

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences de l'agronomie et des forêts

Mémoire

en vue de l'obtention du diplôme de master ~~X~~

**option : Ecologie, Gestion et Conservation de la
Biodiversité (EGCB)**

Thème

**Contribution à l'étude de la diversité
avienne nicheuse dans la subéraie de
Hafir (Tlemcen)**

Présenté par :

M. OTMANI Kamel

Soutenu le : 10 /10/2013 Devant le jury composé de :

Président :	M. BERRICHI Mohamed	Maitre de Conférences "B" - Univ. A.B.B. Tlemcen
Promoteur :	M. MOSTEFAI Nouredine	Maitre de conférences "A" - Univ. A.B.B. Tlemcen
Examineur :	M. DAHANE Belkheir	Maitre de Conférences "B" - Univ. A.B.B. Tlemcen
Examinatrice :	Mme BELLAHCENE Nadia	Maitre Assistance "A" - Univ. A.B.B. Tlemcen

Année universitaire : 2013 – 2014

Remerciements

«A goal is a dream with a deadline»

J'ai lu cette phrase il y a quelques mois, elle m'a marquée car c'est un peu la définition que je donnerais de mon mémoire : un rêve avec une date limite. Je n'étais pas seul dans ce rêve, loin de là ! Je tiens donc à remercier toutes les personnes qui m'ont permis de rêver et d'atteindre ce but.

Mes remerciements les plus vifs vont à mon encadreur Monsieur Mostefai Noureddine, Maître de Conférences Classe A au Département d'Agro-Foresterie, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen, pour la qualité de son encadrement au quotidien, ses idées scientifiques et la rigueur avec laquelle il a dirigé ce travail. J'ai pu bénéficier également de sa grande expérience dans le domaine de la biodiversité.

Je tiens à remercier Monsieur Berrichi Mohammed, Maître de Conférences Classe B, au Département d'Agro-Foresterie, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider ce jury. Je vous prie de trouver ici l'assurance de ma respectueuse gratitude.

Je suis très honorée que Madame Bellahcene Nadia, Maître assistante Classe A et Monsieur Dahane Belkheir, Maître de Conférences Classe B au Département d'Agro-Foresterie, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen aient accepté la charge d'être examinateurs de ce travail. Je leur suis très reconnaissant.

J'adresse un grand merci à Mesdames Boucherit-Otmani Zahia, Dahaoui salima et Dali-Youcef Khadidja qui m'ont soutenues, comprises et aidé pour aller au bout. Merci pour votre aide qui m'a été bien précieuse au quotidien.

Je remercie mes enseignants et mes amis (e) de la promotion 2013-2014, Merci pour tous les échanges enrichissants que nous avons eu.

Merci enfin à tous ceux et celles qui, de près ou de loin, se sont intéressées à mon travail et qui m'ont encouragées pendant toutes ces années.

Dédicaces

Louange à Dieu le tout puissant qui ma donné la force et la volonté de réaliser ce modeste travail que je dédie :

A mes chers parents, des gens pleins d'attention et d'affection, qui n'ont jamais cessé de prier pour moi. Merci pour l'éducation et les valeurs que vous m'avez transmises.

A mes frères et sœurs

A mes beaux frères et mes belles sœurs

A mes neveux et nièces

Sommaire

	pages
Introduction générale	01
Partie I. Généralités sur les oiseaux de forêts	
Introduction.....	03
I.1. Caractères généraux des oiseaux.....	03
I.2. Les rythmes biologiques des oiseaux.....	03
I.3. L'écologie des oiseaux.....	04
I.4. L'éthologie des oiseaux.....	04
I.4.1. L'instinct.....	05
I.4.2. L'apprentissage.....	05
I.4.3. Les capacités d'adaptation.....	05
I.5. Le régime alimentaire des oiseaux.....	06
I.6. La reproduction des oiseaux nicheurs.....	07
I.7. Migration des oiseaux.....	09
I.8. Influence de l'environnement sur les oiseaux.....	10
I.8.1. Altitude.....	10
I.8.2. La nature des espèces.....	10
I.8.3. Structure de peuplement.....	10
I.8.4. Influence de l'homme.....	11
Partie II. Description de la zone d'étude	
II.1. Caractéristique de la région d'étude.....	13
II.2. Situation géographique et administrative de la forêt de Hafir.....	13
II.3. Caractéristiques du milieu.....	14
II.3.1. Topographie et relief.....	14
II.3.2. Hydrographie.....	14
II.3.3. Géologie.....	15
II.3.4. Pédologie.....	15

II.3.5. Climatologie.....	16
II.3.5.1. Précipitations.....	16
II.3.5.2. Température.....	17
II.3.5.3. Autres facteurs.....	18
II.3.5.4. Synthèse bioclimatique.....	19
II.3.6. Dynamique de la végétation.....	22
Partie III. Méthodologie d'étude	
Introduction.....	24
III.1. Aperçu sur les méthodes de dénombrement d'oiseaux.....	24
III.1.1. Méthodes relatives.....	24
III.1.1.1. Méthode des indices ponctuels d'Abondance (I.P.A).....	25
III.1.1.1.1. Avantages et inconvénients de la méthode.....	25
III.1.1.1.2. Modalités d'application sur terrain.....	26
III.1.1.2. Méthode des itinéraires échantillons.....	27
III.1.2. Méthodes absolues.....	27
III.1.2.1. La méthode de capture-recapture.....	27
III.1.2.2. La méthode des plans quadrillés (ou quadra).....	28
III.2. Matériel d'étude.....	29
Partie IV. Résultats & discussions	
IV.1. Structure et composition du peuplement.....	30
IV.1.1. Aspect qualitatif.....	30
IV.1.2. Aspect quantitatif.....	33
IV.1.2.1. Richesse totale (S).....	33
IV.1.2.2. Richesse moyenne (S).....	33
IV.1.2.3. Fréquence.....	34
IV.1.2.4. Abondance.....	37
IV.1.2.5. Diversité du peuplement.....	37
IV.1.2.6. Diversité maximale et équitabilité.....	38
Conclusion générale	40

Liste des tableaux

Tableau 1. Précipitations moyennes mensuelles (mm)

Tableau 2. Températures moyennes enregistrées en deux périodes 1913-1938 et 1975-2007

Tableau 3. Synthèse bioclimatique de la forêt de Hafir

Tableau 4. Données climatiques de la température et les précipitations durant 2 périodes

Tableau 5. Les différentes strates de la forêt de Hafir

Tableau 6. Classification des oiseaux nicheurs contactés à Hafir

Tableau 7. Fréquences et types de présence des différentes espèces contactées à Hafir

Liste des figures

Figure 1. Carte de situation géographique de la forêt de Hafir

Figure 2. Précipitations moyennes mensuelles (1975-2007)

Figure 3. Températures moyennes enregistrées en deux périodes 1913-1938 et 1975-2007

Figure 4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls &Gausсен (1913-1938)

Figure 5. Diagramme ombrothermique de Bagnouls &Gausсен (1975-2007)

Figure 6. Climagramme d'Emberger dans la station de Hafir

Figure 7. Nombre d'espèces réparties selon les ordres

Figure 8. Régime alimentaire des oiseaux

Figure 9. Importance des fréquences de la communauté d'oiseaux contactée à Hafir

Figure 10. Importance des différentes catégories de présence d'espèces d'oiseaux à Hafir

Liste des abréviations

Ha	hectare
IPA	Indice kilométrique d'abondance
IKA	Indice ponctuel d'abondance
Km	Kilomètre
m	mètre

Introduction générale

Parmi les vertébrés, les oiseaux jouissent des plus larges possibilités d'adaptation (Dorst, 1971). Leurs facultés d'adaptation leur ont permis de coloniser les niches, les plus diverses et les moins accessibles aux autres animaux. Leur répartition est fonction de causes historiques, écologiques et éthologiques complexes (Blondel, 1970).

Ils choisissent pour nicher des biotopes propres à satisfaire leurs besoins biologiques et écologiques, certaines espèces paraissent strictement liées à un biotope bien précis.

Leur facilité d'observation sur le terrain, leur position élevée dans les chaînes alimentaires et l'utilisation des trois dimensions de l'espace font que les oiseaux sont d'excellents bio-indicateurs.

En milieu forestier, leur utilité est double, ils jouent un rôle dans la régulation des populations d'insectes, dans le recyclage de la matière organique et sont les agents de dispersion de diaspores végétales dont le rôle est très important dans la dynamique de la végétation. Cependant certains oiseaux peuvent également être la cause d'importants dégâts sur les cultures céréalières et fruitières lorsqu'ils prolifèrent d'une façon anormale et deviennent envahissants. Mais aucun oiseau n'est réellement nuisible.

Pour beaucoup, les oiseaux ne sont guère qu'une aménité qui agrmente le décor forestier, une cible convoitée par les chasseurs ou une petite touche cosmétique inoffensive et gratuite qui s'ajoute à quelque chose d'autrement plus sérieux : la production de bois. La réalité est plus complexe car les relations entre les oiseaux et les arbres sont celles de partenaires qui, au long de l'évolution, ont développé des fonctions telles que la disparition des uns aurait de fâcheuses conséquences pour les autres. ²

L'avifaune algérienne comprend 406 espèces dont 214 sont nicheuses (Isenmann & Moali, 2000). Par ailleurs, un nombre important d'espèces ont disparu, d'autres sont proches de l'extinction. La transformation et la destruction de leur habitat ainsi que la chasse sont les principales causes de cette extinction.

En Algérie, peu d'études se sont intéressées à l'avifaune des forêts et de ce fait la diversité ainsi que l'écologie de cette gente ailée et très peu connue. C'est dans ce contexte que nous avons orienté notre travail vers une étude de la composition et de la structure du peuplement avien au niveau de la forêt de Hafir et de faire par la suite une comparaison avec les travaux antécédents.

Nous entamons ce mémoire par un premier chapitre synthétisant des données bibliographiques sur les oiseaux nicheurs en forêts. Dans le deuxième chapitre nous décrivons la zone d'étude avec une synthèse climatique. Un troisième chapitre est consacré à la méthodologie et aux matériels de travail utilisés. Enfin dans dernier chapitre, nous traitons les résultats et leurs interprétations.

Chapitre I

Généralités sur les oiseaux de forêts

Introduction

Les oiseaux de forêts ont eu à faire face à de nombreuses variations des surfaces forestières depuis le néolithique : incendies répétées, défrichements accompagnant le développement de l'élevage et de l'agriculture avec pour conséquence de réduire et de fragmenter la forêt. Le premier pic de déforestation culmina à l'époque romaine, après un répit de quelques siècles, il reprit à la fin du moyen âge, pour atteindre son maximum au milieu du XIX^e siècle, c'est-à-dire que les oiseaux forestiers ont subi de nombreuses vicissitudes (Burton, 1995).

En revanche, la plupart des oiseaux qui subsistent dans nos forêts supportent bien les perturbations (exploitation forestière) et la fragmentation des forêts (découpage des massifs en îlots de tailles variables). C'est aussi pourquoi les mêmes espèces se retrouvent communément dans les parcs et les jardins. Il s'agit alors aussi bien des espèces naturellement propres aux taillis jeunes (fauvettes, Rossignol Philomèle, Accenteur mouchet), aux lisières (Pie-grièche écorcheur, Tourterelle des bois, Linotte mélodieuse, Bouvreuil pivoine, Verdier d'Europe) et aux futaies très claires (Pipit des arbres, Rouge-queue à front blanc) qu'aux sous bois sombres du cœur des forêts (Rouge-gorge familier, Merle noir, Grive musicienne) (Blondel, 1975).

I.1. Caractères généraux des oiseaux

Les oiseaux sont amniotes, homéothermes, ovipares et adaptés aux vols par leur :

- ▶ Squelette pneumatique ;
- ▶ Membres antérieurs transformés en ailes ;
- ▶ Présence de plumes ;
- ▶ Sacs aériens ;
- ▶ Musculature particulière ;
- ▶ Bec corné ;
- ▶ Acuité visuelle très fine ;
- ▶ Profil aérodynamique (Lester, 1975).

I.2. Les rythmes biologiques des oiseaux

La vie des oiseaux s'organise en fonction de plusieurs rythmes biologiques, le plus commun aux vertébrés et le rythme circadien. La plus part des oiseaux sont diurnes, mais quelques oiseaux, comme la majorité des hiboux et de nombreux chouettes sont nocturnes ou

crépusculaires. D'autres espèces comme la plupart des limicoles, suivent un rythme de vie basée sur la marée.

Les oiseaux en raison de l'existence des saisons suivent également un rythme circannuel. Lors de leur migration sur de longues distances, ils vont généralement subir des changements anatomiques ou comportementaux ou une mue pour préparer ce voyage. Les cycles de reproduction sont annuels, plusieurs nidifications pouvant avoir lieu dans une saison pour certaines espèces particulièrement prolifiques (Michel Cuisin, 2000).

I.3. L'écologie des oiseaux

L'aptitude des oiseaux à voler leur donne la chance de connaître plusieurs biotopes et de manifester leurs préférences pour certains milieux où ils peuvent trouver la nourriture abondante, leurs conditions de nidifications favorables et l'habitat pour protéger, élever leur petits et aussi pour éloigner les prédateurs (Dejonghe, 1985).

Les oiseaux en général nichent et se nourrissent dans un même milieu, sans pour autant en dépendre de lui totalement. Il y a de nombreux oiseaux qui peuvent nicher dans un endroit bien précis et aller se nourrir dans un autre milieu, comme c'est le cas des aigles et bien d'autres oiseaux (Cquillart, 1987).

En ville, dans les parcs et les jardins, on trouve plusieurs espèces, tel que la mésange bleue, le Gobe-mouche gris, la fauvette et tête noir, etc.

Dans les agglomérations, il y a très souvent le moineau domestique qui est habitué aux murs des maisons même sans verdure. Il y a également les hirondelles de cheminée et de fenêtre qui nichent même à l'intérieur des murs des maisons.

Dans les endroits où il y a des constructions entourées de quelques arbres et un peu de végétation, le nombre de merle noir, serin cini et le verdier est élevé.

Sans oublier, les pigeons bisets et ramiers qui sont devenus très connus dans les villes (Muller, 1995).

