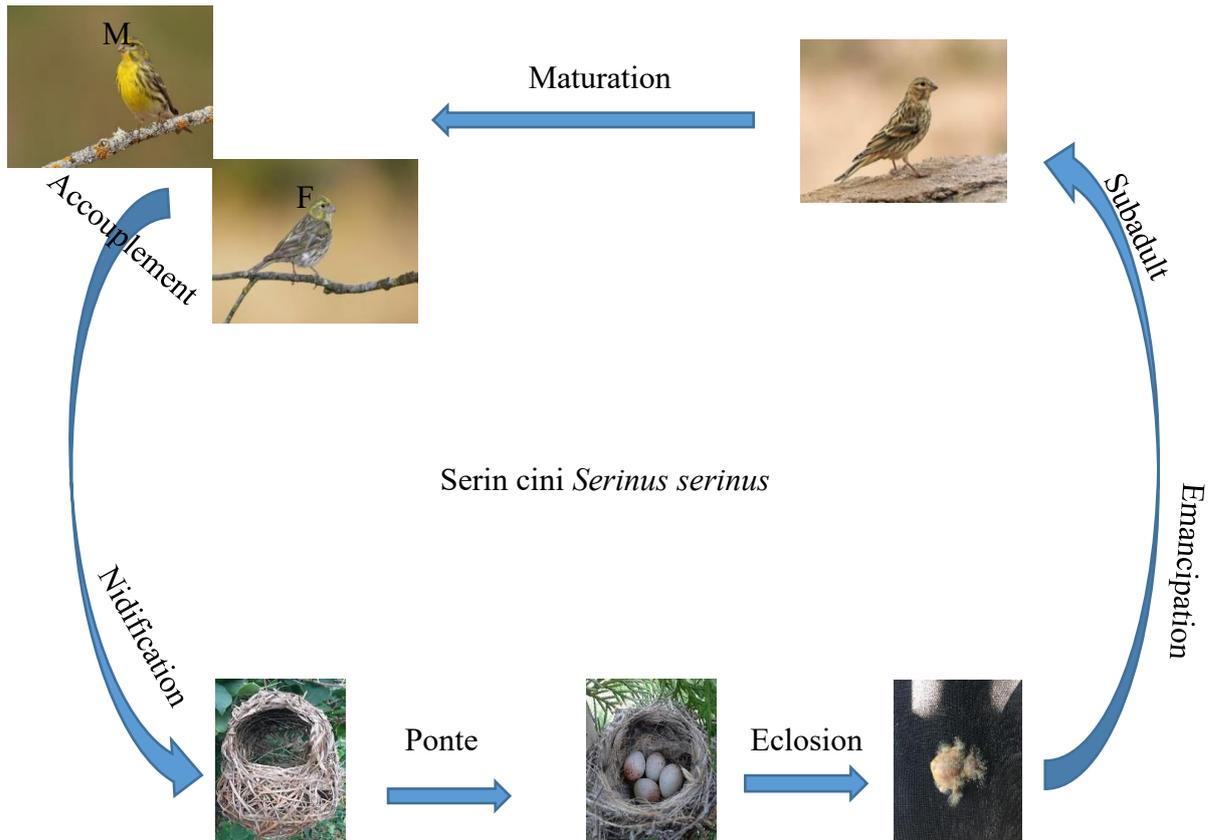


Figure 5: Cycle de développement de Serin cini.

5 Ecologie du serin

5.1 Habitat de vie

Le serin cini est un oiseau bien répandu dans le pourtour méditerranéen, de puis l'Ouest, y compris le Maroc (au sud), l'Espagne (au nord), jusqu'à l'Est, incluant la Turquie et le proche orient (figure 6). C'est un oiseau rencontré dans les habitats de basses et de hautes altitudes. Il est fréquemment commun dans les plaines et les montagnes de moyennes altitudes. De même, l'oiseau est inféodé aux habitats forestiers, lisières, champs cultivés, et écosystèmes urbains.

Généralement, le serin cini cherche les endroits semi-ouverts, pourvus à la fois d'arbres et arbustes, feuillus et/ou résineux, dans lesquels il peut construire ses nids. Ainsi, il cherche les espaces dégagés, riches en plantes herbacées, pour satisfaire ses besoins alimentaires. En termes de végétations, il apprécie les peuplements conifères, en particulier dans leurs stades jeunes, par exemple les plantations d'épicéas, les pinèdes, les cédraies, les junipérais et les sapinières. C'est pour cette raison qu'il aime le milieu urbain avec ses parcs et jardins riches en arbustes ornementaux à feuillage persistant, comme les thuyas, ifs, buis, etc... En milieu méditerranéen, on le trouve fréquemment dans les vergers (d'oliviers, d'arbres à agrumes, de divers Prunus, de pistachiers, etc...), les vignes, surtout si l'habitat inclut des haies coupe-vent (de cyprès par exemple) et des petites parcelles cultivées ou incultes. Il peut monter à plus de 2000 m d'altitude au sud de son aire et se trouve alors dans les boisements conifériens naturels ouverts, surtout les pinèdes et les cédraies. Dans les Pyrénées ou les Sierras espagnoles, il peut côtoyer son cousin le venturon, un montagnard typique. En hiver, les Serins cini fréquentent les secteurs riches en plantes herbacées porteuses de graines (oiseaux.net).

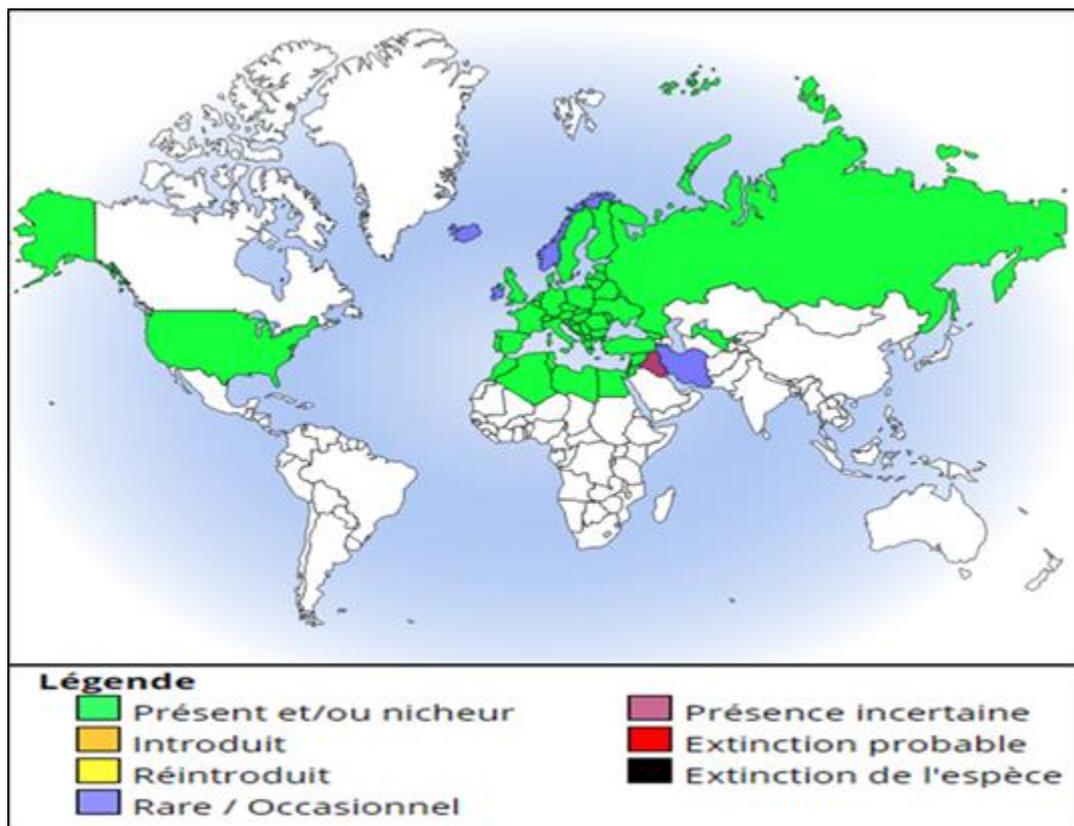


Figure 6 : Répartition géographique de Serin cini à l'échelle mondiale, (www.oiseaux.net/maps/serin.cini.html)

5.2 Régime alimentaire

Comme d'autres espèces de fringillidés, le serin cini est caractérisé par un régime alimentaire large et diversifié (Figure 7). Il est constitué généralement de graines de plantes herbacées et dans une moindre mesure de graines d'arbres. Au printemps, le serin se nourrit de bourgeons et de petites fleurs. En été, il devient insectivore, (la part animale du régime « des invertébrés » est très minoritaire). Pendant l'hiver, il peut s'approcher des mangeoires et picorer les graines qui s'y trouvent. Les jeunes sont nourris de petites graines préalablement ramollies dans le jabot des adultes. Cependant, cette espèce peut être considérée comme principalement granivore, en Europe, comme en Afrique en période d'hivernage. En règle générale le serin européen se nourrit à découvert sur le sol.

6 Ethologie

Serinus serinus est un oiseau grégaire, migrateur à courte distance (sédentaire). Dès le retour du pourtour méditerranéen, les mâles, vêtus de jaune assez vif, lancent leurs strophes grésillantes, parcourant le petit territoire d'un vol lent et chaloupé avec des ailes tendues comme des éventails. Les mâles sont les premiers à réoccuper le territoire. Dès que les femelles arrivent, elles sont assaillies par leurs partenaires, tout de jaune habillés, qui les poursuivent avec assiduité, et cherchent à les séduire par leur chant, leur vol nuptial chaloupé et leurs mimiques corporelles (corps redressé, ailes pendantes, queue relevée, plumes de la gorge hérissées). C'est un oiseau peu farouche. Il aime rôder par petits groupes et s'associe volontiers aux autres bandes. Il a un vol bondissant et désordonné. Il est aussi très actif et remuant.

Communication chez le Serin cini

La communication est le fondement des relations sociales entre les animaux et se définit comme l'acte de transmettre ou de partager des informations entre différents individus, véhiculés par des signaux. Chez les oiseaux, la communication permet de diffuser les informations sur l'état de l'individu, le risque de prédation, le partage et l'orientation vers des ressources alimentaires.

Chez les oiseaux, la communication se fait par des signaux vocaux, corporels et chimiques. Cependant, les signaux les plus appréciés sont les appels vocaux et visuels. Le principal organe générateur de sons chez les oiseaux est le syrinx, entouré par le sac aérien interventriculaire, à la base de la trachée. Ainsi, chez les oiseaux chanteurs, à la fin de chaque bronche, il y a les lèvres formées par le tissu conjonctif et en adduction dans la lumière syringée, qui vibre alors en produisant un son. La complexité du chant des oiseaux pourrait s'expliquer par la présence

d'un complexe de cinq paires de muscles qui constituent le syrinx (Catchpole & Slater 2008) et par son emplacement, c'est-à-dire étant situé à la jonction bronchique, le syrinx a alors la capacité de produire deux sons, un de chaque bronche (Catchpole & Slater 2008). En outre, la communication visuelle est basée sur les expressions corporelles qui varient d'un simple mode de vole aux actions complexes intervenant la fitness, la coloration et les capacités physiques du Corp.

Les mâles de Serin chantent toute l'année, avec une intensité plus élevées pendant la période de reproduction, qui a un grand impact sur les femelles, comme la stimulation de la construction du nid (Mota and Depraz 2004). À cette période, les mâles affichent généralement seul, à partir de grands arbres exposés ou de fils aériens. L'activité de la chanson diminue tout au long de l'incubation et de l'élevage des poussins et en dehors de la saison de reproduction, les mâles reprennent leurs chants, particulièrement à partir du milieu de l'hiver. Les serins produisent également des appels d'alarme, souvent à la présence des prédateurs ou d'intrus dans leurs habitats (Mota and Depraz 2004).

Le chant du mâle consiste en de longs trilles «Sisisisi» sur des notes aiguës, rapide et décousue d'éléments indistincts s'enchaînant, alertement espacés de brefs silences, émis d'un endroit proéminent et facilement perçu par l'oreille humaine. Phonétiquement, il a une large gamme de fréquences d'environ 8 kHz et une fréquence moyenne d'intensité maximale de 6,3 kHz (Mota and Depraz 2004) (figure 7, 8).

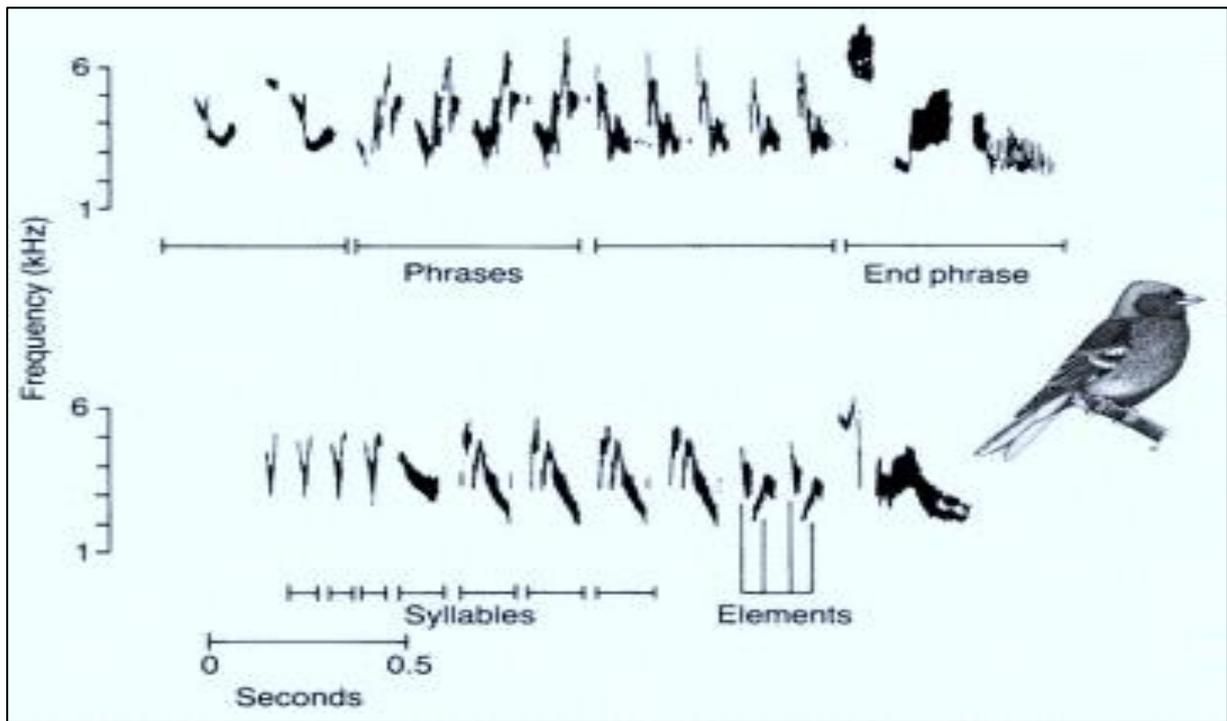


Figure 7 : Sonogrammes de deux types de chansons différents d'un pinson mâle illustrant les différents composants d'une chanson : phrases, syllabes et éléments (Slater and Ince 1979)

