

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA-Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Biologiques de l'Environnement
Spécialité: Biologie de la Conservation



Réf :

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

MASTER

Thème

Contribution à l'étude de l'écologie de la Sittelle kabyle *Sitta ledanti* dans une forêt caducifoliée à l'Est de Jijel (Algérie).

Présenté par :

Beldjoudi Meriem

Soutenu le : 29 septembre 2021

Devant le jury :

Abdelli Meriem	Présidente	MCB	Univ. Béjaïa
Bougaham Abdelazize Franck	Encadrant	MCA	Univ. Béjaïa
Belbachir-Bazi Amel	Examinatrice	MAA	Univ. Béjaïa
Zemouri Mourad	Invité	Doctorant	Univ. Béjaïa

Année universitaire: 2020 / 2021

Remerciements

Je tiens à remercier mon promoteur, monsieur Bougaham Abdelazize Franck, maître de conférences à l'université de Béjaïa, pour sa précieuse aide, ses orientations et le temps qu'il a accordé pour mon encadrement.

Je tiens à exprimer mes remerciements aux Membre du jury

Madame Abdelli maître de conférences à l'université de Béjaïa d'avoir accepté de présider le jury.

Madame Belbachir enseignante à l'université de Béjaïa, pour son consentement à examiner ce modeste travail et pour son enseignement de qualité et tout le savoir qu'elle nous a transmis.

Je remercie également toute l'équipe du Laboratoire de recherche en écologie et environnement de l'université de Béjaïa. Et monsieur Zemouri doctorant à l'université de Bejaia pour son aide.

Dédicace

Grâce à Dieu le tout puissant, j'ai achevé la réalisation de ce modeste travail
que je tiens très chaleureusement à dédier à :

Mes très chers parents qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes
études et pour leur patience; que Dieu les protègent et les garde pour moi.

A mes Cher(e)s Frères et Sœurs.

A mes Précieux Neveux et Nièces. Et à ma Chère Cheyla.

A toute la promotion de Biologie de la Conservation.

Et à mes chers amis.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	03
1.1. Historique de la découverte de la Sittelle kabyle.....	03
1.2. Statut de conservation de la Sittelle kabyle (législation algérienne et UICN).....	03
1.3. Les menaces et causes du déclin des populations de la Sittelle kabyle.....	04
1.4. Systématique de la Sittelle kabyle.....	05
1.5. Descriptions morphologique.....	05
1.6. Régime alimentaire des animaux.....	07
1.6.1. Régime alimentaire des Sittelles.....	07
1.7. Typologie de l’habitat.....	09
1.8. Taille de la population de <i>Sitta ledanti</i>	11
1.9. Les différents types de régimes alimentaires	11
1.9.1. Régime alimentaire d'origine végétarienne.....	11
1.9.2. Le régime alimentaire carnivore	11
1.9.3. Le régime alimentaire omnivore	12
1.10. Les méthodes utilisées pour étudier le régime alimentaire des animaux.....	12
1.10.1. L’observation directe	12

1.10.2. Technique d'analyse des régimes alimentaires	12
1.10.2.1. Analyse des fèces	12
1.10.2.2. Méthodes des épidermes	13
1.10.2.3 Technique moléculaire dans l'analyse des fèces	15
1.10.2.4. Contenus de tube digestif (stomacaux).....	15
1.10.2.5. Examen des pelotes de régurgitation.....	15
Chapitre II : Zone d'étude.....	17
2.1. Situation géographique et administrative.....	17
2.2. La forêt de Larbaâ	17
2.2.1. Cadre biotique	18
2.2.1.1. La Flore	18
2.2.1.2. La Faune.....	19
2.3. La forêt de Djimla.....	19
2.3.1. Cadre biotique.....	19
2.3.1.1. La Flore.....	19
2.3.1.2. La Faune.....	20
2.4. Hydrographie.....	20
2.5. Cadre abiotique	21
2.5.1. Climat de la forêt Larbaâ et de Djimla.....	21
2.5.2. Température	21

2.5.3. Vent.....	22
2.5.4. Neige.....	22
2.5.5. Précipitations.....	22
2.6. Quotient pluviométrique et climagramme d’Emberger	23
Chapitre III : Méthodologie	25
3.1. Méthode de collecte des sacs fécaux des jeunes de la Sittelle kabyle.....	25
3.2. Conservation des échantillons.....	26
3.3. Étude du régime alimentaire des oisillons de la Sittelle Kabyle.....	26
3.3.1. Analyse des sacs fécaux des jeunes oisillons de la Sittelle kabyle.....	26
3.3.2. Identification et dénombrement des Taxons-proies.....	28
3.3.2.1. Les coléoptères.....	28
3.3.2.2. Les hyménoptères.....	28
3.3.2.3. Les lépidoptères.....	28
3.3.2.4. Les hémiptères.....	28
3.3.2.5. Les dermoptères	30
3.3.2.6. Les araignées	30
3.4. Mensuration des fragments des Taxons-proies.....	30
3.5. Nombre et intervalle de classes.....	31
3.6. Indices écologiques utilisés pour l’exploitation des résultats.....	31
3.6.1. Richesse spécifique.....	31

3.6.1.1. La richesse spécifique totale S	31
3.6.1.2. La richesse spécifique moyenne S_m	31
3.6.2. Notion de fréquence.....	32
3.6.2.1. Fréquence centésimale.....	32
3.6.2.2. Fréquence d'occurrence.....	32
3.6.3. Indice de Costello appliqué au régime alimentaire des jeunes de la Sittelle Kabyle	32
3.6.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	33
Chapitre IV : Résultats et Discussions.....	34
4.1. Composition générale du régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle.....	34
4.1.2. Analyse du régime alimentaire.....	37
4.1.2.1. Fréquence centésimale par classe.....	37
4.1.2.2. Les Fréquences centésimales par ordre.....	38
4.1.2.3. Les fréquences centésimales par famille.....	39
4.1.2.4. Fréquences centésimales et d'occurrences des Taxons-proies.....	40
4.1.2.4.1. Fréquences centésimales.....	41
4.1.2.4.2. Fréquences d'occurrence.....	44
4.1.2.4.3. Taxons-proies potentiels.....	45
4.1.3. Diversité du régime alimentaire des jeunes de la Sittelle kabyle	47
4.1.4. Classes de taille des taxons-proies consommée par les jeunes Sittelles	47

4.1.4.1. Préférences de taxons proies selon les classes de taille	48
---	----

Conclusion	51
-------------------------	-----------

Références bibliographiques

Résumé (Français, Anglais)

Liste des tableaux

Tableau I : Biométrie de la Sittelle kabyle (<i>Sitta ledanti</i>) selon Vielliard (1976).....	07
Tableau II : Températures moyennes corrigées caractérisant les forêts Larbaâ et Djimla (A.N.R.H, 1996).....	22
Tableau III : Inventaire de Taxons-proies consommés par les jeunes de la Sittelle kabyle dans la forêt de la Larbaâ	35
Tableau IV : Inventaire de Taxons-proies consommés par les jeunes de la Sittelle kabyle dans la forêt Djimla	36
Tableau V: La Fréquence centésimale des Taxons-proies de la Sittelle kabyle regroupée par classe	37
Tableau VI : La Fréquences centésimales des Taxons-proies consommés par les jeunes de la Sittelle kabyle par ordre	38
Tableau VII: La Fréquences centésimales des Taxons-proies consommés par les jeunes de la Sittelle kabyle par famille.....	40
Tableau VIII: La Fréquence centésimales (Fc%) et fréquence d'occurrence (Fo%) des Taxons-proies consommés, dans la forêt de Larbaâ, par les oisillons de la Sittelle kabyle	42
Tableau IX : La Fréquence centésimales (Fc%) et fréquence d'occurrence (Fo%) des Taxons- proies consommés, dans la forêts de Djimla, par les oisillons de la Sittelle kabyle...	43
Tableau X: Diversité du régime alimentaire des jeunes de la Sittelle kabyle	47

Tableau XI : La Taille et l'effectif des Taxons-proies rencontrés dans les sacs fécaux de la Sittelle kabyle	48
Tableau XII : La taille et l'effectif de Taxons-proies par classe consommée, dans la forêt de Larbaâ, par les oisillons de la Sittelle kabyle	49
Tableau XIII : La taille et l'effectif de Taxons-proies par classe consommée, dans la forêt de Djimla, par les oisillons de la Sittelle kabyle	50

Liste des figures

Figure 1: Présentation des catégories de l'UICN utilisées à une échelle régionale.....	04
Figure 2: Un couple de Sittelle kabyle ; mâle à droite qui nourrit sa femelle durant la période de ponte.....	06
Figure 3: Apport alimentaire (araignée) d'un mâle de <i>Sitta ledanti</i>	08
Figure 4: Forêt de Chêne Afares à Larbaâ	09
Figure 5: Forêt de Chêne Zéen à Djimla.....	10
Figure 6: Structures épidermiques de divers organes végétaux épigés de la lande.....	14
Figure 7: Une pelote de l'échantillon avant traitement.....	16
Figure 8: Une pelote après dépiautage.....	16
Figure 9: Carte schématique de la localisation géographique de la zone d'étude.....	18
Figure 10: Coupe forestière dans la forêt de Djimla.....	20
Figure 11: Pâturage dans la forêt de Djimla.....	20
Figure 12: Localisation de deux stations de Larbaâ et Djimla sur le Climagramme d'Emberger.....	24
Figure 13: Sac fécal d'un jeune oisillon de la Sittelle kabyle.....	25
Figure 14: Matériels utilisés dans l'analyse des sacs fécaux.....	26

Figure 15: Différentes étapes suivies dans l'analyse des sacs féaux de jeunes oisillons de la Sittelle kabyle.....	26
Figure 16: Différentes parties utilisées pour identifier les coléoptères, les lépidoptères et les dermaptères.....	29
Figure 17 : Différents fragments utilisés pour identifier les hyménoptères et araignées.....	30
Figure 18: Diagramme théorique de Costello (1990) et leur interprétation selon deux axes (la stratégie alimentaire et l'importance des Taxons-proies).....	33
Figure 19: Représentation graphique de Costello des Taxons-proies potentiels, dans la forêt de Larbaâ, des jeunes de la Sittelle kabyle.....	46
Figure 20: Représentation graphique de Costello des Taxons-proies potentiels, dans la forêt de Djimla, des jeunes de la Sittelle kabyle.....	46

Depuis la nuit des temps, les êtres vivants avaient des besoins de base tel que respirer et se nourrir pour survivre. Ils possèdent également des activités métaboliques qui leur permettent de transformer cette nourriture en énergie. Ce besoin fondamental pour la survie a poussé entre autres les animaux à affronter et à exploiter leurs environnements pour combler le besoin de se nourrir.

Chaque espèce a son régime alimentaire bien défini, dans un écosystème bien délimité, d'ailleurs comprendre un régime alimentaire d'un être vivant nous conduit à définir le fonctionnement des écosystèmes ainsi que les ressources.

Afin de comprendre les régimes alimentaires de toutes les espèces, les oiseaux y compris, les scientifiques ont eu recours à plusieurs méthodes telles que l'observation directe, l'analyse des sacs fécaux et l'analyse des composantes du tube digestif, et d'autres méthodes ont vu lumière dans ces dernière années (isotopes stables, Kelly, 2000) qui permettent la connaissance des proies dans les fientes d'oiseaux (Höss *et al.*, 1992; Sutherland, 2000).

La Sittelle kabyle découverte au Djebel Babor par Ledant (1975) et nommé plus tard par Vieilliard (1976) *Sitta ledanti*. Reconnu comme le seul oiseau endémique de l'Algérie, elle est répartie sur 11 secteurs d'habitat distincts en Kabylie des Babors; la forêt mixte à Sapin de Numidie *Abies numidica* et Chêne Zéen *Quercus canariensis* de Djebel Babor (Vieilliard, 1976; Ledant, 1977), les forêts mixtes à Chêne Zéen et Chêne Afarès *Quercus afares* de Guerrouche, de Tamentout, de Djimla, de Larbaâ, de Tloundène, de Tazegzeout et de Bouhanch (Bellatrèche, 1991; Mayache & Moulai, 2018 ; Bougaham *et al.*, 2020), les forêts de Chêne liège de Sendouh et d'El Djarda (Haddad & Afoutni, 2019; Bougaham *et al.*, 2020) et dans les forêts mixtes de Chêne Zéen et Cédre de l'Atlas (Bougaham *et al.*, 2021).

Les études écologiques faites sur la Sittelle kabyle sont basées sur des données requises entre 1976 et 1995 (Vieilliard, 1980 ; Harraps, 1992 ; Bellatrèche & Boubaker, 1995). D'autres études plus approfondies ont été faites sur le comportement d'élevage, la distribution et la taille effective de la population de l'espèce dans la forêt de Djimla (Bougaham *et al.*, 2017 ; Bougaham *et al.*, 2018). L'analyse de son régime alimentaire n'a pas fait objet de recherche poussée, certes il y a quelques données sur le comportement alimentaire limité à des observations libres qui dérivent essentiellement par les études réalisées par Vieilliard en 1978, ainsi que les études de Bellatrèche et Boubaker en 1995 et Ledant et Jacobs en 1977 qui dévoilent que la Sittelle s'alimente d'insectes en été ; les chenilles, les coléoptères et les araignées (Monticelli & Legrand, 2009) et des graines en hiver (Ledant & Jacobs, 1977; Vieilliard, 1978). Récemment, une étude franche sur la composition des sacs fécaux des

Introduction

oisillons de l'espèce dans la forêt de Tamentout a montré que les parents nourrissent leurs petits aux nids essentiellement de coléoptères et de dermaptères (Zemouri *et al.*, 2021).

Dans notre travail l'objectif était de définir le régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle dans deux forêts de Larbaâ et de Djimla, en analysant les sacs fécaux.

Le premier chapitre comporte les données bibliographiques de cet oiseau ainsi que les différentes méthodes utilisées pour définir le régime alimentaire de la Sittelle kabyle. Le deuxième chapitre est consacré à la présentation des sites d'étude. Dans le troisième chapitre, nous avons parlé des méthodes distinctes utilisées au laboratoire et sur terrain. Le quatrième chapitre récapitule les résultats et quelques discussions sur régime alimentaire des jeunes de la Sittelle kabyle. Au final, une conclusion englobe et résume notre travail.

1.1. Historique de la découverte de la Sittelle kabyle

La Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*), est une espèce d'oiseaux forestière de la famille des Sittidae (Bellatrèche, 1994). En 1975, le scientifique belge nommé Jean-Paul Ledant (enseignant chercheur à l'Institut National d'Agronomie d'El-Harrach, Algérie), fait la découverte d'une nouvelle espèce de sittelle, observée par ce dernier sur les sommets des Babors (Mont Babor) (Ledant, 1977). Dénommée et reconnue *Sitta ledanti* une année après par Jacques Vielliard. Ce dernier a donné le nom scientifique de l'espèce d'une façon à rendre hommage à son premier observateur (Ledant) *Sitta ledanti* et le nom en français par rapport à la zone de sa distribution biogéographique qui est la Kabylie des Babors (Vielliard, 1976a). Les scientifiques pensaient que cette espèce est endémique et limitée dans cette forêt à 2004m.d'altitude et que son biotope relié à la chênaie sapinière avec de vieux cèdres et un sous-bois dense au dessus de (1900m.) (Vielliard, 1978). Ce petit oiseau de cette région n'existe nulle part ailleurs dans le monde, n'était connu auparavant qu'au Djebel Babor (Sétif, Algérie) en 1975, puis redécouverte dans les forêts du Gerrouche à Jijel par Chalabi (1989), ensuite à un mois d'intervalle dans les forêts de Tamentout (Bellatrèche, 1990) et Djimla, entre Sétif, Jijel et Mila par Bellatrèche et Chalabi (1990). Un autre nouvel habitat a été découvert dans les forêts de Larbaâ (Moulaï & Mayache, 2018). Trois membres de l'association ornithologique AquaCirta de Constantine ont pu l'observer le 24 septembre de l'année 2018 (Haddad & Afoutni, 2019). La Sittelle kabyle a été observé également dans les forêts de Tloudène, Tazegzeout, Sendouh et Bouhanch (Bougaham *et al.*, 2020; Mayache *et al.*, 2021). Et enfin, la Sittelle a été retrouvée à Tababort dans la wilaya de Béjaïa (Bougaham *et al.*, 2021).

1.2. Statut de Conservation de la Sittelle kabyle (législation algérienne et UICN)

La Sittelle kabyle est une espèce protégée. Elle bénéficie de ce statut de protection depuis 1983 via le décret n°83-509 du 20 août 1983 correspondant aux espèces animales non domestiques protégées (J.O.R.A., 2012). Cette espèce est aussi menacée. L'aire de distribution réduite (Vielliard, 1976) est l'une des causes de cette menace, la pression humaine, l'évolution défavorable des habitats forestiers ainsi que les changements climatiques, mais c'est surtout la pression humaine (tel que les coupes illégale de bois, le silence des responsables sur plusieurs enjeux...ect) (Ledant, 1985; Bellatrèche, 1994). La Sittelle kabyle connaît toujours une faible population; les effectifs ne dépassent pas 1000 individus (Harraps, 1992). Par conséquent, elle est considérée comme une espèce menacée (T) en 1988, ensuite elle a été classée à la catégorie

« En Danger » (EN) (Fig.1). L'espèce n'as pas changé de statut et reste dans la même catégorie et cela depuis 1994. Elle suit la référence B1 ab (iii, v), C2a (i) ver 3.1 de la liste rouge des espèces menacées de l'UICN 2012.

- B1 : signifie que la zone d'occurrence de l'espèce est inférieure à 100Km².
- a : signifie que la population est gravement fragmentée.
- b (iii, v) : déclin observé à partir de (iii) (la superficie, le large et la qualité de l'habitat de l'espèce.
- v : nombre d'individus mature.

