

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEN

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES  
DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département de Foresterie

✓ /

Thèse de Doctorat

Spécialité  
Foresterie et protection de la nature

Présentée par

MOSTEFAI Nouredine

Pour l'obtention du titre de Docteur en Sciences

La diversité avienne dans la région de Tlemcen (Algérie  
occidentale) : Etat actuel, impact des activités humaines  
et stratégie de conservation

Soutenue devant le jury composé de:

|                         |                      |                    |             |
|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------|
| M.LETREIJCH-BELAROUCI N | Professeur           | Université Tlemcen | Président   |
| M.BOUAZZA Mohamed       | Professeur           | Université Tlemcen | Examinateur |
| M.K}IEUL M Anouar       | Professeur           | Université Tlemcen | Examinateur |
| MBELLATRECHE Mohamed    | Professeur           | ENSA Alger         | Examinateur |
| Mme. MACHON Nathalie    | Professeur           | MNHN Paris         | Invitée     |
| M.THIOLLAY Jean-Marc    | Directeur de R. CNRS | MNI-IN Paris       | Codirecteur |
| M.BENABDELI Khéloufi    | Professeur           | Université Mascara | Directeur   |

Il s'agit au fond de réconcilier l'homme avec la nature.  
De le persuader de signer un nouveau pacte avec elle,  
car il en sera le premier bénéficiaire.

Jean DORST,  
*Avant que la nature meure, 1965*

# *Dédicaces*

*Aux deux êtres qui m'ont fait savoir que (amour c'est tonner avant Le recevoir, ceux qui se sont dévoués pour moi ceux qui me sont (esp(us chers pifus que tout au monde, mes parents en signe Le mon gratté amour pour eux.*

*Â h mémoire Le ma chère bien aimée grand mère*

*Â mes soeurs et frères*

*Â mes nièces et neveux*

*Â ma beŒe soeur et mes beaux frères*

*Â toute mafamiŒe*

*Â tous mes amis*

*Â tous ceux qui se consacrent et militent pour 12i cause nobQ*

*Le b conservation Le b biodiversité*

*?Jslbureédine*

## REMERCIEMENTS

*Ily en a tellement à distribuer que je ne sais par où commencer*

*Mille mercis, donc, par brassées...*

*Je tiens tout d'abord à exprimer ma <sup>profonde</sup> gratitude à mon équipe d'accueil, à sa tête les <sup>Professeurs</sup> Denis Couvet et Nathalie Machon de l'unité de Conservation des Espèces Restauration et Suivi des Populations (CERSP), qui m'ont permis de finaliser cette thèse au sein d'un lieu prestigieux et historique, le Muséum National d'Histoire Naturelle. Mes deux années de séjours dans cette institution ont sûrement été les plus enrichissantes de ma vie aussi bien sur le plan de la connaissance scientifique que sur le plan personnel.*

*Plus particulièrement, je remercie vivement Jean-Marc Thiollay, Directeur de Recherche au CNRS, pour sa façon à lui de diriger un doctorant. Cette direction fortement axée sur l'indépendance intellectuelle et pratique du thésard, permet à celui-ci de très vite prendre conscience du travail de chercheur, de ce qu'il a de dur, d'accaparant, mais surtout de passionnant. Merci de m'avoir guidé sans en avoir l'air et de m'avoir laissé toute liberté dans l'organisation de mon travail et dans mes choix de problématiques à traiter. Merci de m'avoir fait garder le cap et de m'avoir suggéré pas mal de pertinentes idées et de bons conseils.*

*Un grand merci aussi à mon second directeur de thèse, le <sup>Professeur</sup> Benabdeli Khéloufi, pour avoir été à l'origine de ce travail, pour m'avoir accordé sa confiance, pour sa disponibilité pour moi et pour m'avoir facilité toujours la tâche. J'ai l'immense plaisir d'adresser mes plus sincères remerciements:*

*Au Professeur Letreuche-Belarcuci Noureddine qui m'a honoré d'accepter la présidence du jury.*