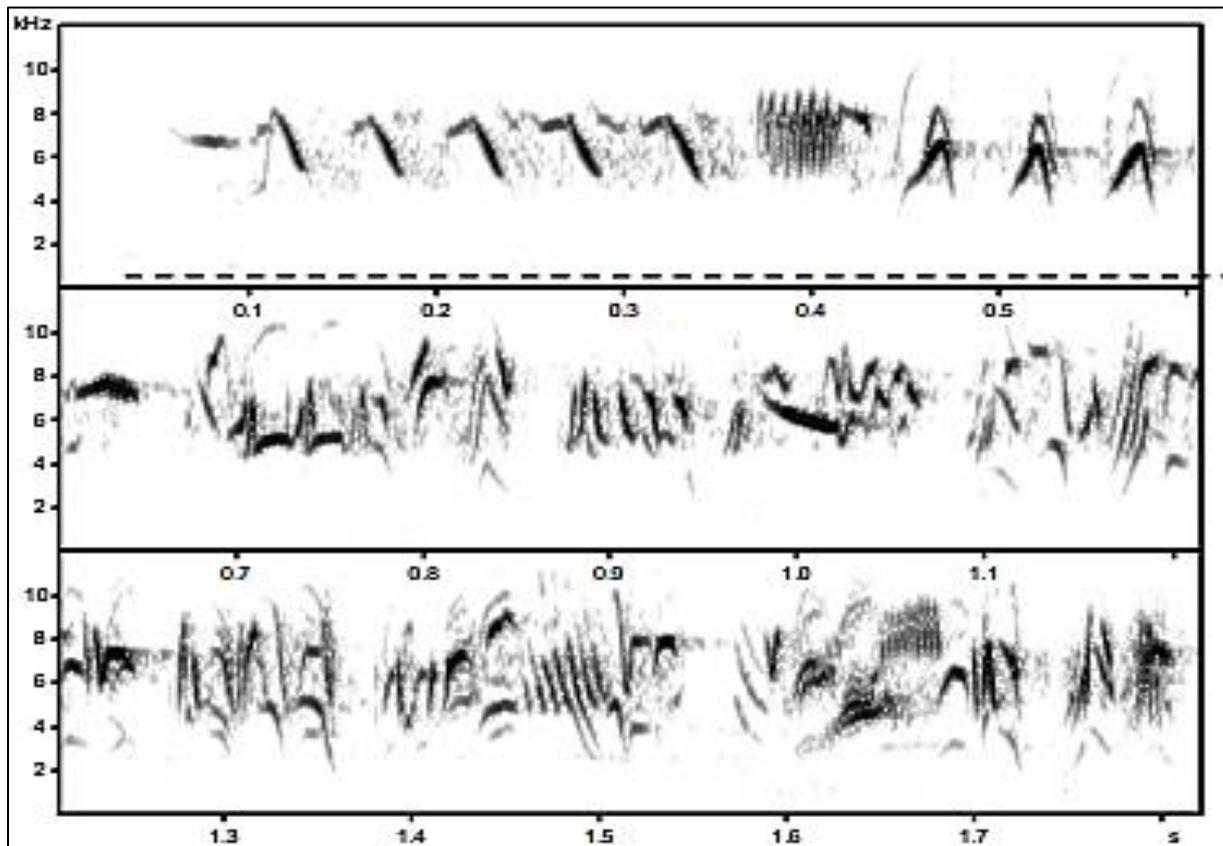


Figure 8 : Spectrogramme d'une partie d'un chant serin

7 Menaces potentielles

Le Serinus n'est pas considérée comme menacée actuellement, mais il est devenu moins nombreux qu'au passé. Cependant, depuis plusieurs décennies des populations locales ont décliné à cause de plusieurs menaces d'origines anthropiques et naturelles. Parmi ces menaces, nous citons le changement climatique, la dégradation de leurs habitats naturels et l'utilisation intensive des pesticides. Ainsi la chasse est la menace la plus importante pour les migrants, aussi bien pendant les migrations que sur les zones d'hivernage. Les chats domestiques, les serpents et certains rapaces sont considérés comme les principaux prédateurs de cette espèce.

PARTIE EXPERIMENTALE

1 Zone d'étude

Le suivi de la reproduction chez le serin cini est réalisé dans la plaine de la Haute Moulouya, située dans la région de Daraa-Tafilalet entre le Moyen Atlas au Nord-Est et les montagnes du Haut Atlas au Nord (figure 9). Géographiquement, la zone d'étude est localisée à une altitude haute qui varie entre 1300 et 1600 m (Mansouri et al 2018). En effet, la Haute Moulouya est considérée comme haut plateau, qui prend naissance depuis le piémont du Moyen et du Haut Atlas.

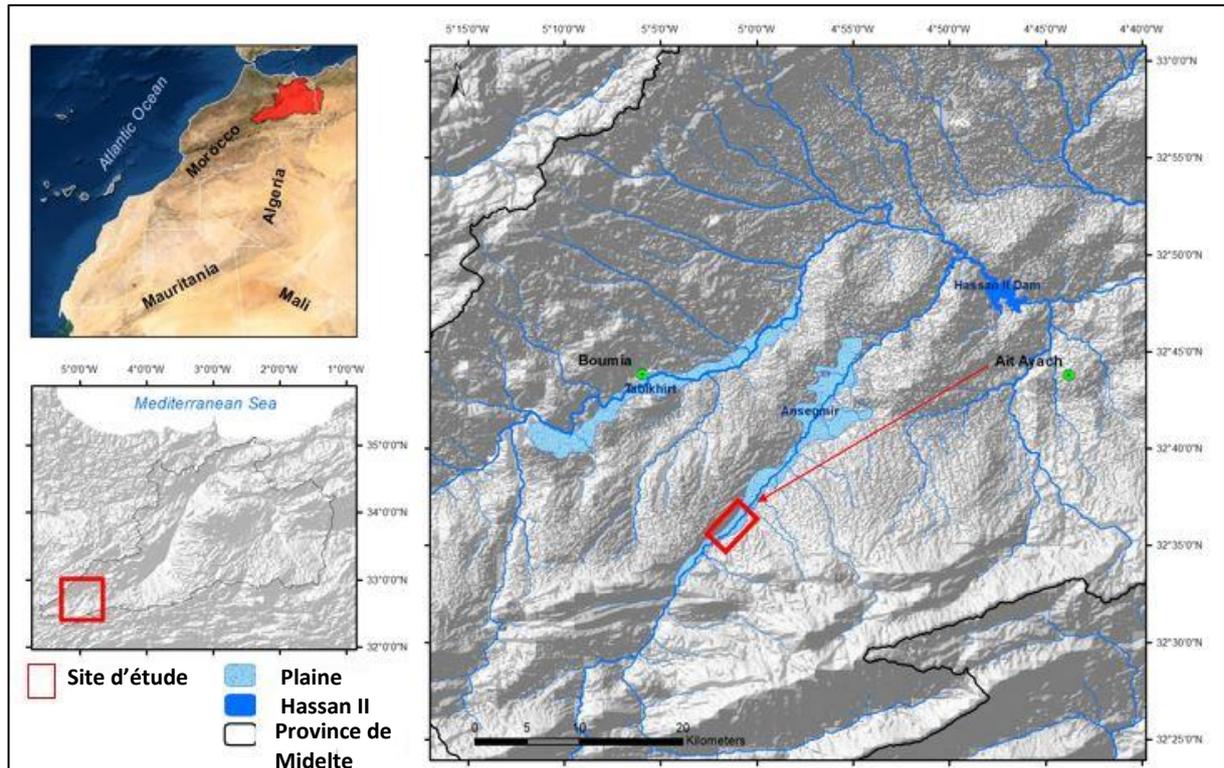


Figure 9 : Situation géographique de la zone d'étude

La Moulouya est un fleuve qui prend naissance à la jonction du massif du Moyen et du Haut Atlas dans la région d'Almssid dans la province de Midelt. Avec une longueur de 600 km, il se déverse dans la mer Méditerranée, dans la région du Rif, dans les plaines de Kbdana, à l'extrême nord-est du Maroc. Son embouchure est située à 14 km de la frontière algéro-marocaine. La zone de la Moulouya est caractérisée par un climat froid aride à tendance montagnaise. Le régime pluviométrique est marqué par des faibles précipitations, extrêmement variables et irrégulières. Les précipitations orageuses amènent les produits érodés en amont. La température moyenne annuelle et les précipitations étant successivement d'environ 29 °C et 89 mm.

La zone de Haut Moulouya, particulièrement la province de Midelt est caractérisée par des écosystèmes forestiers et agricoles. La végétation ligneuse arborescente est constituée à base d'espèces forestières autochtones adaptées aux conditions écologiques, édaphiques et climatiques, spécifiques à la zone, notamment le chêne vert, les genévriers et le cèdre (sous forme de vestiges déperissant). Les peuplements forestiers arborescents ont subi une régression de leur densité au fil du temps pour laisser à leur place la strate des essences secondaires de taille basse s'individualiser « phénomène de matorralisation ». Les matorrals couvrent une superficie de 6466 ha. Celles qui impriment leur physionomie à la végétation et au paysage par leur abondance, leur fréquence, leur taille ou leur taux de recouvrement sont *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba*, *Lygeum spartum*, *Adenocarpus bacquei*, *Retama sphaerocarpa*, *Rosmarinus officinalis*, *Atriplex halimus* et *Peganum harmala* (figure 10). En particulier, une nappe de romarin officinal (*Rosmarinus officinalis*) de valeur du point de vue économique couvre une superficie de 250 hectares environ et s'étend du Qçar Tatiouine jusqu'au douar Flylou.

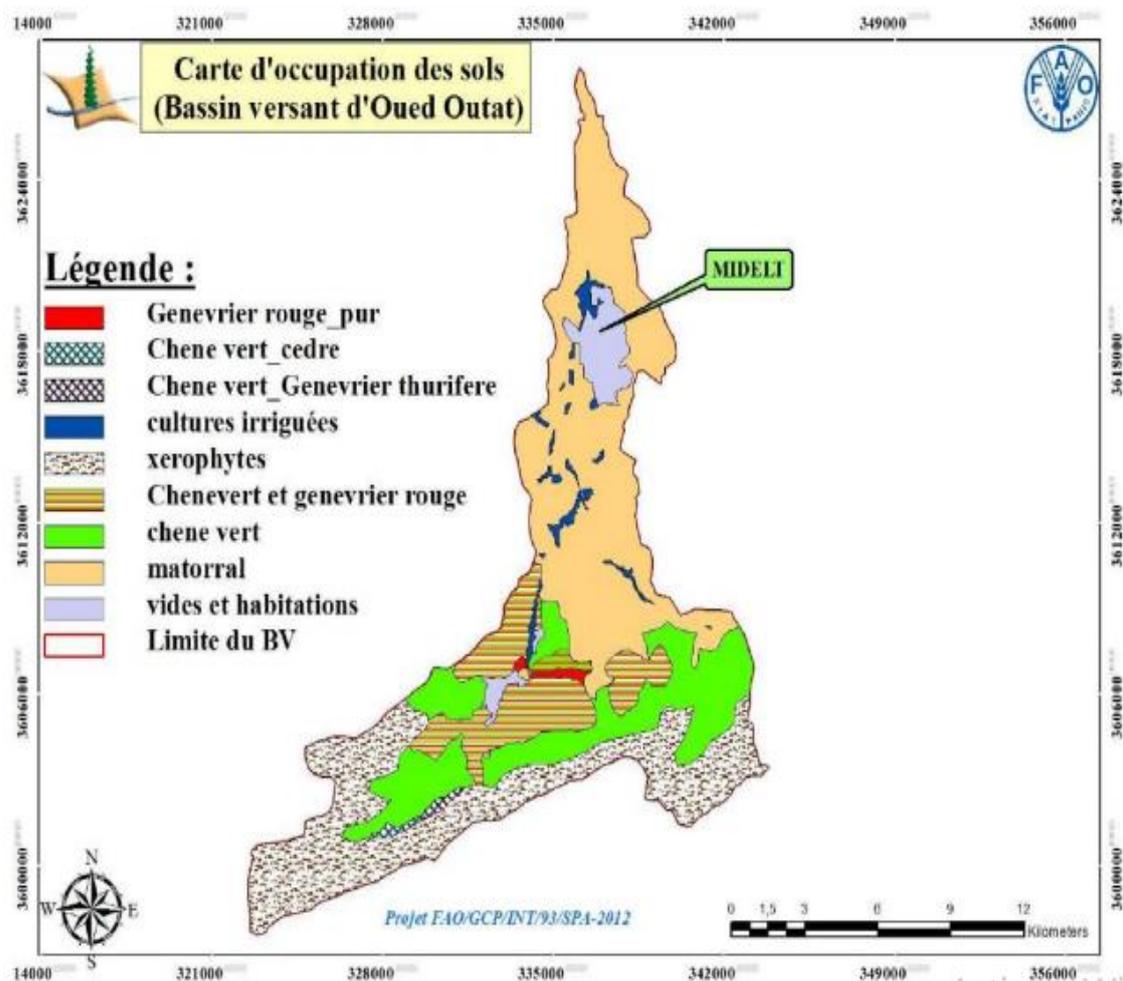


Figure 10 : Carte d'occupation du sol de la province de Midelt

Tableau 1: Densité des différents espèces végétale dans la région de Midelt

Espèce	Densité	Superficie	%
Chêne vert pur	Moyenne	57.1	0.3
	Très clair/dégradée	3317.9	19.4
Genévrier rouge pur	Claire	86.0	0.5
Chêne vert-Genévrier rouge	Moyenne	2280.0	13.3
Chêne vert-Genévrier thurifère- cèdre	Très clair/dégradée	116.0	0.7
Matorrals	Moyenne	6466.0	37.8
Xérophytes	Dégradée	4772.0	27.9
Total		17095.0	100.0

La superficie agricole au niveau de la zone est occupée par quelques spéculations, notamment pour l'irrigué : 1) la pomiculture pour le marché ; 2) les céréales pour les besoins d'élevage et 3) le maraichage pour les besoins domestiques et en partie pour le marché. L'occupation des sols est dominée par le pommier pour l'irrigué et les céréales pour le bour.

Deux types des écosystèmes sont sélectionnés et surveillés durant la présente étude. Les habitats agricoles, y compris les vergers de pommiers (n=16, 3.5 ha) et les plantes ligneuses dans les limites des parcelles. Des habitats forestiers, y compris les habitats riverains (ripisylves), forêts et les reboisements (tableau 2).

Tableau 2: Principales plantations agricoles et végétation forestière enregistrées dans la haute plaine de la Moulouya

Habitat	Vegetation	Surfaces (Ha)
Bois	Tamarix	330
	Peuplier	15
	Rose sauvage	8
	Salix	14
Terres agricoles	Pommiers	1 503
	Pruniers	4.5
	Poiriers	54
	Pechers	13

2 Méthodologies

2.1 Biologie de reproduction

Notre étude porte sur l'analyse des données et des prospections de terrain obtenues par (Mansouri et al. 2018) durant l'année 2016. Pour étudier la biologie de reproduction de Serin cini, les nids de cette espèce étaient cherchés entre le début du mois de mars et la fin du mois d'août en 2016. La recherche est basée sur les indices comportementaux des partenaires (les expressions de parade nuptiale) et de la méthodologie Common Bird Census (CBC) (Calladine et al. 2010). Celle-ci est appuyée sur des transects de distance qui varie selon la taille de l'habitat.