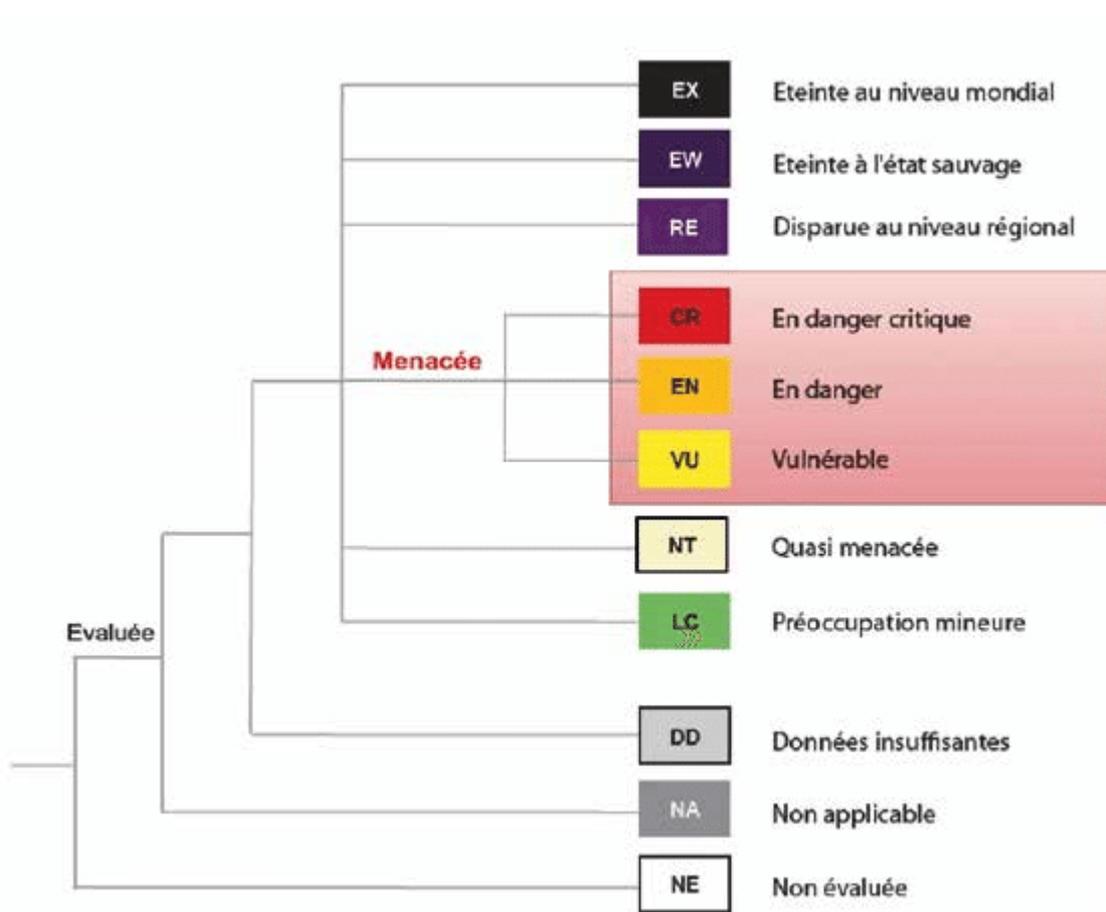


Figure 1 : Présentation des catégories de l'UICN utilisées à une échelle régionale (UICN, 2012)

1.3. Les menaces et causes du déclin des populations de la Sittelle kabyle

L'aire de la distribution de la Sittelle kabyle reste trop restreinte due au manque de recherche et études faite sur cette espèce d'oiseau (Monticelli & Legrand, 2009). Son effectif est très réduit et ses populations sont en déclin continu. L'homme ne cesse pas de détruire son habitat,

cela causera son extinction un jour. La dégradation de ses habitats est causée par la fragmentation, les incendies naturels ou d'origine anthropique surtout ceux provoqués durant l'époque des guerres, les coupes illicites du bois par les riverains (Bougaham *et al.*, 2018). En plus, les problèmes de gardiennages, l'érosion du sol due à la déforestation ce qui provoque le manque de régénérations des Chênaies et le changement climatique, c'est facteurs représentent les causes majeures de déclin des effectifs de l'espèce (Ledant, 1981). Ceci provoque une énorme inquiétude sur la chute de l'effectif de la Sittelle kabyle, surtout dans la partie occidentale de la forêt de Guerrouche, où Moulai *et al.* (2017), apportent qu'elle est exposée à de nouveaux dangers, parmi ces risques ils citent:

- Travaux hydrauliques avec une implantation d'une citerne d'eau au sommet de Djbel El kern.
- Morcellement de plusieurs zones de la forêt pour donner une bonne transparence aux militaires du secteur.
- Création d'une piste et installation d'une route praticable par les véhicules en plein milieu de la forêt.
- Installation d'une conduite de gaz ou l'électricité dans les villages voisins comme a Selma et El-Aouana.

1.4. Systématique de la Sittelle kabyle

Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Classe	Aves
Ordre	Passeriformes
Famille	Sittidae
Genre	<i>Sitta</i>
Espèce	<i>Sittaledanti</i> (Vielliard, 1976)

1.5. Description morphologique

C'est un oiseau de taille moyenne, mesurant entre 11,5 et 12,5 cm (Svensson, 2010), pour une masse de 16,5 g pour la femelle et elle possède une longueur allaires de 81 mm, pour le mâle pèse 18 g et 79 mm de longueur allaires (Vielliard, 1976). Elle est plus petite que la Sittelle torchepot (*Sitta europaea*), mais un peu plus grande que la Sittelle corse (*Sitta whiteheadi*). Les parties supérieures et les ailes sont d'un gris bleuté, l'œil est traversé par une ligne noire

qui s'élargit légèrement en arrière sur les couvertures parotiques. Les deux sexes ont un iris brun noir, et qui est surmonté d'un long sourcil blanc, les joues, le menton et la gorge sont de couleur blanche, la queue est marquée sur le côté d'une petite bande blanche sub-terminale, bordée de beige à l'extrémité, le bec est long, gris à peine retroussé vers le haut, il est plus épais et plus caréné chez le mâle que chez la femelle (Fig.2); les tarsi et les doigts sont grisâtres et bien développés. On remarque un dimorphisme sexuel, mais peu prononcé. Le mâle a le plumage plus coloré et plus contrasté. On le reconnaît avant tout à l'avant de la calotte très noir jusqu'au niveau des yeux, nettement délimité du bleu qui suit. Un bandeau noir court le long de la tête du bec jusqu'au dessus de l'oreille, incluant l'œil en arrière. Ce bandeau est surligné par un net sourcil blanc et contraste avec les joues pâles. Chez la femelle, le noir de la calotte est moins pur, nettement moins étendu et moins bien délimité, et le trait oculaire moins appuyé. Le sourcil est plus crème. Précisons que ces caractéristiques de plumage ne deviennent évidentes qu'à l'usure. Le juvénile ressemble à la femelle, avec des caractères encore moins tranchés, bandeau et sourcil peu nets, calotte concolore au manteau, lui-même plus pâle et moins bleu. Le dimorphisme sexuel semble déjà exister chez les jeunes, du même ordre que chez l'adulte (Bougaham *et al.*, 2017).



Figure 2 : Un couple de Sittelle kabyle ; mâle à droite qui nourrit sa femelle durant la période de ponte (Cliché: Bougaham).

Les données relatives aux mensurations moyennes de la Sittelle kabyle, sont illustrées dans le tableau I, suivant :

Tableau I: Biométrie de la Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*) selon Vielliard (1976)

Sexe Grandeurs Physiques	Mâle	Femelle
Longueur	11,5-12,5cm	11,5-12,5cm
Poids	18,0g	16,5g
Envergure	81mm	79mm
Culmen	16mm	16mm
Tarse	19mm	19mm

1.6. Régime alimentaire des animaux

Le régime alimentaire d'un animal est l'ensemble des substances alimentaires qui sont ingérées en formant des habitudes ou des comportements nutritionnels des animaux et qui fait partie de leur mode de vie, chaque espèce a son régime alimentaire spécifique, mais parfois il varie en fonction des conditions de leurs habitats, ou au cours de son cycle de développement, et d'autres qui ont un régime alimentaire qui varie avec les saisons. En effet, la niche trophique et la diversité des proies disponibles varient. L'étude des comportements alimentaires des espèces animales fournit des données clés pour comprendre leur écologie, leur évolution et leur conservation (Symondson, 2002; Krahn *et al.*, 2007).

1.6.1. Régime alimentaire des sittelles

Le régime alimentaire des sittelles a été établi à partir d'observations directes (Cramps *et al.*, 1993): les études qui ont été réalisées sur ce régime sont peu nombreuses et qui se limitent à des observations occasionnelles, ont montré que les sittelles sont en général insectivores et granivores.

- Au printemps et en été, les sittelles consomment des invertébrés comme les insectes (larves et adultes) tels que les hyménoptères, les diptères, les coléoptères, les lépidoptères et les arachnides.

- A l'automne et en hiver, elles privilégient les graines de Pin laricio (*Pinus nigra*), par exemple, qu'elles consomment sur les cônes dès leur ouverture ou bien au sol, lorsque ceux-ci se sont libérés de leurs graines, ou encore après les avoir cachées, derrière les écorces ou après les avoir

recouvertes de fragments d'écorce ou de Lichen, sur les grosses branches. Elles se nourrissent d'insectes beaucoup plus (chenille et coléoptère, hyménoptère, etc.) et d'araignées (Monticelli & Legrand, 2009), qu'elles trouvent dans la branche d'arbre des Chênes Zéen (*Quercus canariensis*) au quelle elles ont des préférences (Ledant *et al.*, 1985; Gatter & Mattes, 1979; Bellatrèche, 1994). Dans la saison hivernale elles se nourrissent principalement des grains (gland, grains de Cèdre et de Sapin) (Ledant & Jacobs, 1977; Vielliard, 1978). La Sittelle à poitrine rousse (*Sitta canadensis*) est considérée comme glaneur de tronc, bien qu'elle attrape occasionnellement des insectes au vol, un peu à la manière des moucherolles (Bent, 1964; Franzreb & Ohmart, 1978). En automne et en hiver, elle se nourrit presque exclusivement de graines extraites des cônes de Sapin, d'épinette, de Pin ou de Pruche (Bent, 1964; Kilham, 1975; Terres, 1980; Godfrey, 1986). Chez la Sittelle kabyle, le régime alimentaire de la population de cette espèce dans la forêt de Tamentout est composé généralement par les dermaptères, les coléoptères et les araignées (Fig. 3) (Zemouri *et al.*, 2021). Le Dermaptère *Forficula auricularia* est la proie potentielle pour nourrir ses oisillons aux nids.



Figure3 : Apport alimentaire (araignée) d'un mâle de *Sitta ledanti*
(Cliché: Zemouri).

1.7. Typologie de l'habitat

Les biotopes où fut découverte la Sittelle kabyle sont des futaies de Chêne Zéen (*Quercus canariensis*), de Chêne Afarès (*Quercus afares*) et de Chêne Liège (*Quercus suber*), à l'exception du Djebel Babor, composé d'un mélange du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) de Chêne Zéen et de Sapin de Numidie (*Abies numidica*) (Bellatrèche, 1994) (Fig. 4, 5). Il semblerait que l'habitat de prédilection de la Sittelle kabyle soit entre 350 et 1120m. d'altitude dans les chênaies, notamment ceux de Chêne Zéen (Bellatrèche, 1994). Dans les forêts mixtes de chênes, peupliers (*Populus tremula*) et conifères à partir de 2000m. d'altitude (Ledant *et al.*, 1985).



Figure 4 : Forêt de Chêne Afarès à Larbaâ (Cliché: Zemouri).



Figure 5 : Forêt de Chêne Zéen à Djimla (Cliché: Zemouri).

Contrairement à d'autres passereaux, la Sittelle kabyle évite les formations forestières dégradées (maquis, garrigues, y compris le maquis arboré). C'est une espèce typiquement forestière des formations arborées climaciques ou sub-climaciques (Bellatrèche, 1994). Ce dernier auteur rajoute que la Sittelle kabyle doit être considérée comme un excellent bio-indicateur des chênaies caducifoliées et sclérophylles de la Kabylie des Babors.

Quant aux exigences d'habitat Ledant *et al.* (1985) ont montré que la diversité des espèces d'arbres, la grosseur (ou l'âge) des arbres qui sert notamment à la nidification, et probablement à la couverture d'épiphytes dans laquelle la Sittelle chasse, sont des facteurs favorables pour la Sittelle kabyle au sein de la forêt du Mont Babor. Aussi, L'étude faite par Bellatrèche

et Boubaker (1995), corrobore les observations de Ledant *et al.* (1985) et celles de Gatter et Mattes (1979) qui montre que la zénaie attire davantage l'oiseau, notamment lors de la quête alimentaire.

1.8. Taille de la population de *Sitta ledanti*

Le territoire de répartition de la Sittelle kabyle est partagé et très étroit :

- Au Babor, les recherches estiment une population d'environ 12 couples en 1976 ce qui a donner une classification de la Sittelle kabyle dont la case des oiseaux les plus rare au monde (Vielliard, 1976 & Ledant, 1977) par contre et au même champ d'occupation, la population est augmentée à 80 couples environ sur une surface de presque 2,5 km² (Ledant *et al.*, 1985).
- À la forêt de Guerrouche, on trouvait 91 oiseaux repartis sur une aire de 800 ha (Bellatrèche & Chalabi, 1990), 18 individus vu en 2016 sur un champ de 300 ha de superficie (Moulaï *et al.*, 2017).
- Au Tamentout et Djimla, le nombre d'oiseaux constaté est supérieur à celui des Babors et presque semblable à celui détectée à la forêt de Guerrouche (Bellatrèche & Chalabi, 1990).

1.9. Les différents types de régimes alimentaires

Chaque espèce se caractérise par un régime alimentaire particulier. Les animaux sont dépendant d'une ou plusieurs autres espèces animales ou végétales ou encore les deux à la fois. On distingue plusieurs régimes alimentaires selon le type d'aliments consommés.

1.9.1. Le régime alimentaire d'origine végétarienne

Les végétariens (ou phytophages) ne s'alimentent que des végétaux. Ils incluent les herbivores comme le Lapin (*Oryctolagus cuniculus*), les frugivores (fruits) comme le Singe magot (*Macaca sylvanus*), les granivores (graines) comme le verdier d'Europe (*Chloris chloris*), les nectarivores (nectar des fleurs) comme le Papillon, les xylophages (bois) et les saprophages (bois mort).

1.9.2. Le régime alimentaire carnivore

Les carnivores (ou zoophages) se nourrissent d'autres animaux. Ils incluent les piscivores (poissons), les insectivores (les insectes) et les hématophages (sang).

1.9.3. Le régime alimentaire omnivore

D'autres animaux ont un régime alimentaire omnivore. Ils se nourrissent à la fois d'aliments d'origine animale et d'aliments d'origine végétale, à l'exemple de l'Ours brun *Ursus arctos*. Le régime alimentaire omnivore est parfois très spécialisé: les "planctophages" qui ne consomment que du plancton animal et végétal (la Baleine blanche *Delphinapterus leucas*).

1.10. Les méthodes utilisées pour étudier le régime alimentaire des animaux

Plusieurs méthodes ont été développées pour inventorier les ressources alimentaires utilisées par les animaux en milieux naturels ou en captivité (Short, 1981).

1.10.1. L'observation directe

Cette méthode consiste à observer, à l'aide de jumelles, des animaux en quête de nourriture; l'observateur tente ensuite d'identifier la végétation abrutie et d'estimer les quantités prélevées (Ahlen, 1965; Dzieciolowski, 1969; Klötzli, 1965). On peut également faire appel à des animaux domestiques et les observer à très courte distance (à proximité immédiate de la tête de l'animal, parfois). L'observation donne des informations très précises comprenant aussi l'âge, la taille, le sexe de la proie. Mais ces techniques ne sont pas opérationnelles pour étudier de très nombreux individus. Il est possible de trouver des traces de repas qui fournissent des indices précis sur le type d'aliments consommés. Ainsi l'observation directe connaît des limites quant à la possibilité d'observation continue des animaux, dans le temps et dans l'espace.

1.10.2. Technique d'analyse des régimes alimentaires

1.10.2.1. Analyse des fèces

Le principe de cette méthode repose sur l'hypothèse que l'on retrouve dans les fèces des fragments végétaux et animaux non digérés: poils, os, dents, plumes et écailles, caractéristiques des espèces végétales et animales consommées, qu'on peut identifier par comparaison

à un catalogue de référence de ces structures microscopiques. Cet échantillonnage ne permet pas de différencier d'éventuelles variations de régime entre les sexes ou les différentes classes d'âge. Cette méthode offre plusieurs avantages importants. Elle ne nécessite pas la capture de l'animal, souvent difficile, parfois impossible (oiseau non gibier). De ce fait, elle n'est limitée ni dans le temps ni dans l'espace: la collecte peut-être réalisée en dehors des périodes et des zones de chasse et la densité des fientes fournit des indications précieuses sur l'intensité d'utilisation des différents milieux. Enfin, elle est actuellement le moyen le plus sûr pour estimer les besoins quantitatifs de nourriture des oiseaux dans la nature (Ebbinge *et al.*, 1975).

1.10.2.2. Méthodes des épidermes

Cette méthode basée sur les caractéristiques micro-anatomiques et chimiques des cellules épidermiques permet d'identifier, dans les fèces de l'animal étudié, les fragments d'épiderme recouvert d'une cuticule formée par la polymérisation de substances grasses insaturées. Les fèces contiennent tous les fragments d'épiderme des espèces végétales consommées (Hercus, 1960). A partir de ces fragments on peut obtenir des informations sur la nature des plantes consommées malgré les effets de la digestion. Plusieurs clés d'identification des espèces ont été mises au point (Prat, 1931; Croker, 1959; Brusven & Mulkern, 1960; Storr, 1961) d'après la forme, la taille et la disposition des cellules, les dimensions et les répartitions des trichomes, des stomates, des aspérités, des corps siliceux. Ces clés, peu précises, n'intéressent que quelques espèces végétales, qui ne sont guère utilisables. Il s'est donc avéré nécessaire d'établir un catalogue de référence des épidermes des principales espèces végétales présentes sur les zones d'étude. Pour chaque espèce étudiée, il est indispensable de prélever des fragments d'épidermes sur les différentes parties de la plante (tige, feuille, inflorescence), l'agencement des cellules épidermiques variant de l'une à l'autre (Davies, 1959; Brusven & Mulkern, 1960; Storr, 1961) (Fig. 6).