*Aux <sup>Professeurs</sup> Nathalie Machon, Bellatèche Mohamed, Bouazza Mohamed et Khélil Mohanzed Anouar d'avoir accepté d'examiner ma thèse.*

*Aux Chercheurs Romain Julliard, Alexandre Robert, Sandrine Pavoine, François Chiron, Vincent Devictor, Frédéric Jiguet, qui m'ont été de véritables mentors pendant tout mon séjour au MNHN. Merci pour votre aide et pour toutes ces*

*discussions enrichissantes sur les protocoles d'échantillonnage, les statistiques, l'écologie, la biodiversité, la conservation et j'en passe.*

*A toute l'équipe du 55 et du 61 rue Buffon que j'ai connu et qui m'ont soutenu d'une manière ou d'une autre et avec qui j'ai partagé des moments agréables de discussions fructifiantes souvent autour d'un thé à la menthe: Emmanuelle Porcher, Pascaline Legouar, Florence Devers, Coralie Belrame, Agnès, Jean-luc Abadie, Jean-Batiste Mikoub, François Sarrazin, Jacques Comolet, Ibrahim, Florian Kirchner, Sophie Cachet, Karine Ancrenaz, Hélène fréville, christ km kerbirou, Isabelle Leviol.*

*A mon grand ami Claude Grenot Directeur de Recherche au CNRS qui in b été d'un grand soutien durant tout mon séjour à Paris. Merci<sup>infiniment</sup> pour tout ce que tu as fais pour moi, que Dieu te guérisse et inchAllah tu te rétabliras très bientôt. J'ai une grande pensée pour toi.*

*A Hélène Leriche conseillère à la fondation Nicolas Hulot pour soit amitié et ses pensées à moi.*

*A Mohamed Smail et Elodie que j'ai toujours trouvé à mes cotés et qu'à leurs soutien, générosité et accueil je serai toujours reconnaissant. Cher cousin mille mercis.*

*A Brama Traoré pour sa compagnie sur le terrain et les sorties qu'il a effectué avec moi pour la mesure de la végétation.*

*A tous mes amis plus particulièrement Zerhouni Ahmed, Haddad Ahmed, Labiod Med, Marok Abbas et Boukhelf Hocine pour leur soutien moral.*

*Enfin, bien qu'il me soit impossible de citer tous ceux qui ont apporté leur soutien, de près ou de loin, je voudrais cependant qu'ils soient assurés de ma reconnaissance.*

# Sommaire

|                          |      |
|--------------------------|------|
| AVANT-PROPOS             | . 11 |
| RESUMF                   | 12   |
| PSSTRACr                 | .13  |
| LISTEDES TABLEAUX .....  | 14   |
| LISTEDES FIGURES .....   | 16   |
| LISTEDES ACRONYMES ..... | 17   |

## CHAPITRE I: INTRODUCTION CENERALE ET CONTEXTE D'ETUDE

|  |           |
|--|-----------|
| 1.1 Introduction générale .....  | 18        |
| 1.2 Biodiversité: définition, distribution et état actuel .....  | 19        |
| 1.3 Altération, destruction, dégradation, perturbation, fragmentation<br>des habitats et conséquences sur la biodiversité..... | 22        |
| 1.4 Biologie de la conservation nécessités et principes.....   | 24        |
| 1.5 Protéger les espèces ou protéger les écosystèmes? .....  | <b>27</b> |
| 1.6 Concept d'indicateur biologique .....  | 28        |
| 1.6.1 Indicateur basé sur l'espèce.....  | 28        |
| 1.6.1.1 Espèce substitut .....   | 29        |
| 1.6.1.2 Espèce parapluie .....   | 30        |
| 1.6.1.3 Limite d'application des indicateurs.....  | 30        |
| 1.6.2 Indicateur de la biodiversité basé sur la structure de l'écosystème.....   | 31        |
| 1.6.3 Application aux oiseaux .....  | 32        |
| 1.7 Contexte d'étude .....   | 33        |