À l'intérieur des habitats agricoles (les vergers de pommier), les nids et/ou les couples reproducteurs sont dépistés et surveillés arbre par arbre selon les lignes des arbres de pommier (Mansouri et al. 2020) (figure 11). Il est à noter que chaque verger est dominé par deux variétés de pommiers : *Golden Delicious* et *Starking Delicious* et entouré par des peupliers et des églantiers en lignes de haies. Par contre, dans les habitats forestiers, les nids et les oiseaux nicheurs sont dépistés avec des transects parcourus de cinq à sept km (selon la taille de l'habitat), entre 06 :00 h à 18 :00 h.

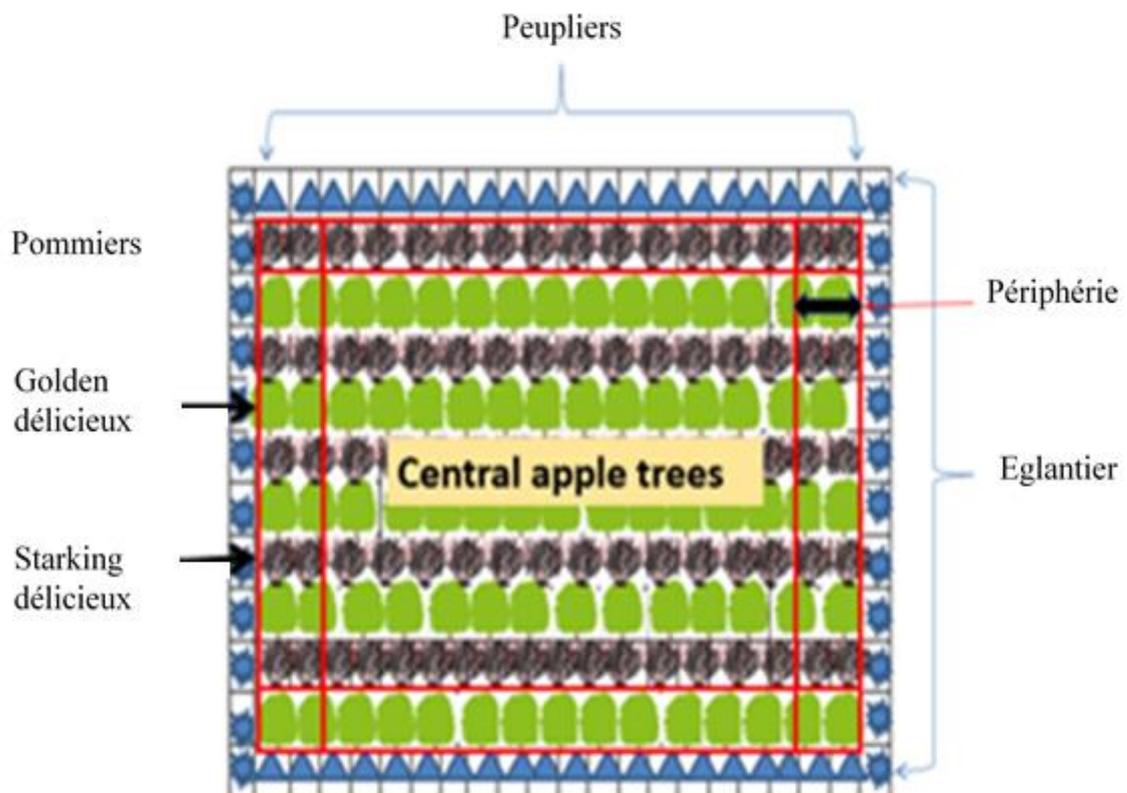


Figure 11 : Modèle de verger de pommiers prospectés (10 x 20 pieds).

2.1.1 Stratégie de Nidification

Lors de chaque visite, différents paramètres sont enregistrés pour analyser les stratégies de nidification chez le serin cini : l'emplacement des nids dans les vergers (deux descripteurs : centre ou périphérie des vergers), l'emplacement des nids sur les arbres supports (trois descripteurs : hauteur du nid au-dessus du sol, distance du nid du tronc central de l'arbre, arbre de nidification) et la morphologie du nid (dimension) (trois descripteurs : grand diamètre, petit diamètre et profondeur du nid) (figure 12, 13).

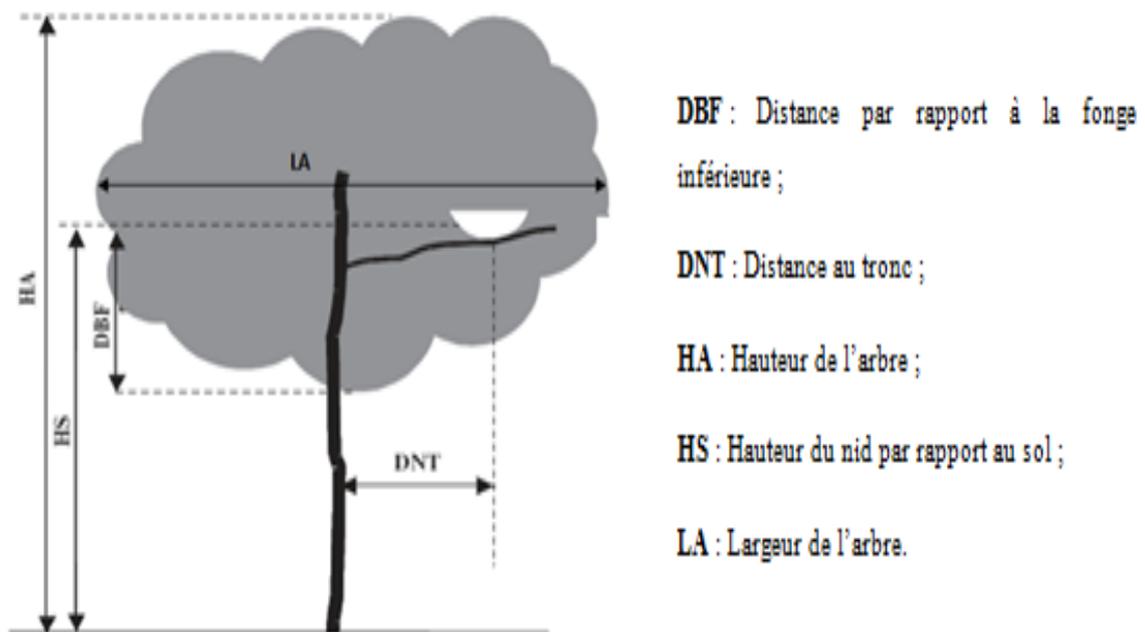


Figure 12 : Paramètres de l'emplacement des nids au niveau du pommier.



Figure 13 : Différents diamètres du nid de Serin cini

2.1.2 Chronologie de reproduction

De même, pour déterminer la chronologie de la reproduction, nous avons opté pour trois descripteurs qui sont les dates de nidification (depuis le premier jusqu'au dernier nouveau nid), les dates de ponte (suivi de ponte des œufs jusqu'à la dernière ponte) et les dates d'éclosion (depuis les premiers poussins jusqu'aux dernières éclosions). En parallèle, nous avons opté pour l'état et le contenu des nids, y compris le nid nouveau-vidé (phase de construction), œufs (phase de ponte et d'incubation) ou poussins (phase de croissance des poussins).

Les nids ont été visités chaque 10 jours. Cependant, pour les nids découverts lors des stades d'incubation ou d'élevage des poussins, la date de ponte n'a pu être déterminée avec précision. Nous nous sommes donc basés sur l'aspect des œufs ou des poussins (plumes des oisillons) et nous avons utilisé des récits descriptifs d'âge de nids connus dans la même population et la même zone pour déterminer approximativement la date de ponte.

2.1.3 Succès reproductif

Le suivi sur le terrain permet de déterminer les différents facteurs d'échec de la reproduction chez le Serin cini pour les différentes phases dès la nidification jusqu'à l'éclosion. Quatre catégories ont été enregistrées : la prédation, la désertion, la destruction ou la mort de la couvée).

De même, le type des prédateurs a été déterminée via le reste des coquillages, des fragments de viande, des plumes, des animaux frais et des traces à l'intérieur ou à proximité des nids. Par exemple, les rats laissent généralement des fragments de coquille d'œuf, tandis que les serpents se nourrissent de nids sans laisser de trace (Mansouri et al. 2018). Pour réduire l'impact de nos investigations sur les nids surveillés, nous avons utilisé une caméra endoscopique pour vérifier le contenu des nids, et les mesures (dimensions des nids) ont été réalisées au pied à coulisse, le matin lorsque les oiseaux cherchent de la nourriture hors du nid. En parallèle, les conditions climatiques (température et précipitations) ont été consultées depuis la station météo de Midelt en 2016, pour évaluer leur impact sur la chronologie de reproduction.

2.2 Etude morphométrique de la croissance des poussins

Dans le présent travail, qui est le premier dans son genre dans la région de Midelt et le Nord de l'Afrique, nous cherchons à apporter plus d'informations sur l'évolution des mesures morphométriques pendant la phase de croissance des oisillons du serin cini. Notre objectif est de mettre en évidence la variation de la vitesse de croissance des poussins avant et après leur

émancipation. Ceci est par le biais d'une comparaison entre les mesures biométriques des oisillons au nid (avant l'envole) et celles des adultes.

Un total de 30 poussins (pour réduire le stress des poussins) a été suivis au rythme d'une fois pour deux jours. Les mesures ont concerné la longueur de la tête, du bec, de l'aile allongée, du tarse, de la queue. En parallèle, le poids corporel des oisillons est suivi depuis l'éclosion jusqu'à l'envol.

Le suivi de la croissance des poussins du serin cini a été mené au cours de la période juin – août, dans les conditions naturelles, en utilisant la méthode décrite par (Kisasa Kafutshi 2012). Celle-ci consiste à estimer la vitesse de croissance des oisillons par le suivi et la comparaison des structures anatomiques suivantes : longueur de l'aile allongée (AA), longueur de l'arrière du crâne jusqu'à la pointe du bec (longueur Bec+tête : LBT), longueur du bec (LBC), largeur de la tête (LT), longueur de la queue (LQ), et longueur du tarse suivant la méthode appelée tarse court (TC) (figure 14).

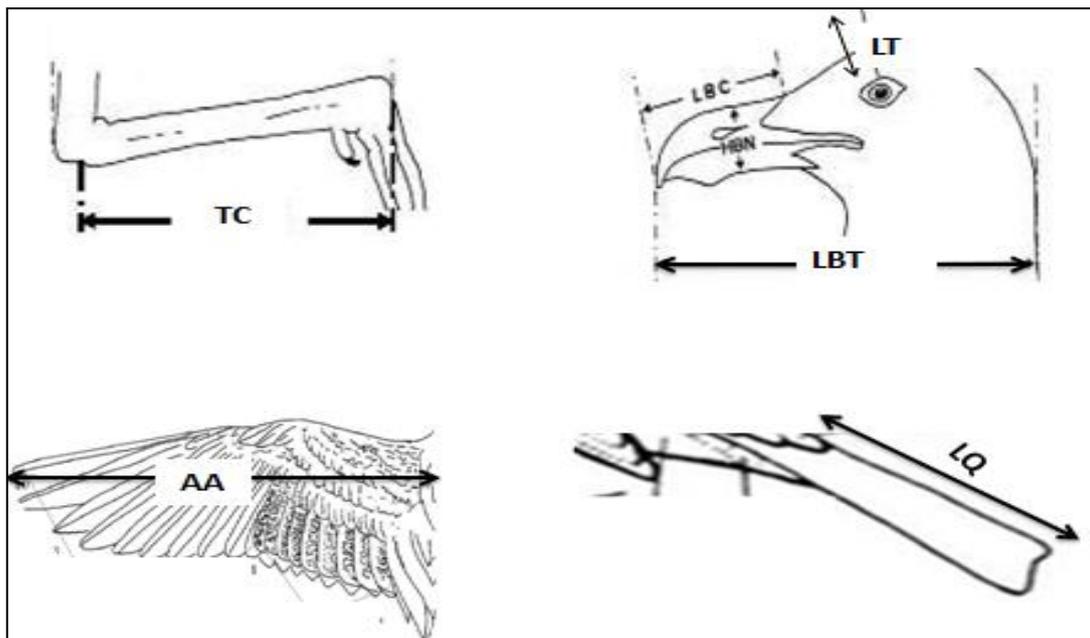


Figure14 : Différentes structures étudiées chez les poussins du serin cini

Après l'éclosion des œufs, les mesures sont effectuées chaque deux jour (les manipulations exhaustives peuvent augmenter fortement le stress chez les oisillons) à l'aide d'un pied à coulisse à cadran précis au 0,1 mm près. La longueur de l'aile est mesurée à l'aide d'un réglet de précision du 0,1 mm. Le poids est mesuré au bonheur, le matin avant la prise de nourriture qui peut influencer le poids des oisillons. Les mesures ont été réalisées à trois reprises, puis une moyenne est calculée afin de supprimer les valeurs extrêmes.

Les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel STATGRAPHICS Centurion, version XVI.I. Les résultats ont été présentés sous forme de la taille de l'échantillon et de la moyenne \pm écart type. De plus, les taux de réussite de la reproduction sont évalués par le calcul des nids réussis (nids actifs / nids construits), des œufs éclos (œufs éclos / œufs pondus), des poussins survivants (poussins sortant de leur nid / poussins éclos). Avant de lancer l'analyse statistique, nous avons vérifié la normalité et l'homogénéité de la variance pour toutes les variables avec le test de Kolmogorov – Smirnov.

Les corrélations entre les paramètres de chronologie de reproduction (période de construction des nids (du premier au dernier nid), période de ponte (du premier au dernier œuf) et période d'éclosion (du premier au dernier poussin) ont été testées avec le coefficient de corrélation de Pearson. Pour évaluer les différences de succès de reproduction entre les phases de reproduction (construction du nid, ponte, éclosion) et entre les facteurs d'échec (prédation, désertion, destruction), le test ANOVA One way a été utilisé, en considérant les 16 habitats de reproduction à l'intérieur des terres agricoles (pour le succès de reproduction).

Nous avons analysé séparément la relation entre la chronologie de reproduction (variables dépendantes), y compris la période de construction du nid, la période de ponte, la période d'éclosion, la température et les précipitations (facteurs) par modèle linéaire général, et toutes les variables avec des valeurs P inférieures à 0,5 ont été considérées comme des facteurs prédictifs. Pour étudier la pertinence des facteurs d'échec pour impacter le succès de reproduction du serin, pendant les phases de reproduction, la prédation, la désertion, la destruction, la mort et les nids non éclos ont été considérés comme des prédicteurs du succès (variables de réponse : avec 0 (pas de jeunes produits pour le nid, pas d'éclosion des œufs, pas d'occupation du nid) et 1 (au moins un oisillon produit pour le nid, au moins un œuf a éclos et au moins le nid a été occupé pour une fois), puis un modèle avec une structure d'erreur binomiale et une fonction de lien log sont appliqués.

RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS

L'étude met en évidence la biologie de la reproduction et la croissance des poussins du serin européen dans la plaine de la Haute Moulouya au Maroc, y compris les habitats agricoles et forestiers. Bien qu'il s'agisse d'une espèce commune, les paramètres de l'étude ont été mal étudiés dans le Maroc et la zone Nord-Africaine.

1 Biologie de reproduction

1.1 Stratégie de nidification

Au total, 65 nids ont été documentés et surveillés. Le serin cini construit ses nids essentiellement dans les vergers de pommier (96.42% nids (n=54)), tandis que 3.52 % (n=11) des nids seulement ont été enregistrés dans les habitats forestiers. En outre, dans les vergers de pommier, 50 % des nids ont été documentés sur *Golden délicieux* (n=28 nids) et 46.42 % sur *Starkrimson délicieux* (n=26 nids)). Sur les habitats forestiers, 1.78 % des nids sont construits sur le peuplier et 1.78 % sur l'églantier (figure 15).

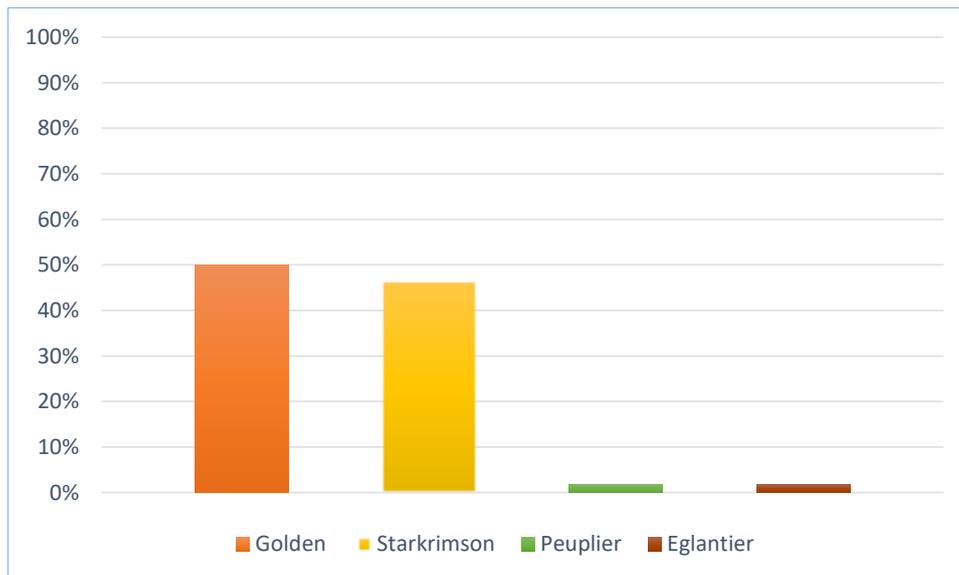


Figure 15 : Arbres de nidification de Serin européen dans la haute plaine de Moulouya

Dans les habitats agricoles, précisément les vergers de pommiers, les nids sont construits dans les différentes parties des parcelles. En effet, 81.35% des nids sont situés au centre des vergers, alors que seulement 18.64% des nids sont situés en périphérie des vergers (figure 16).

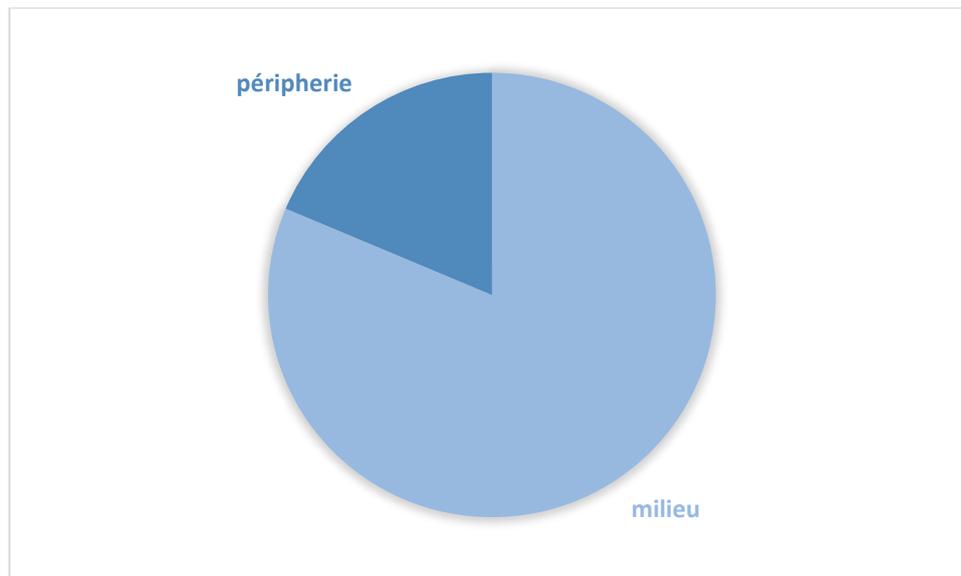


Figure 16 : Emplacement des nids de Serin cini dans les fermes

1.2 Morphologie des nids

Dans cette partie, nous avons analysé 65 nids. Les résultats montrent que les nids du serin sont minuscules. En effet, les nids ont une forme de coupe, avec un diamètre externe d'une moyenne de 8.30 ± 0.29 cm ($n = 65$ nids), un diamètre interne d'une moyenne de 7.03 ± 0.29 cm et une profondeur moyenne de 5.82 ± 0.35 cm. En outre, le serin construit ses nids sur une hauteur très importante pour fuir les prédateurs terrestres. En effet, la hauteur du nid au-dessus du sol est de 214.15 ± 0.09 cm et de $95,4 \pm 0,09$ cm du tronc central de l'arbre.

1.3 Chronologie de reproduction

1.3.1 Dates de nidification

La chronologie de reproduction du serin cini commence par la construction des nids. Celle-ci, débute vers la dernière semaine d'avril (le premier nid est construit le 25 avril). La dernière date de ponte est vers la première semaine de Juillet. L'intensité des activités de nidification est au maximum durant le mois de juin. En effet, 16 nids sont construits, seulement pendant la première semaine de ce mois (Figure 17).

Vers la fin de la période de reproduction, deux phases de nidification sont distinguées. La première phase de nidification est entre le mois d'avril et le mois de mai, et la deuxième phase est entre le mois de juin et le mois de juillet.

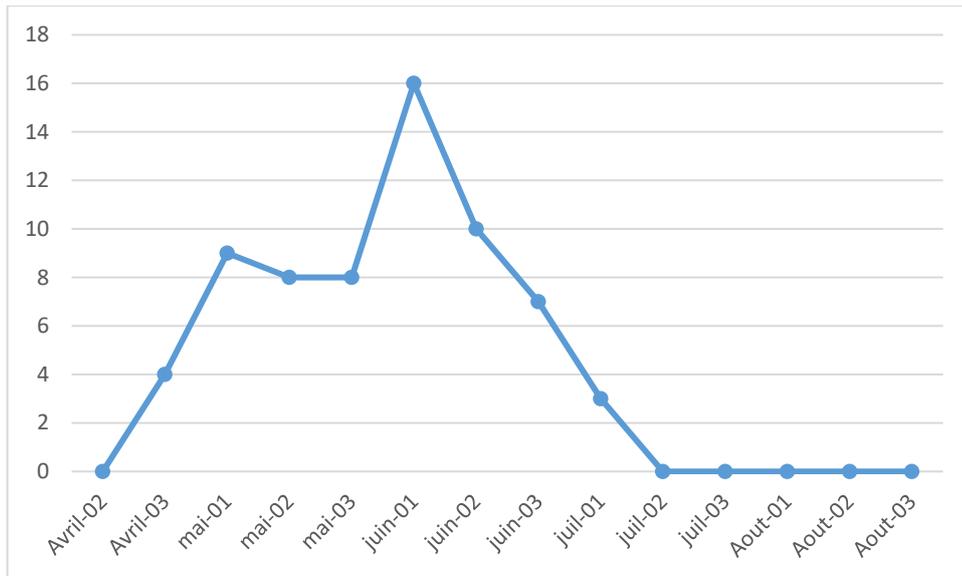


Figure 17 : Chronologie de la construction des nids de Serin européen à Moulouya

1.3.2 Dates des pontes

Parallèlement à la construction des premiers nids, l'activité de ponte commence, seulement trois jours après l'initiation du premier nid. En effet, les premiers œufs sont observés le 28 avril. La dernière date de ponte est le 15 juillet, et la période de ponte, entre le premier et le dernier nid, est de 78 jours. La saison reproductive de Serin cini est caractérisée par deux périodes de ponte, reflétées par deux pics, la première période est enregistrée durant la dernière semaine d'avril (34 œufs) et la deuxième vers la première semaine de Juin (40 œufs) (figure 18).

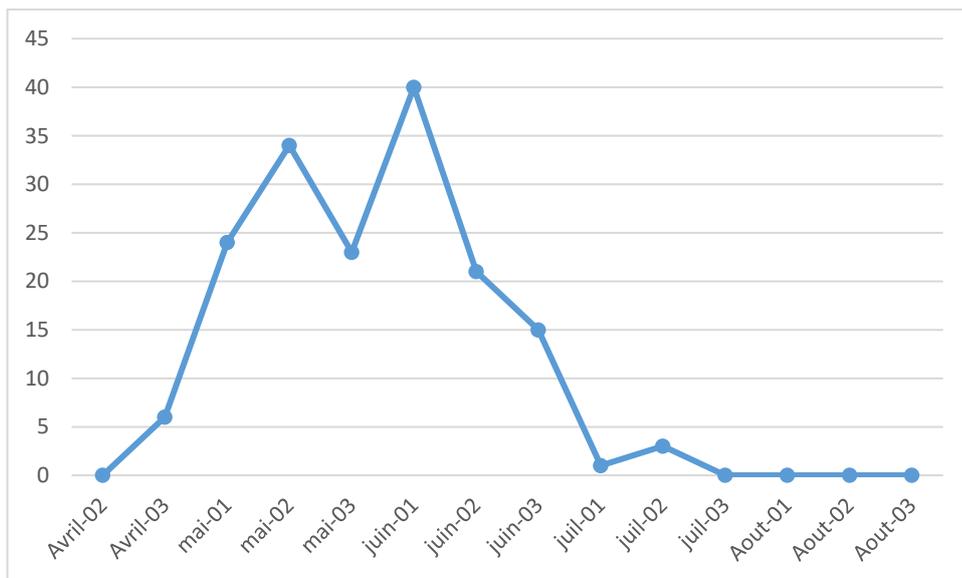


Figure 18 : Dates de ponte de la sérine européenne

1.3.3 Dates d'éclosion

Les dates d'éclosion des œufs sont tardives en comparaison avec les dates de nidification et de ponte. En effet, les premiers poussins sont observés durant la première semaine de mai (9 mai) et les éclosions continuent jusqu'au 19 juillet (Figure 19). Le taux maximal d'éclosion est enregistré durant la troisième semaine du mois de mai (23 poussins) et la deuxième semaine du mois de juin (33 poussins).

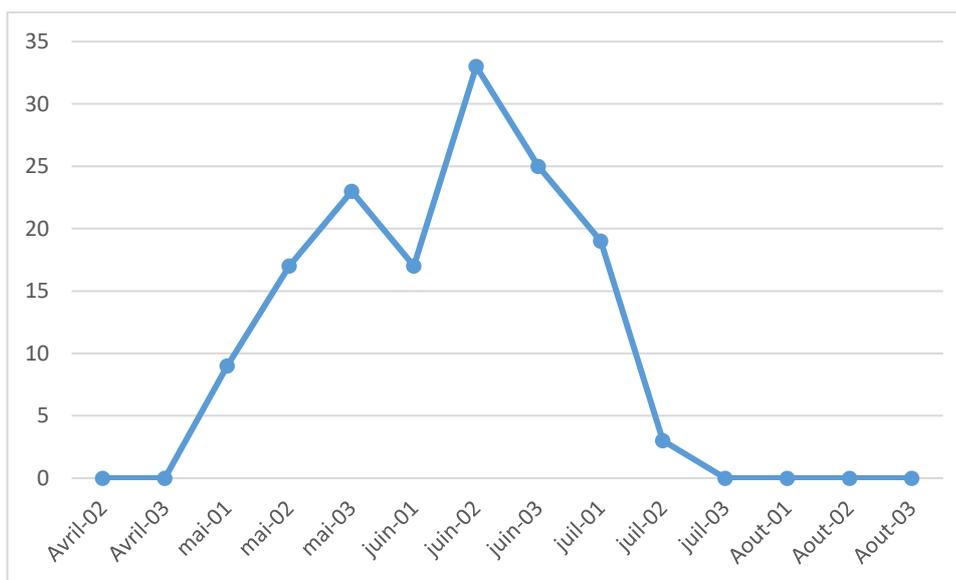


Figure 19 : Dates d'éclosion des œufs du serin cini

1.3.4 Corrélation des dates de reproductions

Les corrélations entre les dates de la chronologie de reproduction (nidification, ponte et éclosion) ont été testées avec le coefficient de corrélation de Pearson et les résultats sont mentionnés dans le tableau 3. Des corrélations significatives sont observées entre les différents paramètres étudiés. Une corrélation positive et significative est enregistrée entre les dates de nidification, de ponte et d'éclosion.

Tableau 3: Coefficients de corrélation de Pearson entre les dates de chronologie de reproduction du serin européen dans la haute plaine de Moulouya.

	Eclosion (poussins)	Ponte (œufs)	Nidification (nids)
Eclosion (poussins)	-	0.7004	0.7494
P-value	-	0.0116	0.0069
Ponte (œufs)	0.7004	-	0.9299
P-value	0.0116	-	0.0008
Nidification (nids)	0.7494	0.9299	-

P-value	0.0069	0.0008	-
---------	--------	--------	---

1.3.5 Effet des conditions climatiques

Dans cette partie, nous avons analysé la relation entre la chronologie de reproduction chez le serin cini, y compris la nidification, la ponte et l'éclosion, d'une part, et les précipitations et les températures moyennes journalières, d'une autre part (Tableau 4). En générale, les résultats des tests statistiques montrent que la phénologie de reproduction n'est pas influencée par les conditions climatiques de la Haute Moulouya.