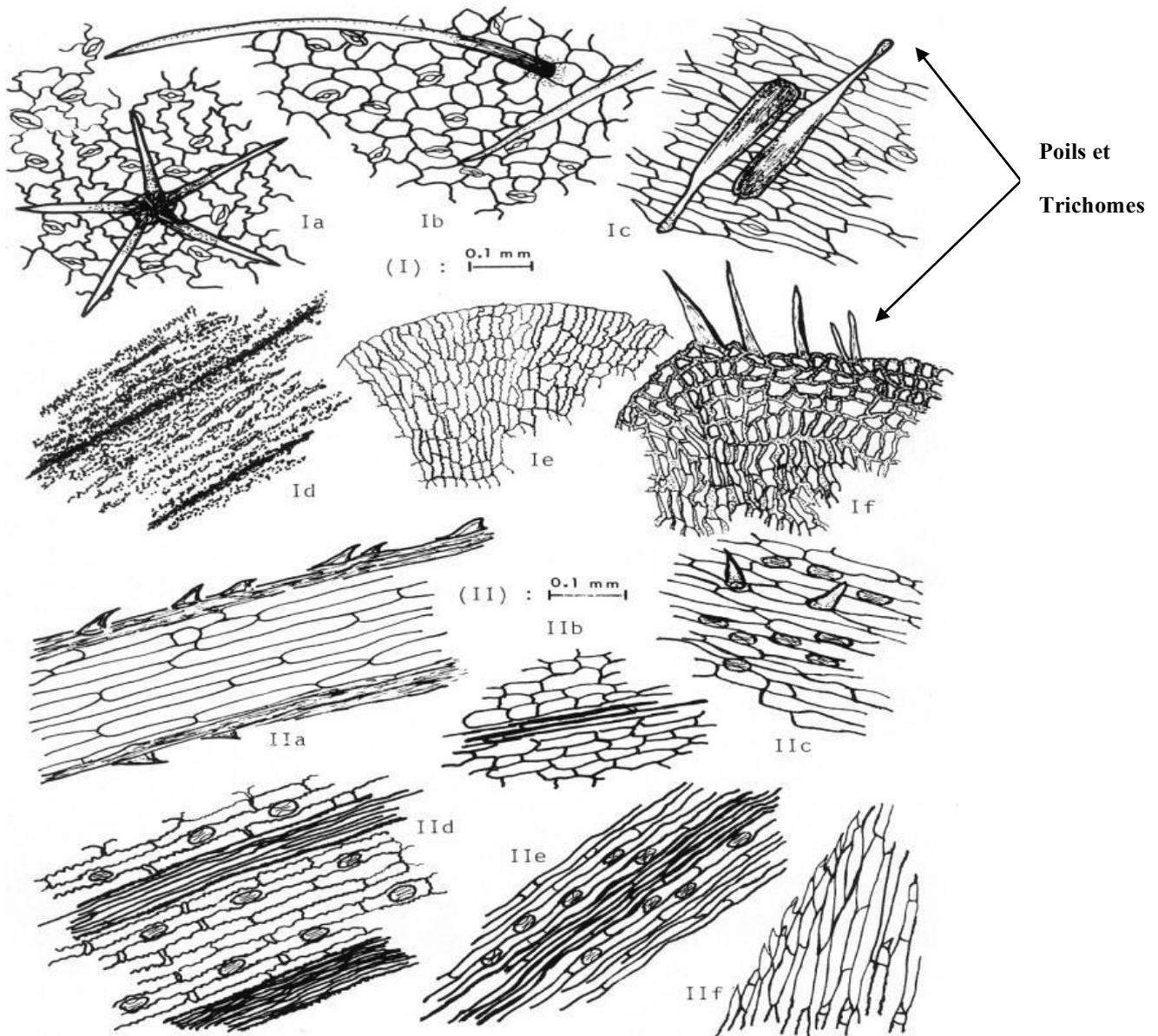


Figure 6 : Structures épidermiques de divers organes végétaux épigés de la lande (France) (Butet, 1985).

I : *Tuberaria guttata* (Dicotylédone Cistaceae). II : *Aira praecox* (monocotylédone graminée).

a : feuille (face adaxiale)

a : limbe (face abaxiale)

b : feuille (face abaxiale)

b : gaine (face adaxiale)

c : tige, d : pétale

c : limbe (face adaxiale)

d : étamine (anthère)

d : gaine (face abaxiale)

e : hampe

f : tissu péricarpique externe f : glume de l'inflorescence.

1.10.2.3. Technique moléculaire dans l'analyse des fèces

C'est une méthode basée sur l'ADN pour étudier l'alimentation des animaux grâce à l'analyse de l'ADN des aliments récupéré des fèces. Dans la plupart des cas, l'ADN est amplifié à l'aide d'amorces spécifiques à une espèce ou à un groupe (Jarman *et al.*, 2004), parfois suivi d'un clonage et d'un séquençage (par exemple Deagle *et al.*, 2007). L'analyse moléculaire des fèces fournit des données plus fiables et plus précises (Höss *et al.*, 1992; Kohn & Wayne, 1997; Waits & Paetkau, 2005). Cette approche est particulièrement efficace pour les espèces difficilement observables et menacées. Une approche appliquée est le code à barres de l'ADN alimentaire. Cela implique l'amplification par PCR de marqueurs appropriés à partir d'échantillons alimentaires, le séquençage des amplicons résultants et l'identification des séquences par comparaison à une base de données de référence (par exemple Hofreiter *et al.*, 2000; Passmore *et al.*, 2006; Bradley *et al.*, 2007; Deagle *et al.*, 2007; Clare *et al.*, 2009).

1.10.2.4. Contenus de tube digestif (stomacaux)

C'est la méthode la plus utilisée, consiste à capturer l'animal ou à trouver un cadavre frais, (le contenu digestif se détériore très rapidement après le décès), puis prélever et examiner une partie du contenu du rumen. Il est souvent difficile d'obtenir de grands échantillons avec cette méthode intrusive mais elle permet d'acquérir facilement des paramètres individuels tel que l'âge et le sexe. L'échantillonnage par la chasse peut en outre favoriser la collecte d'individus en mauvais état physiologique, faibles ou malades (saturnisme) dont le régime alimentaire peut être différent. Les avantages de cette méthode sont néanmoins très importants. Elle s'applique à toutes les espèces et non pas préférentiellement aux herbivores. Il est possible d'établir une relation précise entre la nature du contenu et l'identité de l'oiseau. Le nombre de contenus stomacaux collectés pour chaque espèce est nécessairement limité, ce qui implique un échantillonnage rigoureux (Campredon *et al.*, 1982) partiellement accessibles.

1.10.2.5. Examen des pelotes de régurgitation

Les pelotes de réjection ou pelotes de régurgitation des oiseaux sont des boulettes faites des débris non digérés des proies, et rejetées périodiquement par le bec (Fig.7). Elles sont composées de poils, de plumes, d'os, de pièces chitineuses des insectes, de fragments de coquilles de mollusques et même de morceaux de plantes que les enzymes n'ont pu digérer.

Les éléments indigestes des proies ingérés sont rassemblés dans le gésier et rejetés sous la forme de pelotes (Fig.8). L'analyse des régurgitât, méthode à la fois élégante et efficace, permet la récolte rapide d'un matériel abondant sans porter préjudice aux animaux étudiés et elle a largement contribué à la connaissance des régimes alimentaires de certaines espèces notamment des rapaces (Libois *et al.*, 1983).L'identification du contenu de ces pelotes (notamment des fragments de coquille) est alors possible, mais certains types de proies peuvent ne pas laisser de trace et échapper ainsi totalement à l'analyse (Souttou, 2002).



Figure 7 : Une pelote de l'échantillon avant traitement.



Figure 8 : Une pelote après dépiautage (Cacciani, 2004).

2.1. Situation géographique et administrative

La Sittelle kabyle est une espèce endémique de l'Algérie, ses populations se répartissent sur onze stations qui se situent dans le secteur biographique de la Kabylie des Babors: le massif de Guerrouche, le mont Babor, la forêt de Tamentout, la forêt de Ghabb et Ezzen (Larbaâ), la forêt de Djimla, la forêt El Djarda, la forêt de Tababort, la forêt de Bouhanch, la forêt de Tloudène, la forêt de Tazegzeout, la forêt de Sendouh. En ayant une distanciation entre elles c'est-à-dire sur une continuité écologique (Moulai & Mayache, 2018).

Les massifs montagneux de la région Kabyle sont formés par des grès et des terrains anciens siliceux, au relief calcaire sur les crêtes et les hauts sommets, ce qui leur imprime une vocation essentiellement forestière, toute la Kabylie des Babors est dominée par des terrains du crétacé (Bellatrèche, 1994). Ces terrains sont surtout représentés par des grès, des marnes, des schistes et de nombreux îlots calcaires du lias (jurassique). En basse altitude près de la côte, les terrains sont constitués de marne, d'argile et de gypse.

La forêt de Ghabbet Ezzen Lakehel administrativement appelée «Larbaâ de la forêt domaniale de Beni Affeur» est située à 10 km au Nord de la forêt de Djimla, sa superficie couvre les 700 ha environ. Du point de vue topographique, le secteur de Ghabb et Ezzen est situé à 14 km au Nord-Est de Tamentout ; 26 km au Sud-Est de Guerrouche et 40 km au Nord-Est de Babor. Par contre, La forêt de Djimla ou de Bouafroune est sur le large Nord-Est de l'Algérie, à environ 5 km du massif de Tamentout (plus de 700 mètres d'altitude), avec une superficie d'environ 1000 ha et son sommet le plus haut est 1349 m d'altitude (Bougaham *et al.*, 2018 ; Moulai & Mayache, 2018).

2.2. La forêt de Larbaâ

La forêt de Ghabbet Ezzen Lakehel, administrativement appelée Larbaâ de la forêt domaniale de Beni Affeur est située à 10 km au Nord de la forêt Djimla, 26 km au Sud-est de la forêt de Guerrouche et 40 km au nord de Babor et localisée entre les communes de Chahna et d'Oudjana, qui appartiennent à la Daïra de Taher de la Wilaya de Jijel (Fig. 9). Cette forêt est séparée de celle de la forêt de Djimla par le Mont Bouaaza qui culmine au pic de Djebel Bouaaza à 1540 m (Moulai & Mayache, 2018). Elle est située entre 800 et 1200 mètres d'altitude couvrant une superficie de 700 ha.

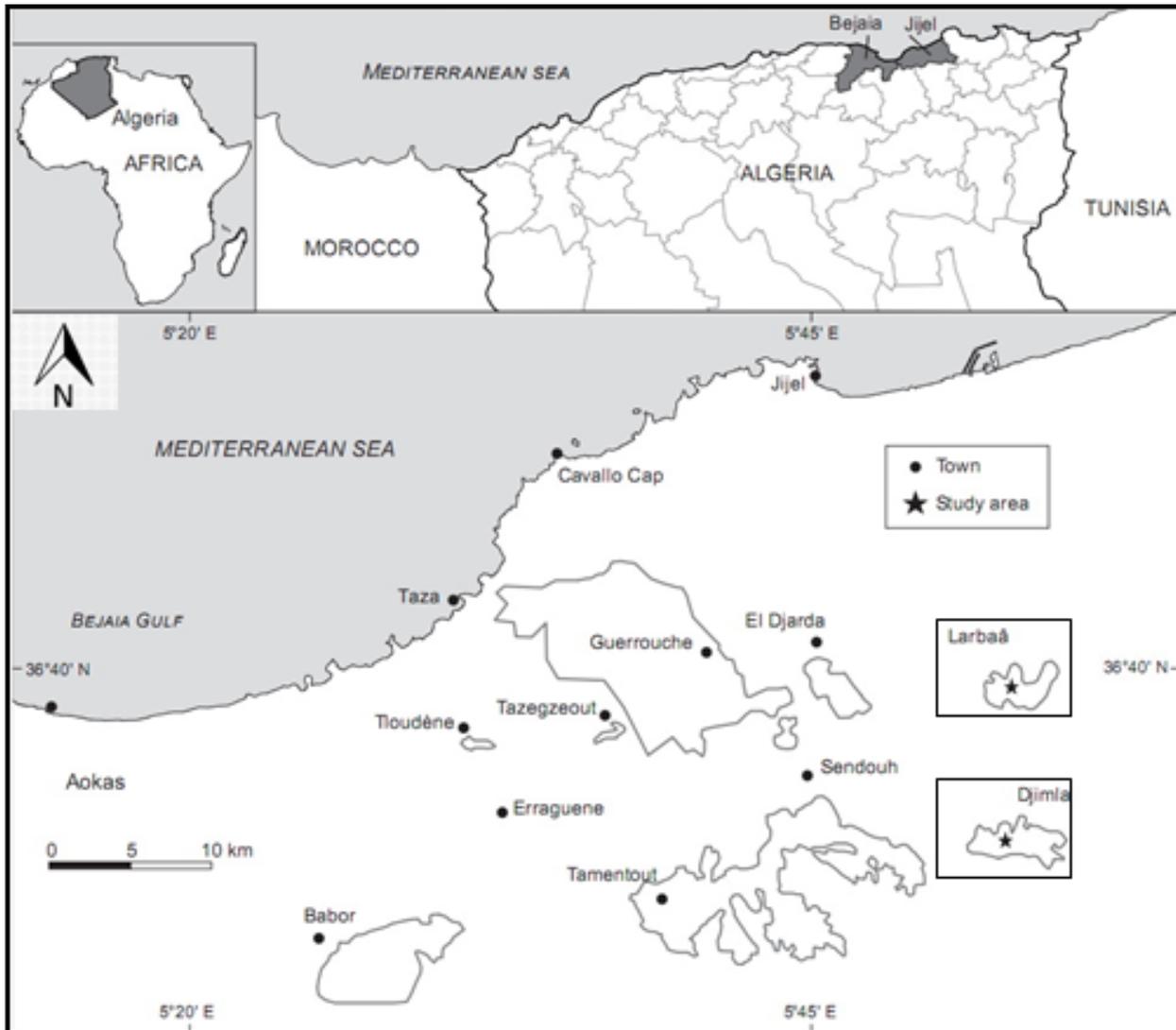


Figure 9 : Carte schématique de la localisation géographique de la zone d'étude (Zemouri *et al.*, 2021) (modifiée).

2.2.1. Cadre biotique

2.2.1.1. La Flore

La végétation de la forêt Larbaâ est représentée par une vieille futaie de Chêne Afares (*Quercus afares*) et ceinturée par une bande d'arbre de Chêne liège (*Quercus suber*). Elle est formée essentiellement de trois strates:

- La strate arborée est formée par le chêne afarès (*Quercus afares*), le chêne zéen (*Quercus canariensis*), le chêne liège (*Quercus suber*), Merisier sauvage (*Prunus avium*), l'érable champêtre (*Acer campestre*, *Acer obtusatum*). Le long des cours d'eau qui traversent cette forêt, on note la présence d'une ripisylve formée principalement par des arbres d'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*). On trouve par endroit, des arbres hybrides entre *Quercus suber* et *Quercus afares*.
- La strate arbustive est composée essentiellement par Bruyère blanche (*Erica arborea*), le Calicotome épineux ou cytise épineux (*Calicotome spinosa*), Cytise à longues grappes (*Cytisus villosus*), Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*), Ampélodesme de Mauritanie (*Ampelodesmos mauritanicus*), Ronce à feuilles d'Orme (*Rubus ulmifolius*), et le grand houx (*Ilex aquifolium*).
- La strate herbacée est assez diversifiée en espèces végétales inventoriées dans la forêt de Larbaâ exemple: Sélaginelle denticulée (*Selaginella denticulata*), Capillaire des murailles (*Asplenium trichomanes*), Polystic à frondes soyeuses (*Polystichum setiferum*).

2.2.1.2. La Faune

La forêt de Larbaâ est caractérisée par une diversité faunique et des espèces importantes dont la Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*) l'espèce endémique. Selon les études et des observations, cette forêt est remarquable par une diversité de l'avifaune, dont les oiseaux nicheurs et forestiers qui occupent le même territoire. Les espèces animales qui ont été observées sont *Sus scrofa*, le loup doré d'Afrique du nord (*Canis anthus*), le lièvre (*Lepus*) et le Porc épic (*Erethizon dorsatum*).

2.3. La forêt de Djimla

La forêt de Djimla est située au Nord-Est de l'Algérie, sur le domaine de la wilaya de Jijel et dans la commune de Djimla à 30 km au Sud de la ville de Jijel et à environ 5 kilomètres du massif de Tamentout (Fig. 9). Cette forêt fait partie de la chaîne montagneuse de l'Atlas Tellien, elle a une superficie d'environ 1000 hectares et son plus haut sommet culmine à 1349 mètres d'altitude (Announ, 2018 ; Bougaham *et al.*, 2018).

2.3.1. Cadre biotique

2.3.1.1. La Flore

La forêt de Djimla est caractérisée par une végétation formée essentiellement par le Chêne Zéen (*Quercus canariensis*) qui occupe les hautes altitudes et par le Chêne-afarès (*Quercus afares*) qui occupe les basses altitudes, les parties intermédiaires de la forêt sont occupées par des formations forestières mélangées de Chêne Afarès et Chêne Zéen. Ces formations forestières ont la particularité d'être presque dépourvues de sous-bois et caractérisée aussi par une végétation herbacée qui est souvent moins développée (Fig. 10, 11).

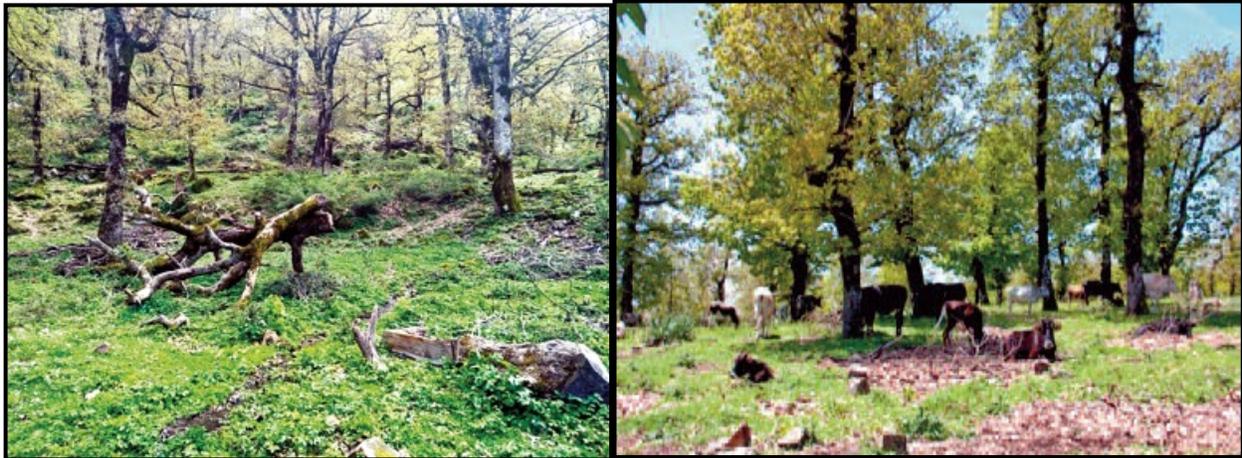


Figure10 : Coupe forestière dans la forêt de Djimla.
(Bougaham *et al.*, 2018)

Figure11 : Pâturage dans la forêt de Djimla.
(Bougaham *et al.*, 2018)

2.3.1.2. La Faune

Après des études et des observations qui ont été faites, la forêt Djimla est connue par une diversité faunique et des populations fauniques à des densités moins élevées dont la Sittelle kabyle. Les espèces animales qui ont été observées sont *Sus scrofa*, le loup doré d'Afrique du nord, le lièvre et le Porc épic (*Erethizon dorsatum*).