I.4. L'éthologie des oiseaux

L'éthologie ou « comportement des oiseaux » comprend tout les aspects de vie des oiseaux : de l'alimentation à la façon de se porcher et du chant aux parades nuptiales. Certains types de comportements sont journaliers, d'autre comme la migration ou les amours, sont saisonniers (Golleyet Moss, 2007).

I.4.1. L'instinct

L'instinct est un mode de comportement inné, commun à tous les individus d'une même espèce. Avoir des comportements instinctuels et indispensables pour une question de survie. Dès la naissance, les oiseaux savent donc ce qu'ils doivent faire dans des situations précises. D'après Durilg & Cuisin (1975) un jeune oiseau doit savoir voler dès qu'il quitte le nid pour échapper à ses prédateurs. Construire un nid est aussi une activité instinctive.

Au printemps, nous pouvons voir facilement des oiseaux qui transportent, dans leur bec, des matériaux pour la construction de leurs nids. Lorsqu'il se reproduit pour la première fois, un oiseau sait déjà comment construire son nid. Il sait choisir les matériaux dont il a besoin et sait les assembler ensemble.

I.4.2. L'apprentissage

Les oiseaux ne sont pas dépendants uniquement de leur instinct. Le comportement d'un oiseau peut souvent être modifié par l'apprentissage, ce qui lui permet d'être plus efficace pour faire face aux diverses situations de la vie. Un oisillon sait instinctivement battre des ailes pour voler, mais il doit apprendre pour manœuvrer habilement et pour atterrir en douceur. La nidification est instinctive, mais les oiseaux plus expérimentés construisent de meilleurs nids et en moins de temps. L'apprentissage est donc la capacité de modifier un comportement à la lumière de l'expérience (Durilg & Cuisin, 1975).

L'instinct et l'apprentissage sont donc complémentaires. L'instinct est vital quand on manque d'expérience, puis l'apprentissage affine le comportement des oiseaux et le rend plus efficace.

Les oiseaux peuvent aussi apprendre par déduction (Kirshner, 2000). Par exemple, un épouvantail deviendra inefficace dès l'instant que les oiseaux comprennent qu'il est sans danger pour eux.

I.4.3. Les capacités d'adaptation

Les oiseaux peuvent aussi s'adapter aux modifications de leur environnement et ils savent en tirer profit avantageusement. Ainsi, nombre d'espèces comme les Moineaux ou les Hirondelles ont changé de milieu de vie avec le développement de la civilisation. Il y a quelques millénaires, l'hirondelle de cheminée nichait en pleine nature dans un arbre creux ou une falaise. Depuis l'antiquité, le développement des villes et des villages lui a offert des nouveaux sites de nidification et a favorisé son expansion.

Le comportement de l'homme influe bien évidemment sur celui des oiseaux. Les mouvements brusques, les cris, le bruit, la manie de la « propreté », l'emploi intensif d'insecticides, fongicides et autres produits chimiques, ne contribue point à retenir les oiseaux dans un endroit qui pourrait, par ailleurs, leur offrir le gîte et le couvert (Michel Cuisin, 2000).

I.5. Le régime alimentaire des oiseaux

Les oiseaux des forêts se répartissent en plusieurs catégories en fonction de leur régime alimentaire dont les plus importantes sont :

I.5.1. Les granivores

Ils ont un bec court et solide, que leur permet de décortiquer les graines ou de briser les gros morceaux de nourritures. Les moineaux sont des représentants de cette catégorie.

I.5.2. Les insectivores

Ils ont un bec long, pointu, fragile pour avaler les morceaux que leur bec ne peut absorber. Ils se nourrissent d'insectes, de limaces, d'araignées, de baies et de petites graines sèches. Le merle, l'Etourneau sansonnet, le rouge-gorge, le Troglodyte mignon et l'Accenteur mouchet sont des mangeurs de nourriture molle. Un certain nombre d'espèces d'oiseaux insectivores qui ne migrent pas à l'hiver mangent alors également des graines pendant cette période pendant laquelle les insectes se font très rares. Le choix des aliments dépend non seulement de la forme du bec, mais également des pattes et de l'aptitude à effectuer tel ou tel mouvement.

La nourriture permet d'accumuler l'énergie pour grandir, pour maintenir constante la température interne et pour faire fonctionner l'organisme des oiseaux. Mais outre la relation quotidienne dont il a besoin pour survivre, l'oiseau doit trouver assez de nourriture pour d'autres activités indispensables. Les mâles dépensent beaucoup d'énergie pour chanter et défendre leur territoire, les femelles pour produire les œufs, les couvrir, puis pour nourrir les petits. Les excédents de nourriture sont stockés sous forme de graisse, utilisés en cas de mauvais temps et pendant la migration (Gilbert Blaising, 2008).

*** L'adaptation du régime alimentaire**

Certains oiseaux ont un régime alimentaire varié, d'autres suivent un régime spécial, comme par exemple celui de la fauvette axé sur les graines de cardère. Les bouvreuils préfèrent les graines de frêne, de ronce, de rumex et d'ortie, mais quand celles-ci manquent à la fin de l'hiver, ils mangent alors les bourgeons des arbres fruitiers. Le nombre de bourgeons

qu'ils prélèvent dépend de la quantité d'aliments naturels encore disponibles dans la nature. On accuse souvent ces oiseaux de dévaster les vergers, mais les bouvreuils n'ont souvent pas d'autre moyen de survivre. S'ils mangent autant de bourgeons, c'est que leur valeur nutritive est faible (Cquillart, 1987).

Si les aliments de base se font rares, on peut avoir la chance d'observer des comportements inhabituels. Pressé par la faim, la grive litorne s'en prend même aux navets et, si la sécheresse est forte, les merles (faute de vers de terre) donnent des miettes de pain à leurs petits. De même, s'il fait très froid et très sec, les grives musiciennes cassent les coquilles d'escargot, mais en dernier recours car cette activité leur demande beaucoup d'effort pour un faible apport ; elle devient peu rentable si les merles dérobent une partie des mollusques extraits de leur abri pour le bec des grives (Gilbert Blaising, 2008).

1.6. La reproduction des oiseaux nicheurs

Bien que le printemps, avec ses jours qui s'allongent, soit le signal pour les oiseaux qu'il est temps de penser à se reproduire, la période de reproduction varie d'une espèce à l'autre et dépend également des conditions plus locales. Mais autant de pouvoir se reproduire, les organes sexuels des oiseaux doivent grossir énormément pour la saison de reproduction. Chez la femelle, le poids de l'ovaire gauche, qui est le seul fonctionnel, peut augmenter de 1500 fois. Cette situation persiste un certain temps après la ponte car les œufs peuvent être détruits, rendant nécessaire une ponte de remplacement. Il faut également que la nourriture abonde, non seulement pour la femelle qui a besoin alors d'un surplus de nourriture. Mais aussi pour que les oisillons inexpérimentés trouvent facilement leur alimentation. Toutefois quelques espèces comme par exemple la Chouette hulotte commence sa reproduction à une période où les proies ne sont pas encore très nombreuses. Dans ce cas, l'intérêt est d'avoir des proies plus visibles alors la végétation n'a pas encore poussé, qu'un nombre plus important de proie comme au début de l'été, mais qui peuvent facilement se dissimuler. La chasse aux mulots et aux campagnols devient alors plus difficile pour ce rapace (Dejonche, 1985).

La saison de nidification peut commencer plus ou moins tôt dans un même territoire en fonction de la précocité du printemps, qui influe sur la quantité de nourriture disponible à un moment donné. Il peut y avoir pour certaines espèces un décalage possible d'un mois entre les années où le printemps est en avance ou en retard. Cependant, en cas de coup de froid dans un printemps précoce tout peut s'arrêter et les couples peuvent même se défaire (Gilbert Blaising, 2008).

Le début de cette période de reproduction est également fonction de la latitude puisque le printemps est bien en avance dans le sud de l'Europe que dans le nord. Selon la latitude, des oiseaux d'une même espèce peuvent donc pondre une ou plusieurs fois. Ainsi les Bergeronnettes printanières qui se reproduisent dans le sud de l'Espagne quittent leurs quartiers d'hivers pour nicher fin mars. Les Bergeronnettes printanières des sous-espèces de la Scandinavie pour leur part ne regagnent leur territoire qu'en début juin, car un retour trop précoce leur serait désastreux. Pourtant ces deux sous espèces hivernant dans les mêmes régions en Afrique (Muller, 1995).

La nature des proies capturées pour les oisillons détermine également le début de la saison de reproduction. Les oiseaux, comme les merles qui se nourrissent de vers de terre, commencent à se reproduire avant les oiseaux, comme les mésanges qui se nourrissent de chenilles leurs petits, car la disponibilité des larves est plus tardive dans la nature. Quant au Gobe-mouches gris, il niche presque deux mois plus tard car il lui faut beaucoup d'insectes volants, qui apparaissent seulement à la fin du printemps (Breton, 1987).

La durée de la saison de reproduction est très variable en fonction des espèces. Certains passereaux sont capables d'avoir plusieurs couvées. Ils peuvent alors adapter l'alimentation donnée aux jeunes en changeant si nécessaire de graine au début et à la fin de cette période (Cquillart, 1987).

Beaucoup d'oiseaux pondent une seule fois par an et dans ce cas la majorité des membres de l'espèce pondent à la même période mais il peut y avoir un décalage d'un mois entre les sujets les plus précoces et les plus tardifs. Mais si un oiseau perd sa ponte, il doit souvent pouvoir faire une deuxième, dite de remplacement. Cependant, les chances de mener à bien une ponte de remplacement diminuent progressivement à mesure que la saison avance, et certains oiseaux ne font pas de ponte de remplacement après avoir perdu une couvée (Dejonghe, 1985).

Mais certains oiseaux peuvent avoir une période de reproduction très souple, comme par exemple le Beccroisé bifascié, qui se nourrit de graine de mélèze. Comme cet arbre fructifie à la fin de l'automne. Cet oiseau n'a pas de saison de nidification fixe et peut se reproduire souvent en automne. Le champion toutes catégories de la durée de reproduction est sans doute le pigeon biset jusqu'à cinq couvées et même plus. Cet étonnant comportement peut s'expliquer par l'abondance de nourriture dans les villes qui lui permet d'élever même tardivement dans ses nichées (Muller, 2004).

I.7. Migration des oiseaux

En raison de leur aptitude au vol, les oiseaux ont pu coloniser des régions nordiques où ils ne disposent pas de nourriture en quantité suffisante toute l'année. Pendant la saison froide, ils migrent vers des régions au climat plus favorable, car plutôt que d'affronter les rigueurs de l'hiver. On appelle migration le mouvement saisonnier de certains oiseaux se déplaçant entre une aire de reproduction et une aire d'hivernage.

Bien avant cela (Hanzak & Formanek, 1981) ont défini les migrations comme les grands déplacements régulièrement suscités par le changement dans la longueur du jour auquel correspondent une modification des activités hormonales.

Ce voyage qui se déroule souvent sur des milliers de kilomètres, implique un retour régulier dans la région de départ : la région de reproduction. La méthode qu'ils utilisent pour retrouver leur route reste le grand mystère de la migration. Cuissin (2000) estime que ; les oiseaux migrateurs ont posé pendant très longues années maintes énigmes aux chercheurs. On sait aujourd'hui que ces animaux disposent simultanément de plusieurs « boussoles » orientation d'après les étoiles, d'après le soleil, d'après le champ magnétique terrestre, la raison principale de migration réside dans le changement saisonnier de l'offre alimentaire. La migration d'une espèce est donc souvent en relation avec son régime alimentaire, la quantité de nourriture disponible et la modification d'un milieu qui entraîne souvent la disparition des oiseaux migrateurs, pour rechercher des conditions de vie favorables (Clement, 1981).

La plupart des oiseaux migrateurs voyagent seuls ou en petits groupes, d'autres se dépassent en grandes troupes. Un grand nombre d'oiseaux, tel que la Grive mauvis, voyagent la nuit et se reposent le jour.

On distingue selon Felix (1978) que les oiseaux de nos régions peuvent être partagés en deux groupes ; les « oiseaux sédentaires et oiseaux migrateurs », l'une située au nord, où ils nichent et élèvent leurs petits, l'autre au sud, où ils hivernent mais ne nichent jamais.

Nombreuses sont les espèces qui n'appartiennent à aucune de ces catégories extrêmes, les espèces nomades se situent à mi-chemin entre ces deux groupes, en hiver, elles se déplacent autour de leur territoire.

Nous avons donc réparti les oiseaux en trois groupes, il faut toutefois souligner qu'il n'existe pas de macération nette entre ces groupes (Hanzak & Formanek, 1981).

A partir de la fin février, les migrateurs partiels commencent à revenir sur leur territoire.

I.8. Influence de l'environnement sur les oiseaux

I.8.1. Altitude

En Europe occidentale, plusieurs oiseaux vivent presque exclusivement dans les forêts de montagne. Il s'agit par exemple du cassenoix (qui niche depuis peu dans les Ardennes belges), du Grand tétras, des Chouettes chevechette et de Tengmaln (avec une exception pour celle-ci on Bourgogne et dans les Ardennes belge), des pics à dos blanc et tridactyle, de la Mésange boréale sous espèce alpestre), du vanteron, du Tarin des aulnes (qui niche dans l'Est de la Belgique et au Luxembourg) et du Beccroisé des sapins (pour lequel il y a de nombreuses exceptions à la suite des invasions) (Chautelat, 2007).

I.8.2. La nature des espèces

Entre une chênaie, une hêtraie, une pépinière et une pinède, il y a de grandes différences, car les arbres qui les composent n'ont pas la même biologie. Les uns ont des feuilles caduques et les autres ont des feuilles persistantes. La capacité des feuilles (surtout les chênes) à produire des rejets quand un gros arbre vient d'être coupé, constitue également une différence non négligeable car certains oiseaux nichent volontiers dans les cépées (ensemble des brins issus d'une souche), qui caractérisent les taillis sous futaie (Dorst, 1971).

Parmi les oiseaux assez étroitement liés aux conifères, on peut citer le Tétrás lyre, le Grand tétras, la Chouette chevechette, le Roitelet huppé, les Mésanges huppée et noire, le venturon, le Tarin des aulnes, le Beccroisé des sapins et le Cassenoix, mais là encore il y a des différences.