Tableau 4 : Relation entre les périodes de reproduction et les variables climatiques (pluviométrie et températures) analysées via le Modèle linéaire général.

periods	Factors	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Nest construction	Rainfall	64.0168	1	64.0168	2.92	0.1157
	Temperature	16.456	1	16.456	0.75	0.4051
	Residual	241.441	11	21.9492		
	Total (corrected)	337.214	13			
Laying periods	Rainfall	104.636	1	104.636	0.55	0.4756
	Temperature	0.713529	1	0.713529	0	0.9525
	Residual	2109.98	11	191.816		
	Total (corrected)	2580.93	13			
Hatching periods	Rainfall	246.61	1	246.61	1.81	0.2054
	Temperature	152.906	1	152.906	1.12	0.3119
	Residual	1497.31	11	136.119		
	Total (corrected)	1749.43	13			

1.3.6 Taille et nombre de couvées

La taille de la couvée a été calculée comme le nombre total des œufs / nombre total des nids actifs. La couvée du serin cini varie entre trois et cinq œufs avec une taille moyenne de 3.04 ± 0.13 . En outre, deux périodes de couvaison sont déduites à partir des chronologies de nidification, de ponte et d'éclosion ; la première couvée est entre le mois d'avril et le mois de mai, et la deuxième est entre le mois de juin et le mois de juillet.

1.4 Succès de la reproduction

1.4.1 Nids

D'après le suivi de 65 nids en 2016, le succès de nidification (nombre de nids occupés par les reproducteurs du serin cini) est très élevé. En totalité, 73.84% des nids (soit 48 nids) ont été actifs durant la phase de nidification. Une partie mineure des nids (26.16%) a été perdue à cause des facteurs anthropiques et naturels. En effet, 7.69% des nids (5 nids) sont attaqués par les prédateurs, 10.76% des nids (7 nids) par la désertion et 7.69% (5 nids) par la destruction (figure 20).

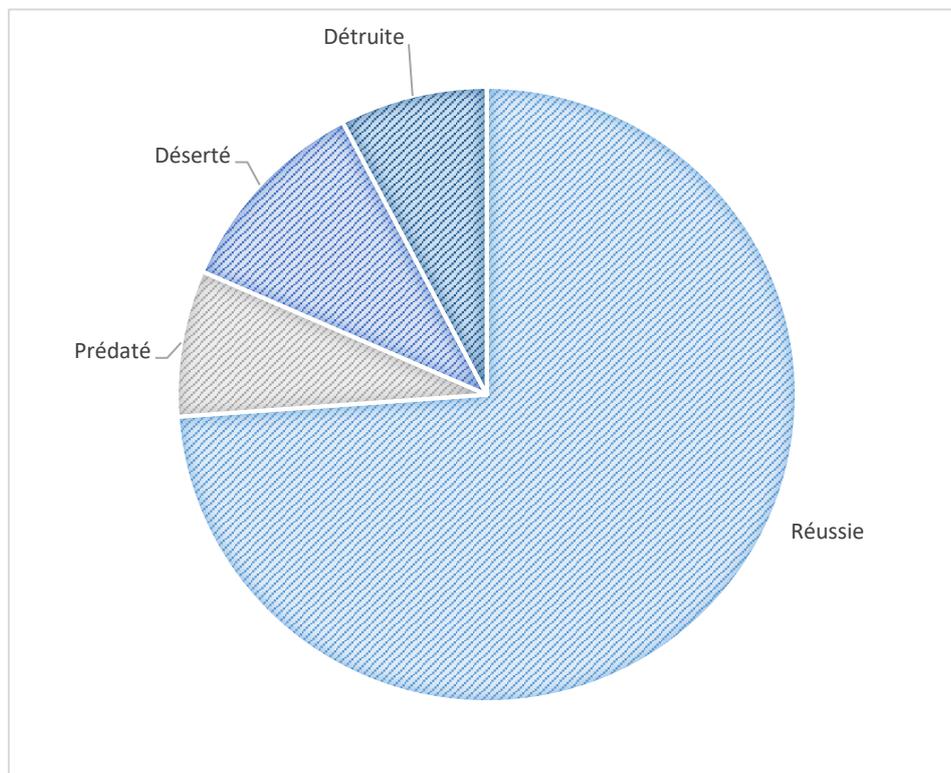


Figure 20 : Taux de réussite des nids de Serin cini à la plaine de Moulouya

1.4.2 Œufs

D'après le suivi de 167 œufs du serin cini, le succès d'incubation (nombre éclos d'œufs) est très élevé. En totalité, 87.42% des œufs (soit 146 œufs) ont éclos durant la phase d'incubation. Une partie mineure des pontes (12.58%) est perdue à cause de facteurs anthropiques et naturels. En effet, 4.79% des œufs (8 œufs) sont attaqués par les prédateurs, 3.59% des œufs (6 œufs) par la désertion, 1.19% (2 œufs) par la destruction, et 2.99% des œufs (5 œufs) n'ont pas éclos (figure 21).

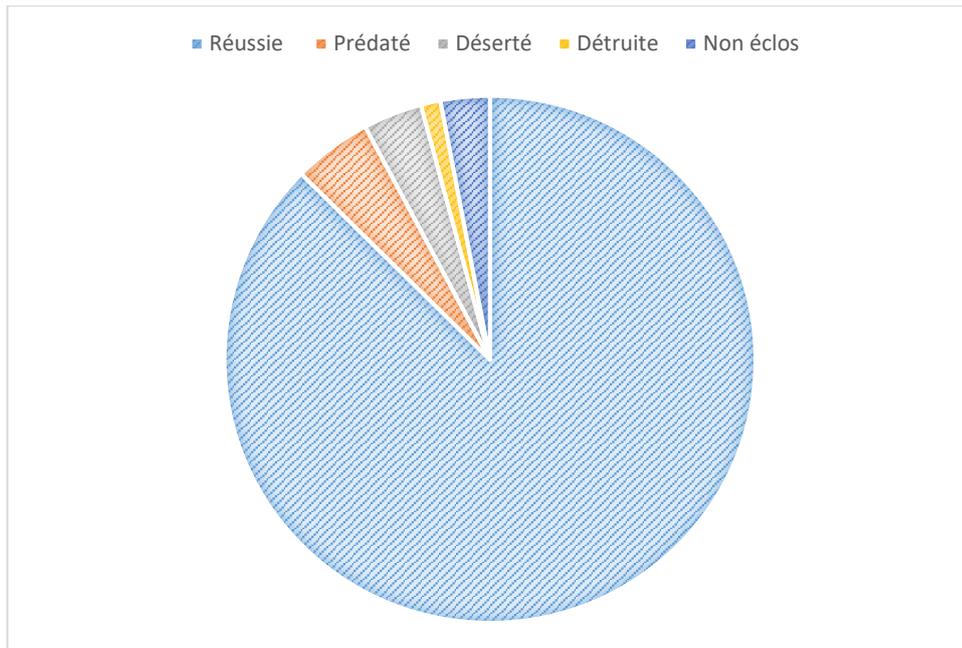


Figure 21 : Taux de réussite des œufs de Serin cini à la plaine de Moulouya

1.4.3 Poussins

D'après le suivi de 65 nids, 146 poussins sont documentés. Le taux d'émancipation est très élevé. En totalité, 137 poussins qui ont quitté leurs nids (soit 93,83% des poussins) ont été actifs durant la phase de nidification. Une partie inférieure des poussins (6.17%) a été perdue à cause de la prédation (3.42% des poussins), et de la mortalité (2.73%) (figure 22).

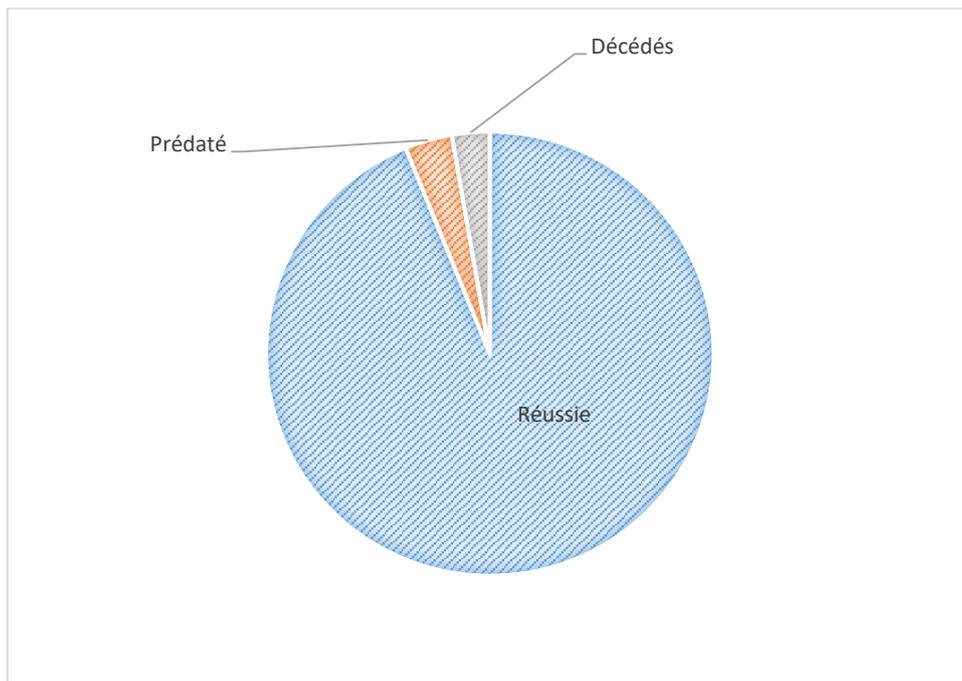


Figure 22 : Taux de réussite des poussins de Serin cini à la plaine de Moulouya

Tableau 5 : Comparaison du succès reproductif de différentes phases de reproduction (nids, œufs, poussins)

	<i>Count</i>	<i>Average</i>	<i>Standard deviation</i>	<i>Coeff. Of variation</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Range</i>
Chicks	15	93.8347	1.48593	1.58357%	90.43	96.32	5.89
Eggs	15	87.4253	1.63095	1.86553%	84.87	90.51	5.64
Nests	15	73.56	1.42993	1.94389%	71.89	76.32	4.43
Total	45	84.94	8.68479	10.2246%	71.89	96.32	24.43

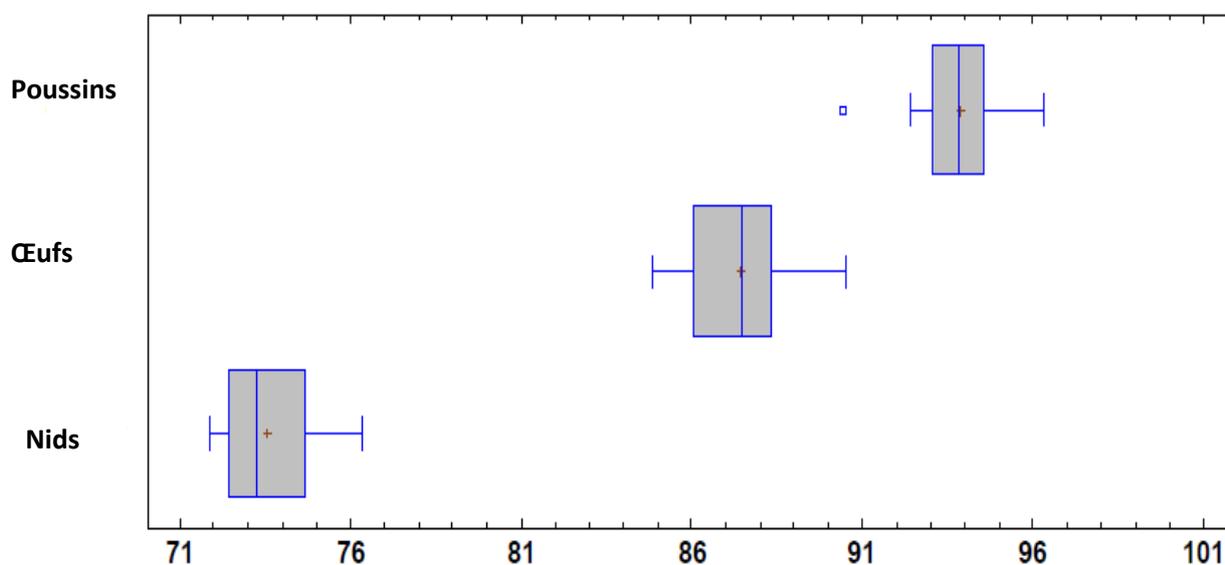


Figure 23 : Comparaison (ANOVA graphique) du succès reproducteur entre les phases de reproduction (nidification, ponte et éclosion) à Moulouya.

D'après la figure et le tableau ci-dessus, au total, les taux de réussite ont été plus élevés pendant l'élevage des poussins. (Figure 23, Tab 5)

1.5 Facteurs d'échec

Les facteurs d'échec sont variables. En résumé, 15,9 % des pontes ont échoué à cause des attaques de prédation (7.69 % des nids, 4.79 % des œufs, 3.42 % des poussins), 14.35 % des couvées ont échoué à cause de la désertion du nid par les parents (10.76 % des nids, 3,59 %

d'œufs) et la perte de 8,88 % des pontes est due à la destruction des nids (7.69 % de nids, 1.19 % d'œufs) (tableau 6).

Tableau 6 : Facteurs d'échec réduisant le succès reproductif (succès des poussins = émancipation des poussins, succès des œufs = éclosion des poussins, succès des nids = occupés par les reproducteurs) du serin européen

		Estimate	Standard Error	Wald test	P
Nest construction	Intercept	-0.075	0.334	2.253	0.007
	Predation	-0.236	0.039	6.452	0.032
	Desertion	-1.043	0.057	9.765	0.004
	Destruction	-0.061	0.022	6.452	0.047
	Unhatched	-0.021	0.028	0.243	0.653
	Scale	1.000	0.013		
Hatching of eggs	Intercept	-1.164	0.432	3.321	0.034
	Predation	-1.522	0.027	10.634	0.001
	Desertion	0.037	0.042	6.876	0.030
	Destruction	-0.011	0.012	0.735	0.621
	Unhatched	-1.832	0.037	10.536	0.001
	Scale	1.000	0.043		
Emancipation of chicks	Intercept	-1.232	0.154	2.136	0.034
	Predation	-2.417	0.014	9.342	0.022
	Desertion	-0.052	0.041	0.152	0.714
	Died	-1.062	0.003	10.016	0.026
	Scale	1.000	0.043		

2 Etude morphométrique de la croissance des Poussins de serin cini

Le présent travail mené à Ait Ayach-Midelt, pendant les saisons de reproduction (2015-2016), vise à produire des données morphométrique liées à la croissance des poussins du Serin cini. Un total de 30 poussins et 20 adultes ont été mesurés avec un rythme d'une fois tous les deux jours (juvéniles).

2.1 Croissance des poussins et les plumes

Après l'éclosion, les poussins sont recouverts d'une fine couette clairsemée et plus dense sur la tête et le dos (figure 24 A). Ils naissent aveugles avec un bec jaunâtre et des doigts séparés. Le plumage émerge le quatrième jour. Cependant, les gaines de plumes sont discernables sous la peau le troisième jour. Les rémiges (primaires et secondaires) et les plumes de la queue apparaissent en premier. Ensuite, les plumes spinales et ventrales apparaissent vers le septième jour. Les yeux s'ouvrent le quatrième jour. Après environ neuf jours, tout le corps du poussin est recouvert à la fois de duvet et de plumes (figure 24 C). Le vol est enregistré vers le treizième

jour après l'éclosion. Cependant, le comportement de vol commence à apparaître à partir du neuvième jour, lorsque les poussins tentent de quitter leur nid.