2.4. Hydrographie

La région étudiée est caractérisée par un réseau hydrographique assez important en relation surtout avec la lame d'eau précipitée durant l'année, ce réseau est représenté par les différents

drains alimentés surtout par un important chevelu hydrographique composé de ruissellements de surfaces et de la fonte des neiges de l'arrière-pays montagneux. Ces drains alimentent eux même les principaux Oueds de la région (Oued Djen-Djen et Oued El Agrem). Ce réseau hydrographique a permis la construction de l'important barrage de Tabellout.

Les forêts de Larbaâ et Djimla est parcourue par de nombreux affluents. On note ainsi la présence de deux grandes retenues collinaires constitué d'une digue enterre pour stocker une part des écoulements d'eaux.

2.5. Cadre abiotique

Il comporte ici une petite synthèse sur l'ensemble des facteurs topographiques, liés aux conditions climatiques (températures, précipitations et synthèse bioclimatique); qui caractérisent les forêts de Larbaâ et de Djimla.

2.5.1. Climat de la forêt Larbaâ et de Djimla

Jijel est située au Nord-Est de l'Algérie. Le relief de cette wilaya est principalement montagneux, elle compte d'ailleurs les plus grandes forêts de lièges en Algérie dont le parc national de Taza.

Cette région de la petite Kabylie, du littoral est connue pour la splendeur de ses paysages (la mer, les reliefs, les forêts, les grottes). La forêt de Larbaâ se situe à une altitude presque équivalente de celle de Djimla, les deux bénéficient d'un climat tempéré avec un hiver froid (basses températures) caractéristique des zones méditerranéennes, et un été chaud, sec (températures élevées) (Mayache, 2018).

Selon la station climatique de l'ONM (Office National Météorologique, 2012), Août est le mois le plus chaud avec des températures qui atteignent 23,7 °C. Février est le mois le plus froid avec une température qui ne dépasse pas les 2,2 °C (Mayache, 2018).

2.5.2. Température

Sur une période de 28 ans (l'A.N.R.H, 1985-2013), période pratiquement trentenaire, les données thermiques exploitées sur cette durée suffisantes afin que les moyennes soient statistiquement significatives (Ripert & Ladier, 2005). Selon Choisnel (1989), une période de 30

ans permet de « filtrer » les fluctuations climatiques. Et selon Seltzer (1946); les minima mensuels diminuent de 0,4°C chaque 100m. d'altitude et les maxima mensuels diminuent aussi par 0,7°C chaque 100m d'altitude. Notre station située à une altitude moyenne de 1100 m, donc les températures minimales vont diminuer de $0,4 \times 11 = 4,4^{\circ}\text{c}$, et les températures maximales vont diminuer par $7,7^{\circ}\text{c}$ (Tab. II).Le tableau II résume les données estimées par extrapolation concernant ce paramètre. Ils indiquent une grande homogénéité due à l'influence de la mer. Le mois le plus chaud pour la période 1985-2013 est août, avec une valeur de $23,7^{\circ}\text{C}$; alors que le mois le plus froid pour la même période est février, avec une valeur de $2,2^{\circ}\text{C}$. La température moyenne annuelle des deux forêts est d'environ $11,75$ à $11,80^{\circ}\text{C}$. (Tab. II).

Tableau II : Températures moyennes corrigées caractérisant les forêts Larbaâ et Djimla (A.N.R.H, 1996).

Mois		janvier	février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	T°Annuelle(C°)
M(C°)	Djimla	8,5	8,6	10,5	12,4	15,6	19,7	22,5	23,7	20,8	17,8	12,8	9,8	15,2
	Larbaâ	8,07	8,62	10,76	12,67	15,92	19,91	22,88	23,48	20,52	17,35	12,37	9,01	15,13
M(C°)	Djimla	2,3	2,2	3,9	5,4	8,7	12,1	15,5	15,9	14,3	10,8	6,5	3,7	8,4
	Larbaâ	2,18	2,05	3,66	5,53	8,72	12,21	14,86	15,81	13,96	10,76	6,54	3,37	8,34
(M+m)/2 (C°)	Djimla	5,4	5,4	7,2	8,9	12,15	15,9	19	19,8	17,55	14,3	9,65	6,75	11,8
	Larbaâ	5,13	5,34	7,21	9,10	12,32	16,06	18,87	19,65	17,24	14,05	9,46	6,19	11,73

M : Températures Moyennes maximales.

m: Températures Moyennes minimales.

(M+m) /2 : Températures moyennes.

2.5.3. Le vent

La vitesse du vent augmente en fonction de l'altitude et les crêtes qui sont les plus exposées, la vitesse y dépasse les 20 m/s (Boumar, 2014). Les vents dominants dans la région de Jijel sont ceux du Nord-Ouest et Nord-Est. Ils sont plus fréquents durant la période novembre-mai (Anonyme, 1997).

2.5.4. La neige

Les informations concernant ce paramètre sont rares. D'après Péguy (1972) l'enneigement est important à partir de 1000 m d'altitude et dure au minimum 15 jours. Nous disposons des données de Taxenna où la neige commence son apparition dès le mois d'octobre jusqu'au mois de mai.

2.5.5. Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984). Elles exercent une influence sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité, car l'eau est indéniablement l'un des facteurs écologiques les plus importants (Dajoz, 1971).

Sachant que plus l'altitude augmente, plus la quantité de pluie s'accroît, les deux forêts connaissent un fort taux d'humidité en hiver. Pour chacune d'elle, il est indispensable de savoir que décembre est le mois le plus humide avec un total des précipitations est égale à 262,7 mm pour la forêt de Djimla et de 283,15 mm pour celle de Larbaâ. A l'opposé, l'été connaît une forte sécheresse avec de faibles précipitations. Au cours du mois de juillet, celles-ci descendent jusqu'à 5,9 mm dans la forêt de Larbaâ et 10,8 mm pour la forêt de Djimla.

2.6. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Pour représenter le climat de notre région, on utilise le quotient pluviométrique d'Emberger (1955) dont la formule est :

$$Q2 = 2000 P / (M2 + m2)$$

Q2 est l'indice pluviométrique qui se base sur les critères liés aux précipitations annuelles moyennes **P (mm)**, à la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année **m** en degrés Kelvin, et à la moyenne des maxima du mois le plus chaud **M** en degrés Kelvin (°K).

Ce quotient est d'autant plus petit qu'une région est plus sèche. Pour notre cas la valeur du Q2 est de 218,13, avec une moyenne des minima de températures du mois le plus froid (**m**) qui est égale

à 2.2°C. Les stations de Larbaâ et Djimla se localisent donc, dans le bioclimat humide frais (Fig. 12).

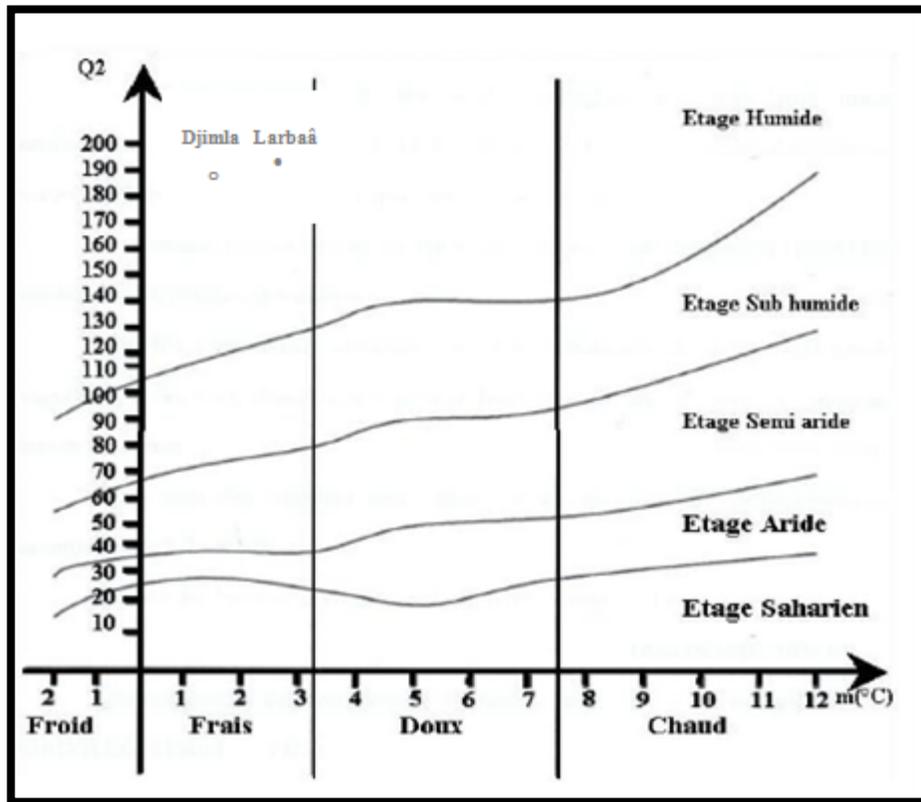


Figure 12 : Localisation de deux stations de Larbaâ et Djimla sur le Climagramme d'Emberger

3.1. Méthode de collecte des sacs fécaux des oisillons de la Sittelle kabyle

Le régime alimentaire de la Sittelle kabyle est caractérisé grâce à l'analyse des sacs fécaux (Fig. 13) des jeunes oisillons aux nids. Nous avons choisi cette méthode pour les raisons suivantes :

- L'observation directe de l'alimentation (Jumelles, Télescopes, etc.) est difficile à utiliser pour les passereaux, notamment pour les sittelles.
- La collecte des sacs fécaux trouvés dans les nids est facile à réaliser, et constitue un échantillon alimentaire qui peut être représentatif du régime alimentaire de la Sittelle kabyle.
- La méthode d'analyse du régime alimentaire par des sacs fécaux, ne nécessite pas le sacrifice de l'oiseau.

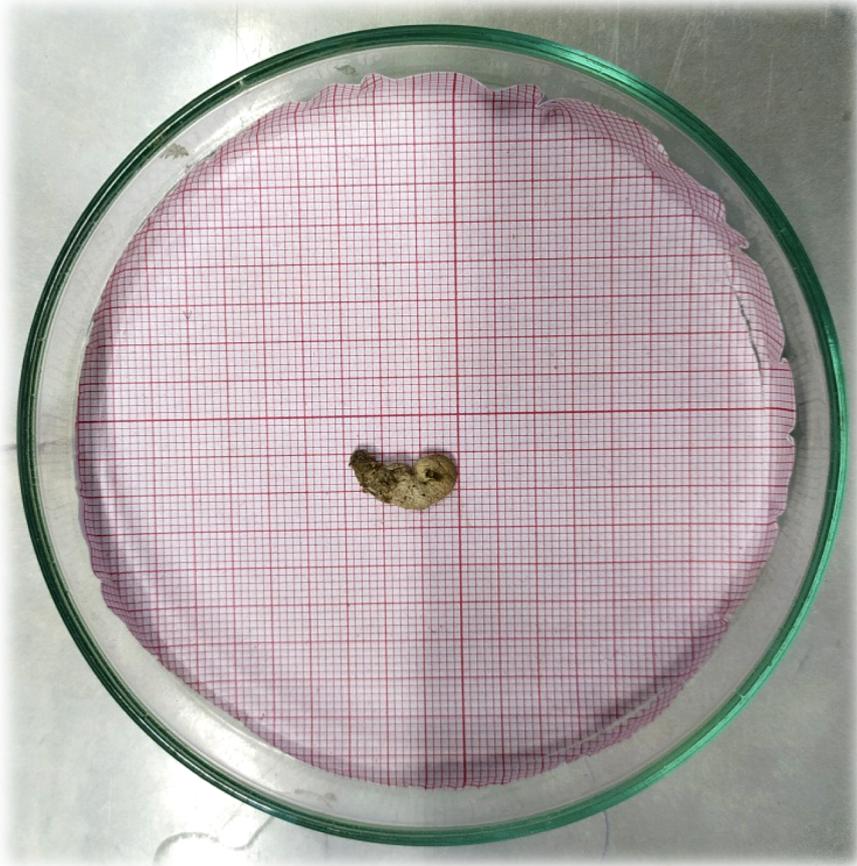


Figure 13 : Sac fécal d'un jeune oisillon de la Sittelle kabyle.

3.2. Conservation des échantillons

Une fois prélevé, chaque excrément (individuellement) trouvé dans les sacs fécaux, est placé dans un tube Eppendorf (2 ml.). Ces derniers portent la date de récolte, le numéro du sac fécal, le numéro du nid et le lieu de l'échantillonnage (ici les forêts de Djimla et Larbaâ). Ils sont conservés dans un endroit sec.

3.3. Étude du régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle

3.3.1. Analyse des sacs fécaux des jeunes oisillons de la Sittelle kabyle

- **Matériels utilisés**

Pour mener notre travail au laboratoire (Laboratoire de Recherche en Écologie et Environnement), nous avons utilisé un ensemble d'outils (Fig. 14).

- Loupe binoculaire ;
- Tube Eppendorf ;
- Papier buvard ;
- Crayon ;
- Boîtes de Pétri ;
- Pince entomologique ;
- Ciseau.

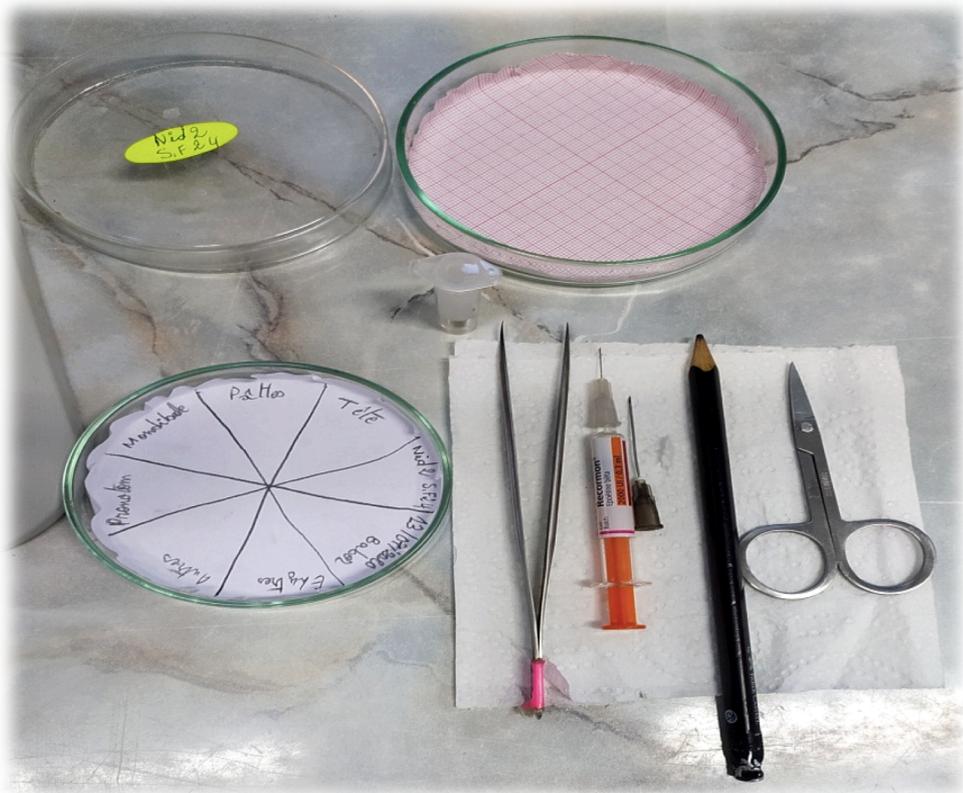


Figure 14 : Matériels utilisés dans l'analyse des sacs fécaux.

L'analyse des sacs fécaux est fondée sur l'identification des restes non digérés retrouvés dans les sacs fécaux des jeunes aux nids de la Sittelle kabyle. Elle est réalisée au niveau du Laboratoire de Recherche en Écologie et Environnement de l'Université de Bejaia. Sous une loupe binoculaire (Z410 Olympus, Grossissement total : 8-10x40), tout d'abord on verse le contenu de chaque tube Eppendorf dans une boîte de Pétri, le rincer pour récupérer le reste des fragments collés au fond de tube. Ensuite, à l'aide d'une pince entomologique, on scrute délicatement chaque sac fécal en ajoutant quelques gouttes d'eau pour séparer les fragments tout en évitant de casser les fragments clés qu'on tri par : têtes, mandibules, thorax, pronotum, pattes, etc. Puis, on prend ces derniers les arranger par catégories dans une autre boîte de Pétri tapissée de papier buvard divisé en 6 à 8 cases. Enfin, on met du ruban autour de la boîte de Pétri et l'étiqueter pour faciliter le dénombrement et l'identification (Fig. 15).

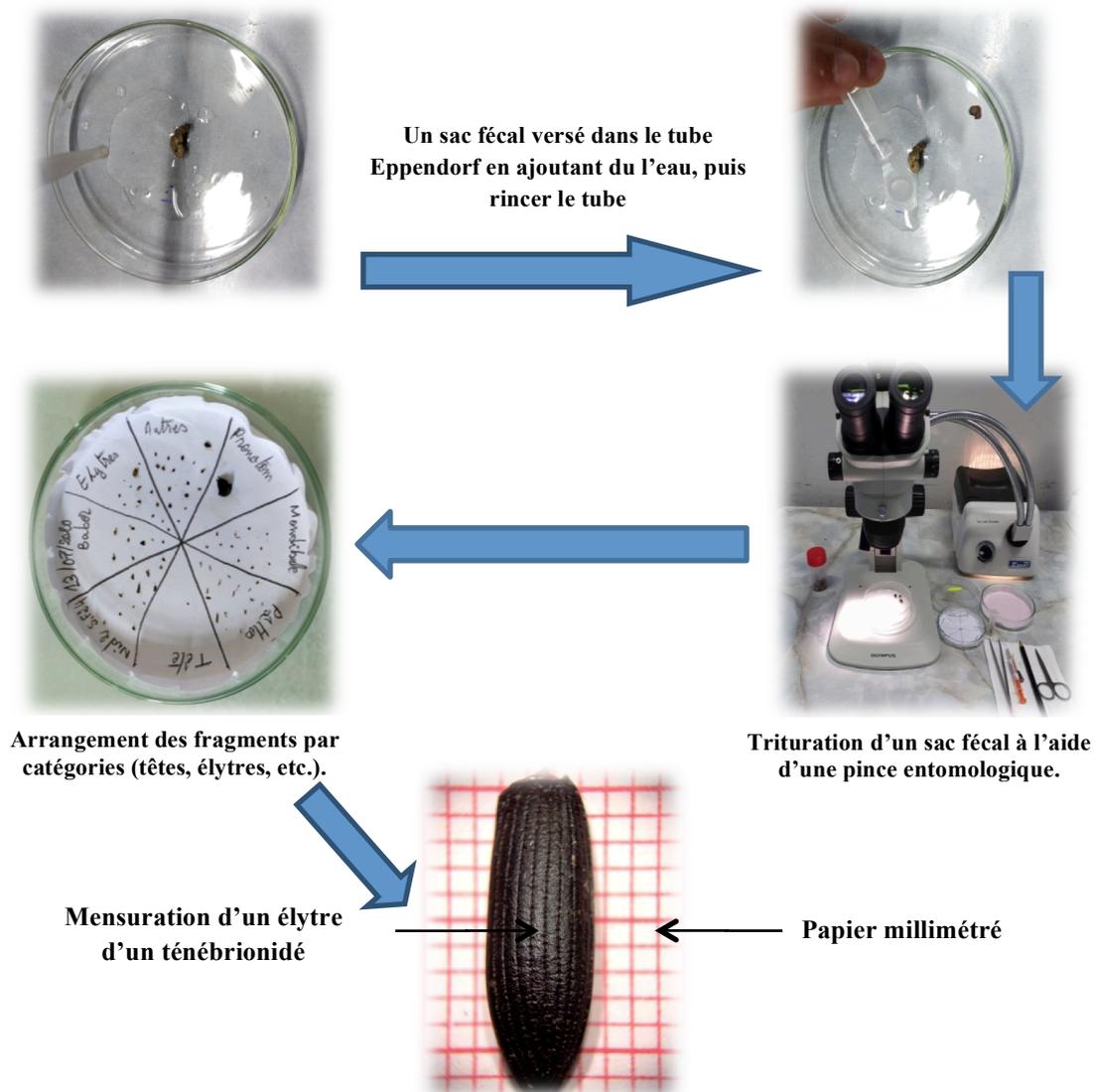


Figure 15 : Différentes étapes suivies dans l'analyse des sacs fécaux de jeunes oisillons de la Sittelle kabyle.