En effet, une sapinière et une pinède de Pin sylvestres n'hébergent pas exactement les mêmes oiseaux, même si elles se trouvent à une altitude égale l'absence de sous bois (éventuellement remplacé par des fougères-aigles) dans une pinède explique sa relative pauvreté par rapport à la sapinière dont la végétation herbacée est plus riche (Flegg, 1992).

I.8.3. Structure de peuplement

Selon les dimensions de ces composantes, la végétation des bois et des forêts forme plusieurs strates qui offrent chacune le gîte et le couvert des animaux différents (insectes, etc.) et qui ne sont pas toutes occupées par les mêmes oiseaux. Très mobiles, ceux-ci se déplacent plus ou moins entre les différents niveaux. Cependant, plusieurs passent une grande partie de leur existence à une certaine hauteur. De bas en haut se succèdent la litière (ensembles des organes morts des végétaux qui sont tombés à terre ; feuilles, écailles des bourgeons, fleurs rameaux, fruits, bouts d'écorces, etc.), et la strate herbacée formée par les végétaux tels que

l'Anémone Sylvie, le muguet, l'Ail des ours, le fraisier, le Laurier de Saint-Antoine le Millet des bois, etc. la strate buissonnante comprend les très jeunes arbres (arbustes), arbrisseaux (aubépines, viorne, ronce sureau, grappe). Enfin, la strate arboré qui domine les précédents, se compose d'arbres ayant, eux aussi différentes dimensions, depuis 7 à 10 m (pour ceux qui forme un gaulis à 25,30 ou même 40 m pour les plus âgés. Plus le nombre des strates est élevé plus grandes les ressources alimentaires utilisables par les oiseaux car la masse végétale augmente et fait vivre une grande variété d'invertébrés.

C'est pour cette raison que les taillis sous futaie dans lesquels il y a au moins quatre strates offrent aux oiseaux un maximum de site de nidification et de nourriture ; ils sont souvent les plus riches en espèces aviennes. A l'opposé, une vieille futaie de hêtre (au moins 120 ans) est relativement pauvre car, par endroits, il n'y a guère que la litière et les grands arbres (Ferry, Frochoi 1990).

La litière et la strate herbacée sont exploitées par des oiseaux de taille très différente qui y trouvent une partie de leurs aliments : Merle noir, Rougegorge familier, bécasse, Grand tétras, Tétrasyre, gelinotte, Faisan de Colchide, Pigeon ramier et colombin. Parmi eux, certains nichent à terre (faisan, gelinotte, bécasse), d'autres à faible hauteur (Merle noir) et quelques uns à plusieurs mètres (pigeon). D'autres oiseaux nichent à terre sans pour autant s'y nourrir beaucoup, c'est le cas des Pouillots et l'Engoulevent. Quelques espèces placent leur nid sur les arbustes ou à quelques mètres sur les arbres. Par exemple la tourterelle des bois, le troglodyte, l'accenteur mouchet. D'autres encore placent leur nid, soit sur les grosses branches (buses, corneille noir), soit au contraire sur distances du tronc (loriot, tarin) (Michel Cuisin, 2000).

1.8.4. Influence de l'homme

Le degré de fréquentation par le public et l'intensité des travaux de sylviculture ont une grande importance sur la richesse de l'avifaune sylvestre. Dans certaines portions de vol suburbains ou buissons et jeunes arbres manquent presque complètement, les oiseaux ont du mal à trouver des emplacements de nidifications et leur densité est faible. Même en montagne, les parties de forêts traversées perdent des pistes de ski ou de nombreux sentiers régulièrement fréquentés sont peu propices à l'installation d'oiseaux sensibles aux dérangements comme les deux tétras. Il y a certes des exceptions puisque certains sujets tolèrent la proximité de l'homme mais le plus souvent, et cela est devenu évident, la raréfaction du grand tétras est due à l'intensification de l'activité humaine et au changement supportés dans le monde d'exploitation des forêts en basses et moyennes montagnes. Cependant, si la circulation est limitée aux chemins et routes et si le sous-bois est peu

parcouru, on trouve même dans les forêts proches des villes, une grande densité et une assez grande richesse d'espèces pour autant que la surface boisée soit importante. En dehors des travaux forestiers courant (coupes, éclaircissements, etc.). Une autre forme d'influence humaine correspond aux traitements chimiques destinés à lutter contre certains insectes ravageurs (Michel Cuisin, 1992).

Chapitre II

Description de la zone d'étude

II.1. Caractéristique de la région d'étude

La région de Tlemcen, située au Nord-Ouest d'Algérie est limitée géographiquement au Nord-Est par la wilaya d'Ain Temouchent, à l'Est par la wilaya de Sidi Belabbès, à l'Ouest par la frontière Algéro-marocaine et par le Sud par la wilaya de Naâma. Elle s'étend sur une superficie de 9020 km² du littoral au Nord et à la steppe au Sud. Du point de vue physique, le relief présente une hétérogénéité orographique avec une diversité importante des paysages. Les terres forestières s'étendent sur des superficies de 1994,88 km². Par sa superficie à vocation forestière, la wilaya de Tlemcen est considérée parmi les grandes zones forestières de l'ouest algérien (Plan d'aménagement de la wilaya de Tlemcen, 2000).

II.2. Situation géographique et administrative de la forêt de Hafir

La forêt domaniale de Hafir, zone privilégiée qui a attiré depuis longtemps la curiosité de nombreux chercheurs est située à 15 km au Sud-Ouest de la ville de Tlemcen (Fig.1).

Sur le plan administratif, la forêt appartient à la commune d'Ain Ghoraba. C'est un vaste mélange de milieux propices à la diversité animale et végétale. Cette forêt d'importance capitale fait partie du parc national de Tlemcen. Elle est localisée dans la zone centrale de la wilaya de Tlemcen sur un grand massif étiré d'Est en Ouest est limitée par :

- La commune de Sabra au Nord avec 1559 ha
- La commune d'Ain Ghoraba au Sud avec 94 ha.

Selon le parc national de Tlemcen (Plan de gestion II 2006-2010), cette dernière couvre une superficie de 1653 ha et se situe entre les coordonnées Lambert suivantes :

Nord-Est : x=123km y=173 km

Nord-Ouest : x=120 km y=173 km

Sud-Est : x= 123 km y=165 km

Sud-Ouest : x=120 km y=160 km

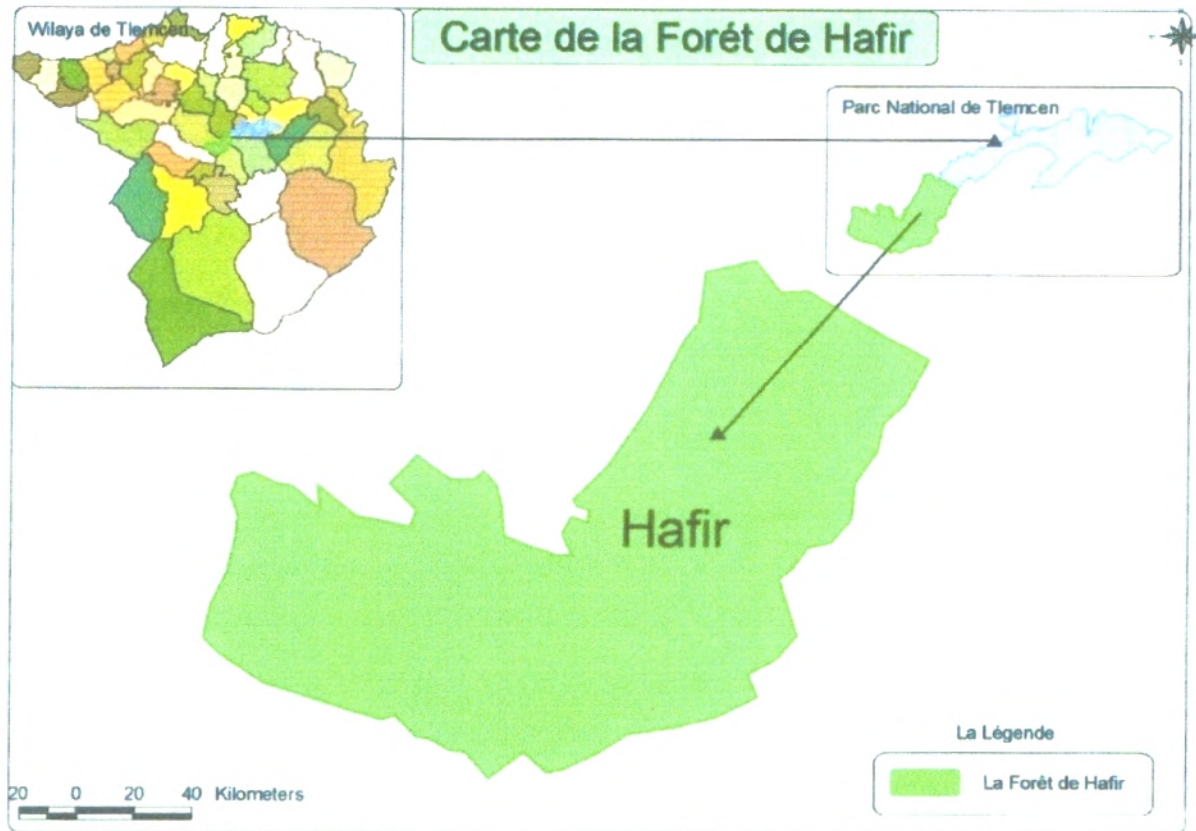


Figure 1. Carte de situation géographique de la forêt de Hafir

(Source : Parc national de Tlemcen,
plan de gestion II 2006- 2010)

II.3. Caractéristiques du milieu

II.3.1. Topographie et relief

La forêt de Hafir est caractérisée par un relief très accusé à différentes expositions et classes de pentes favorisant les terrains nus et rocailloux se trouvant sur les sommets et favorisant l'action de l'érosion hydrique.

Les terrains nus et rocailloux se trouvent sur les sommets et les lignes de crêtes et occupent une faible superficie.

II.3.2. Hydrographie

La forêt de Hafir dispose de plusieurs sources de faible débit. Kazi Tani (1995) note que les cours d'eau ont un régime caractérisé par l'irrégularité de l'écoulement et par des manifestations hydrologiques brutales et que c'est le déficit hydrique de l'été qui détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau.

Les principaux oueds sont : Oued Tlet et Oued Talouanes de longueurs en général respectives (4240 m pour le premier et de 1500 m pour le second).

II.3.3. Géologie

La géologie de la zone d'étude est caractérisée par la dolomie qui date du jurassique supérieur (Benest, 1985). Les données d'ordre stratigraphiques des monts de Tlemcen ont été largement décrites dans le travail de Kaid Slimane (1999). Nous citons succinctement :

- Les grés de Boumediene ou grés Lutasicas représentés par des sédiments essentiellement terrigènes à affinités molassiques.
- Les dolomites de Terny (tectonique inférieur)

Dans le cadre tectonique, selon Elmi (1970), la zone est affectée d'un réseau de failles suffisamment denses d'orientation globale Ouest Sud-Ouest, Est Nord-Est donnant naissance à des formations gréseuses dolomitiques ou marneuses. Les monts de Tlemcen sont découpés par trois principaux systèmes de failles transversales.

- La transversale de la Tafna
- La transversale de Oued Chouly
- La transversale de Ain Tellout

II.3.4. Pédologie

Elhai (1968) définit le sol comme étant un milieu complexe formé d'éléments résultant de l'altération de la roche mère sous l'action d'agents atmosphériques et biologiques.

Greco (1966) souligne que le sol constitue pour la plante un support, une réserve d'eau, d'air et d'éléments nutritifs. Quant à Gaouar (1980), note que le type de végétation est seul à déterminer le type de sol mais l'action de la végétation est fortement freinée par la dynamique pédologique d'un sol et la nature du substrat qui lui donne naissance.

Les monts de Tlemcen à vocation forestière sont formés de divers types de sols. Kazi Tani (1966), a fait ressortir pour la forêt de Hafir 11 types de sols dont on peut citer :

- Les sols fertilitiques à tendance podzolitique, ne sont présents que dans la subéraie de Hafir, la végétation est acidifiante et la roche mère est siliceuse facilitant la pédogénèse ;
- Les sols fertilitiques lessivés profonds au niveau de la partie Ouest de la forêt de Hafir

- ☉ Enfin des sols alluviaux sont à leur tour favorisés par un type de relief bien déterminé (alluvions anciens et récents des parties basses des vallées, des cuvettes, des plateaux et des abords des cours d'eau).

II.3.5. Climatologie

Thinthoin K (1948) précise que le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative du fonctionnement des systèmes écologiques. La répartition des forêts méditerranéennes répond selon Boullard (1992), aux particularités d'un climat complexe, il est défini selon Benabadji (1991) et Bouazza (1991), par un été sec et un hiver doux. Outre Bouchaour-Djabeur (2001), précise que la forêt de Hafir typiquement méditerranéenne est caractérisée par deux saisons bien différenciées, l'une estivale longue et sèche à fort ensoleillement et à température élevée, l'autre hivernale peu froide et humide à précipitations parfois violentes et de courtes durées.

II.3.5.1. Précipitations

Le climat de la région de Tlemcen comme c'est le cas de toutes les autres régions méditerranéennes se caractérise essentiellement par la répartition irrégulière des précipitations dans l'espace et dans le temps.

L'étude bioclimatique que nous présentons ci-dessous a été réalisée à partir des données de deux périodes : une ancienne allant de 1913 à 1938 et une période récente allant de 1975 à 2007.

La forêt de Hafir a reçu durant la période 1913-1938 une moyenne pluviométrique de l'ordre de 757 mm/an, tandis que pour la période 1975-2007, la moyenne pluviométrique est de 569 mm/an.