Figure 24 : Images montrant les différents stades de croissance des poussins de Serin cini :
A) 1 jour ; B) 5 jours et C) 13 jours.

2.2 Mesure de la croissance des différentes parties de la tête

Les mesures des différentes structures de la tête (Bec, Bec+tête, largeur de la tête) des poussins au cours des 13 jours sont données sur la figure 25.

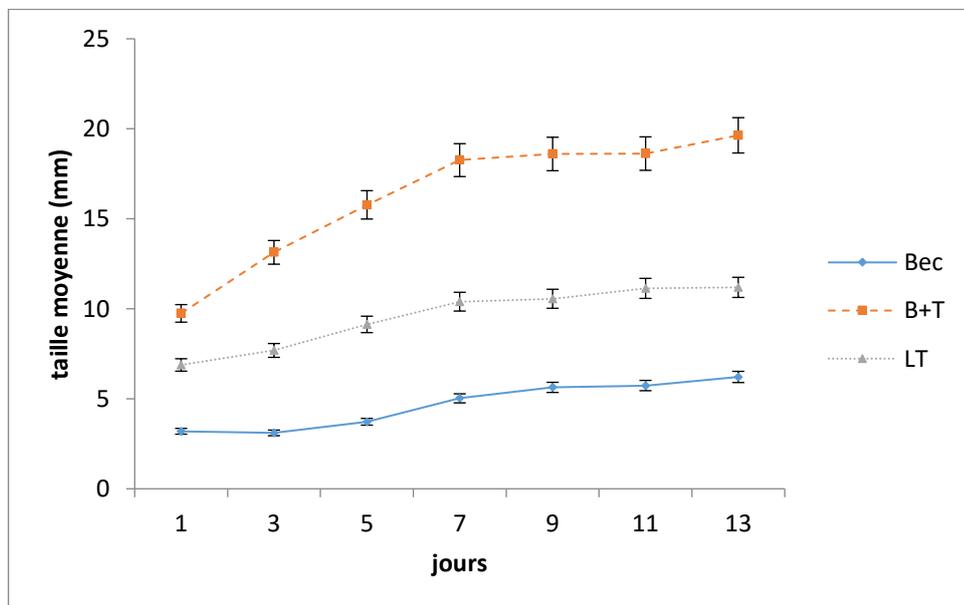


Figure 25 : Evolution des différentes parties de la tête au cours du temps chez les poussins

La représentation graphique, des différentes parties de la tête étudiées, montre une croissance simultanée de différents organes étudiés. La partie Bec-Tête (B+T) est la structure ayant montré une croissance plus rapide dans les 7 premiers jours, puis elle se stabilise pendant 4 jours pour

s'accélérer le 11^{ème} jour, le moment où les poussins se préparent pour s'envoler. Pour le bec et la largeur de la tête (LT), nous avons remarqué que leur croissance s'effectue d'une manière moins rapide que celle du Bec+tête. Celle-ci est moyennement importante dans les 7 premiers jours. Puis elle se stabilise jusqu'à l'envol au 13^{ème} jour. Ces deux parties de la tête se montrent matures au moment de l'envol des poussins.

En outre, nous avons bien remarqué qu'il y a une forte corrélation entre les différentes structures de la tête des poussins (figure 26). Ainsi, le coefficient de corrélation entre le bec et la largeur de la tête est de l'ordre de 0,8 entre la partie "Bec+tête", le bec entier est de l'ordre de 0,7, et entre le Bec+tête d'une part et sa largeur d'autre part est de l'ordre de 0,9.

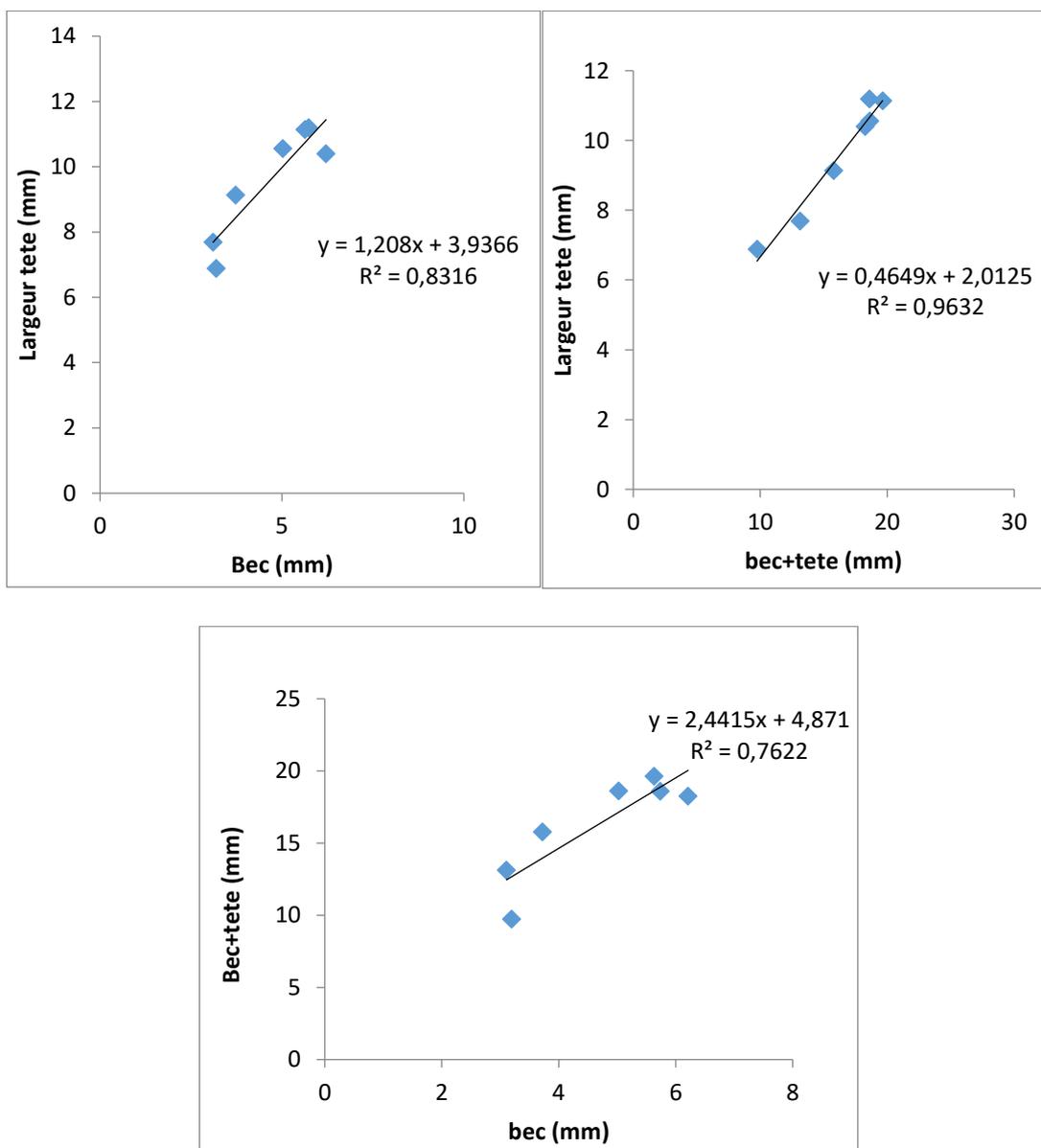


Figure 26 : Corrélation entre les différentes structures de la tête au cours de leur évolution

2.3 Croissance des organes de déplacement

Dans l'objectif de déterminer les capacités locomotrices des oisillons du serin cini lors de l'envol, nous avons suivi la croissance des organes locomoteurs de l'éclosion jusqu'à l'émancipation. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 27.

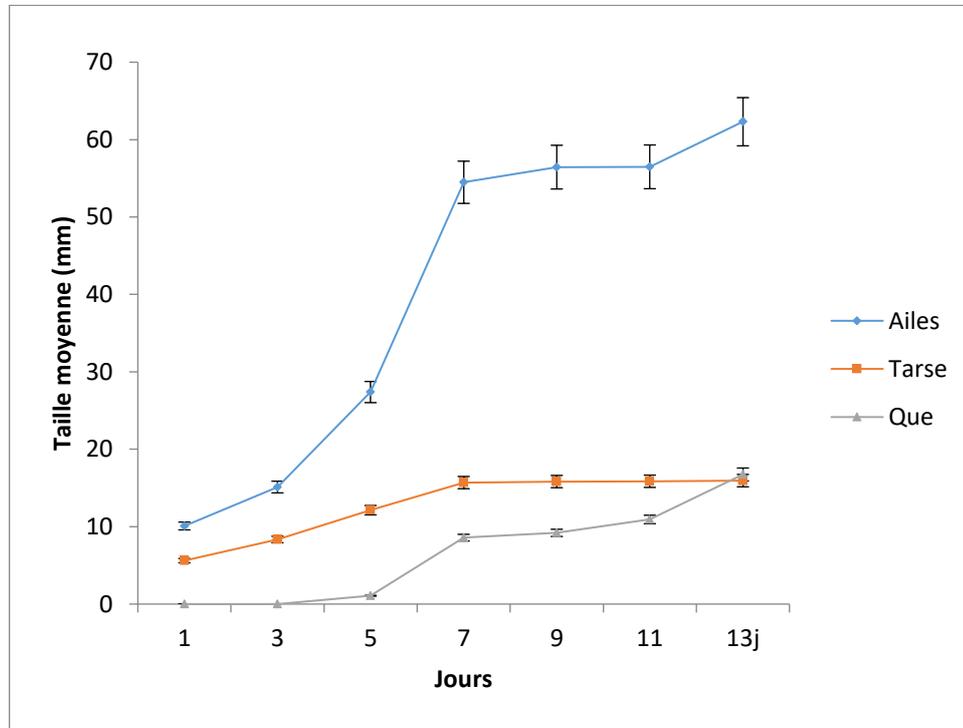


Figure 27 : Evolution des organes locomoteurs chez les poussins du serin cini.

Contrairement aux différentes parties de la tête, le rythme de la croissance des organes de déplacement diffère d'une structure à l'autre (Figure 27). Les ailes présentent une croissance très rapide de l'éclosion jusqu'au 7^{ème} jour. Celle-ci, se ralentit après et marque une brusque augmentation avant l'envol (13 jours). Concernant la queue et le tarse, leur croissance est très lente par rapport aux ailes. Le tarse est caractérisé par une croissance lente et constante, durant toute la période de l'élevage. Par contre, la croissance de la queue ne commence qu'après 5 jours, ensuite son évolution s'est ralentie pour donner un pic au 11^{ème} jour avant l'envol.

En outre, les différents organes locomoteurs étudiés se montrent corrélés entre eux (figure 28). Une forte corrélation de l'ordre de 0,9 et 0,8 est enregistrée entre les ailes et les tarses, d'une part, et entre les ailes et la queue d'autre part. Une corrélation moyennement importante de l'ordre de 0,6 est enregistrée aussi entre la queue et le tarse.

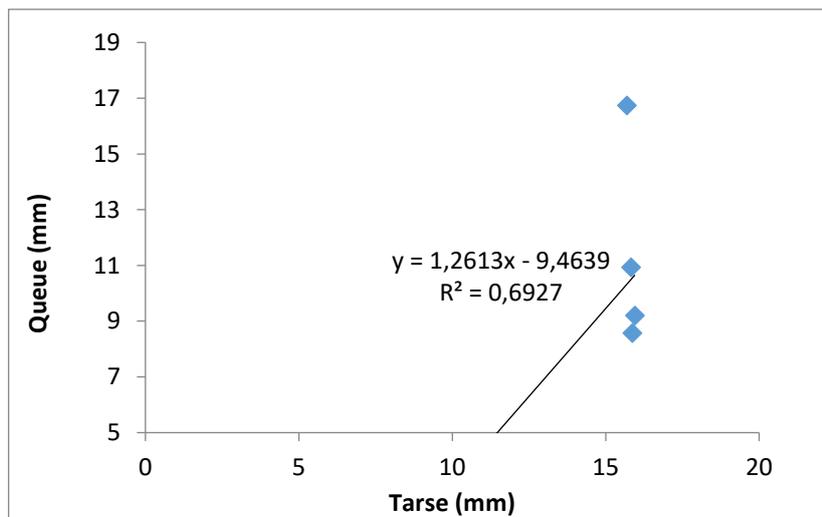
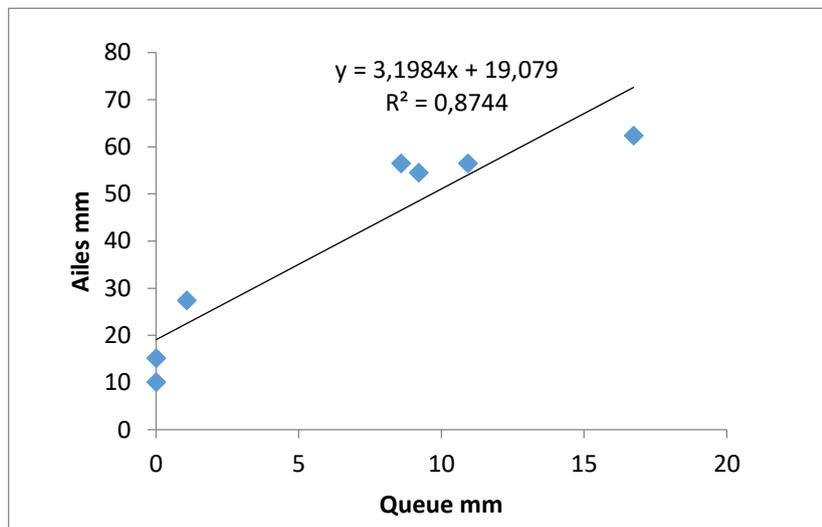
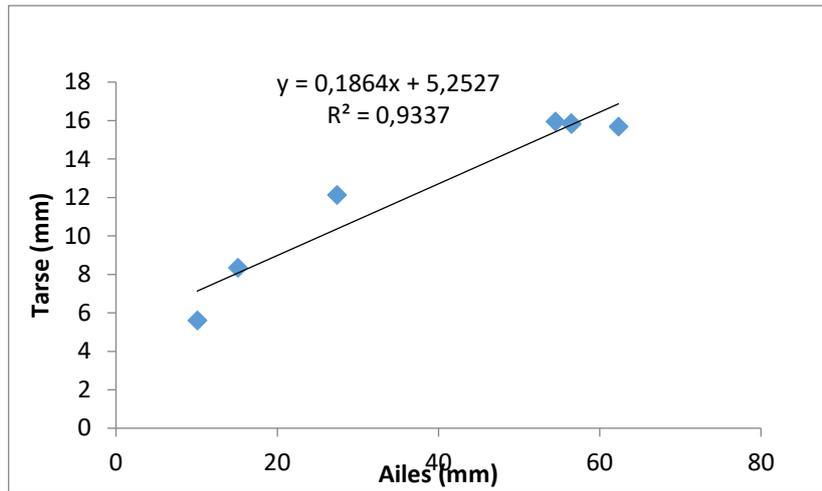


Figure 28 : Corrélation entre les organes de locomotion au cours de leur croissance.