3.3.2. Identification et dénombrement des Taxons-proies

Pour déterminer et identifier les taxons proies trouvées dans les sacs fécaux des jeunes oisillons de *Sitta ledanti*, il faut passer par différentes étapes, à savoir la reconnaissance des classes, des ordres jusqu'en arriver, parfois, à l'espèce.

Les taxons-proies trouvés sont quantifiés et classés par ordre systématique. L'identification des proies consommées par les jeunes sittelles est réalisée au sein du laboratoire de recherche en Écologie et Environnement de Bejaia en utilisant les différentes clés de détermination et des guides tel que Charrier (2002), Chinery (2005) et Albouy et Richard (2017).

Une fois les fragments déterminés, nous passons au comptage du nombre de taxons-proies consommés par catégories. En effet, un individu de chaque taxon-proie correspondrait à une tête, un thorax, un élytre complet, une ou deux mandibules, une chélicère, un pétiole, etc. (Calver & Wooller, 1982). L'identification exacte du nombre de taxons-proies n'est pas toujours obtenue. Un individu seul est retenu dans le comptage lors de toute apparition dans des sacs fécaux de pattes, des ailes et d'élytres.

3.3.2.1. Les coléoptères

La détermination des coléoptères est basée sur les critères apparents sur les têtes, les élytres et pronotum et leurs couleurs (Charrier, 2002; Chinery, 2005; Albouy & Richard, 2017, Fig. 16).

3.3.2.2. Les hyménoptères

L'identification des hyménoptères repose sur la présence d'un fragment d'étranglement qui s'appelle le pétiole qui existe entre le thorax et l'abdomen (Fig. 17).

3.3.2.3. Les lépidoptères

La reconnaissance des lépidoptères est basée sur la présence des mandibules qui sont de formes spécifique aux chenilles et par la présence de fausses pattes (Fig. 16).

3.3.2.4. Les hémiptères

L'identification est basée sur la couleur et les ponctuations sur leurs élytres. Ces ponctuations sont spécifiques des hémiptères (Chinery, 2005).



Figure 16 : Différentes parties utilisées pour identifier les coléoptères, les lépidoptères et les dermoptères (Tatner, 1983).

3.3.2.5. Les dermaptères

L'identification de cet ordre est mise en évidence sur la forme des mandibules et leurs couleurs et sur la reconnaissance de la partie terminale qui s'appelle les cerques (Fig. 16).

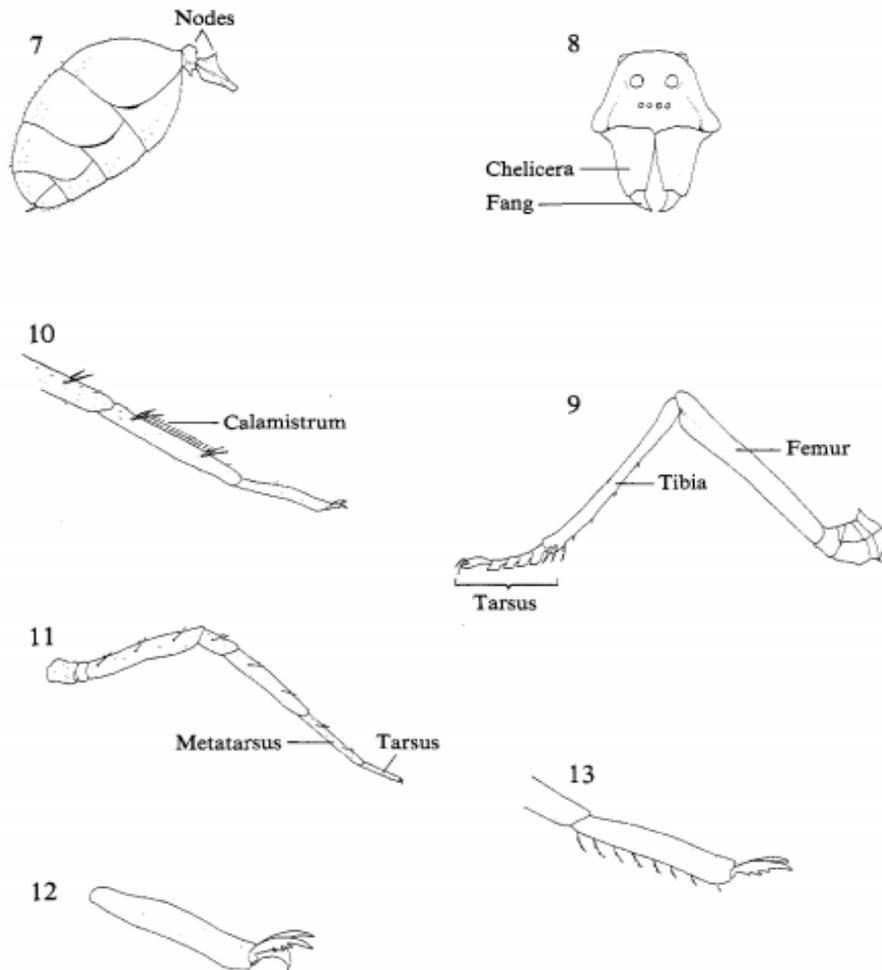


Figure 17 : Différents fragments utilisés pour identifier les hyménoptères et araignées (Calver, 1982).

3.3.2.6. Les araignées

L'identification est basée sur la reconnaissance de leurs pattes : il y a ceux qui sont ponctuées ou poilues, chélicères, etc. (Fig. 17).

3.4. Mensuration des fragments des Taxons-proies

Après la détermination et le dénombrement des fragments des Taxons-proies, on passe à la mensuration à l'aide d'une languette de papier millimétré. On mesure chaque fragment afin

d'estimer la taille des Taxons-proies consommées par les jeunes oisillons de la Sittelle kabyle. L'estimation de la taille de la proie imaginée entière est extrapolée à partir d'un fragment. Généralement la tête correspond à 1/6, le thorax au 1/3 et l'élytre à 1/2 de la longueur totale du corps de l'insecte.

3.5. Nombre et intervalle de classes

Le nombre de classes de taille des taxons-proies qui ont pu être mesurés est déduit par l'application de la règle de Sturge.

$$\text{Nombre de classes} = 1 + (3,3 \log n)$$

Où $\log n$ représente le logarithme à base 10 de l'effectif n de l'échantillon. Suivant la formule, le nombre de classes obtenues est arrondi à l'entier le plus proche. En divisant l'étendue de la variation (écart entre la valeur la plus élevée est la plus faible de la variable) par le nombre de classes ainsi trouvé, on obtient l'intervalle de classe :

$$\text{Intervalle de classe} = \frac{\text{Valeur maximum} - \text{valeur minimum}}{\text{Nombre de classes}}$$

3.6. Indices écologiques utilisés pour l'exploitation des résultats

Pour l'exploitation de nos résultats, nous avons utilisé un certain nombre d'indices écologiques et de méthodes statistiques.

3.6.1. Richesse spécifique

3.6.1.1. La richesse spécifique totale S

Elle correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984). Selon Lejeune (1990), elle est désignée par la lettre S est le nombre d'espèces inventoriées au moins une fois au sein de N excréments.

3.6.1.2. La richesse spécifique moyenne Sm

Elle est le nombre moyen des espèces trouvées dans un ensemble de N sacs fécaux (Müller, 1985). Elle correspond au nombre moyen des espèces décomptées au cours d'un relevé (Magurran, 1988). Selon Martin (1985), la richesse moyenne Sm est exprimée par la formule suivante :

$$S_m = S_i / N$$

Si correspond à la somme de taxon-proie i , S_n qui sont les nombres des taxons-proies observées dans chacune des sacs fécaux 1, 2, ...n.

3.6.2. Notion de fréquence

La fréquence (F) est une notion relative à l'ensemble de la communauté. Elle constitue un paramètre important pour la description de la structure d'un peuplement. Pour chaque espèce, on distingue sa fréquence centésimale (abondance relative) et sa fréquence d'occurrence (constance) (Dajoz, 1975).

3.6.2.1. Fréquence centésimale

Selon Dajoz (1975), la fréquence centésimale (F_c) est le pourcentage des individus d'un Taxon-proie n_i par rapport au total des individus N , tout Taxons-proies confondus. Elle est calculée par la formule suivante :

$$F_c (\%) = n_i / N \times 100$$

n_i : C'est le nombre d'individus du Taxon-proies i pris en considération.

N : C'est le nombre total d'individus, tout Taxons-proies confondus.

3.6.2.2. Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence (F_o) est le rapport du nombre des sacs fécaux contenant le Taxons-proies étudié par rapport au total des sacs fécaux analysés (Dajoz, 1982).

$$F_o (\%) = N_i / P \times 100$$

N_i : C'est le nombre de relevés contenant le Taxon-proie i .

P : C'est le nombre total de sacs fécaux (n).

3.6.3. Indice de Costello appliqué au régime alimentaire des jeunes de la Sittelle kabyle

Les préférences alimentaires de la Sittelle kabyle sont décrites par une représentation graphique de Costello (1990). Cette visualisation graphique utilise la fréquence d'occurrence et centésimale (Fig. 18). Les Taxons-proies les plus consommés par l'espèce se trouvent dans la région supérieure droite du graphe, avec des fréquences d'occurrence et centésimale élevées. Par contre, les Taxons-proies qui ne présentent pas de sélection spécifique, se trouvent dans la partie inférieure gauche du graphe (fréquence d'occurrence et centésimale faible).

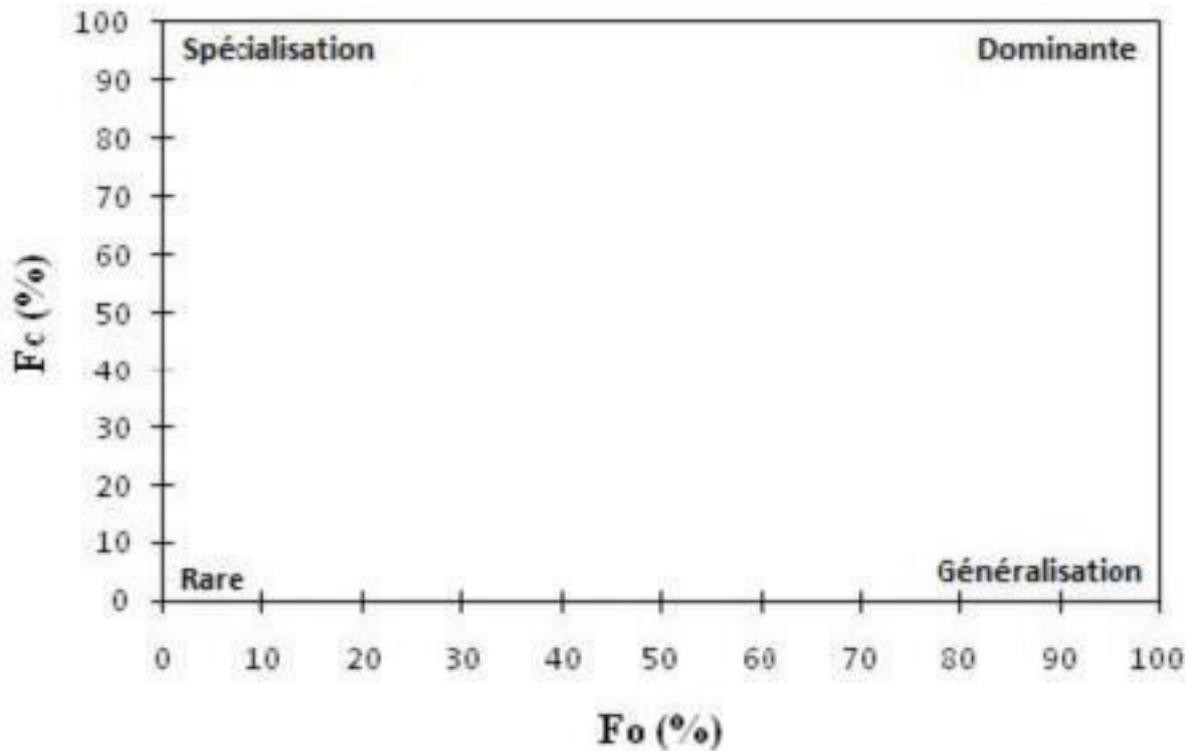


Figure 18 : Diagramme théorique de Costello (1990) et leur interprétation selon deux axes (la stratégie alimentaire et l'importance des Taxons-proies).

3.6.4. Indice de diversité de Shannon-Weaver

D'après Blondel *et al.* (1973), l'indice de diversité de Shannon-Weaver est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité. Selon Bornard *et al.* (1996), l'indice de diversité est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

H' : C'est l'indice de diversité.

P_i : C'est la probabilité de rencontrer le taxon-proie i, elle est calculée par la formule suivante:

$$P_i = n_i / N$$

n_i : C'est le nombre d'individus du taxon-proie i.

N : C'est le nombre total des individus.

L'analyse de 55 sacs fécaux des jeunes oisillons, récoltés dans les deux forêts de Larbaâ (n = 32) et de Djimla (n = 23), nous a permis de déterminer 34 et 28 taxons-proies respectivement. L'exploitation et l'interprétation des données ont été faites à l'aide d'indices écologiques considérés.

4.1. Composition générale du régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle

Nous avons identifié 34 taxons-proies différents dans la forêt de Larbaâ et 28 taxons-proies différents dans la forêt de Djimla. En terme d'individus; nous avons dénombré un total de 216 et 184 individus dans les forêts de Larbaâ et de Djimla, respectivement. Ces derniers sont regroupés en trois classes, six ordres et 13 familles pour la forêt de Larbaâ (Tab. III) et deux classes, sept ordres et 12 familles pour la forêt de Djimla (Tab. IV).

Le régime alimentaire se constitue de trois classes de proies dans la forêt de Larbaâ et de deux classes de proies dans la forêt de Djimla. La classe des insectes a été la classe la plus consommée dans les deux forêts. La classe des gastéropodes n'a été présente que quatre fois dans la forêt de Larbaâ. L'ordre le plus consommé dans les deux forêts est l'ordre des coléoptères. Les taxons proies qui semblent les plus prisés qui présentent beaucoup d'individus et beaucoup d'occurrence sont *Forficula auricularia*, *Oxythyria funesta*, *Elasmucha* sp., Cerambycidae sp.1.

Tableau III : Inventaire de taxons-proies consommés par les jeunes de la Sittelle kabyle dans la forêt Larbaâ.

Classe	Ordre	Famille	Taxon proie	Nombre d'individus	Nombre d'occurrence
Insecta	Coleoptera	Buprestidae	<i>Anthaxia</i> sp.*	3	2
		Cetoniidae	<i>Oxythorea funesta</i> *	28	25
		Dermestidae	Dermestidae sp.*	1	0
		Cerambycidae	Lamiinae sp.	3	2
			Cerambycidae sp.1*	21	15
			Cerambycinae sp.2	1	0
		Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.*	5	3
		Chrysomelidae	Chrysomelidae sp.1	7	6
			Chrysomelidae sp.2	1	1
		Coccinellidae	Coccinellidae sp.	4	4
		Carabidae	Carabidae sp.	9	8
		-	Coleoptera sp.	2	2
		Curculionidae	Curculionidae sp.1	1	1
			Curculionidae sp.2	12	12
			Curculionidae sp.3	7	7
			Curculionidae sp.4*	2	2
			Curculionidae sp.5*	4	4
			Curculionidae sp.6	1	1
			Curculionidae sp.7	2	2
		Staphylinidae	Staphylinidae sp.1*	1	1
	Staphylinidae sp.2*		1	1	
	Staphylinidae sp.3		1	0	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.1*	5	3
			<i>Camponotus</i> sp.2*	1	1
			<i>Camponotus cruentatus</i> *	3	3
		-	Hymenoptera sp.*	1	1
	Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> *	37	27
Hemiptera	Acanthosomatidae	<i>Elasmucha</i> sp.*	24	20	
Lepidoptera	-	Lepidoptera sp.1	5	3	
Arachnida	Araneae	-	Araneae sp.2	3	3
		-	Araneae sp.3	3	2
		-	Araneae sp.4	4	2
		-	Araneae sp.1	9	9
Gasteropoda	-	-	Gasteropidae sp.	4	4
3	6	13	34	216	-

* : Taxon proie avec taille estimée

(-) : Donnée manquante

Tableau IV. Inventaire de taxons-proies consommés par les jeunes de la Sittelle kabyle dans la forêt Djimla.