Précipitations moyennes mensuelles et annuelles

Les données pluviométriques mensuelles et annuelles récoltées sont enregistrées dans le tableau suivant :

Tableau 1. Précipitations moyennes mensuelles (mm)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	moy
Période 1975-2007	70	76	87	67	55	14	3.5	3.3	21	44	72	55	569

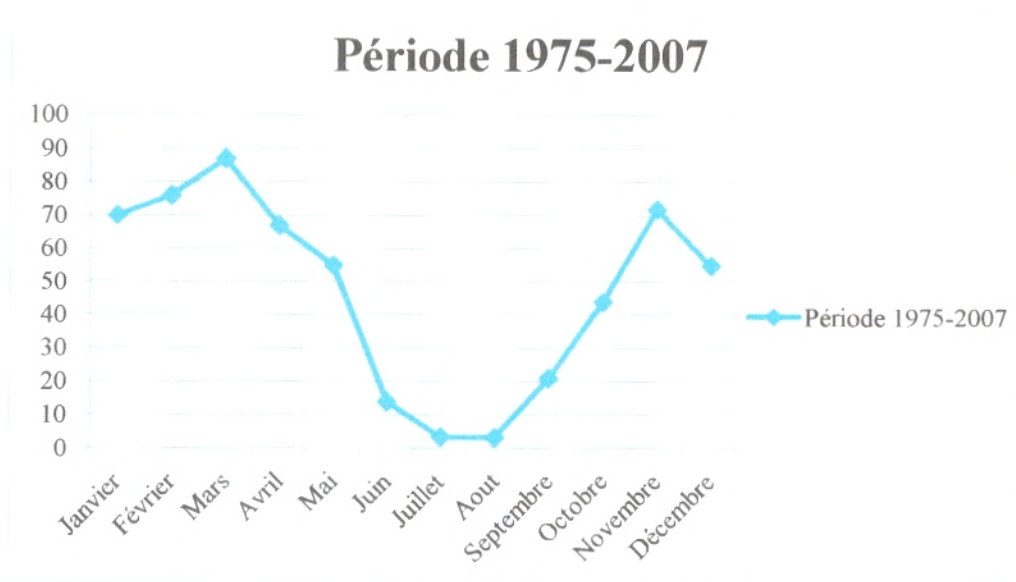


Figure 2. Précipitations moyennes mensuelles (1975-2007)

Il apparaît clairement que ces dernières années connues par une régression du taux de pluies, ceci favorise au mieux la migration des oiseaux.

II.3.5.2. Température

Les températures moyennes dans la région de Hafir enregistrent durant la période 1913-1938, un maximum de 25.8 °C au mois d'août, qui reste le mois le plus chaud de l'année. Le minimum des températures moyennes 5.9 °C est enregistré au mois de janvier (Tab.2 et Fig. 2).

Quant aux températures extrêmes, le minimum des moyennes mensuelles des températures minimales est enregistré en janvier, il représente l'unique moyenne avec une valeur de 7,7 °C (1975-2007). Le maximum des moyennes mensuelles des températures maximales est de 25,65 °C, valeur enregistrée en juillet.

Tableau 2. Températures moyennes enregistrées en deux périodes 1913-1938 et 1975-2007

année / mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1913-1938	5.9	7.1	8.8	11.2	15.2	19.6	25.4	25.8	21.1	16	10.1	6.8
1975-2007	7.7	9.9	12.06	12.74	17.3	21.63	25.65	24.97	22.5	17.81	10.74	8.9

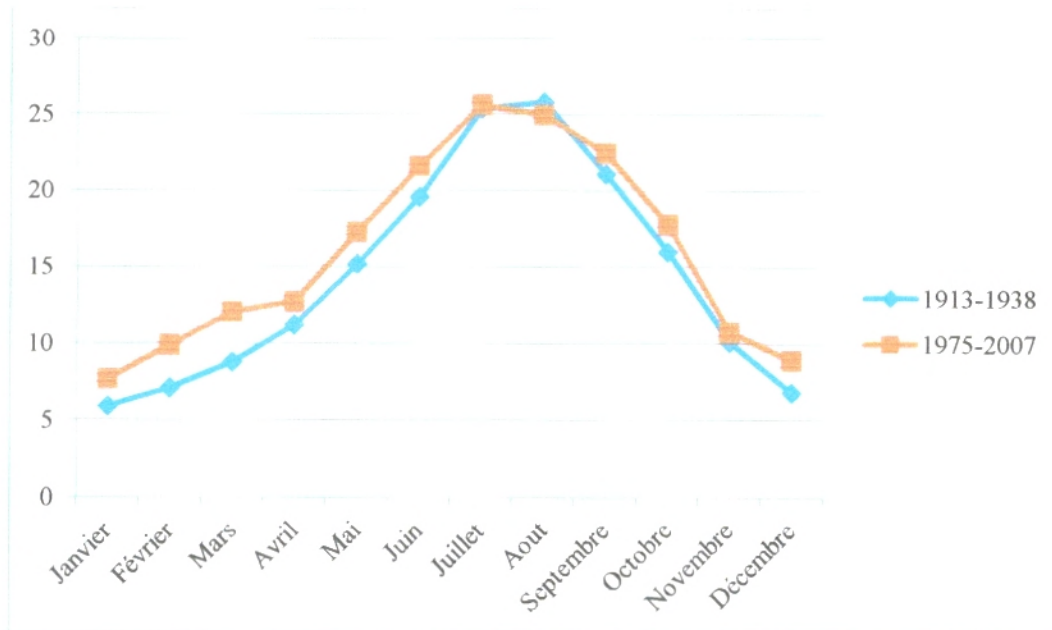


Figure 3. Températures moyennes enregistrées en deux périodes 1913-1938 et 1975-2007

II.3.5.3. Autres facteurs

a. Le vent

La région de Hafir connaît tout au long de l'année des vents de direction et de vitesses variables, généralement non violent. Les vents les plus fréquents arrivent de l'Ouest mais ceux du Sud-ouest et Nord-ouest sont surtout présents en automne et même en hiver.

En outre, ces vents sont représentés en été par le sirocco, vent très chaud et très sec car la brise de mer arrive assez atténuée (Bouhraoua, 2003).

b. Neige

La neige est un facteur écologique qu'il faut prendre également en considération car en fondant, elle constitue un apport d'eau très appréciable non seulement pour la végétation mais aussi pour l'alimentation de l'avifaune qui y réside.

La région de Hafir s'enneige presque annuellement et sa fréquence varie d'une année à une autre et selon l'altitude et l'exposition.

Son apparition est notée à partir de 800 m d'altitude ou l'épaisseur de couverture neigeuse varie généralement entre 15 et 30 cm. Le maximum enregistré était de l'ordre de 1.5 m et le nombre de jours variant de 7 à 25 jours.

II.3.5.4. Synthèse bioclimatique

La classification bioclimatique est fondée sur trois critères :

P : moyenne annuelle des précipitations (mm) ;

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C) ;

m : moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

Grâce à cette classification, nous pouvons mieux comprendre le comportement de la flore et de la faune.

Tableau 3. Synthèse bioclimatique de la forêt de Hafir

Paramètre	Q ₂	M (°C)	Etage bioclimatique
1913-1938	88,1	1,8	Subhumide supérieur à hiver frais
1975-2007	61,33	2,6	Subhumide inférieur à hiver frais

Le tableau 3 indique que la valeur de Q₂ a diminué de 88,1 pour la période ancienne à 61,33 pour la période récente, marquant un passage de la forêt de l'étage subhumide à hivers frais à l'étage subhumide inférieur à hivers frais.

a. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Une combinaison des données pluviométriques et des températures est très intéressante pour caractériser l'influence du climat sur la région. On doit à Bagnouls & Gaussen (1953) une méthode simple et efficace de discrimination entre la saison sèche et la saison pluvieuse : le critère $p = 2t$.

Tableau 4. Données climatiques de la température et les précipitations durant 2 périodes

1913-1938	Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	août	Sept	Oct	Nov	Déc
	Pluies (mm)	83.2	101	93.2	72.3	65.5	27.7	2.2	5.6	26.6	57.7	92.2	81
T (°C)	5.9	7.1	8.8	11.2	15.2	19.6	25.4	25.8	21.1	16	10.1	6.8	
1975-2007	Pluies (mm)	70	76.2	86.9	67.3	54.8	13.6	3.5	3.34	21.5	44.5	72.6	54.5
	T (°C)	7.7	9.9	12.1	12.7	17.3	21.6	25.7	25	22.5	17.8	10.7	8.9

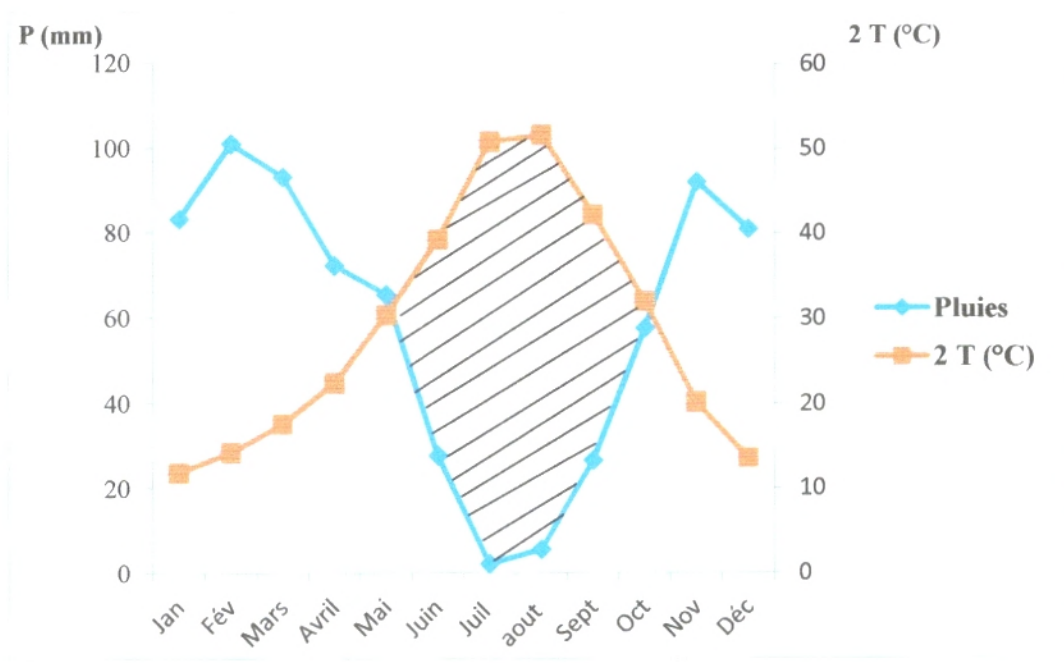


Figure 4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen (1913-1938)

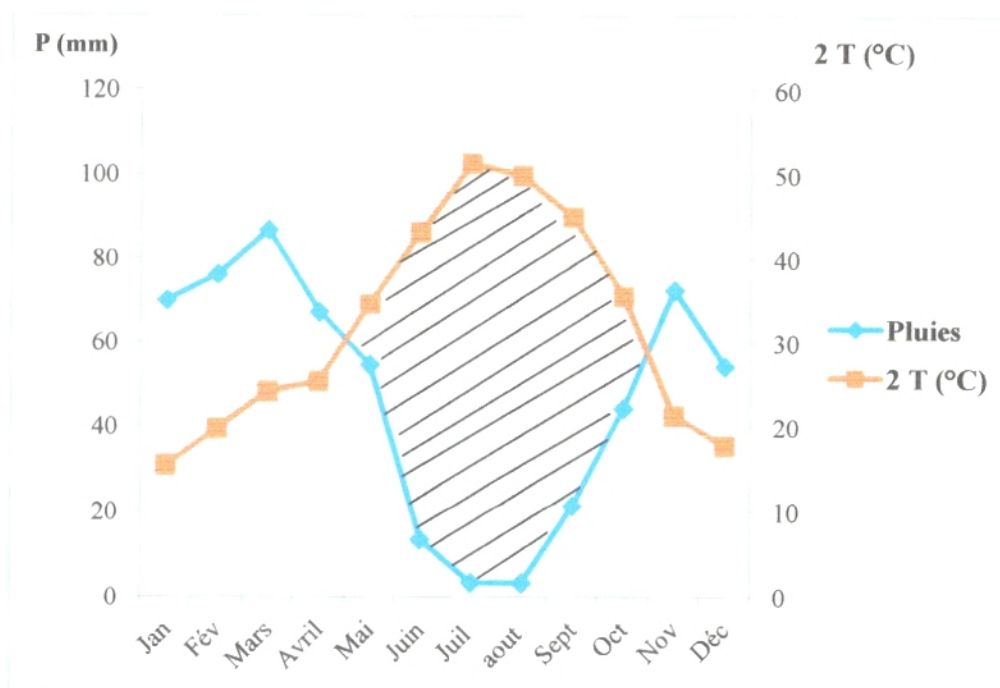


Figure 5. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen (1975-2007)

La période entre 1975 et 2007 a été caractérisée par une période sèche qui s'étale sur quatre mois, à savoir juin, juillet, août et septembre. Le minimum pluviométrique apparaît en août avec 3.3 mm, alors que le maximum est en mois de mars avec 87 mm.

b. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955)

La classification la plus souvent utilisée a été élaborée par EMBERGER en utilisant un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur d'un « quotient pluviométrique » d'une localité déterminée est en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année en abscisse.