Contrairement aux différentes structures de tête, le taux de croissance des organes de la locomotive, en particulier des ailes, est rapide.

2.4 Evolution du poids et la taille des poussins

L'évolution du poids corporel moyen et la longueur totale obtenus chez les poussins du serin cini est donnée sur la figure ci-dessous.

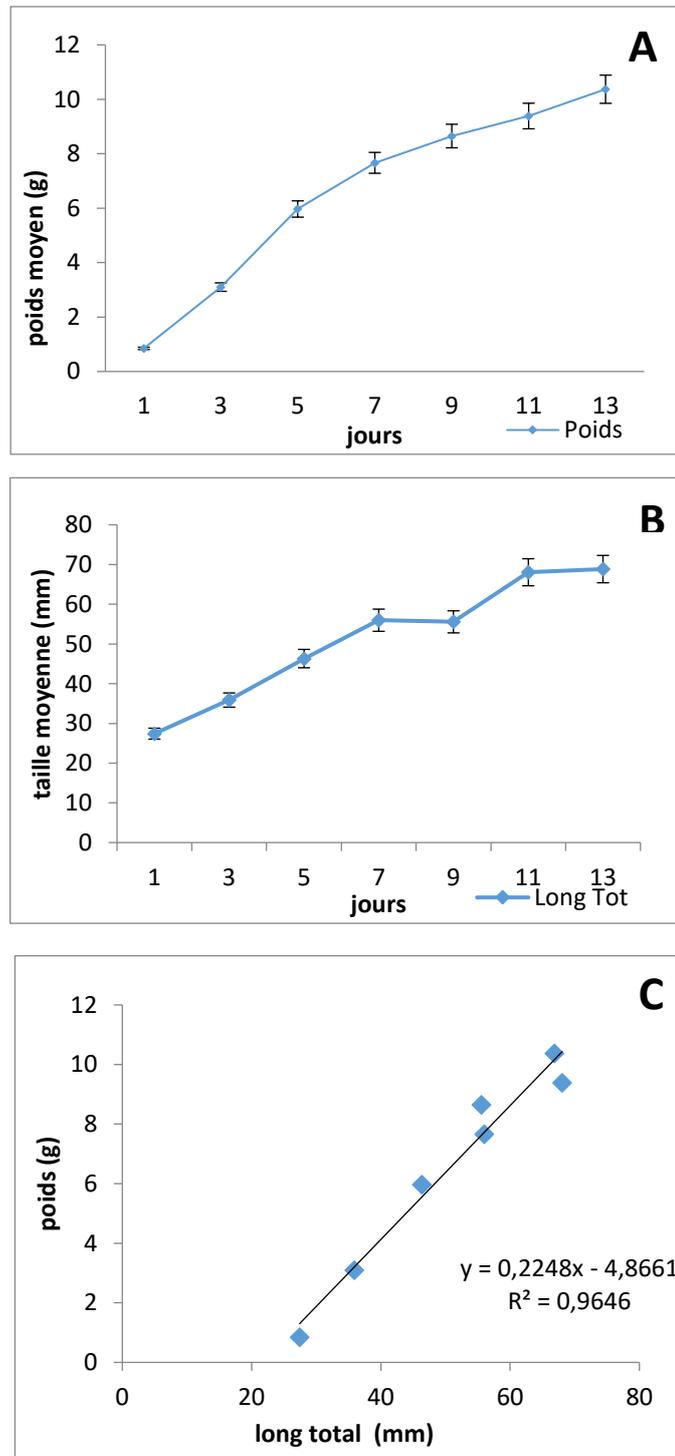


Figure 29 : A) Evolution du poids corporel, B) la longueur totale des poussins du serin cini et C) leur corrélation au cours de l'élevage.

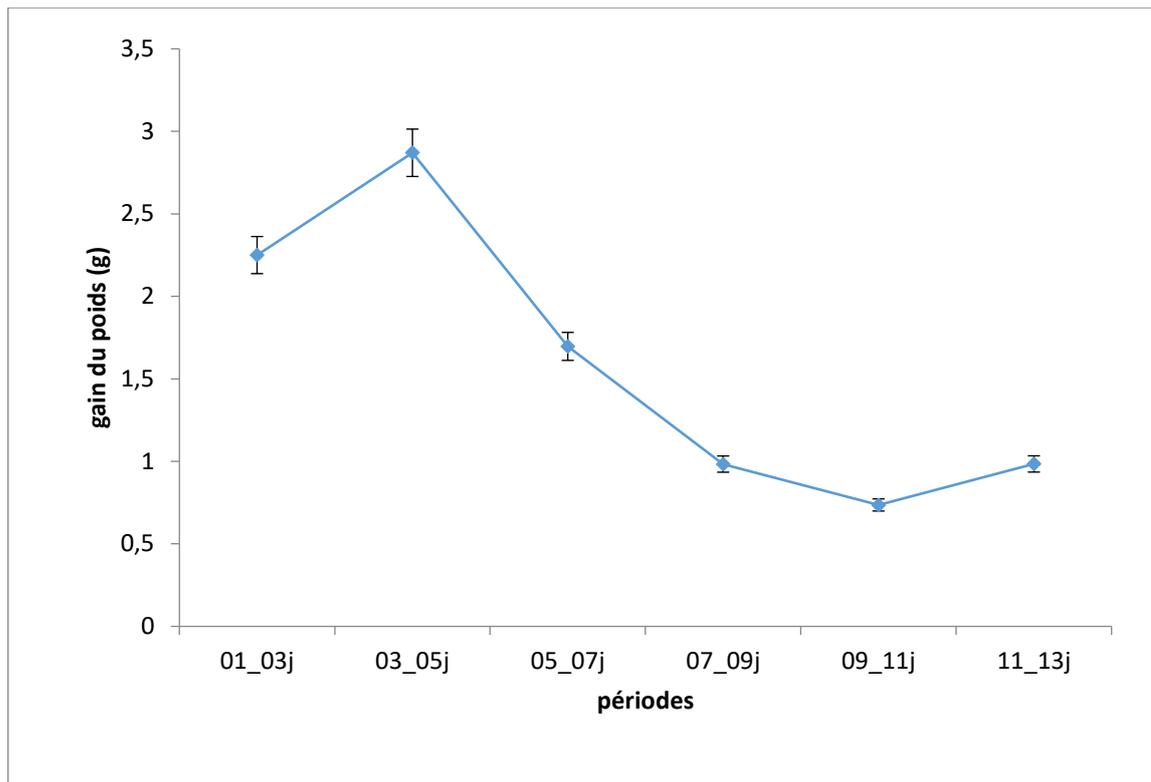


Figure 30 : Evolution du gain du poids moyen au cours de la croissance des oisillons

Le développement du poids des oisillons s'effectue rapidement de l'éclosion jusqu'à l'envol (figure 29). Ceci suggère la continuité de l'évolution du poids des jeunes même après l'envol. Cependant, le gain du poids, mesuré au cours du développement des poussins (figure 30) se montre important durant les cinq premiers jours avant l'envol. Puis il diminue progressivement jusqu'à l'envol.

Corrélativement, la longueur totale des poussins croît progressivement dans le temps, mais deux phases d'arrêt de croissance sont notées dont la première période est enregistrée entre le 7^{ème} et le 9^{ème} jour après l'éclosion et la deuxième est observée avant l'envol entre le 11^{ème} et le 13^{ème} jour. En outre, une corrélation importante, de l'ordre de 0,9, est soulignée entre les deux paramètres étudiés. La corrélation positive, entre le poids et la taille des poussins, témoigne d'une évolution similaire de ces deux paramètres.

2.5 Rapport morphologique jeune/adulte

Les données morphologiques et la masses corporelles des poussins et des adultes sont consignées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Rapport jeunes-adultes des différents traits morphologiques étudiés

	Poids (g)	Bec (mm)	BT (mm)	LT (mm)	Ailes (mm)	Tarse (mm)	Queue (mm)	Long Tot (mm)
éclosion (1jours)	0,85 ± 0,02	3,195 ± 0,04	9,745 ± 0,23	6,88 ± 0	10,085 ± 0,29	5,61 ± 0,41	0 ± 0	27,43 ± 0,01
envol (13 j)	10,7 ± 0,58	5,63 ± 0,27	19,63 ± 0,17	11,13 ± 0,19	62,31 ± 1,32	15,69 ± 0,14	16,736 ± 3,04	66,85 ± 2,34
Adultes	17 ± 1,8	6,2 ± 0,32	35 ± 0,3	12,35 ± 0,23	72,1 ± 1,57	16,01 ± 0,32	49,4 ± 1,79	80,98 ± 1,8
éclos/ envol	0,08	0,56	0,49	0,61	0,16	0,35	0	0,41
éclos/ adultes	0,05	0,51	0,27	0,55	0,13	0,35	0	0,33
envol/ adultes	0,61	0,90	0,56	0,90	0,86	0,98	0,33	0,82

La comparaison des traits morphologiques et la masse corporelle entre les poussins et les adultes, nous a permis de suivre l'évolution de la croissance des oisillons avant et après leur émancipation. En effet, les poussins éclosent et quittent leurs nids avec des tailles corporelles différentes des adultes. De l'éclosion jusqu'à l'envol, toutes les structures des poussins montrent une croissance et un développement très importants (les rapports "jeunes éclos-envols" sont très petits). Mais après l'envol, les structures des jeunes montrent des niveaux de croissance très variables. Les organes de locomotion, à l'exception des tarses ($R= 0,98$), continuent leur croissance d'une manière similaire à l'élevage. En revanche, les structures de la tête sont presque en état de maturité au moment de l'envol (sauf la largeur de la tête). Ce constat est renforcé par les rapports des jeunes avant l'envol sur la taille des adultes (les rapports dépassent 0,9 au niveau de différentes structures).

La longueur totale et le poids corporel des poussins continuent leur évolution après l'envol. Cependant, les rythmes de leur croissance sont moins importants en comparaison avec la période de croissance au niveau des nids.

DISCUSSION

1 Biologie de reproduction

1.1 Stratégie de nidification et dimension des nids

L'étude met en évidence la biologie reproductive du serin cini dans la plaine de la Haute Moulouya au Maroc, particulièrement dans les habitats forestiers et agricoles. Bien qu'il s'agisse d'une espèce commune, les paramètres d'étude ont été peu étudiés dans la région.

À ce jour, il est connu que le serin cini est une espèce résidente nicheuse au Maroc et en Algérie (Ouarab et al. 2007), puisque cet oiseau a été enregistré dans les écosystèmes forestiers et agricoles, au Nord de l'Afrique (Cramp and Perrins 1994). Ainsi, dans la présente étude, les nids de serin européen ont été trouvés à l'intérieur de vergers et de forêts. Cependant, la partie la plus élevée des nids a été placée à l'intérieur des vergers de pommiers par rapport aux habitats forestiers. L'incidence élevée de Serin à l'intérieur des vergers de pommiers (sur *Golden délicieux* et *Starkrimson délicieux*) est liée à leur abondance dans la zone d'étude (le Bot 2014). De plus, (Marchand et Litvaitis 2003) ont rapporté la reproduction du Serin dans les vergers de pommiers de la province de Midelt. D'autre part, les nids ont été en forme de coupe, avec de petites dimensions, et placés à une hauteur importante au-dessus du sol pour éviter les prédateurs terrestres (Mansouri et al. 2018).

1.2 Chronologie de reproduction

Les activités de reproduction du serin européen ont démarré durant la dernière semaine d'avril (construction des premiers nids) dans la zone d'étude et ont été poursuivies jusqu'à la deuxième semaine de juillet (l'éclosion des derniers poussins). Par rapport aux études précédentes, en Afrique du Nord, (Cramp and Perrins 1994; Ouarab et al. 2007) ont mentionné que le serin commence ses activités de nidification à partir de février, ce qui est précoce selon nos résultats, tandis qu'en Europe, principalement en France et en Espagne, le *Serinus serinus* a commencé ses activités de reproduction entre le 15 et le 20 avril (Cramp and Perrins 1994), ce qui est similaire à résultats enregistrés à Moulouya. De plus, (Ricklefs 1973) ont rapporté des dates de reproduction tardives chez d'autres passereaux, dont la tourterelle des bois dans la même zone. En revanche, les périodes de reproduction n'ont pas été influencées par les conditions climatiques caractérisant les hautes altitudes, comme il est le cas pour la tourterelle des bois, qui retarde les périodes de reproduction pour éviter les basses températures dans la même zone.

(Mansouri et al. 2020). De plus, deux couvées plus courtes ont été observées, ce qui est en accord avec les résultats enregistrés en Algérie (Ouarab et al. 2007).

1.3 Succès reproductif et facteurs d'échec

Selon nos estimations annuelles du succès de reproduction, le taux de réussite chez le Serin dans la haute plaine de la Moulouya a été plus élevé pendant toutes les phases de reproduction (construction de nids, ponte des œufs et élevage de poussins). Seule une petite partie de la ponte a échoué à cause de la prédation, principalement par les reptiles tels que le serpent fer à cheval *Hémorroïdes Hippocrepis* et le serpent de Montpellier *Malpolon monspessulanus*, la désertion des nids (en raison de perturbations humaines via la pulvérisation de pesticides, qui a été effectuée deux fois par mois) et la destruction des nids via la pression des atomiseurs lors de l'application des pesticides. Dans les études précédentes, les facteurs causant la perte de couvées ou l'échec du succès de reproduction ont été négligés devant la grande population et la répartition du Serin (Pennycuick 2008). Dans notre étude, nous avons dévoilé les facteurs les plus menaçants pour les performances d'élevage de Serin. De manière générale, les oiseaux nicheurs des terres agricoles souffrent actuellement de l'intensification des activités agricoles et de nouvelles méthodes non durables (Ricklefs 1973). De plus, le commerce et les captures illégales d'oiseaux sauvages entraînent une perte de la diversité aviaire, principalement en Afrique du Nord (Kisasa Kafutshi 2012).

2 Croissance des poussins

2.1 Croissance des plumes

Selon les caractéristiques des poussins du Serin, en particulier le développement des plumes, et leur développement post-embryonnaire, la croissance peut être classée comme nidicole (Ricklefs 1973). Les poussins du Serin sont nidicoles, avec des yeux fermés, et nourris par leurs parents pendant leur période d'élevage. Au contraire, il existe d'autres poussins qui ont une autonomie et une indépendance juste après l'éclosion, comme dans le cas des canards (Erbrech 2011). Concernant les premières tentatives de vol des poussins, elles semblent être dues au stress physique causé par les manipulations (Guibert et al. 2012). La réduction du temps de garde et de l'alimentation fournie par les parents, lors de la dernière étape de l'envol, peuvent également modifier le comportement des jeunes poussins au nid et les pousser à partir (Melo et al. 2006).