Classe	Ordre	Famille	Taxon proie	Nombre d'individus	Nombre d'occurrence	
Insecta	Coleoptera	Buprestidae	<i>Anthaxia</i> sp.*	14	9	
			Buprestidae sp.	1	1	
		Cetoniidae	<i>Oxythyrea funesta</i> *	22	20	
		Cerambycidae	Lamiinae sp.	2	2	
			Cerambycidae sp.1*	3	1	
		Chrysomelidae	Chrysomelidae sp.1	8	6	
		Coccinellidae	Coccinellidae sp.	2	2	
		Carabidae	Carabidae sp.	1	0	
		Curculionidae	Curculionidae sp.1	1	1	
			Curculionidae sp.2	2	2	
			Curculionidae sp.3	3	4	
			Curculionidae sp.5	3	2	
			Curculionidae sp.6	3	1	
			Curculionidae sp.7	3	4	
		Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.1	6	4
				<i>Camponotus</i> sp.2*	17	3
	<i>Camponotus cruentatus</i> *			1	1	
	Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> *	57	22	
		Carcinopharidae	<i>Anisolabis maritima</i> *	2	2	
	Hemiptera	Acanthosomatidae	<i>Elasmucha</i> sp.*	1	1	
	Orthoptera	Gryllidae	Gryllidae sp.	3	3	
	Lepidoptera	-	Lepidoptera sp.1	14	10	
			Lepidoptera sp.2	7	6	
Lepidoptera sp.3			1	1		
Lepidoptera sp.4			1	1		
Lepidoptera sp.5			1	1		
Arachnida	Araneae	-	Araneae sp.3	3	4	
			Araneae sp.5	2	2	
2	7	12	28	184	-	

* : Taxon proie avec taille estimée

(-) : Donnée manquante

4.1.2. Analyse du régime alimentaire

4.1.2.1. Fréquence centésimale par classe

L'analyse des sacs fécaux récoltés dans les forêts de Larbaâ et de Djimla, nous a permis de détecter une fréquence centésimale, par classe, des différents taxons-proies consommés par les oisillons de la Sittelle kabyle; mentionnées ci-dessous (Tab. V).

Tableau V : La Fréquence centésimale des Taxons-proies de la Sittelle kabyle regroupée par classe.

Classe	Forêt de Larbaâ		Forêt de Djimla	
	Ni	FC%	Ni	FC%
Insecta	193	89	179	97
Archanida	19	9	5	3
Gasteropoda	4	2	-	-
Total	216	100	184	100

- Ni : Nombre total d'individus.

- Fc % : Fréquence centésimale.

Le tableau V montre, en termes de fréquences centésimales, dans les deux forêts une forte consommation des proies de la classe des insectes (89% dans la forêt de Larbaâ et 97% dans la forêt de Djimla), contre une faible consommation dans les classes d'araignées avec les pourcentages de 9% et 3% pour la forêt de Larbaâ et la forêt de Djimla, respectivement. La classe des gastéropodes a été présente avec seulement quatre individus et un pourcentage de 2% dans la forêt de Larbaâ et totalement absente dans le régime alimentaire des oisillons dans la forêt de Djimla. Des résultats similaires ont été trouvés dans la forêt de Tamentout, la forêt du Mont Babor et la forêt de Guerrouche (Zemouri *et al.*, 2021 ; Hani, 2021; Khemis & Tighlit, 2021), où la composition des sacs fécaux des oisillons de l'espèce est prédominée par les insectes.

Les araignées et les gastéropodes sont plus abondants au sol dans la litière (Shuldt et al. 2008), et la sittelle chasse rarement au sol (Bellatrèche et Boubaker 1995). Ce qui pourrait expliquer ce faible pourcentage dans les échantillons fécaux des oisillons.

4.1.2.2 Les Fréquences centésimales par ordre

Les résultats des fréquences centésimales par ordre des taxons-proies consommés par les oisillons de la Sittelle kabyle dans les deux forêts de Larbaâ et Djimla sont mentionnés dans le tableau VI. L'analyse des sacs fécaux des oisillons de la Sittelle kabyle a permis de dénombrer 216 individus pour la forêt de Larbaâ et 184 individus pour la forêt de Djimla. Les taxons-proies ingérés sont répartis entre six et sept ordres pour la forêt de Larbaâ et de Djimla, respectivement (Tab.VI).

Tableau VI : La Fréquences centésimales des Taxons-proies consommés par les jeunes de la Sittelle kabyle par ordre.

Ordre	Forêt de Larbaâ		Forêt de Djimla	
	Ni	FC %	Ni	FC %
Coleoptera	117	54,17	68	36,96
Dermaptera	37	17,13	59	32,07
Hemiptera	24	11,11	1	0,54
Hymenoptera	10	4,63	24	13,04
Lepidoptera	5	2,31	24	13,04
Araneae	19	8,80	5	2,72
Orthoptera	-	-	3	1,63
Autres (Gastropoda)	4	1,87	-	-
Total	216	100	184	100

- Ni : Nombre total d'individus. -

Fc % : Fréquence centésimale.

Pour la forêt de Larbaâ, les deux ordres les plus fréquents sont ceux des Coleoptera avec 117 individus (54,17%), et celui des Dermaptera avec 37 individus (17,13%). Le reste des ordres de taxons-proies sont faiblement représentés par rapport aux deux premiers ordres: 11,11% pour les Hemiptera, suivi par les Araneae avec 8,80%, les Hymenoptera (4,63%) et les Lepidoptera (2,31%). Pour la forêt de Djimla, les deux ordres les plus fréquents sont toujours ceux des Coleoptera avec 68 individus (36,96%), et celui des Dermaptera avec 59 individus (32,07%) et les Hymenoptera, les Lepidoptera avec 24 individus (13,04). Le reste des ordres de taxons-proies sont faiblement représentés par rapport aux trois premières catégories: 6,90% pour les Araneae avec 2,72%, suivi par les Orthoptera (1,63%) et les Hemiptera (0,54%).

De même, dans les forêts de Mont Babor et de Guerrouche, les coléoptères prennent une grande part des sacs fécaux analysés (Zemouri *et al.*, 2021; Hani, 2021; Khemis & Tighlit, 2021).

L'augmentation de la température pourrait y induire l'apparition d'autres catégories d'insectes (Boudeffa 2015). La méthode d'analyse des échantillons des matières fécales utilisée dans cette étude pourrait favoriser la chitine indigeste éléments de l'alimentation au détriment de ceux dont la digestion est facile, rapide et complet, ne pouvait pas laisser les lépidoptères traces dans les échantillons fécaux analysés.

4.1.2.3. Les fréquences centésimales par famille

En termes de famille, l'analyse des sacs fécaux des oisillons de la Sittelle kabyle montre l'existence dans la forêt de Larbaâ de 13 familles de proies. La famille des Forficulidae domine la composition de ces sacs fécaux, avec une fréquence de 17,13%. Ailleurs dans la forêt de Mont Babor et de Guerrouche, la famille forficulidés est aussi lamieux représentée dans le régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle.

Forficula auricularia se trouve principalement sur le sol, surface et dans l'humus ou sous l'écorce d'un arbre mort (Kocarek 1998), ses sites d'alimentation sont dans les arbres. (Suckling *et al.* 2006). La sittelle est un oiseau glaneur lors de sa quête de nourriture où il cherche sa proie sur des supports d'arbres en se déplaçant sur eux (Bellatrèche et Boubaker 1995).

Les Curculionidae apparaissent en deuxième place avec 13,43%, suivis par les Cetoniidae et les Cerambycidae avec des valeurs de 12,96% et 11,57%, respectivement. Ensuite, arrivent les Acanthosomalidae, les Formicidae, les Carabidea, les Chrysomelidae, les Tenebrionidae avec, respectivement, 11,11%, 4,17%, 3,70%, 2,31%. Le reste des familles de proies telles que les Coccinellidae, les Buprestidae, les Staphylinidae, et les Dermestidae contribuent aussi à l'alimentation des oisillons de la Sittelle kabyle, avec des fréquences plus faibles varient entre 1,85% et 1,39% et 1,39% et 0,46% (Tab. VII). Pour la forêt de Djimla, la famille des Forficulidae domine la composition des sacs fécaux analysés, avec une fréquence de 30,98%. Ailleurs dans la forêt de Mont Babor et de Guerrouche, la famille forficulidés est aussi la mieux représentée dans le régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle.

Les Formicidae, apparaissent en deuxième place avec 13,04%, suivis par les Cetoniidae les Curculionidae et les Buprestidae avec des valeurs de 11,96% et 8,15%, respectivement. Ensuite, viennent les Chrysomelidae, avec une fréquence de 4,35%. Le reste des familles de proies telles que les Cerambycidae, les Gryllidae, les Coccinellidae, les Carcinapharidae, les Acanthosomatidae, et les Carabidae contribuent aussi à l'alimentation des oisillons de la Sittelle kabyle (Hani, 2021; Khemis & Tighlit, 2021), avec des fréquences plus faibles varient entre 2,72%, 1,09% et 0,54% (Tab. VII).

Tableau VII : La Fréquences centésimales des Taxons-proies consommés par les oisillons de la Sittelle kabyle par famille.

Famille	Forêt de Larbaâ		Forêt de Djimla	
	Ni	FC %	Ni	FC %
Forficulidae	37	17,13	57	30,98
Curculionidae	29	13,43	15	8,15
Cetoniidae	28	12,96	22	11,96
Cerambycidae	25	11,57	5	2,72
Acanthosomatidae	24	11,11	1	0,54
Carabidae	9	4,17	1	0,54
Formicidae	9	4,17	24	13,05
Chrysomelidae	8	3,70	8	4,35
Tenebrionidae	5	2,31	-	-
Coccinellidae	4	1,85	2	1,09
Carcinapharidae	-	-	2	1,09
Buprestidae	3	1,39	15	8,15
Staphylinidae	3	1,39	-	-
Dermestidae	1	0,46	-	-
Gryllidae	-	-	3	1,63
Autres	31	14,35	29	15,76
Total	216	100	184	100

- Ni : Nombre total d'individus.

- Fc % : Fréquence centésimale.

4.1.2.4. Fréquences centésimales et d'occurrences des Taxons-proies

Les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrences de chaque taxon-proie consommé par les oisillons de la Sittelle kabyle sont rassemblées dans les tableaux VIII et IX pour les deux forêts Larbaâ et Djimla, successivement.

4.1.2.4.1. Fréquences centésimale

Selon les fréquences centésimales résumées dans les tableaux VIII et IX, nous constatons que les proies les plus consommées par les oisillons de la Sittelle kabyle sont:

- La forêt de Larbaâ (Tab. VIII), *Forficula auricularia* avec 37 individus (soit une de 17,13%), suivi par *Oxythyrea funesta* avec 28 individus (soit une fréquence de 12,96%), ensuite *Elasmucha* sp. occupe la troisième place, avec 24 individus (soit une fréquence de 11,11%), suivie de Cyrambycidae sp.1, avec 21 individus (soit une fréquence 9,72%). Il pourrait être que ces quatre dernières proies sont les plus disponibles et les plus abondantes en cette période de la reproduction. Curculionidae sp.2, Carabidae sp. Araneasp.1, Chrysomelidae sp.1, Curculionidae sp.3 sont représentés respectivement avec des fréquences centésimales de 5,56%, de 4,17%, de 4,17%, de 3,24%, de 3,24 %. D'autres proies ont été retrouvées en faible pourcentage et sont peut être les moins recherchées par la Sittelle kabyle, à savoir Tenebrionidae sp. (2,31%); Lepidoptera sp.1 (2,31%), Coccinellidae sp., Curculionidae sp.5, Araneae sp.4, Gasteropidae sp. (1,85%), *Anthaxia* sp., Lamiinae sp., *Camponotus cruentatus*, Araneae sp.2, Araneae sp.3 (1,39%), Coleoptera sp., Curculionidae sp.4, Curculionidae sp.7 (0,93%), Dermestidae sp., Cerambycinae sp.2, Chrysomelidae sp.2, Curculionidae sp.1, Curculionidae sp.6, Staphylinidae sp.1, Staphylinidae sp.2, Staphylinidae sp.3, *Camponotus* sp.2 et Hymenoptera sp. (0,46%).

Tableau VIII : La Fréquence centésimales Fc % et La Fréquence d'occurrence Fo % des Taxons-proies consommés, dans la forêt de Larbaâ, par les oisillons de la Sittelle kabyle.

Classe	Ordre	Famille	Taxon proie	FC%	FO%
Insecta	Coleoptera	Buprestidae	<i>Anthaxia</i> sp.*	1,39	6,25
		Cetoniidae	<i>Oxythorea funesta</i> *	12,96	78,13
		Dermestidae	Dermestidae sp.	0,46	0,00
		Cerambycidae	Lamiinae sp.	1,39	6,25
			Cerambycidae sp.1	9,72	46,88
			Cerambycinae sp.2	0,46	37,50
		Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.	2,31	9,38
		Chrysomelidae	Chrysomelidae sp.1	3,24	18,75
			Chrysomelidae sp.2	0,46	0,00
		Coccinellidae	Coccinellidae sp.	1,85	12,50
		Carabidae	Carabidae sp.	4,17	25,00
		-	Coleoptera sp.	0,93	6,25
		Curculionidae	Curculionidae sp.1	0,46	3,13
			Curculionidae sp.2	5,56	37,50
			Curculionidae sp.3	3,24	21,88
			Curculionidae sp.4	0,93	6,25
			Curculionidae sp.5	1,85	12,50
			Curculionidae sp.6	0,46	3,13
			Curculionidae sp.7	0,93	6,25
	Staphylinidae	Staphylinidae sp.1	0,46	3,13	
		Staphylinidae sp.2	0,46	3,13	
		Staphylinidae sp.3	0,46	0,00	
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.1	2,31	9,38
<i>Camponotus</i> sp.2			0,46	3,13	
<i>Camponotus cruentatus</i> *			1,39	9,38	
-		Hymenoptera sp.	0,46	3,13	
Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> *	17,13	84,38	
Hemiptera	Acanthosomatidae	<i>Elasmucha</i> sp.*	11,11	62,50	
Lepidoptera	-	Lepidoptera sp.1	2,31	9,38	
Arachnida	Araneae	-	Araneae sp.2	1,39	9,38
			Araneae sp.3	1,39	6,25
			Araneae sp.4	1,85	6,25
			Araneae sp.1	4,17	28,13
Gasteropoda	-	-	Gasteropidae sp.	1,85	12,50

* : Taxon proie avec taille estimée.

- Pour la forêt de Djimla (Tableau IX), les proies les plus consommées par les oisillons de la Sittelle kabyle sont toujours *Forficula auricularia*, avec 57 individus (soit une de 31,15%), suivi par *Oxythyrea funesta*, avec 22 individus (soit une fréquence de 12,02%), ensuite *Camponotus* sp.2, occupe la troisième place, avec 17 individus (soit une fréquence de 9,29%), suivie de Lepidoptera sp. 1, avec 14 individus (soit une fréquence 7,65%) et *Anthaxia* sp. avec 14 individus (soit une fréquence de 7,25). Chrysomelidae sp.1, Lepidopterasp.2, *Camponotus* sp.1, Cerambycinae sp.1, Curculionidae sp.3, Curculionidae sp.5, Curculionidae sp.6, Curculionidae sp.7, Lamiinae sp., Coccinellidae sp., Curculionidae sp.2, *Anisolabis maritima* et Araneae sp.5, sont représentés respectivement avec des fréquences centésimales de 4,37%, de 3,83%, de 3,28%, de 1,64% et de 1,09%. D'autres proies ont été retrouvées en faible pourcentage et sont peut être les moins recherchées par la Sittelle kabyle (Hani, 2021 ; Khemis & Tighlit, 2021).

Tableau IX : La Fréquence centésimales Fc % et la Fréquence d'occurrence Fo % des Taxons-proies consommés, dans la forêt de Djimla, par les oisillons de la Sittelle kabyle.

Classe	Ordre	Famille	Taxon proie	FC%	FO%
Insecta	Coleoptera	Buprestidae	<i>Anthaxia</i> sp.*	7,25	39,13
			Buprestidae sp.	0,55	4,35
		Cetoniidae	<i>Oxythyrea funesta</i> *	12,02	86,96
		Cerambycidae	Lamiinae sp	1,09	8,70
			Cerambycidae sp.1	1,64	4,35
		Chrysomelidae	Chrysomelidae sp.1	4,37	26,09
		Coccinellidae	Coccinellidae sp.	1,09	8,70
		Carabidae	Carabidae sp.	0,55	0,00
		Curculionidae	Curculionidae sp.1	0,55	4,35
			Curculionidae sp.2	1,09	8,70
			Curculionidae sp.3	1,64	17,39
			Curculionidae sp.5	1,64	8,70
			Curculionidae sp.6	1,64	4,35
			Curculionidae sp.7	1,64	17,39
		Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.1	3,28	17,39
	<i>Camponotus</i> sp.2			9,29	13,04
	<i>Camponotus cruentatus</i> *			0,55	4,35
	Dermaptera	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> *	31,15	95,65
		Carcinopharidae	<i>Anisolabis maritima</i>	1,09	8,70
	Hemiptera	Acanthosomatidae	<i>Elasmucha</i> sp.*	0,55	4,35
	Orthoptera	Gryllidae	Gryllidae sp.	1,64	13,04
	Lepidoptera	-	Lepidoptera sp.1	7,65	43,48
			Lepidoptera sp.2	3,83	26,09
Lepidoptera sp.3			0,55	4,35	
Lepidoptera sp.4			0,55	4,35	
Lepidoptera sp.5			0,55	4,35	
Arachnida	Araneae	-	Araneae sp.3	1,64	17,39
		-	Araneae sp.5	1,09	8,70

* : Taxon proie avec taille estimée

Fc % : Fréquence centésimale. FO% : Fréquence d'occurrence.

4.1.2.4.2. Fréquences d'occurrence

- La forêt Larbaâ

D'après les fréquences d'occurrences calculées (Tab. VIII), on constate que *Forficula auricularia* a la fréquence d'occurrence la plus élevée, elle a montré une fréquence d'occurrence de 84,38%; elle est suivie par *Oxythyrea funesta* qui s'est répétée dans 32 sacs fécaux analysés, soit une fréquence d'occurrence de 78,13%, et *Elasmucha* sp. occupe la troisième place avec une fréquence d'occurrence de 62,50 %. Ensuite, vient Cerambycinae sp.1, Cerambycinae sp.2, Curculionidae sp.2, Araneae sp.1, qui sont représentés respectivement par des fréquences d'occurrence de 46,88%, 37,50% et 37,50% 28,13 %. Elles sont suivies par Carabidae sp. (avec 25,00%), par Coccinellidae sp. et Curculionidae sp.5, Gasteropidae sp. qui ont à part égale une fréquence de 12,50%. Par la suite, viennent Tenebrionidae sp., *Camponotus* sp. 1, *Camponotus cruentatus*, Lepidoptera sp.1 et Araneae sp.2 (avec la même fréquence de 9,38%). L'*Anthaxia* sp., Lamiinae sp., Coleoptera sp., Curculionidae sp.4, Curculionidae sp.7, Araneae sp.3 et Araneae sp.4, sont assez présentent dans les sacs analysés avec des fréquences égales de 6,25%. Pour les espèces apparues une seule fois dans l'ensemble des sacs fécaux analysés: Curculionidae sp.1, Curculionidae sp.6, Staphylinidae sp.1, Staphylinidae sp.2, *Camponotus* sp. 2 et Hymenoptera sp., avec une même fréquence de 3,13%. D'après les études menées par Hani (2021), Khemis et Tighlit (2021) et Zemouri *et al.* (2021) dans les forêts de Mont Babor, de Tamentout et de Guerrouche, nous enregistrons que la Sittelle kabyle nourrit essentiellement ses petits aux nids de *Forficula auricularia*, d'*Oxythyrea funesta* et d'*Elasmucha* sp.