Q_2 est calculé par la formule suivante :

$$Q_2 = (1000 * P) / (M - m) \quad (M + m)^2 = (2000 P) / (M^2 - m^2)$$

M et m exprimé en °K

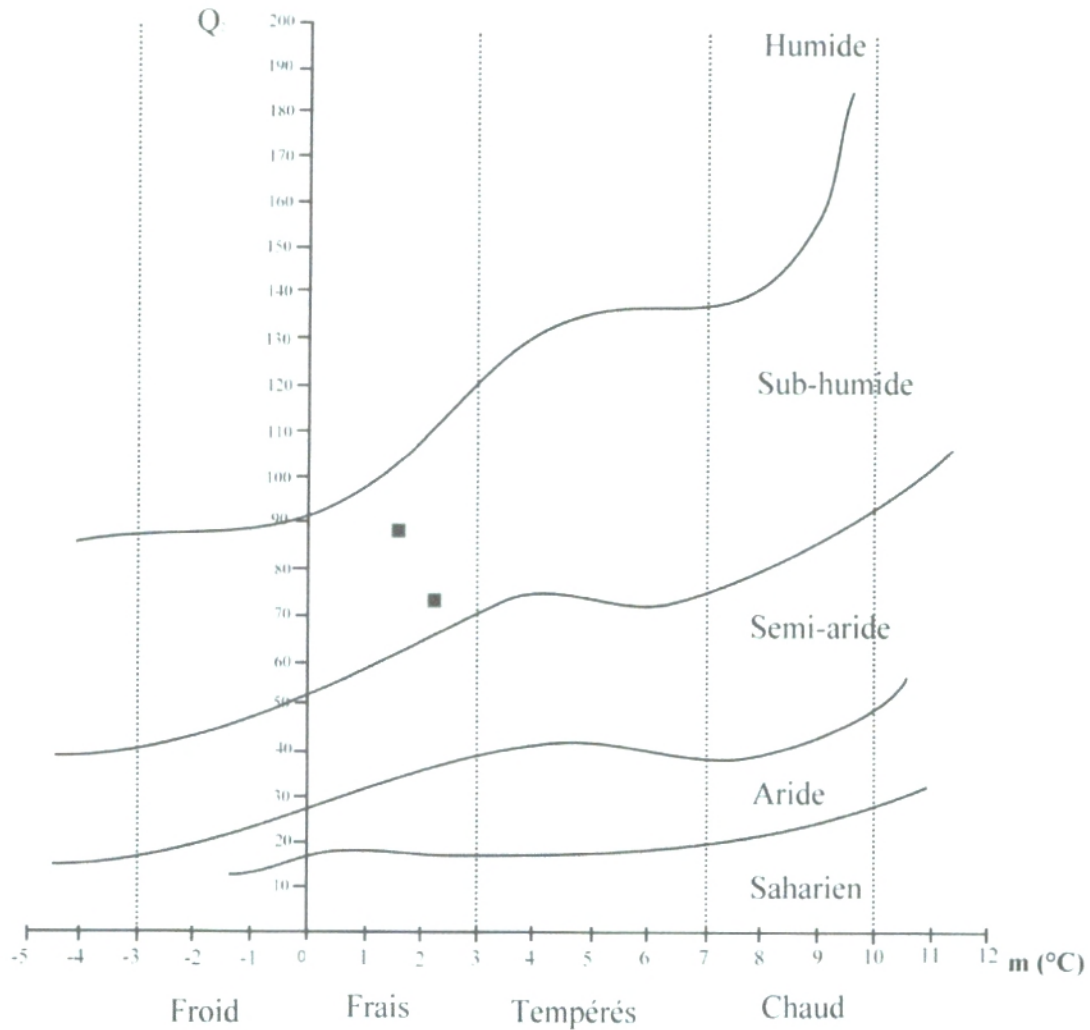


Figure 6. Climagramme d'Emberger dans la station de Hafir

II.3.6. Dynamique de la végétation

Il est un fait d'observation banale qu'à chaque écosystème est associé une biocénose de composition spécifique particulière tant au niveau de la communauté végétale (phytocénose) qu'à celle (zoocénose); un fait découlant certainement de l'étroite relation qui relie « faune-flore-climat-sol ».

De nombreuses études ont montré que les oiseaux restent très sensibles à la répartition de la végétation conditionne les possibilités qu'à l'oiseau de chercher sa

nourriture, de défendre son territoire et de cacher son nid selon sa morphologie et les habitudes de son espèce.

La forêt de Hafir est un peuplement hétérogène composé principalement de trois espèces de chenes *Quercus suber*, *Quercus rotundifolia* et *Quercus faginea* ssp. *Tlemcenensis* où ce dernier est présent dans des conditions écologiques locales spécifiques caractérisées par un taux d'humidité élevé et un sol très profond. On trouve aussi l'olivier sauvage (*Olea europea* ssp. *Oleaster*) et quelques pieds de frênes oxyphylles (*Fraxinus oxyphylla*). Des espèces résineuses sont également présentes telles que le thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) et le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*). Le pin d'Alep, le pin pignon, le cyprès commun et l'eucalyptus se rencontrent dans certains cantons dégradés. Les peuplements de chêne liège couvrent une superficie de l'ordre de 3500 (Boudy, 1955) à 4000 ha (Sauvagnac, 1956). Ils sont localisés dans de nombreux cantons, dont les plus importants sont S'Rutou, Moutas, Tatsa, Tijdit, Oued Tlet, Oued Fernane et Koudie Hafir.

Le sous-bois à Hafir est riche et diversifié, comprenant des espèces caractéristiques du groupement de la chênaie mixte avec des espèces indicatrices de dégradation et la présence de maquis : le lierre (*Hedera helix*), le chèvrefeuille (*Lonicera implaxa*), la salsepareille (*Smilax aspera*), la ronce ç feuille d'orme (*Rubus ulmifolius*), le daphne ou laurier des bois ou garou (*Daphne gnidium*), l'arbousier (*Arbutus unedo*), le petit houx (*Ruscus aculeatus*), la bruyère arborescente (*Erica arborea*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) et la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*). Dans les zones dégradées, plus chaudes, on trouve plus des essences secondaires telles que le chêne kermes (*Quercus coccifera*) et le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), mais aussi les Cistes (*Cistus ladaniferus*, *C. salviaefolius*, *C. monspeliensis*), le diss (*Ampelodesmos mauritanica*) et le doum (*Chamaerops humilis*).

Chapitre III

Méthodologie d'étude

Introduction

Les oiseaux sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité et l'évolution des milieux naturels. Mené à des pas de temps réguliers sur un même site, le suivi des populations d'oiseaux peut constituer un élément pertinent pour évoluer les mesures de gestions proposées.

Un dénombrement ou comptage, consiste à compter ou estimer l'effectif total réel ou approximatif des oiseaux de différentes espèces sur un même site (ou sur plusieurs sites) à un moment donné (Bellatreuch, 1987).

Plusieurs méthodologies existent pour réaliser un recensement de l'avifaune dans un milieu. Certaines permettent un recensement quantitatif, d'autres qualitatifs. Il s'agit notamment des I.P.A., des I.K.A., de la technique des plans quadrillés.

III.1. Aperçu sur les méthodes de dénombrement d'oiseaux

Les deux principales méthodes de dénombrement sont :

- Les méthodes relatives
- Les méthodes absolues

Ce sont là deux méthodes qui permettent d'effectuer le comptage d'oiseaux nicheurs mais à des degrés de précision et de fiabilité différents. Ainsi les dénombrements issus de la méthode relative ne donnent qu'un aperçu sur la composition de la structure d'un peuplement avien accompagné d'indice d'abondance (ou fréquence). Ces indices en faisant appel à des sondages statistiques nous donnent indirectement une idée sur la densité des oiseaux qui composent le milieu prospecté.

III.1.1. Méthodes relatives

Les dénombrements relatifs consistent à évaluer ou estimer le nombre d'oiseaux observés dans des conditions déterminées. Le chiffre retenu et donc admis est supposé proportionnel à la population d'oiseaux. Il existe plusieurs méthodes de dénombrements relatifs, parmi celles-ci nous retenons principalement :

III.1.1.1. Méthode des indices ponctuels d'Abondance (I.P.A)

Mise au point par Blondel, Ferry et Frochot en 1970, la méthode des I.P.A. consiste à déterminer des indices d'abondance des oiseaux par rapport au paramètre de temps. Il s'agit de choisir dans un milieu pouvant être hétérogène des points d'écoute, appelés également station d'écoute, distants de 200 m au minimum et dans lesquels l'observateur reste immobile pendant une durée déterminée (de l'ordre de 15 à 20 minutes) et note tous les contacts qu'il a avec les oiseaux. Afin de contacter un maximum d'espèces, l'I.P.A. nécessite deux comptage partiels du même point durant la même saison : l'un du 15 mars au 15 avril pour les nicheurs précoces, l'autre entre 10 mai et le 15 juin pour les nicheurs tardifs. Durant toute la durée du recensement, l'observateur doit être vigilant et avoir une attention soutenue en notant tous les chanteurs ou individus différents manifesté pour chaque espèce. L'utilisation d'une fiche standardisée (annexe) facilite beaucoup son travail. L'observateur occupe la position centrale du cercle dessiné et oriente son plan dans une direction choisie. Il note sur le plan la position des oiseaux repérés avec les mêmes symboles que pour les autres recensements. Cet indice permet de comparer les abondances d'une même espèce dans des milieux différents ou dans le même milieu mais à des périodes différentes (Blondel *et al.*, 1970 et 1981). Les I.P.A. doivent être toujours réalisés dans de bonnes conditions météorologiques, dans un temps calme sans vent ni pluie, et durant les quatre premières heures qui suivent le lever du jour, période correspondant au maximum de l'activité vocale des oiseaux.

III.1.1.1.1. Avantages et inconvénients de la méthode

Comme toutes les méthodes de dénombrements de l'avifaune, la méthode des I.P.A. présente certains avantages mais aussi des inconvénients qui dans certains cas peuvent limiter son utilisation (Blondel *et al.*, 1970).

Avantages :

Cette méthode présente l'avantage d'être particulièrement simple et rapide à mettre en œuvre donc facilement reproductible dans le temps et dans l'espace ce qui est primordial pour une méthode de type de suivi à long temps. Blondel *et al.*, (1970), l'a présenté en trois points :

- ▶ Elle présente une souplesse bien supérieure puisqu'elle ne nécessite pas au préalable l'existence ou la présence de cheminement rectiligne.
- ▶ Elle est utilisable dans des milieux beaucoup plus morcelés et /ou accidentés que la méthode I.K.A. puisqu'elle est moins «exigeante» en terrain.

▶ Elle est mieux standardisée car l'observateur immobile ne doit respecter que le paramètre temps, ce qui ne pose pas de problème tandis que celui qui se déplace doit y ajouter le paramètre distance, donc contrôler sa vitesse.

Inconvénients :

- ▶ L'application de la méthode des I.P.A. est moins précise dans les milieux où la densité et la diversité de l'avifaune sont plus fortes.
- ▶ Elle n'est utilisée que dans une période bien précise de l'année, donc les espèces migratrices absentes lors de cette période ne sont pas prises en compte, elle ne prend pas en compte les espèces à grand canton.
- ▶ Les I.P.A. ne sont pas comparables entre espèces différentes de détectabilité, mais seulement pour une même espèce. Cette méthode présente une sensibilité vis-à-vis de l'observateur, connaissance des espèces, appréciation des abondances, ce qui rend aléatoire la comparaison des I.P.A. collectés par différents observateurs

III.1.1.1.2. Modalités d'application sur terrain

A l'échelle de l'année, c'est la période d'activité maximale printanière qui est retenue. En effet, c'est au printemps et donc pendant quelques semaines de reproduction que les couples nidificateurs manifestent leur territorialité et leur stabilité facilitant ainsi leur comptage.

Nous avons procédé au recensement durant la période mi-mars jusqu'à la fin de juin 2013. 27 points d'écoutes sont positionnés sur le site d'étude de telle manière que les surfaces observées à partir de chacun d'entre eux ne se superposent pas, en veillant à une bonne représentativité de l'ensemble du milieu.

Deux séries d'observations sont réalisées, l'une en début de saison de reproduction pour détecter les nicheurs précoces, l'autre en fin de saison pour détecter les nicheurs tardifs. Les premiers I.P.A. partiels ont été effectués entre 21 mars et le 06 avril et les seconds entre le 18 juin et le 30 juin.

Les observations ont été réalisées très tôt le matin, 2 heures après le lever du jour pendant que l'activité des oiseaux est encore plus forte. Blondel (1975), montre en effet que la période la plus favorable où les oiseaux peuvent être identifiés se situe pour le mois de juin entre 6 et 9 heures du matin. La distance de détection des oiseaux dépend des espèces et des

conditions météorologiques. Il est donc important que les I.P.A. s'effectuent par un temps favorable, c'est-à-dire qui permet aux oiseaux de chanter et d'être entendue, ainsi que d'être vus (proscrire froid, vent fort, forte pluie, brouillard épais, etc.). La durée d'observation pour chaque point d'écoute est fixée à 20 minutes. Elle nécessite une bonne localisation de l'espèce pour une bonne identification et un dénombrement correcte (Blondel, 1975). Pour des raisons pratiques et pour faciliter le travail sur le terrain, nous avons utilisé des fiches d'I.P.A. sur la station d'écoute correspondante, à savoir la végétation, le milieu, la météorologie et le nombre d'espèces d'oiseaux contactés.

III.1.1.2. Méthode des itinéraires échantillons

Il s'agit principalement de la méthode relative des indices kilométriques d'abondance (I.K.A.) qui consiste en un parcours d'un itinéraire donné sur une distance connue et à noter de ce fait tout contact avec les oiseaux. La méthode des I.K.A. s'intéresse principalement aux espèces observées à l'intérieur d'une bande d'environ 50 mètres s'étendant de part et d'autre de l'axe du transect et ceci tout au long d'un parcours d'au moins 1 km pour éviter tout effet de lisière (Frochet, 1975).

L'observateur est tenu de contrôler rigoureusement sa vitesse d'évolution le long du parcours, paramètre souvent difficiles à maîtriser dans le sous bois touffus. L'hétérogénéité du milieu et la dissymétrie introduite par les fortes pentes en font de cette méthode peu adaptée aux montagnes et d'un emploi limité.

III.1.2. Méthodes absolues

On peut envisager de chercher tous les nids construits et occupés durant la période de reproduction. Cette technique est la plus souvent utilisée pour les espèces grégaires de grandes tailles comme les vautours et les hérons, mais pour les passereaux, de nombreux nids passent inaperçus (Frochet, 1975).

III.1.2.1. La méthode de capture-recapture

Cette technique est beaucoup utilisée sur les oiseaux. Lors de la capture on marque les individus. Sur une population totale de N individus on en capture T , ils sont relâchés une fois marqués, au moment de la recapture t individus sont déjà marqués sur les n capturés. Un simple produit en croix permet de faire une estimation de la population :

$$N = (T \times n)/t$$

Pour cette méthode on est obligé d'admettre que :

- un individu capturé une fois a autant de chances de se faire capturer à nouveau ;
- les individus marqués se mélangent de façon homogène aux autres ;
- le taux de mortalité des individus marqués n'est pas différent des autres ;
- la population est stable entre les deux captures.