2.2 Croissance des parties de la tête et le bec

En tête, seul "Bec+tête " a connu une bonne croissance. Ces résultats sont rapportés chez d'autres espèces d'oiseaux (Mansouri et al. 2018). De plus, (Kisasa Kafutshi 2012) a signalé une croissance régulière et lente du bec du Martin-pêcheur d'Amérique, pendant la phase de reproduction. Les poussins de Serin quittent leur nid avec des becs approximativement matures. Cela peut indiquer qu'un long bec est un élément vital pour la survie de ces juvéniles, notamment avec un rôle fondamental dans leur alimentation (O'Connor 1978)

2.3 Croissance des organes de locomotion

Des résultats similaires ont été obtenus chez d'autres espèces d'oiseaux, comme les canards et les martins-pêcheurs (Kisasa Kafutshi 2012). Ces auteurs ont montré une croissance variable des différentes parties du corps, selon les espèces. Dans nos résultats, les ailes subissent un développement rapide, durant les premiers jours après l'éclosion. Ceci est cohérent avec les résultats obtenus par (Mansouri et al. 2018). Cette accélération de la croissance des ailes peut s'expliquer par l'apparition et le développement de rémiges primaires et secondaires. Celles-ci remplacent les plumes de duvet, caractérisées par une taille et une longueur très limitées (Libois and Hallet Libois 1985). La nécessité d'un vol rapide et sûr (éviter des prédateurs) nécessite également un développement rapide et important des ailes de l'oiseau (Pennycuick 2008). Mais, le retard constaté dans la croissance de la queue est dû aux plumes de la queue (plumes de vol situées sur la queue, qui jouent un rôle de spoiler d'atterrissage). Ces plumes restent cachées sous la peau pendant cinq jours après l'éclosion (Kisasa Kafutshi 2012). Quant au tarse des poussins, sa maturité n'est achevée que presque le septième jour après l'éclosion. À cet âge, les poussins sont également capables de se déplacer et de se fixer sur les branches des arbres. De plus, à l'exception de la queue et du tarse, différentes structures locomotrices montrent une corrélation significative lors de la nidification. Ces faits indiquent une corrélation variable entre les traits morphologiques des poussins du Serin. Cependant, ce résultat semble être lié à l'âge. En effet, (Björklund et al. 2010) a montré que chez les adultes du Serin, les corrélations sont très faibles, voire absentes entre leurs traits morphologiques. De plus, (Björklund et al. 2010) ont montré que la corrélation entre les traits morphologiques de *Serinus serinus* est très différente et variable selon le sexe. Cela peut être dû à un déterminisme génétique, car il peut être régi par un développement divergent d'organes spécifiques, sous l'influence des conditions environnementales.

2.4 Evolution du poids corporel

Généralement, le développement du poids chez les poussins se déroule rapidement de l'éclosion au premier vol, comme les autres espèces aviaires (Kisasa Kafutshi 2012) et d'autres animaux sauvages. Avec le Martin-pêcheur par exemple, l'évolution du poids corporel des poussins est généralement restreinte en fin de phase de nidification, en raison de la diminution des nutriments apportés par leurs parents (Kisasa Kafutshi 2012). Dans ce travail, nous avons montré que l'augmentation du poids corporel est rapide, principalement pendant les cinq premiers jours après l'éclosion, suivie d'une régression de la prise de poids jusqu'à l'envol des poussins. Ceci peut s'expliquer par la quantité insuffisante de nourriture apportée par les parents aux poussins, car au cours de leur croissance, ils nécessitent de plus en plus de quantités de nourriture avec l'âge. Quant à l'évolution de la longueur du corps des poussins, elle est accompagnée par le développement d'autres parties du corps, dont la queue (plumes) (Wald $Tail\chi^2=0.00$, $df=1$. $P<0.001$) et la tête (cou et bec). Celles-ci se caractérisent par une croissance variable d'une période à l'autre. La corrélation positive entre le poids et la taille des poussins montre une tendance et une progression similaires de ces deux paramètres.

CONCLUSION GENERALE

Par la présente étude, nous avons pu déterminer la biologie de la reproduction et l'évolution de la croissance des poussins de *Serinus serinus*, dans la haute plaine de Moulouya. D'une part, nos résultats mettent en évidence quatre messages clés : (1) les données indiquent que le serin sélectionne des habitats de terres agricoles pour se reproduire dans les zones de haute altitude ; (2) la chronologie de la reproduction est tardive dans la haute plaine de Moulouya ; (3) le succès de reproduction est plus élevé dans la zone étudiée ; (4) la prédation, la désertion et la destruction des nids étaient les facteurs les plus menaçants pour le serin cini dans la plaine de Moulouya. D'autre part, grâce à un suivi biométrique du développement de différents organes, nous avons déterminés que la croissance des poussins s'effectue durant deux phases : au niveau du nid avant l'envol (pendant 13 jours) et après l'envol.

La croissance des différentes structures est variable selon l'importance de chacune et en fonction des conditions du milieu (disponibilité alimentaire). La nécessité de quitter le nid rapidement en sécurité exige une croissance rapide des organes de locomotion, en particulier les ailes. La croissance importante du tarse et du bec peut être expliquée par leur importance, notamment dans l'alimentation. Après l'envol, certains organes comme la queue, la tête, et même le bec et les ailes continuent leur développement.

Le poids des poussins a montré un développement continu avant et après l'envol (subadult). Par ailleurs, par le biais de comparaison des mesures morphométriques des jeunes et des adultes, nous avons pu différencier les organes qui achèvent leur croissance avant l'émancipation des oisillons, comme le cas du tarse et du bec.

Cependant, le suivi de l'alimentation des poussins après l'envol, l'étude des mesures morphométriques des organes de déplacement après l'émancipation et leur relation avec la recherche des aliments, constituent un support d'information nécessaire pour une gestion rationnelle de ce fringillidé dans la région d'étude.

Étant donné que le Serin cini est largement distribué dans la zone méditerranéenne et dans l'ouest du Paléarctique, des études supplémentaires sur la taille de la population, l'écologie de l'alimentation et les tendances des populations sont nécessaires pour établir des stratégies de gestion appropriées.

RÉFÉRENCES

- Bendjoudi D, Doumandji S, 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. <https://doi.org/10.2478/acro-2013-0002>
- Bergin D, Nijman V, Atoussi S (2019) Concerns about trade in wild finches in Algeria. *Oryx* 53:410–411. <https://doi.org/10.1017/S003060531900022X>
- Björklund M, Ruiz I, SENAR JC (2010) Genetic differentiation in the urban habitat: the great tits (*Parus major*) of the parks of Barcelona city. *Biol J Linn Soc* 99:9–19
- Calladine JR, Buner F, Aebischer N (2010) Temporal variations in the singing activity and the detection of Turtle Doves *Streptopelia turtur*: Implications for surveys. *Bird Study* 46(1):74–80. <https://doi.org/10.1080/00063659909461116>
- Catchpole CK, Slater PJB (2008) Bird song biological themes and variations, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge
- Cramp S, Perrins CM (1994) The Birds of the Western Palearctic. Vol. VIII Crows to finches. Oxford University Press, 899 p. Accessed 8 Apr 2021
- Erbrech A (2011) Maturation morpho-fonctionnelle de l'appareil locomoteur chez le poussin de Manchot Royal. PhD Thesis, Strasbourg
- Harrison C. 1977. Les nids, les œufs et les poussins d'Europe en couleurs. Elsevier séquoia, Paris, 430 p.
- Guibert F, Richard-Yris M-A, Lumineau S, et al (2012) Yolk testosterone levels and offspring phenotype correlate with parental age in a precocial bird. *Physiol Behav* 105:242–250
- Kisasa Kafutshi R (2012) Diet of the Malachite Kingfisher *Alcedo cristata* during the breeding period in the Kinshasa area (Democratic Republic of Congo).
- Libois R, Hallet Libois C (1985) Situation critique de populations nicheuses de martin pêcheur (*Alcedo atthis*) après le rude hiver 1984/1985. *Aves* 22:257–264
- Mansouri I, Dakki M, Ousaaïd D, et al (2018) The First Survey Of European Serin chick's Growth Under Natural Conditions: Which Organs Get Maturity Before Nest Leaving. 9(5): 64-73. *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.*
- Mansouri I, Ousaaïd D, Squalli W, et al (2021) New Data on Migration Time, Breeding Phenology, and Breeding Success of European Turtle Doves in Their Highest Breeding Habitats in North Africa. *Int J Zool* 2021:e6629285. <https://doi.org/10.1155/2021/6629285>
- Mansouri I, Ousaaïd D, Squalli W, et al (2020) The turtle dove (*Streptopelia turtur*) in Midelt plain, Morocco: nesting preferences and breeding success versus the impact of predation and agricultural practices. *J Anim Behav Biometeorol* 8:206–214. <https://doi.org/10.31893/jabb.20027>

- Melo AI, Lovic V, Gonzalez A, et al (2006) Maternal and littermate deprivation disrupts maternal behavior and social-learning of food preference in adulthood: Tactile stimulation, nest odor, and social rearing prevent these effects. *Dev Psychobiol J Int Soc Dev Psychobiol* 48:209–219
- Mota P, Depraz V (2004) A Test of the Effect of Male Song on Female Nesting Behaviour in the Serin (*Serinus serinus*): a Field Playback Experiment. *Ethology* 110:841–850. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2004.01032.x>
- O'Connor RJ (1978) Brood reduction in birds: selection for fratricide, infanticide and suicide? *Anim Behav* 26:79–96
- Ouarab S, Thévenot M, Doumandji S (2007) Reproduction du Serin cini *Serinus serinus* (Linné, 1766) dans le parc d'El Harrach et aux abords du marais de Réghaïa, Algérie (Aves, Fringillidae). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2007, n°29, 53-61
- Pennycuik CJ (2008) The feathered wings of birds. *Theor Ecol Ser* 5:105–134
- Pretty J, Bharucha ZP (2014) Sustainable intensification in agricultural systems. *Ann Bot* 114:1571–1596. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>
- Quépat N (1875) Monographie du cini (*Fringilla serinus*, L.)/par Nérée Quépat.
- Ricklefs RE (1973) Patterns of growth in birds. II. Growth rate and mode of development. *Ibis* 115:177–201
- Ruelle M. 1999. Le Serin cini (*Serinus serinus* Linnaeus 1766) et ses cousins, les serins européens, africains et asiatiques. Ed. Flemal, B-Horion-Hozémont, 365 p.
- Senar JC, Copete J (1990) Survival and mean life span of the Serin (*Serinus serinus*). *Bird Study* 37:40–43. <https://doi.org/10.1080/00063659009477036>
- Slater PJB, Ince SA (1979) Cultural evolution in chaffinch song. *Behaviour* 71:146–166
- Thevenot M, Vernon R, Bergier P (2003) The birds of Morocco An annotated checklist
www.oiseaux.net/maps/serin.cini.html

ANNEXES

Annexe 1 : Chronologie de reproduction, dates de nidification, de ponte et d'éclosion

Mois	Construction de nid	Œufs	Poussins
April-02	0	0	0
April-03	4	6	0
May-01	9	24	9
May-02	8	34	17
May-03	8	23	23
June-01	16	40	17
June-02	10	21	33
June-03	7	15	25
July-01	3	1	19
July-02	0	3	3
July-03	0	0	0
August-01	0	0	0
August-02	0	0	0
August-03	0	0	0

Annexe 2 : Emplacement des nids dans les fermes

milieu	péripherie
13	6
10	2
4	0
4	2
2	0
2	0
4	1
5	11
3	18,64%
1	
48	
81,35%	

Annexe 3 : Arbres support des nids

Golden	Starkrimson	Poplar	Wild Rose
9	8	1	1
7	4		
2	2		
3	2		
7	10		
28	26	1	1

Annexe 4 : Diamètres des arbres supports

FRANGE INFE (m)	ARBRE LARG (m)	hauteur arbre (m)	hauteur nid (m)	D FROM CENTER (m)
1,92	3,85	3,95	2,15	0,3
1,2	2,7	4,8	1,71	1,1
1,47	2,2	3,8	2,15	0,75
1,4	3,2	19,6	1,77	1,75
4,5	2,5	5,3	5,44	1,13
1,85	2,5	5,3	2,65	1,13
1,85	2,1	3,6	2,65	0,67
1,51	4,5	6,1	1,7	2,2
1,66	1,98	4,9	2,06	0,65
1,05	2,5	5,35	1,65	1,05
1,35	3,2	3,1	1,6	0,7
1,7	2,35	3,5	1,99	1,25
1,63	2,15	2,7	1,88	0,48
1,2	2,5	3,3	1,67	1,42
0,9	2,7	2,6	1,53	
3,2		5,6	1,65	
1,2			1,73	
1,36	2,2	3,14	1,76	0,73
1,75	2,1	3,15	2,15	0,83
0,25	1,15	1,7	0,586	0,45
1,14	1,65	2,5	1,64	0,4
2,15	2,05	3,9	2,5	0,35
1,05	4,3	4,7	1,82	0,63
0,65	2,25	5,1	2,07	1,97
1,7	2,2	2,5	2,16	1,3
1,3	2,1	3,9	2,07	1,55
1,46	2,2	4,2	1,98	0,6
1,47	3,51	2,9	2,1	1,25
3,25	2,9	4,8	3,8	0,81
2,41	2,8	4,3	2,7	
1,64	2,5	4,6	2,2	
1,33	1,9	4,68	1,9	

Annexe 5 : Diamètres de nid du *Serinus serinus*

Longueur (cm)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)
6	5,3	4,4
12,02	10,3	8,5
7,1	6,2	5,2
8,5	7	10
9,02	8,01	5,3
8,5	8,01	5,3
9	5,5	6,5
8	7	5,1
7,15	5,6	6
9,2	5	5
8,2	6,8	6,1
9,02	8,9	7,1
8,8	7,5	4,5
7,3	8,5	6,5
7,3	6,2	6,7
8,8	6,5	3,2
8,6	7,9	5,01
7	7,01	6,5
8,3	6	6,01

Annexe 6 : Succès reproductif des différentes de la reproduction

Phase	Parameter	Number	%
Nests	Total	65	100
	Succeeded	48	73,84
	Predated	5	7,69
	Deserted	7	10,76
	Destructed	5	7,69
Eggs	Total	167	100
	Succeeded	146	87,42
	Predated	8	4,79
	Deserted	6	3,59
	Destructed	2	1,19
	Unhatched	5	2,99
Chicks	Total	146	100
	Succeeded	137	93,83
	Predated	5	3,42
	Died	4	2,73
	Deserted	0	0

Annexe 7 : Moyenne de la réussite dans les différents sites étudiés

Site	Nests	Eggs	Chicks
1	73,84	87,42	93,83
2	74,65	86,45	94,01
3	74,79	85,54	93,08
4	72,45	89,04	94,56
5	73,21	85,18	92,43
6	76,32	87,45	94,56
7	72,43	84,87	95,62
8	72,05	90,51	93,11
9	72,47	86,09	96,32
10	71,89	88,07	90,43
11	75,91	89,52	93,21
12	72,34	86,64	93,7
13	74,33	88,06	92,59
14	72,45	88,33	94,34
15	74,27	88,21	95,73
Moyenne	73,56	87,4253333	93,8346667

Annexe 7 : Température et précipitation de la zone d'étude en 2016

Température (°C)	Précipitation (mm)
14,8	1,1
14,8	1,1
17,1	1,1
17,1	9
17,1	9
23	9
23	12
23	12
26,6	12
26,6	26,7
26,6	26,7
25,3	18,7
25,3	18,7
25,3	18,7