- La forêt Djimla

Pour la forêt de Djimla (Tab. IX), on constate que *Forficula auricularia* a la fréquence d'occurrence la plus élevée, avec une fréquence d'occurrence de 95,65% ; elle est suivie par *Oxytherea funesta*, soit une fréquence d'occurrence de 86,96%, et Lepidoptera sp.1 occupe la troisième place avec une fréquence d'occurrence de 43,48%. Ensuite, vient *Anthaxia* sp. par une fréquence d'occurrence de 39,13%. Elles sont suivies par Chrysomelidae sp.1 et Lepidoptera sp.2, (avec 26,09%), par Curculionidae sp.3, Curculionidae sp.7, *Camponotus* sp.1 et Araneae sp.3 qui ont à part égale une fréquence de 17,39%. Par la suite, viennent

Camponotus sp.1 et Gryllidae sp. (avec la même fréquence de 13,04%), Lamiinae sp., Coccinellidae sp., Curculionidae sp.5, *Anisolabis maritima*, Araneae sp., Buprestidae sp. Cerambycidae sp.1, Curculionidae sp.6, *Camponotus cruentatus*, *Elasmucha* sp. Lepidoptera sp.3. Lepidoptera sp.4 et Lepidoptera sp.5 sont assez présentent dans les sacs analysés avec des fréquences de 8,70%, 4,35% respectivement (Hani, 2021; Khemis & Tighlit, 2021).

4.1.2.4.3. Taxons-proies potentiels

Selon le graphe de Costello, on constate que les taxons-proies potentiels de la Sittelle kabyle dans les deux forêts Larbaâ et Djimla durant la période de nourrissage, sont de huit pour ces deux forêts respectivement (Fig. 19 et 20). Il s'agit de : *Forficula auricularia*, de *Oxythyrea funesta*, de *Elasmucha* sp. de Cerambycinae sp.1, Lepidoptera sp.1, *Anthaxia* sp., Chrysomelidae sp.1 et enfin de Curculionidae sp.3.

D'après l'analyse de ces deux graphes, nous pouvons dire que la Sittelle kabyle, pour nourrir ses petits aux nids, se focalise sur la recherche d'un Dermoptère et d'un Cetoniidae (*Forficula auricularia*, *Oxythyrea funesta*). Il pourrait être que ces espèces sont plus rentables en matière d'apport énergétique et que la Sittelle ne perd pas beaucoup d'énergie dans la recherche de ces insectes qui paraît plus disponible dans ces deux forêts humide à Chêne Zéen et Chêne Afarès. Par comparaison aux études menées par Hani (2021) et Khemis et Tighlit (2021) dans les forêts de Mont Babor et de Guerrouche, nous enregistrons que la Sittelle kabyle nourrit essentiellement ses petits aux nids de *Forficula auricularia*, d'*Oxythyrea funesta* et d'*Anthaxia* sp.

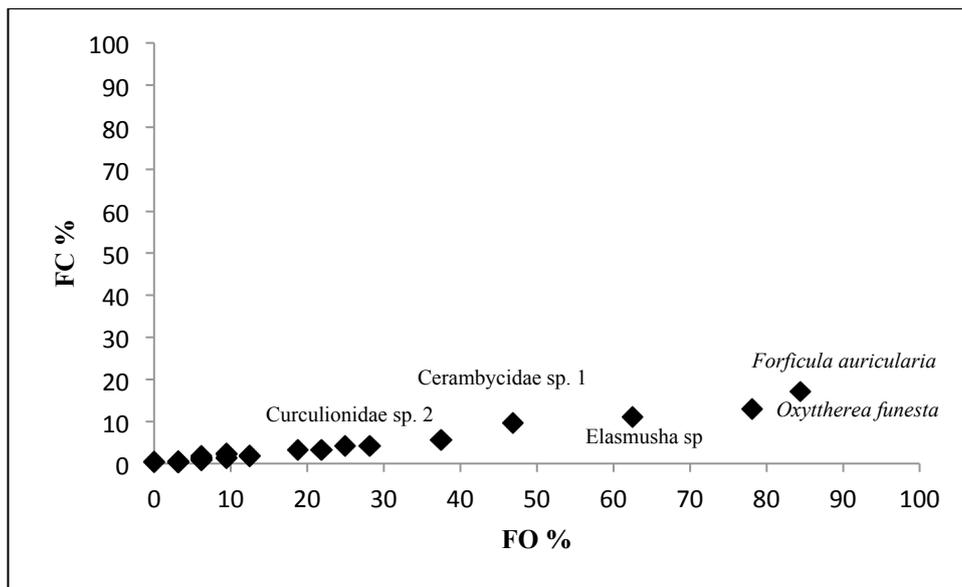


Figure 19 : Représentation graphique de Costello des Taxons-proies potentiels, dans la forêt de Larbaâ, des jeunes de la Sittelle kabyle.

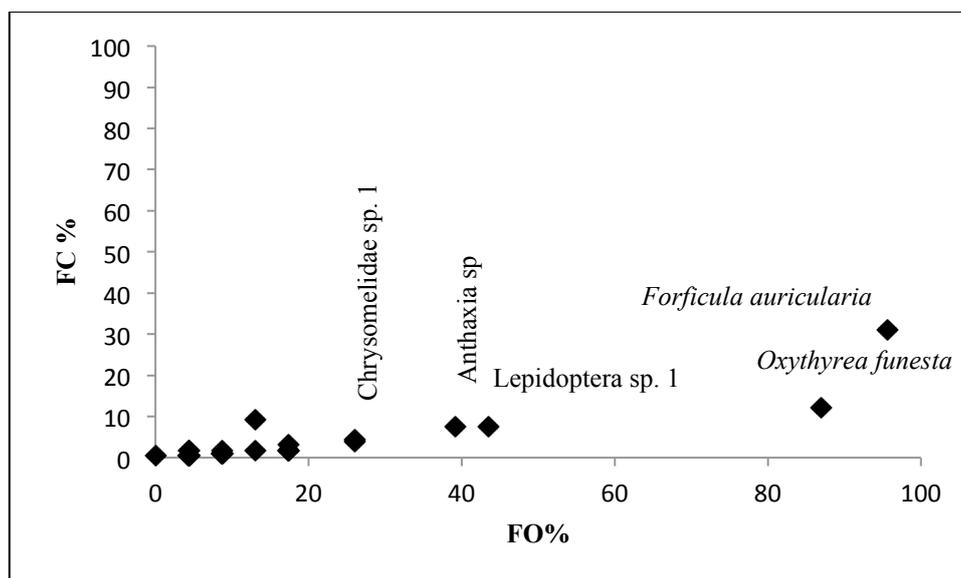


Figure 20 : Représentation graphique de Costello des Taxons-proies potentiels, dans la forêt de Djimla, des jeunes de la Sittelle kabyle.

4.1.3. Diversité du régime alimentaire des jeunes de la Sittelle kabyle

L'analyse des 55 sacs fécaux a révélé l'existence 400 Taxons-proies. Les résultats de la richesse spécifique totale, moyenne et l'indice de diversité de Shannon-Weaver sont regroupés dans le tableau X.

Tableau X : Diversité du régime alimentaire des jeunes de la Sittelle kabyle.

Forêts	Richesse Totale (S)	Richesse spécifique (s)	Indice de diversité (H')	Taille moyenne
Larbaâ	34	5,59 ± 2,21	2,92	11,33 ± 2,99
Djimla	28	5,04 ± 1,72	2,54	12,59 ± 4,15

Les résultats obtenus démontrent que la richesse spécifique totale (S) est assez importante (S = 34) pour la forêt de Larbaâ et (S = 28) pour la forêt Djimla, ce qui nous donne la richesse spécifique moyenne (s) de 5,59 (\pm 2,21) et 5,04 (\pm 1,72) respectivement. La variation en termes de nombre de taxons-proies par sac fécal est moins importante (Tab. X). Le régime alimentaire de cette espèce est marqué par une diversité (H') qui égale à 2,92 pour Larbaâ et à 2,54 pour Djimla.

4.1.4. Classes de tailles des taxons-proies consommées par les jeunes Sittelles

Les éléments consommés par les oisillons de la Sittelle kabyle dans les deux forêts de Larbaâ et Djimla sont également étudiés en fonction des classes de taille et leurs effectifs sont mentionnés dans le tableau XI. Les tailles des taxons-proies sont très variables, elles fluctuent entre 3 et 25 mm (Tab. XI). Il y'a un pic maximal d'individus pour la taille de 15 mm, avec 109 individus (52,40 %), se sont représentée par *Forficula auricularia* et *Anthaxia* sp. Elle est suivie par des proies de 10 mm, avec 59 individus (28,37%). Cette dernière taille est représentée par *Oxythyrea funesta*. Puis, elle vient celles de 4 mm, avec 19 individus (9,13%). En quatrième position, nous avons noté les proies de taille de 4,5 mm et de 3 mm, avec 9 individus chacun (4,33%), en dernière position vient les proies avec 25 mm qui ont un total de 3 individus (1,44) qui est *Anisolabis maritima*.

D'après l'analyse du tableau ci-dessous, on constate que le régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle a une variation de catégorie de tailles, avec presque une préférence pour les taxons-proies de taille de 15 mm, qui sont : *Forficula auricularia* et *Anthaxia* sp.

Tableau XI : La taille et l'effectif des Taxons-proies rencontrés dans les sacs fécaux de la Sittelle kabyle.

E.T.P. (mm)	Forêt de Larbaâ		Forêt de Djimla	
	Ni	FC (%)	Ni	FC (%)
12	21	15,22	3	2,59
9	24	17,39	-	-
10	28	20,29	22	18,97
13,5	4	2,90	1	0,86
8,4	1	0,73	-	-
9	2	1,45	-	-
15	40	28,98	71	61,21
12	4	2,90	-	-
4,5	1	0,73	17	14,66
3	1	0,73	-	-
7,8	5	3,62	-	-
8	1	0,73	-	-
4	5	3,62	-	-
12	1	0,73	-	-
25	-	-	2	1,73
Totaux	138	100	116	100

- E.T.P : Estimation de la taille des proies.

4.1.4.1. Préférences de taxons proies selon les classes de taille

Après l'application de la règle de Sturge, on a pu calculer le nombre de classe par taille et les classes de tailles pour les taxons-proies des deux forêts.

- Pour la forêt de Larbaâ, les classes de taille [7,8-10,2[, et [12,6-15], sont les plus représentées comme est illustré dans le tableau XII. Elles représentent les tailles de *Forficula auricularia* (37 individus), d'*Oxythyrea funesta* (28 individus), *Elasmucha* sp. (24 individus), de *Cerambycinae* sp.1 (21 individus), de *Curculionidae* sp.2 (12 individus), *Carabidae* sp. (9 individus), *Tenebrionidae* sp. (5 individus) et de *Coccinellidae* sp. (4 individus).

Tableau XII : La taille et l'effectif de Taxons-proies par classe consommée, dans la forêt de Larbaâ, par les oisillons de la Sittelle kabyle.

Taille des proies	Ni	Fc %
[3-5,4[	7	5
[5,4-7,8[	0	0
[7,8-10,2[	61	44
[10,2-12,6[	26	19
[12,6-15]	44	32
Totaux	138	100

- Ni : Nombre total d'individus. - Fc % : Fréquences centésimales.

- Pour la forêt de Djimla, les classes de tailles [14,7-19,8[, et [9,6-14,7[, sont les plus représentées comme est illustré dans le tableau XIII. Elles représentent les tailles de *Forficula auricularia* (57individus), d'*Oxythyrea funesta* (22 individus), *Camponotus* sp. 2 (17 individus), *Anthaxia* sp. (14 individus), et de *Lepidoptera* sp.1 (14 individus) et de *Chrysomelidae* sp.1 (8 individus). Il apparait qu'il n'y a pas de différences entre le régime alimentaires des jeunes Sittelles des forêts étudiées concernant le choix des tailles des proies, toujours ils sont nourris beaucoup plus de proies avec tailles comprises entre 14,7 et 19,8 mm (Hani, 2021; Khemis & Tighlit, 2021).

Tableau XIII : La taille et l'effectif de Taxons-proies par classe consommée, dans la forêt de Djimla, par les oisillons de la Sittelle kabyle.

Taille des proies	Ni	Fc %
[4,5-9,6[	17	15
[9,6-14,7[	26	22
[14,7-19,8[	71	61
[19,8-25]	2	2
Totaux	116	100

- Ni : Nombre total d'individus.

- Fc % : Fréquences centésimales.

Conclusion

L'étude du régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle a été basée sur l'analyse de 55 sacs fécaux récoltés dans deux forêts humides de Larbaâ (n = 32) et de Djimla (n = 23). Cette dernière a mis en lumière la composante de ce régime qui est basé essentiellement sur trois classes (les insectes, les araignées et les gastropodes) et de six ordres, 13 familles dans la forêt de Larbaâ, et de deux classes seulement (les insectes et les araignées) et de sept ordres, avec 12 familles dans la forêt de Djimla.

La classe des insectes domine la composition des sacs fécaux analysés aussi bien pour Larbaâ (193 individus, 89%) que pour Djimla (179 individus, 97%).

La classe des araignées est faiblement présentée dans les deux forêts avec une fréquence de 9% (dans la forêt de Larbaâ) et de 3% (dans la forêt de Djimla).

La classe des gastropodes est présente seulement dans les sacs fécaux récupérés dans la forêt de Larbaâ avec une fréquence de 2%.

Les six ordres de proies trouvés dans les échantillons récupérés dans la forêt de Larbaâ sont les Coléoptères (les plus consommées, 54,17%), suivi par les Dermaptères, les Hemiptères, les Hymenoptères, les Lepidoptères et les Araneae. Les sept ordres d'arthropodes différenciés dans les échantillons de fécès des oisillons de la forêt de Djimla sont les Coléoptères (toujours les plus consommées, 36,96%), les Dermaptera, les Lepidoptera, les Hymenoptera, les Araneae, les Orthoptera, et les Hemiptera.

Les 13 familles de proies consommées par les oisillons de la Sittelle kabyle dans la forêt de Larbaâ sont: les Forficulidae (dominante avec une fréquence de 17,13%), les Curculionidae, les Cetonidae, les Cerambycidae, les Acanthosomatidae, les Formicidae, les Carabidae, les Chrysomelidae, les Tenebrionidae, les Coccinellidae, les Buprestidae, les Staphylinidae et les Dermestidae. Les 12 familles de proies consommées dans la forêt de Djimla sont aussi les Forficulidae (avec une fréquence 30,98%), les Formicidae, les Cetonidae, les Buprestidae, les Curculionidae, les Chrysomelidae, les Cerambycidae, les Gryllidae, les Cacinapharidae, les Coccinellidae, les Acanthosomalidae et les Carabidae. Les proies potentielles pour nourrir les oisillons de la Sittelle kabyle dans les forêts de Larbaâ et de Djimla sont : *Forficula auricularia* et *Oxythyrea funesta*.

Les tailles des taxons-proies consommées par les petits de la Sittelle qu'on a pu mesurer, varient entre 3 et 25 mm. La taille de la proie la plus consommée est de 15mm.

Ce travail a mis la lumière sur le régime alimentaire des petits de la Sittelle, ce qui attirera l'attention des curieux pour monter le défi et étudier le régime alimentaire des adultes ainsi que le cycle de vie de la Sittelle.

Références Bibliographiques

- A.N.R.H., 1996. *Carte pluviométrique de l'Algérie du nord à l'échelle du 1/500 000*. Notice explicative. A.N.R.H., Alger.
- A.N.R.H., 2013. *L'Agence nationale des ressources hydrauliques de Jijel*. Rapport interne 2013.
- Announ, L. (2018). Structure et statut des populations de certains oiseaux nicheurs dans les forêts humides de Kabylie (Algérie) : cas de la Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*) de Djimla. Mémoire du Master en Biologie de la Conservation. Université de Béjaïa (Algérie).
- Ahlen, L. (1965). Studies on the red deer, *Cervus elaphus* L., in Scandinavia, III. Ecological investigations. *Vitrify*, 3 (3): 177-376.
- Albouy, V, Richard, D. (2017). Guide des Coléoptères d'Europe. Paris: Deachaux et Niestl. [in French].
- Auberty, R. (1943). La neige en Algérie. *Ann. Géogr.*, vol. LII, p. 105-113.
- Bell, GP. (1990). Birds and mammals on an insect diet: a primer on diet composition analysis in relation to ecological energetics. *Studies in Avian Biology* 13: 416–422.
- Bellatrèche, M. et Chalabi, B. (1990). Données nouvelles sur l'aire de distribution de la Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*). *Alauda* 58, p. 95-97.
- Bellatrèche, M. (1991). Deux nouvelles localisations de la Sittelle kabyle *Sitta ledanti* en Algérie. *L'Oiseau et R.F.O.*, vol. 61 (3), : 269-272.
- Bellatrèche, M. (1994). Écologie et biogéographie de l'avifaune forestière nicheuse de la Kabylie des Babors (Algérie). — Université de Bourgogne. 154 p. (Thèse de doctorat).
- Bellatrèche, M. Boubaker, Z. (1995). - Premières données sur le comportement alimentaire de la sittelle kabyle (*Sitta ledanti*) en période de reproduction. *Ann.Int. Nat. Agron. El Harrach*, 16, 1-2: 35-48.
- Bengougam, R. (2009). Ecologie trophique du hérisson d'Algérie, *Atelerix algirus* Lereboullet, 1842 (mammalia : insectivora) dans le marais de Reghaïa. Thèse de

Références Bibliographiques

- Doctorat d'Ecologie des Communautés Biologiques. Inst.nati.agro. El Harrach, 72p.
- BENT, A. C, 1964. Life histories of North American nuthatches, Wrens, Trashers, and their allies. Dover Publications, Inc., New York, N.Y.
- Berg, J. (1979). Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobiusculusflaescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.*, 50: 263-273.
- Bernard, F. (1968). Les fourmis (Hymenoptera, Formicidae) d'Europe occidentale Septentrionale. Éd. Masson et Cie, Paris, coll. faune d'Europe et du bassin méditerranéen, Paris, 411p.
- Blondel, J. Ferry, C. Frochot B. (1973). Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41: 63-84.
- Bornard, A. Cozic, P. & Brau-Nogué, C. (1996). Diversité spécifique des végétations en alpage: influence des conditions écologiques et des pratiques. *Ecologie*, 27(2), 103.
- Bougaham, A.F. Benazouz A. & Bouchareb, A. (2017).Reproduction et soins parentaux chez la Sittelle kabyle *Sitta ledanti* en forêt de Guerrouche (Jijel, Algérie). *Alauda*, 85: 269-274.
- Bougaham, A.F. Announ, L. Aissat, L. Zemouri, M. Lillouch, S. Mirouh, A. Soukkou, W. Bouchareb, A. (2018). Distribution et grandeur de la population de la Sittelle Kabyle *Sitta ledanti* dans la forêt de Djimla (Nord-Est algérien). *Alauda* 86: 1–6. [in French].
- Bougaham, A.F. Hamitouche, S. Bouchareb, A. (2020). Trois nouvelles localisations de la Sittelle Kabyle *Sitta ledanti* en Algérie. *Alauda*, 88, 147-148.
- Bowen, SH. (1983). Quantitative description of the diet. In *Fisheries Techniques*, L.A. Nielsen et D.L. Johnson. American Fisheries Soc, Maryland, U.S.A. ed: 325-336p.
- Bradley BJ, Stiller M, Doran-Sheehy DM et al (2007) Plant DNA sequences from feces: potential means for assessing diets of wild primates. *Am J Primatol* 69:699–705.