L'intérêt de cette méthode est qu'elle permet d'avoir un effectif N (nombre total des oiseaux) très proche de la réalité. En plus, si on la pratique plusieurs années de suite, on pourrait avoir une idée sur la mortalité, sur le sexe ratio (proportion de male/femelle) et sur la proportion jeunes/adultes. Avec ces critères on peut avoir une idée sur la dynamique de la population, son évolution, etc. Cette méthode a de toute évidence des limites d'utilisation :

- Il ne faut pas que, entre les sondages, la population change.
- Il ne faut pas que les oiseaux s'adaptent au mode de capture en devenant par exemple plus mobile.

III.1.2.2. La méthode des plans quadrillés (ou quadra)

Le principe de cette méthode consiste selon Kremer (2006) à choisir une zone d'une dizaine d'hectares (entre 10 et 40 ha) au sein d'un biotope ciblé à parcourir plusieurs fois durant la période de reproduction des oiseaux.

Cette surface sera cartographiée avec précision sur un plan précis et parcouru par l'observateur huit à dix fois en notant, selon un code standardisé, les contacts avec les oiseaux afin d'obtenir une densité pour une espèce donnée. A la fin, apparaissent des nuages de points en indiquant un territoire occupé par un mâle. on parvient ainsi à soustraire pour chaque espèce une densité rapportée a la surface couverte par le quadrat (Blache *et al.*, 2005).

Toutes les observations réalisées à la fin de la saison, sera chaque visite reporté sur une carte par superposition. Cette dernière fait apparaitre aux zones de concentration des points les différents territoires.

III.2. Matériel d'étude

En ce qui concerne le matériel utilisé durant cette étude nous pouvons citer :

- Une paire de jumelles de grossissement 10x50 pour l'observation et l'identification des oiseaux.
- Un guide d'oiseaux d'Europe et d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient de Heinzel *et al.* (1985) pour identifier les espèces d'oiseaux contactés durant l'inventaire.
- Fiche de terrain IPA (voir annexe).

Chapitre IV

Résultats & discussions

IV.1. Structure et composition du peuplement

Au terme des 54 relevés que nous avons effectués dans la forêt de Hafir, nous avons pu recenser 31 espèces d'oiseaux nicheurs (Voir annexe). Ce chiffre concerne les espèces que nous avons identifiées nous-même et qui sont en général des oiseaux forestiers. Les espèces à vastes cantons comme les rapaces dont le territoire déborde forcément les limites des biotopes étudiés, n'ont pas été incluses ; il est de même pour les espèces grégaires et se déplaçant beaucoup telles que les hirondelles et les martinets.

IV.1.1. Aspect qualitatif

Après un examen de la liste des oiseaux recensés (Tab.6), il ressort que la communauté avienne à Hafir appartient à 7 ordres dont celui des Passeriformes est le plus important, il renferme à lui seul 28 espèces soit 90% de la richesse totale. Ces ordres se répartissent dans 15 familles dont celles des Sylviidés (6 espèces), des Fringillidés (5 espèces) et des Turdidés (5 espèces) sont les plus dominantes et regroupant 51.6 % des espèces du peuplement.

L'analyse phénologique a montré que 64.5% des espèces sont sédentaires (20 parmi les 31) tandis que les 11 autres sont migratrices représentant ainsi 35.5 % du peuplement avien de Hafir. Sur le plan trophique, les insectivores occupent le premier rang avec 19 espèces sur les 31 soit 61% l'ensemble des oiseaux. Les granivores viennent en deuxième lieu avec 7 espèces (23%), suivis par les oiseaux à régime mixte avec 4 espèces (13%) et enfin les frugivores sont représentés uniquement par une seule espèce (3%). En fonction de l'habitat fréquenté pendant la recherche de la nourriture, la communauté d'oiseaux de Hafir se compose en 4 guildes, les arboricoles représentés par 13 espèces, les terrestres avec 9 espèces, les buissonnants avec 7 espèces et enfin les aériens avec 2 espèces (Tab.6).

En comparant nos résultats avec ceux de Mostefai (2010), ce dernier a inventorié dans la forêt de Hafir 40 espèces d'oiseaux nicheurs soit une différence de 9 espèces de plus par rapport à nos résultats. Ceci peut s'expliquer par la différence de l'effort d'échantillonnage entre les deux inventaires. En effet Mostefai (2010) a réalisé un inventaire sur une durée de trois années successives.

Tableau 6 : Classification des oiseaux nicheurs contactés à Hafir

Ordre	Famille	Genre /Espèce	Phénologie	Catégorie trophique	Guilde
Passeriformes	Muscicapidae	<i>Ficedula hypoleuca speculigera</i>	M	Insectivore	Aérien
	Muscicapidae	<i>Muscicapa striata</i>	M	Insectivore	Aérien
	Paridae	<i>Parus ultramarinus</i>	S	Insectivore	Arboricole
	Paridae	<i>Parus major</i>	S	Insectivore	Arboricole
	Fringillidae	<i>Acanthis cannabina</i>	S	Granivore	Terrestre
	Fringillidae	<i>Fringilla coelebs</i>	S	Mixte	Arboricole
	Fringillidae	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	S	Granivore	Arboricole
	Fringillidae	<i>Chloris chloris</i>	S	Granivore	Arboricole
	Fringillidae	<i>Serinus serinus</i>	S	Granivore	Terrestre
	Emberizidae	<i>Emberiza cirrus</i>	S	Granivore	Terrestre
	Turdidae	<i>Turdus merula</i>	S	Mixte	Buisson
	Turdidae	<i>Luscinia megarhynchos</i>	M	Insectivore	Buisson
	Turdidae	<i>Saxicola torquata</i>	S	Insectivore	Terrestre
	Turdidae	<i>Phoenicurus moussieri</i>	S	Insectivore	Terrestre
	Turdidae	<i>Turdus viscivorus</i>	S	Mixte	Arboricole
	Sylviidae	<i>Hypolais polyglota</i>	M	Insectivore	Buisson
	Sylviidae	<i>Sylvia cantillans</i>	M	Insectivore	Buisson
	Sylviidae	<i>Sylvia communis</i>	M	Insectivore	Buisson
	Sylviidae	<i>Sylvia conspicillata</i>	S	Insectivore	Buisson
	Sylviidae	<i>Regulus regulus</i>	S	Insectivore	Arboricole
	Sylviidae	<i>Phylloscopus bonelli</i>	M	Insectivore	Arboricole
	Certhiidae	<i>Certhia brachydactyla</i>	M	Insectivore	Arboricole
	Oriolidae	<i>Oriolus oriolus</i>	M	Insectivore	Arboricole
	Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i>	S	Mixte	Arboricole
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia turtur</i>	M	Granivore	Terrestre
	Columbidae	<i>Columba palumbus</i>	S	Frugivore	Terrestre
Galliformes	Phasianidae	<i>Alectoris barbara</i>	S	Granivore	Terrestre
Piciformes	Picidae	<i>Picus vaillantii</i>	S	Insectivore	Arboricole
Troglodytidae	Troglodytidae	<i>Troglodytes troglodytes</i>	S	Insectivore	Buisson
Bucetiformes	Upupidae	<i>Hupipa epops</i>	S	Insectivore	Terrestre
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Cuculus canorus</i>	M	Insectivore	Arboricole

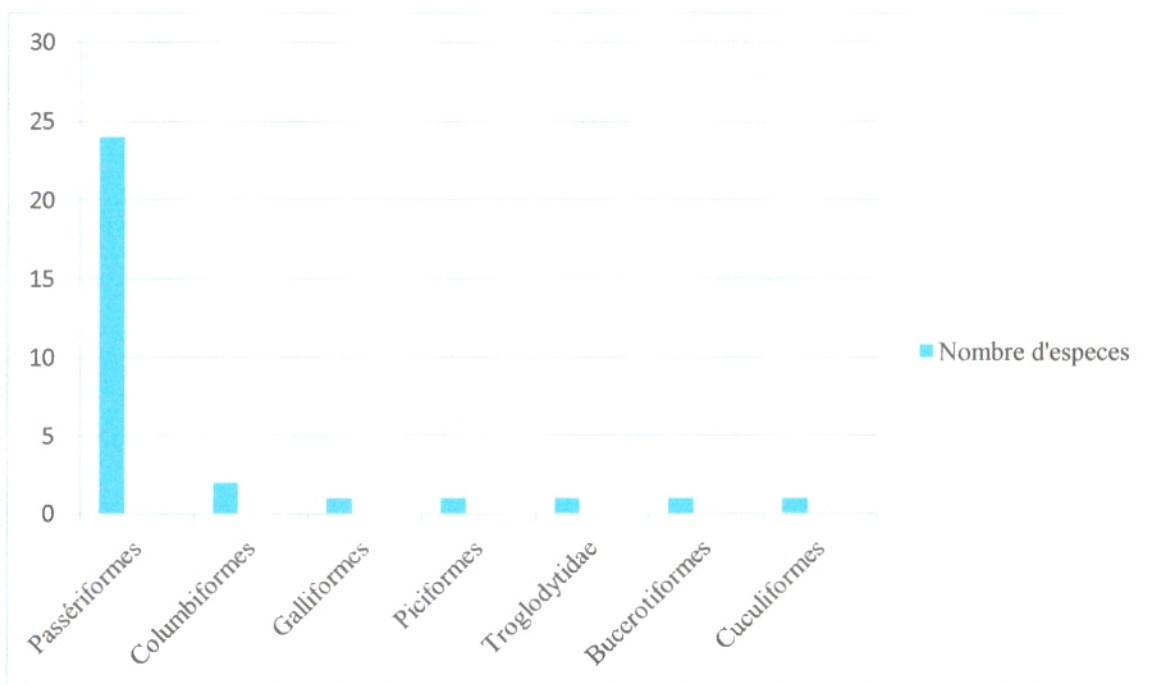


Figure 7 : Nombre d'espèces réparties selon les ordres

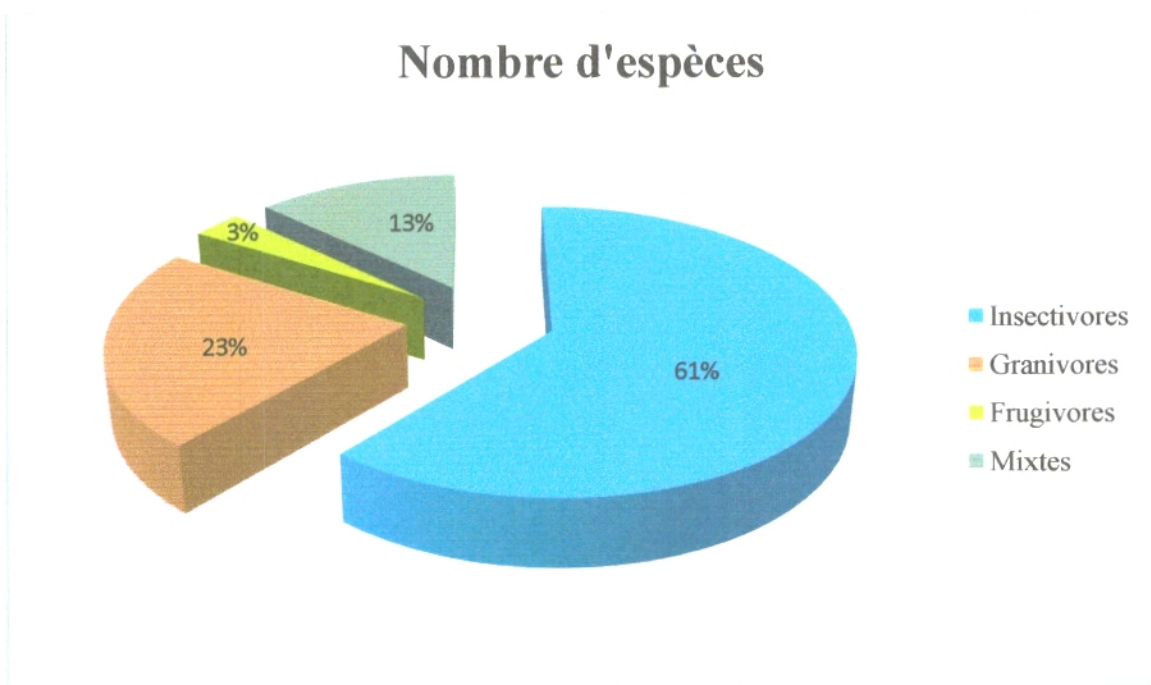


Figure 8 : Régime alimentaire des oiseaux

IV.1.2. Aspect quantitatif

IV.1.2.1. Richesse totale (S)

C'est le nombre d'espèces contactées au moins une fois au terme des N relevés. La richesse totale à laquelle nous avons abouti à Hafir est donc de 31 espèces. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (Blondel, 1975). Ce même auteur estime que 15 à 20 relevés sont suffisants pour contacter la presque totalité des espèces d'un milieu forestier homogène ainsi la probabilité de contacter une nouvelle espèce devient très faible. Dans notre cas nous avons effectué 27 points d'écoutes dans le double souci de recenser le maximum d'espèces d'une part et de mieux nous adapter à l'utilisation de la méthode des IPA d'autre part. La probabilité de contacter une nouvelle espèce à partir du nième relevé est donnée par la formule suivante (Ferry, 1976) :

$$S_{n-1} = S_n - a/N$$

Où S_n = richesse observée au nième relevé

a = nombre d'espèces de fréquence 1

N = nombre total de relevés

Plus a/N est faible, plus la richesse observée est proche de la richesse réelle du milieu. Le nombre d'espèces ayant une fréquence de 1, c'est-à-dire observées une seule fois dans les 54 relevés (1^{ère} et 2^{ème} série des IPA partiels) est de 7. Donc dans ce cas : $S_{n-1} = 31 - 7/54 = 30,87$. Ceci nous amène à dire que S_{n-1} est très proche de S_n ($a/N = 0,13$) et que la qualité de notre échantillonnage est bonne.

D'autre part, la richesse d'un peuplement est étroitement liée à la physionomie et la forme de la végétation. Elle est aussi fonction du nombre de strates de la végétation (Blondel, Ferry et Frochot, 1973).

IV.1.2.2. Richesse moyenne (s)

La richesse totale présente plusieurs inconvénients, elle ne permet pas une comparaison statistique de la richesse des différents peuplements, et donne un même poids à toutes les espèces quelques soit leurs abondances relatives ou leurs fréquences.

La richesse moyenne (s) est le nombre moyen d'espèces contactées à chaque relevé.