## CHAPITRE II: LE MILIEU D'ETUDE

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Situation générale de la région de Tlemcen ..... | 36 |
| 2.2 Le milieu physique .....                         | 36 |
| 2.2.1 Géologie et géomorphologie .....               | 36 |
| 2.2.1.1 Le littoral .....                            | 36 |
| 2.2.1.2 Les plaines intérieures .....                | 38 |
| 2.2.1.3 Les Monts de Tlemcen .....                   | 38 |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.1.4 Les hauts plateaux steppiques ..... | 39 |
| 2.2.2 Pédologie .....                       |    |
| 2.2.2.1 Les sols rubéfiés .....             | 39 |
| 2.2.2.2 Les sols calcaires .....            | 41 |
| 2.2.2.3 Les sols calciques.....             | 41 |
| 2.2.3 Hydrologie.....                       | 41 |
| 2.2.4 Bioclimatologie .....                 | 43 |
| 2.3 Vue d'ensemble de la végétation .....   | 48 |
| 2.3.1 Situation forestière .....            | 48 |
| 2.3.2 Situation steppique .....             | 50 |
| 2.3.3 Situation agricole .....              | 50 |
| 2.4 Les zones d'études .....                | 52 |
| 2.4.1 Le milieu forestier.....              | 52 |
| 2.4.1.1 La chênaie .....                    | 52 |
| 2.4.1.2 La pinède .....                     | 54 |
| 2.4.1.3 Le matorral .....                   | 55 |
| 2.4.2 Le milieu steppique.....              | 56 |
| 2.4.2.1 La steppe de Dayet-Elferd .....     | 56 |
| 2.4.2.2 La steppe d'El- Aricha .....        |    |
| 2.4.3 Le milieu agricole .....              | 57 |
| 2.4.3.1 Les cultures de céréales .....      | 57 |
| 2.4.3.2 Les vergers .....                   | 57 |
| 2.4.3.3 Les jardins .....                   | 58 |
| 2.4.3.4 Les boccages.....                   | 58 |

### CHAPITRE III: METHODOLOGIE D'ETUDE

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Etude de l'avifaune .....                              | 59 |
| 3.1.1 Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance .....      | 60 |
| 3.1.1.1 Modalité d'application .....                       | 61 |
| 3.1.1.2 Avantages, inconvénients et limites d'emploi ..... | 62 |
| 3.1.2 Méthode des Itinéraire Echantillons .....            | 63 |
| 3.1.2.1 Principe. ....                                     | 63 |
| 3.1.2.2 Avantages et inconvénients .....                   | 64 |
| 3.2 Etude de la végétation .....                           | 65 |

## CHAPITRE IV: ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNEES

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Caractéristiques spécifiques .....                  | 68 |
| 4.1.1 Richesse spécifique .....                         | 68 |
| 4.1.2 Fréquence .....                                   | 68 |
| 4.1.3 Diversité des peuplements .....                   | 69 |
| 4.1.4 Guildes et groupes trophiques .....               | 71 |
| 4.2 Traitement statistique .....                        | 71 |
| 4.2.1 Analyse univariée .....                           | 71 |
| 4.2.2 Model linéaire et model linéaire généralisé ..... | 71 |
| 4.2.3 Analyse multivariée .....                         | 72 |
| 4.2.3.1 Analyse factorielle des correspondances .....   | 72 |
| 4.2.3.2 Analyse canonique des correspondances .....     | 73 |
| 4.2.3.3 Classification ascendante hiérarchique .....    | 74 |