Références Bibliographiques

- Brusven, M.A. & Mulkern, G.B. (1960). The use of epidermal characteristics for the identification of plants recovered in fragmentary condition from the crops of grasshoppers, N.D. Agric. Exp. Stn. Res. Rep., 3: 1 -11.
- Butet, A. (1985). Méthode d'étude de régime alimentaire d'un rongeur polyphagie (*Apodemus sylvaticus* L.1758) par l'analyse microscopique des fèces. *Mammalia*, 49, 455-483.
- Butet, A. (1987). L'analyse microscopique des fèces : une technique non perturbante d'étude des régimes alimentaires des mammifères phytophages. *ARVICOLA*, 6 (1) 33-38.
- Cacciani FGR. (2004). Etude de micromammifères proies dans les pelotes de régurgitation de rapaces nocturnes d'Afrique tropicale. Thèse de Doctorat, Univ. De Créteil, 118p
- Cagniant, H. (1973). Apparition d'ouvrières à partir d'œufs pondus par des ouvrières chez la fourmi *Cataglyphis cursor* Fonscolombe (Hyménoptères, Formicidae). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Paris, sér. D 277* : 2197–2198.
- Calver, MC. Wooller, RD. (1982). A technique for assessing the taxa, length, dry weight and energy content of the arthropod prey of birds. *Wildlife Research* 9: 293–301. <https://doi.org/10.1071/WR9820293>.
- Campredon, S. Campredon, P. Tamisier, A. (1982). Manuel d'analyse des contenus stomacaux de canards et de foulques (in french). Office National de la Chasse, Paris.
- Charrier, S. (2002). Clé de détermination des Coléoptères Lucanides et Scarabéides de Vendée et de l'Ouest de la France. *Le Naturaliste Vendéen* 2: 61–93.
- Chaumont, M. & Paquin, C. (1971). Carte pluviométrique de l'Algérie. 4 feuilles au 1/500.000.- 1 notice explicative. *Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, Alger. 24 p.
- Chinery (M.) 1993. -Les prédateurs et leurs proies. Ed. Delachaux et Nistlé, Bruxelles, 224p
- Chinery, M. (2005). *Insectes de France et d'Europe Occidentale*. Paris: Flammarion. [in French].

Références Bibliographiques

- Costello, M.J. (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36: 261-263.
- Cramps, S. et Perrin, C.M. (1993). *The birds of Western Palearctic.s.l.* : Oxford University Press, 1993. Vol. VII.
- Dajoz, R. (1975). - Précis d'écologie. Gauthier-Villars, Paris, 549 p.
- Dajoz, R. (1982). - Précis d'écologie. Gauthier- Villars, 522 p.
- Davies I. (1959). - The use of epidermal characteristics for the identification of grasses in the leafy stage, *J. Brit. Grass/. Soc.*, 14: 7-16.
- Deagle, BE, Tollit DJ (2007) Quantitative analysis of prey DNA in pinniped faeces: potential to estimate diet composition. *Conservation Genetics*, 8, 743–747.
- Duplan, L. (1952). Monographie de la région du Bougie. XIXème congrès géologique international, Série n° 17. Alger. 45 p.
- Dzieciolowski, R. (1969). — The quantity, quality, and seasonal variation of food resources available to red deer in various environmental conditions of forest management. Forest Research Institute, Warsaw, 295 pp.
- Ebbinge B., Canters K, Drent R. (1975). Foraging routines and estimated daily food intake in Barnacle Geese wintering in the northern Netherlands. *Wildfowl*, 26, 5-19.
- Emberger, L. (1930). La végétation de la région méditerranéenne : essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gen. Bot.*, vol. 42, p. 641-662 et 705 721.
- Emberger, L. (1936). Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. *Bull. Soc. Bot. Suisse Vol. Jub. Inst. Rübel. vol. 46*, p. 614 631.
- Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot., Geol., Zool. Fac. Scien. Série Bot.*, vol. 7, p. 3-43.
- FRANZREB, K.E. and R.D. OHMART, 1978. The effects of timber harvesting on breeding birds in a mixed-coniferous forest. *Condor*, 80:431-441.

Références Bibliographiques

- Garcia-Gonzalez, R. (1984). L'emploi des épidermes végétaux dans la détermination du régime alimentaire de l'Isard dans les Pyrénées occidentales. *Ecologie des milieux montagnards et de haute altitude. Documents d'écologie pyrénéenne. III-IV*: 307-313
- Gatter, W. & Mattes, H. (1979). Zur Populations grösse und Otologie des neu entdeckten Kabylen kleibers (*Sitta ledanti* Vieillard, 1976). *Journ. F. Ornithologie.*, vol. 120, p. 390-405.
- Haddad, K & Afoutni, L. (2019). First documented record of Rüppel's Warbler *Sylvia ruppeli* in Algeria. *Alauda* 87, 165.
- Hani, L. (2021). Contribution à l'étude de l'écologie de la Sittelle kabyle *Sitta ledanti* dans la forêt (vieillard, 1976) dans la forêt de Mont Babor (Nord-Est Algérien), Mémoire du Master Université de Béjaïa (Algérie).
- Hamitouche, S. Bouchareb, A. Bougaham, A.F. (2020). Status and distribution of the Algerian Nuthatch's population (*Sitta ledanti* Vieillard, 1976) in the Tamentout forest (north-eastern Algeria). *Avian Biology Research* 13: 81–86
- Harrap, S. (1992). Little known west palearctic birds: Algerian nuthatch. *Birdingworld*, vol 5 (4). (p 154-156).
- Heim de Balsac, H. (1976). Commentaires sur la découverte d'un élément imprévu de la faune paléarctique. *Alauda*, vol 44 (3) : 353-55.
- Hofreiter M, Poinar HN, Spaulding WG et al (2000) A molecular analysis of ground sloth diet through the last glaciation. *Mol Ecol* 9:1975–1984
- Höss (M.), Kohn (M.), Pääbo (S.), Knauer (F.) & Schröder (W.) 1992. - Excrement analysis by PCR, *Nature*. 359:199.
- Hyslop, E.J. (1980). Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. 17, 411-429.
- Isenmann, P. & Moali, A. (2000). Oiseaux d'Algérie Birds of Algeria, Paris, Société d'Études Ornithologiques de France, 336 p.
- Isenmann, P. & Monticelli, D. (2009). Species fact sheet : *Algerian Nuthatch (Sitta ledanti)* [en ligne]. Consulté le jeudi 6/ 03/ 2016.

Références Bibliographiques

- <URL <http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php?id=6889>>
- Jarman, SN. Deagle BE, Gales NJ (2004) Group-specific polymerase chain reaction for DNA based analysis of species diversity and identity in dietary samples. *Molecular Ecology*, 13, 1313–1322.
- J.O.R.A.D.P. (1983). Décret n° 83509 du 20 août 1983 relatif aux espèces animales non Domestiques protégées: Journal Officiel de la République Algérienne, 20 août 1983.
- Krahn MM, Herman DP, Matkin CO *et al.* (2007). Use of chemical tracers in assessing the diet and foraging regions of eastern North Pacific killer whales. *Marine Environmental Research*, 63, 91–114.
- Kelly (J.) 2000. - Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology, *Can J Zool.* 78:1–27.
- Kenneth, V. Rosenberg and Robert J. Cooper. (1990). *Quantification of Diets*. Approaches to avian diet Analysis. Studies in Avian Biology No. 13:80-90, 1990.
- Khemis, A. & Tighlit, S. (2021). Contribution à l'étude de l'écologie de la Sittelle kabyle *Sitta ledanti* dans la forêt de Gurrouche (Nord-Est Algérien). Mémoire du Master en Biologie de Conservation. Université de Béjaïa (Algérie).
- Klötzli, F. (1965). — Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald-und Grünland gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. VerlaqHaus Huber, Bern, 186 pp.
- Krahn, MM. Herman, DP. Matkin. CO. (2007). Use of chemical tracers in assessing the diet and foraging regions of eastern North Pacific killer whales. *Marine Environmental Research*, 63, 91–114.
- Laphie, G. (1914) - Aperçu phytogéographique sur la Kabylie des Babors. Rev. Gen. Bot., (Vol. jub. G. Bonnier), 417-424.
- Ledant, J.P. & Jacobs, P. (1977). La Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*): données nouvelles sur sa biologie. *Aves*, vol. 14, P.233-242.

Références Bibliographiques

- Ledant, J.P. (1981). Conservation et fragilité de la forêt de Babor, habitat de la Sittelle kabyle. *Aves*, vol. 18 (1-2), : 1-9.
- Ledant, J.P. & al. (1985). Dynamique de la forêt du mont Babor et préférences écologiques de la Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*). *Bio. Cons.*, vol. 32, p. 231-254.
- Le Houerou, HN. & Hoste, CH. (1977). Production des parcours et relations pluviométriques annuelles dans le bassin méditerranéen et dans la zone sahélo-soudanienne africaine. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 30 (3), 181-189.
- Lejeune, A. (1990).- Ecologie alimentaire de la loutre. (*Hydrictismaculicolis*) au lac Muhazi, Rwanda. *Mammalia*. T.54 (1) : 33-45.
- Libois R.M, Fons R, Saint Girons M.C. (1983). ; Le régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba*, dans les Pyrénées-Orientales. Etude des variations écogéographiques. *Terre vie*, 37,1987-217
- Maguran, E. (1988). *Ecological diversity and measurement*. Croom Helm., London, 179p.
- Maran, T. Kruuk, H. Macdonald, DW. Polma, M. (1998). Diet of two species of mink in Estonia: displacement of *Mustela lutreola* by *M. vison*. *Journal of Zoology* 245: 218–222. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1998.tb00093.x>.
- Mayache, M.E.A. (2018). Ecologie et Biologie de la Sittelle kabyle, *Sitta ledanti* dans quelques forêts humides de la région Jijel (Algérie). Mémoire du Master en Biologie de la Conservation. Université de Béjaïa (Algérie).
- Mills (M.G.L.) 1992. - A comparison of methods used to study food habits of large African carnivores. *Wildlife 2001: Populations* (eds. D. R. McCullough, H. Barrett), p.1112-1124.
- Monticelli, D. Legrand, V. (2009a). Algerian Nuthatch: a photographic trip. *Dutch Birding*, 31 : 247-251.
- Moulaï, R. Bouchareb, A. Gheribi, A. et Bougaham, A.F. (2017). Statut de la population et biologie de la reproduction de la Sittelle kabyle *Sitta ledanti* dans la forêt de Guerrouche (Algérie). *Alauda*, 85(2), 101-107.

Références Bibliographiques

- Moulaï, R. et Mayache, M.E.A. (2018). Un nouveau site de reproduction pour la Sittelle Kabyle *Sitta ledanti*. *Alauda* 86: 321-322.
- Muller, Y. (1985). L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du nord - sa place dans le contexte medio-européen. Thèse. Doc. Sci. Univ. Dijon, 318p.
- Passmore AJ, Jarman SN, Swadling KM et al (2006) DNA as a dietary biomarker in Antarctic Krill, *Euphausia superba*. *Mar Biotechnol* 8:686–696
- Paulian, R. (1941). Faune de France. Creative commons. Paris, 239p.
- Quézel P. (1957) - Peuplement végétal des Hautes Montagnes de l'Afrique du Nord. Ed. Le Chevalier Paris, 463 p.
- Ramade F. 1984.- Eléments d'écologie: écologie fondamentale. Ed. Mc Graw.
- Sekour, M. (2005). Insectes, oiseaux et rongeurs, parois des rapaces nocturnes dans la réserve naturelle de Mergueb (M'sila). Thèse Magister agro. Inst.nati.agro. El Harrach, 236p.
- Seltzer, P. (1946). Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Mét. Phys. Gl. Alg., Alger.
- Tamisier, A. Dehorter, O. (1999). - Camargue, canards et foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Ed. Centre Ornithologique du Gard, Nîmes, 369P.
- Tatner, P. (1983). The diet of urban Magpies *Pica pica*. *Ibis* 125: 90–107.
<https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1983.tb03086.x>.
- Seltzer, P., 1946. *Le climat d'Algérie*. Trav. Inst. Meteo. Phys. Blobe. Algérie 219p.
- Shehzad, W. (2011). Etude du régime alimentaire des carnivores par des techniques moléculaires. Thèse de Doctorat de Biodiversité, Ecologie et Environnement. Université de Grenoble. Faculté des Sciences agricoles. Français, 134p.
- Short J. (1981). Diet and feeding behaviour of the forest elephant. *Mammalia*, 45(2)
- AHLEN, L, 1965. — Studies on the red deer, *Cervus elaphus* L., in Scandinavia, III. Ecological investigations. *Viltrevy*, 3 (3): 177-376.
- Shrestha, R. Wegge, P. (2006). Determining the composition of herbivore diets in the transHimalayan rangelands: A comparison of field methods. *Rangeland Ecology & Management*.59, 512-518.

Références Bibliographiques

- Souttou, K. (2002). Reproduction et régime alimentaire du faucon crécerelle *Falco tinnunculus* Linné, 1758 (Aves, Falconidae) dans deux milieux l'un suburbain près d'El Harrach et l'autre agricole à Dergana. Thèse Magister, Inst.nati.agro. El Harrach. 250p.
- Storr, G.M. (1961). Microscopy analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals, *Austral. J. Biol. Sci.*, 14 : 157 - 164.
- Svensson, L. (2010). Le guide ornitho : Le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient: 900 espèces, Delachaux et Niestlé, coll. Les Guides du Naturaliste. 446 p. (Repères ; n. 348-349).
- Symondson, WOC. (2002). Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular Ecology*, 11, 627–641.
- Thery, A. (1942). Faune de France 41. Coléoptères buprestidés. Office central de faunistique, Paris. 222p.
- UICN. (2012). Catégorie et critères de la Liste rouge de l'UICN. Suisse. 32 p
- Vestheim, H. Edvardsen, B. Kaartvedt, S. (2005) Assessing feeding of a carnivorous copepod using species-specific PCR. *Marine Biology*.147, 381-385.
- Vielliard, J. (1976a). La Sittelle kabyle. *Alauda*, vol.44, p. 351-352.
- Vielliard, J. (1976b). Un nouveau témoin relictuel de la spéciation dans la zone méditerranéenne : *Sitta ledanti* (Aves, *Sittidae*). Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, vol. 83, n° 2, p. 1193-1195.
- Vielliard, J. (1978). Le djebel Babor et sa Sittelle, (*Sitta ledanti* Vieilliard, 1976). *Alauda*, vol.46, p. 1-42.
- Vielliard, J. (1980). - Remarques complémentaires sur la sittelle kabyle, *Sitta ledanti*. Vieilliard. *Alauda*, 48 (2-3) :139-150.
- Zemouri, M. Asloune, L. Adrar, A. Bouchareb, A. & Bougaham, A. F. (2021). Nestling diet of the Algerian Nuthatch *Sitta ledanti*, an endemic threatened bird in Babors' Kabylia region (north-eastern Algeria). *Ostrich*, 1-9.

Contribution à l'étude de l'écologie de la Sittelle kabyle dans la forêt caducifoliée à l'Est de Jijel Algérie.

Le régime alimentaire des oisillons de la Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*) a été étudié à base de l'analyse de sacs fécaux récoltés dans les deux forêts Larbaâ et Djimla (Est algérien). L'étude a porté sur l'analyse de 55 sacs fécaux récoltés dans cinq nids différents, durant la période de reproduction de l'année 2021. Notre analyse nous a permis d'identifier respectivement : 34 et 28 taxons-proies différents et de compter un total de 216 et 184 individus. Les 89% et 97% consommés appartiennent à la classe des insectes, les 9% et 3% appartiennent à la classe des araignées et le 2 appartiennent à la classe des gastéropodes dans la forêt de Larbaâ. L'ordre des coléoptères est le mieux représenté avec (117 individus, 54,17%) et (68 individus, 36,96%) suivis par l'ordre des dermoptères avec (37 individus, 17,13%) et (59 individus, 32,07). Les taxons-proies les plus consommés sont *Forficula auricularia* 17,13% et 30,98% et *Oxythyrea funesta* 12,96% et 11,96%. La classe de taille qui correspond au plus grand nombre d'individus consommés est celle de [12,6-15], (32%, 44 individus) et [14,7-19,8[, (61%, 71 individus) (où se trouve *Forficula auricularia* (37, 57 individus). L'examen de l'indice de Shannon-Weaver a révélé une diversité importante en taxons-proies consommées avec une valeur de 2,92 et 2,54 bits.

Mots clés : Régime alimentaire, *Sitta ledanti*, oisillons, sacs fécaux, Larbaâ, Djimla, Algérie.

Ecology study contribution of the Algerian Nuthatch in the deciduous forest East of Jijel Algerian

The nestling diet study of the Algerian Nuthatch (*Sitta ledanti*) was based on the analysis of nestlings fecal sacs collected in the Larbaâ and Djimla forests (Algerian East). The study focused on the analysis of 55 fecal sacs and four disaggregated parts of fecal sacs collected from four different nests. These latter, were all harvested during the breeding season of the year 2021. Our analysis allowed us to identify respectively (34/ 28) different prey taxa and to count a total of (216/184) prey items. (89%; 97%) of the prey items consumed belong to the class of insects, (9%; 3%) belong to the class of spiders and 2% belongs to the class of Gastropods. The Coleoptera are best represented with (117, 54,17%) prey items (68, 36,96%) followed by the order of beetles with (37/59) prey items (17,13; 32,07). The most commonly consumed prey taxa are *Forficula auricularia* (17,13%; 30,98%), *Oxythyrea funesta* (12,96%; 11,96%). The size class corresponding to the largest number of prey items consumed is [12.6-15], (32%, 44 prey items) and [14.7-19.8[, (61%, 71 prey) where *Forficula auricularia* is belonging. The Shannon-Weaver index revealed a significant diversity in taxon-prey consumed with a value of 2.92 and 2.54 bits.

Keywords: Diet, *Sitta ledanti*, nestling, fecal sacs, Larbaâ & Djimla, Algeria.