Etant une moyenne, elle permet de comparer la richesse de deux peuplements quelque soit le nombre de relevés, et donne à chaque espèce un poids proportionnel à sa probabilité d'apparition pendant toutes les observations, donc la richesse moyenne est d'autant bien précise que l'effort d'échantillonnage est plus grand. D'après nos données, la richesse moyenne est de 11.3 espèces /relevé, par contre celle de Mostefai (2010) est de 17.43 soit une différence de 6 espèces qui peut s'expliquer la également par la différence de l'effort d'échantillonnage.

IV.1.2.3. Fréquence

La fréquence d'une espèce est le nombre de relevés élémentaire où cette espèce a été contactée au moins une fois. La fréquence (F) est un paramètre complexe qui varie plus ou moins avec la détectabilité des différentes espèces et avec le degré d'efficacité de la méthode (Frochot, 1975). Pour une espèce donnée (i), elle est calculée selon la formule suivante :

$$F_i = K/n$$

Où

- K : nombre de stations où l'espèce i est présente
- n : stations recensées

La fréquence est exprimée en pourcentage. Elle nous permet de connaître le mode de répartition des espèces étudiées, ainsi nous avons une répartition du type constant pour les fortes fréquences et du type rare pour les faibles fréquences (Mostefai, 2010).

D'après Muller (1985), une espèce i est :

- Rare si $F_i < 25 \%$
- Accessoire si $25 \leq F_i < 50 \%$
- Régulière si $50 \leq F_i < 75 \%$
- Constante si $75 \leq F_i < 100 \%$
- Omniprésente si $F_i = 100 \%$

Tableau 7 : Fréquences et types de présence des différentes espèces contactées à Hafir

Espèce	IPA total	IPA moyen	Fréquence (%)	Type d'espèce
Pigeon ramier	52	1.91	100	Omniprésente
Pinson des arbres	77	2.85	100	Omniprésente
Pouillot de Bonelli	63	2.33	96.29	Constante
Mésange bleue	55	2.03	96.29	Constante
Mésange charbonnière	26	0.96	77.77	Constante
Merle noir	47	1.74	92.59	Constante
Grimpereau des jardins	19.5	0.72	77.77	Constante
Loriot d'Europe	11	0.40	29.62	Accessoire
Grive draine	12.5	0.46	33.33	Accessoire
Pic de Lavaillant	14	0.51	44.44	Accessoire
Gobemouche noir de l'Atlas	15	0.55	48.14	Accessoire
Fauvette passerinette	13	0.48	44.44	Accessoire
Troglodyte mignon	11.5	0.42	37.03	Accessoire
Geai des chênes	12.5	0.46	44.44	Accessoire
Tourterelle des bois	14	0.51	44.44	Accessoire
Rossignol Philomèle	3	0.11	11.11	Rare
Serin cini	3	0.11	11.11	Rare
Gobemouche gris	6.5	0.24	22.22	Rare
Fauvette grisette	2.5	0.09	7.40	Rare
Fauvette à lunette	1	0.03	3.70	Rare
Bruant zizi	5.5	0.20	20.37	Rare
Coucou gris	3	0.11	11.11	Rare
Perdrix gabra	2	0.07	7.40	Rare
Traquet pâtre	0.5	0.018	1.85	Rare
Linotte mélodieuse	4.5	0.16	7.40	Rare
Roitelet triple-bandeau	1	0.03	3.70	Rare
Huppe fasciée	3.5	0.12	14.81	Rare
Grosbec casse-noyaux	1	0.03	3.70	Rare
Verdier d'Europe	1	0.03	3.70	Rare
Rubiette de Moussier	1	0.03	3.70	Rare
Hypolais pâle	1	0.03	3.70	Rare

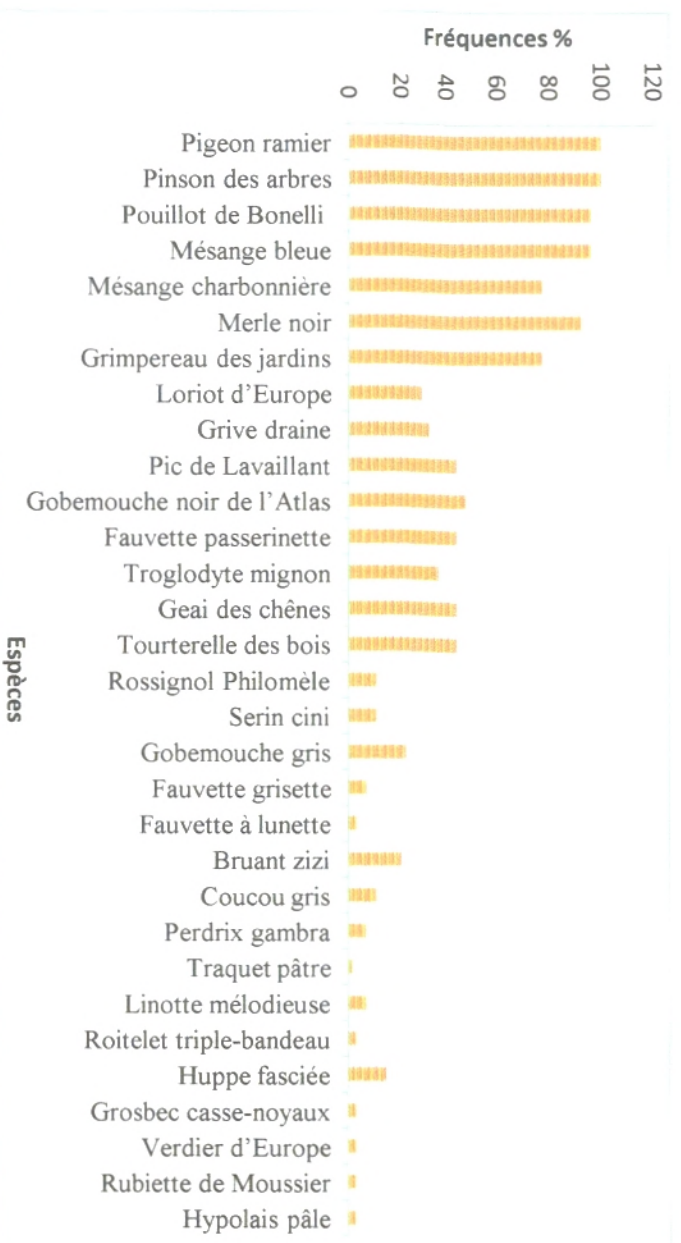


Figure 9 : Importance des fréquences de la communauté d'oiseaux contactée à Hafir

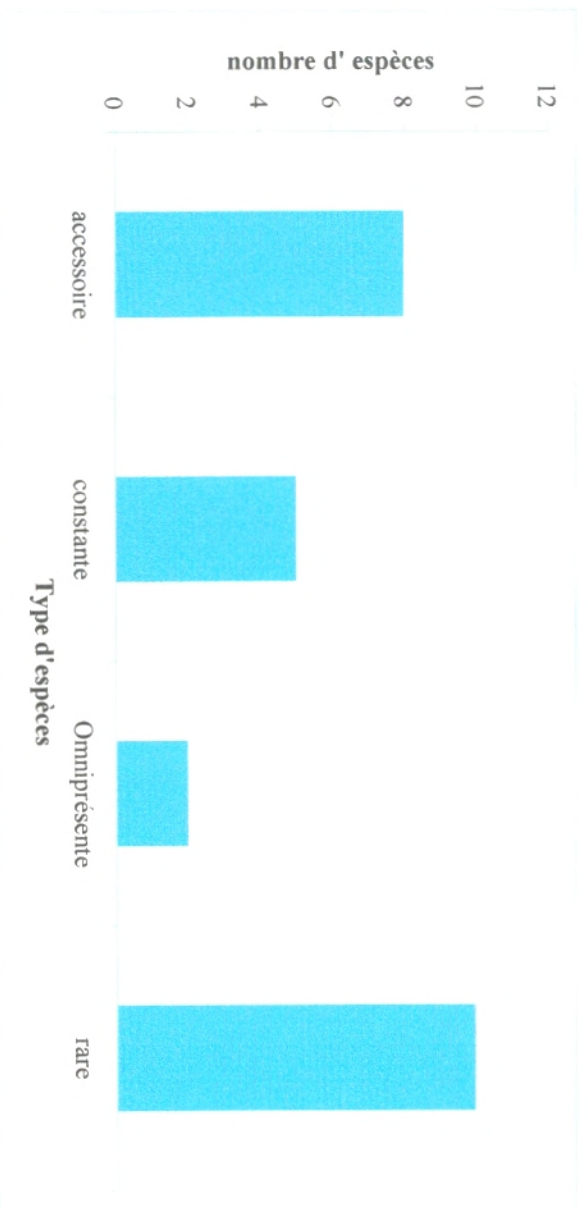


Figure 10 : Importance des différentes catégories de présence d'espèces d'oiseaux à Hafir

Le tableau 7 nous renseigne sur les fréquences des 30 espèces recensées dans la chênaie de Hafir. Ainsi le Pinson des arbres, le Pouillot de Bonelli, le Pigeon ramier, la Mésange bleue, la Mésange charbonnière, le Merle noir et le Grimpereau des jardins sont les espèces les plus fréquentes (Fig.9). Ceci concorde avec les résultats de Mostefai (2010). Par contre, les espèces rares et accessoires marquent fortement leur présence et occupent plus de 77 % du peuplement avien (Fig.10). Mostefai (2010) parle de 75% entre espèces rares, accessoires et régulières, sachant que cette dernière catégorie ne ressort pas dans nos classes de fréquence. Cinq espèces sont constantes et deux seulement sont omniprésentes. C'est en l'occurrence les 7 espèces citées précédemment. Les oiseaux les plus rares qui ont été observés une seule fois c'est-à-dire ayant la fréquence la plus faible sont au nombre de 7 : Fauvette à lunette, Roitelet triple-bandeau, Grosbec casse-noyaux, Verdier d'Europe, Rubiette de Moussier, Hypolais pâle et Traquet pâtre. Il s'agit des mêmes espèces qu'a souligné Mostefai (2010) excepté pour la Fauvette à lunette, le Traquet pâtre et l'Hypolais pâle qu'il n'a pas contacté dans son inventaire.

IV.1.2.4. Abondance

483 couples est l'abondance totale des espèces inventoriées dans la subéraie de Hafir. L'abondance moyenne par relevé est de 18 couples. Toutes les espèces ne se présentent pas de la même façon. Certaines sont plus abondantes et d'autres le sont moins (Tab.7). Les espèces dominantes, c'est-à-dire celles qui dépassent 5% du total du peuplement (Tomialojc et al., 1984), sont au nombre de cinq : le Pigeon ramier, le Pinson des arbres, le Pouillot de Bonelli, la Mésange bleue, la Mésange charbonnière et le Merle noir. Elles représentent 66 % de l'abondance totale du peuplement. Le reste des 26 autres espèces se répartissent en quantité faible à très faible. Mostefai (2010) parle de 7 espèces dominantes occupant 56% de l'abondance totale, cinq sont communes avec ce que nous avons cités plus la Tourterelle des bois et le Grimpereau des jardins.

IV.1.2.5. Diversité du peuplement

La diversité est un indice qui permet l'interprétation des chiffres applicables dans le domaine de l'organisation et de l'évolution des communautés (Mac Arthur, 1965,1972). Elle permet de comprendre comment les individus composant le peuplement se répartissent entre les espèces. C'est-à-dire si cette répartition se fait-elle d'une manière équitable ou non.

L'indice de diversité que nous retiendrons ici intègre les deux éléments de la composition du peuplement, la richesse et l'expression d'une quantité Q , cette dernière n'est pas forcément exprimée en nombre d'individus. Nous avons choisi l'indice de Shannon et Weaver que Mac Arthur et Mac Arthur (1961) ont appliqué aux peuplements d'oiseau, c'est l'indice qui est considéré actuellement comme le meilleur moyen de traduire la diversité. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Où

H' : Diversité du peuplement

S : Richesse (nombre d'espèces)

P_i : proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces

L'unité d'information ou de la diversité est exprimée en binon ou bit. La valeur de H' dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la taille de l'échantillon. D'après Blondel, Ferry et Frochot (1973), plus H' est élevé, plus le nombre de niches écologiques est grand.

L'indice de diversité de Shannon et Weaver calculé pour la forêt de Hafir est de 2.72 de même Mostefai (2010) a trouvé pour le même indice une valeur proche qui est de 3.25.

IV.1.2.6. Diversité maximale et équitabilité

La diversité maximale (H'_{\max}) est la quantité maximale d'information contenue dans un peuplement de S espèces, lorsque chacune de ces dernières est représentée dans les mêmes effectifs : elle est donnée par la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2 S \quad \text{avec } S = \text{richesse totale}$$

Donc d'après cette formule la diversité maximale dans notre cas est de 4.9.

Quant à l'équitabilité, c'est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale :

$$E = H' / H'_{\max}$$

Elle est toujours comprise entre 0 et 1, plus E est proche de 1 plus la diversité observée se rapproche de la diversité maximale théorique (Blondel, 1975). L'indice « E » ici est égale à 0.6, il est relativement proche de 1 et proche également de celui trouvé par Mostefai (2010) qui est de 0.88.

L'indice d'équitabilité nous a permis donc de voir que la diversité observée se rapproche de la diversité maximale qui correspond à l'équilibre le plus stable compatible avec le milieu.

Conclusion générale

L'objectif que nous nous sommes fixés à travers cette étude consiste à connaître la composition et la structure de la communauté avienne de la subéraie de Hafir. En effet cette forêt semble être un refuge pour une diversité avienne assez importante.

L'analyse qualitative du peuplement avien a montré qu'il se compose d'une richesse totale de 31 espèces dont la plus part sont des sédentaires et appartenant dans leur majorité à l'ordre des Passeriformes. Les insectivores étant la catégorie trophique la plus dominante.

Par ailleurs, l'étude quantitative a révélé que le peuplement avien de la subéraie de Hafir se caractérise dans son ensemble (77%) par des espèces rares. Sept espèces seulement sont fréquentes, et cinq uniquement parmi ces sept dernières sont abondantes et dominantes.

La détermination des indices de diversité et d'équitabilité nous ont montré que la communauté avienne à Hafir réalise avec le milieu un niveau d'équilibre stable mais qui reste tout de même fragile.

Il apparait évident que la composition de l'avifaune d'un massif forestier donné tel que Hafir (en terme de diversité d'espèces et de densité des populations) est en relation directe avec la physionomie de la forêt (superficie, diversités des essences, des classe d'âge et des modes de traitement), cela indique que faire prendre conscience au sylviculteur que la richesse ornithologique dépend des actes sylvicoles qu'il engage dans sa forêt et utiliser la composante « oiseaux » comme indicateur possible de bonne santé des habitats sylvestres.

En fin, cette étude nous permet d'ouvrir des voies pour des futures recherches qui mènent vers une limitation du problème du siècle, celui de l'érosion de la biodiversité et de trouver par conséquent des solutions efficaces permettant la protection, la conservation et la valorisation de cette dernière.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Benest M., 1985 – Evolution de la planète - forme de L'ouest Algérien et du Nord-Est marocain au cours du jurassique supérieure et au début du crétacé : Stratigraphie, milieu de dépôt et dynamique sédentaire. Thèse doctorat. Lyon, fascicule 1 et 2, 585 p.

Blondel J., 1970 – Biogéographie des oiseaux nicheurs en Provence occidentales; du mont Ventoux à la mer méditerranée. Revue d'écologie appliquée, *l'Oiseau et la vie* (1) : 11-145.

Blondel J., 1975 – L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.E.P). Revue d'écologie, *Terre et vie* (29) : 533 – 589.

Bouhraoua R.T., 2003 – Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest Algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse Doctorat d'Etat. Dpt. Foresterie, Université Tlemcen, 229 p.

Bruton R., 1995 – L'ami des oiseaux. Ed. Bordas nature, 192 p.

Chautelat J., 2007 – Les oiseaux de France.,92 p.

Clement J.-M., 1981 – Larousse agricole. Ed. Larousse, Paris, 120 p.

Coquillart H., 1987 – Avifaune et caractérisation des milieux hétérogènes anthropisés. Revue d'Ecologie *Terre et vie* Suppl. 4 : 119-128.

Cuisin M., 2000 – Note sur le chant du Pic mar. *Alanda*, 68 (2) : 131-133.

Cuisin M., 2000 – Oiseaux des jardins et des forêts. Ed. Delachaux & Niestlé. Paris, 183 p.

Dejonghe J.F., 1985 – Connaître, Reconnaître, Protéger les oiseaux du jardin. Ed. Cil, Paris, 97 p.

Djazor R., 1971 – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p.

Dorst J., 1971 – Les oiseaux dans leur milieu. Ed. Bordas, Paris, 389 p.

Durilg et Cuisin., 1985 – Le grand livre de la vie animale « mœurs et comportement ». Ed. les deux coq d'or, Paris, 335 p.

Emberger L., 1955 – Une classification biogéographique des climats. Travaux de laboratoire de Botanique. Serv ; Montpellier. pp : 2-79.

Felix J., 1978 – Oiseaux des pays d'Europe. Ed. Grund, Paris, 292 p.

Ferry C. & Frochot B., 1990 – L'avifaune nidificatrice d'une forêt de chêne pédonculé en bourgogne, étude de deux successions écologique. Revue d'écologie *Terre et vie*, 24 :153-250

Ferry C., 1976 – un teste facile pour savoir si la richesse mesurée d'un peuplement se rapproche de sa richesse réelle. le jean- le-blanc 15 :21-28 .

Flegg J., 1992 – Guide des oiseaux de France et d'Europe. Ed. Solar, Paris, 256 p.

Frochot B., 1975 – Les méthodes utilisées pour dénombrer les oiseaux. Communication n° 4 section Ornithologie. Compte rendu Colloque .Univ. Liège, (15-18 octobre 1975): 47-69 .

Gaouar A., 1980 – Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Forêt méditerranéenne* (2) :131- 146.

Gilbert Blaising., 2008 – Dossier Lorraine et histoire d'oiseaux. Ed. Masson. 23 p.

Golley M. & Moss S., 2007 – Les oiseaux de nos jardins « comment les identifier et les attirer ». Ed. Philipe, Paris, 175 p.

Hanzak J & Formane K.-J., 1981 – Encyclopédie des oiseaux. Ed. Grund, 326 p.

Isenmann ,P .& Moali, A, 2000 – Oiseaux d'Algérie . Société d'étude Ornithologique de France, paris

Kirshnerd D., 2000 – Encyclopédie des animaux. Ed. Succès du livre, pp. 236 – 453.

Lebreton P., Broyert & Pont B., 1987 – Avifaune et altération forestière.II. L'avifaune de boisement résineux du Haut-beaujolais. Relations structurelles végétation-avifaune. Revue d'écologie *Terre et vie*, suppl. 4 : 71-81.

Lester L., 1975 – Les oiseaux du nord. Ed. Marabout, Liège, 160 p.

Mostefai N., 2010- La diversité avienne dans la région de Tlemcen (Algérie occidentale) : Etat actuel, impact des activités humaines et stratégie de conservation. Thèse Doctorat en Sciences, Université Tlemcen, 182 p.

Moulay R., 1997 – Composition, structure et dynamique des populations d’oiseaux du jardin d’essai du Hamma (Alger) et essai d’estimation des populations d’étourneaux *Sturnus vulgaris* (linné, 1758) (Aves, Sylviidae) dans leur dortoirs. Thèse magister. Ins. Nat. Agro. El Harrach, 131 p.

Muller Y., 1995 – Recherche sur l’écologie des oiseaux forestiers des Vosges du Nord. Etude de l’avifaune nicheuse de la succession du Hêtre. Le Gerfaut, 80 : 73-105.

Muller Y., 2004 – L’utilisation de l’ancienne cavité des pics (Picidae) par les oiseaux pour la nidification. *Ciconia*, 28 (2) : 67-68 .

Snoussi A., 2009 – Composition structure et dynamique du peuplement avien au niveau de la ferme Belaidouni Mohammed (El Fehoul) avec un suivi du cycle biologique du serin ciné et de verdier d’Europe. Thèse Ing. Eco. Univ. Tlemcen, 150 p.

Thinthoin K., 1948 – Elément d’écologie : écologie fondamentale. Ed. Mac Graw–hill, Paris, 197 p.

Annexes

ANNEXE I

Fiche de terrain IPA

Habitat :

Heure :

Date :

Station n°

Localisation :

Météo :

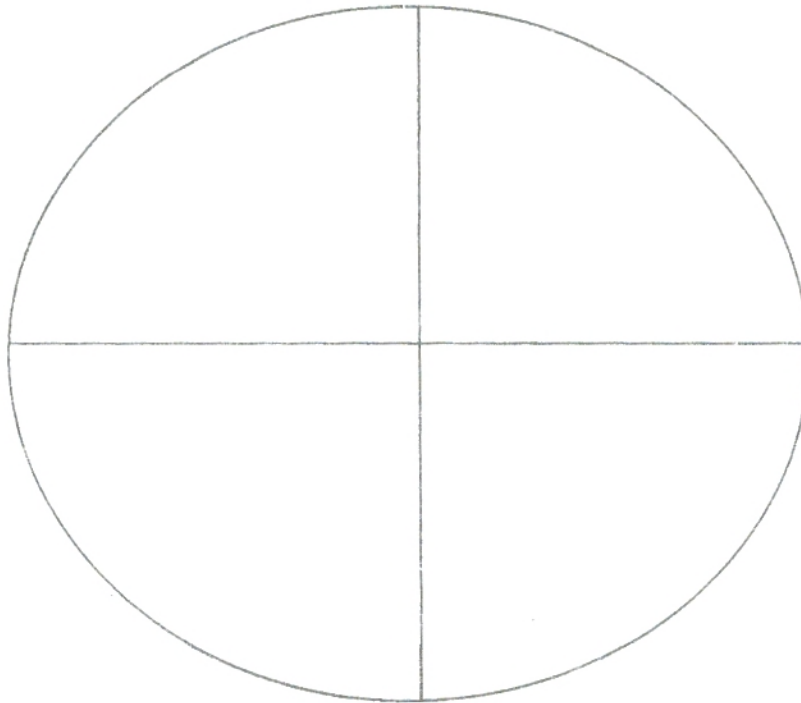
Ch : chant

Cr : cri

V : vu

N : nid

Cpl : couple



Oiseaux hors station, rapaces, migrateurs et autres :

Résultats : (Ch=1 Cr=0.5 V=0.5 N=1 Cpl=1)

Espèce	IPA	Espèce	IPA
Richesse totale			
Abondance totale			

Annexe II : Oiseaux nicheurs contactés dans la forêt de Hafir

Famille	Nom commun	Nom scientifique	Phénologie	Catégorie trophique	Guilde
Phasianidae	Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>	S	Granivore	Terrestre
Columbidae	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	S	Frugivore	Terrestre
	Tourterelle des bois	<i>Streptopella turture</i>	M	Granivore	Terrestre
Cuculidae	Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	M	Insectivore	Arboricole
Upupidae	Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	S	Insectivore	Terrestre
Picidae	Pic de levillant	<i>Picus vaillantii</i>	S	Insectivore	Arboricole
Troglodytidae	Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	S	Insectivore	Buisson
Turdidae	Rossignol philomele	<i>Luscinia megarhynchos</i>	M	Insectivore	Buisson
	Tarier pâtre	<i>Saxicola torquata</i>	S	Insectivore	Terrestre
	Merle noir	<i>Turdus Murela</i>	S	Mixte	Buisson
	Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	S	Mixte	Arboricole
Sylviidae	Hypolais pâle	<i>HIPPOLAIS Pallida</i>	M	Insectivore	Buisson
	Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	M	Insectivore	Buisson
	Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans</i>	M	Insectivore	Buisson
	Fauvette à lunette	<i>Sylvia conspicillata</i>	S	Insectivore	Buisson
	Pouillot de bonelli	<i>Phylloscopus bonelli</i>	M	Insectivore	Arboricole
	Roitelet triple-bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	S	Insectivore	Arboricole
Muscicapidae	Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	M	Insectivore	Aérien
	Gobemouche noir de l'atlas	<i>Ficedula hypoleuca spoeculigera</i>	M	Insectivore	Aérien
Paridae	Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	S	Insectivore	Arboricole
	Mésange bleue ultramarine	<i>Parus ultramarinus</i>	S	Insectivore	Arboricole
Certhiidae	Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	S	Insectivore	Arboricole
Corvidae	Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	S	Mixte	Arboricole
Oriolidae	Lorio d'europe	<i>Oriolus oriolus</i>	M	Insectivore	Arboricole
Fringillidae	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	S	Mixte	Arboricole
	Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	S	Granivore	Terrestre
	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	S	Granivore	Terrestre
	Verdier d'europe	<i>Carduelis chloris</i>	S	Gra-frugivore	Arboricole
	Grobec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	S	Gra-frugivore	Arboricole
Emberizidae	Bruant zizi	<i>Emberizia cirlus</i>	S	Granivore	Terrestre

M : migrateur

S : sédentaire

Résumé : Contribution à l'étude de la diversité avienne nicheuse dans la subéraie de Hafir (Tlemcen)

L'objectif de cette thèse consiste à étudier la biodiversité des oiseaux dans la forêt de Hafir.

Les 54 relevés effectués à partir de la méthode d'échantillonnage IPA durant les deux passages respectivement du 1 mai au 06 avril et du 18 juin au 30 juin., nous ont permis de contacter 30 espèces nicheuses dont la répartition s'est avérée conditionnée par les facteurs environnementaux.

L'avifaune de la forêt de Hafir appartient à 7 ordres dont celui des Passeriformes est le plus important, il renferme à lui seul 28 espèces soit 90% de la richesse totale. Ces ordres se répartissent dans 15 familles dont celles des Sylviidés (6 espèces), des Fringillidés (5 espèces) et des Turdidés (5 espèces) sont les plus dominantes et regroupant 51.6 % des espèces du peuplement.

483 couples est l'abondance totale des espèces inventoriées dans la subéraie de Hafir. L'abondance moyenne par relevé est de 18 couples.

Des mesures de conservation furent nécessaires en mettant un programme spécial de conservation de la forêt de Hafir pour faire face aux problèmes de l'érosion de la biodiversité.

Mots clés : biodiversité, oiseaux, Hafir, Tlemcen

Abstract : Contribution to the study of bird diversity in forest of Hafir (Tlemcen)

The objective of this thesis is to study the biodiversity of birds in the forest Hafir. The 54 surveys conducted from the sampling method for both IPA respectively du 1 May to 06 April and from June 18 to June 30 passages. We were able to contact 30 breeding species whose distribution is conditioned by the proven environmental factors.

The avifauna of the forest Hafir belongs to the seven orders Passeriformes which is most important, it alone contains 28 species or 90% of total wealth. These commands are divided into 15 families including those of Sylviidae (6 species), Fringillidae (5 species) and Thrushes (five species) are the most dominant species comprising 51.6% of the population.

483 couples is the total abundance of inventoried in Hafir species. The average abundance survey of 18 couples.

Conservation measures were necessary by putting a special program for the conservation of forest Hafir to deal with problems of erosion of biodiversity.

Key words : biodiversity, birds, Hafir, Tlemcen.

ملخص: مساهمة في دراسة تنوع الطيور في غابة حفير (تلمسان)

الهدف من هذه الأطروحة هو دراسة التنوع البيولوجي للطيور في غابة حفير وذلك باستعمال طريقة "IPA حيث أظهرت هذه الأخيرة وجود 30 نوع من الطيور. كما مكنتنا هذه التجربة من تحديد 7 أنواع من الطيور و الفصائل من حيث طريقة التغذية مع تفوق نوع أكلات الحشرات .

إن الكثافة الكلية لهذه الطيور هي 483 زوج خلال المرحلتين الأولى و الثانية من الإحصاء.

سمحت لنا هذه النتائج بالمقارنة مع نتائج سابقة بضرورة القيام بتدابير فعالة للحفاظ على التنوع البيولوجي و هذا من خلال وضع برامج خاصة للمحافظة و صيانة غابة حفير و بالتالي معالجة و القضاء على مشكلة فقدان و تدهور التنوع البيولوجي.

الكلمات المفتاحية : التنوع البيولوجي، الطيور، غابة حفير، تلمسان