## CHAPITRE V: RESULTATS ET INTERPRETATION

|  |    |
|--|----|
| 5.1 Diversité avienne de la région de Tlemcen .....  | 75 |
| 5.1.1 Richesse spécifique et composition du peuplement .....                                 | 75 |
| 5.1.2 Analyse factorielle des correspondances .....  | 76 |
| 5.1.3 Analyse canonique des correspondances .....  | 76 |
| 5.2 Analyse par milieu .....   | 78 |
| 5.2.1 Milieux forestiers .....   | 78 |
| 5.2.1.1 La chênaie .....   | 78 |
| 5.2.1.1.1 Richesse spécifique .....  | 79 |
| 5.2.1.1.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux .....                             | 83 |
| 5.2.1.1.2.1. Fréquence et espèces caractéristiques .....                                     | 83 |
| 5.2.1.1.2.2. Abondance et espèces dominantes .....   | 83 |
| 5.2.1.1.3 Guildes et groupes trophiques.. .....  | 85 |
| 5.2.1.1.4. Diversité à l'échelle du paysage .....  | 87 |
| 5.2.1.1.5 Effet de la dégradation des habitats sur les peuplements d'oiseaux .....           | 88 |
| 5.2.1.1.5.1 Analyse comparative des peuplements dans les 4 stades de dégradation .....       | 88 |
| 5.2.1.1.5.2 Effet de la dégradation d'habitat sur les indices de la biodiversité .....       | 89 |
| 5.2.1.1.5.3 Effet de la dégradation d'habitat sur la structure du peuplement d'oiseaux ..... | 95 |

|  |                |
|--|----------------|
| 5.2.1.1 .53. 1 Distribution des espèces généralistes et spécialistes dans<br>les différents habitats ..... | 9 <sup>5</sup> |
| 5.2.1.1.5.3.2 Extinction et colonisation des espèces dans les habitats perturbés .....                     | 97             |
| 5.2.1.2 Lapinède .....   | 99             |
| 5.2.1.2.1 Richesse spécifique .....  | 99             |
| 5.2.1.2.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux. ....   | 100            |
| 5.2.1.2.2.1 Fréquence et espèces caractéristiques .....  | 100            |
| 5.2.1.2.2.2 Abondance et espèces dominantes .....  | 103            |
| 5.2.1.2.3 Guildes et groupes trophiques .....  | 104            |
| 5.2.1.2.4 Diversité à l'échelle du paysage .....   | 105            |
| 5.2.1.2.5 Effet de la dégradation des habitats sur les peuplements d'oiseaux .....                         | 105            |
| 5.2.1.2.5.1 Analyse comparative des peuplements d'oiseaux dans les 2 stades de dégradation .....           | 105            |
| 5.2.1.2.5.2 Effet de la dégradation d'habitat sur la structure du peuplement d'oiseaux .....               | 106            |
| 5.2.1.2.5.2.1 Distribution des espèces généralistes et spécialistes .....                                  | 106            |
| 5.2.1.2.5.2.2 Extinction et colonisation des espèces dans les habitats perturbés .....                     | 106            |
| 5.2.2 Le milieu steppique .....  | 108            |
| 5.2.2.1 Richesse spécifique .....  | 109            |
| 5.2.2.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux .....   | III            |
| 5.2.2.2.1 Fréquence et espèces caractéristiques .....  | 111            |
| 5.2.2.2.2 Abondance et espèces dominantes .....  | 111            |
| 5.2.2.2.3 Guildes et groupes trophiques .....  | 113            |
| 5.2.2.2.4 Diversité à l'échelle du paysage .....   | 114            |
| 5.2.2.2.5 Effet de la dégradation des habitats sur les peuplements d'oiseaux .....                         | 114            |
| 5.2.2.2.5.1 Analyse comparative des peuplements dans les 4 stades de dégradation .....                     | 114            |
| 5.2.2.2.5.2 Effet sur les indices de la biodiversité .....   | 115            |
| 5.2.2.2.6 Effet de la dégradation d'habitat sur la structure du peuplement d'oiseaux .....                 | 116            |
| 5.2.2.2.6.1 Distribution des espèces généralistes et spécialistes dans<br>les différents habitats .....    | 116            |
| 5.2.2.2.6.2 Extinction et colonisation des espèces dans les habitats perturbés.....                        | 121            |
| 5.2.3 Le milieu agricole .....   | 122            |
| 5.2.3.1 Richesse spécifique .....  | 123            |
| 5.2.3.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux, .....  | 121            |
| 5.2.3.2.1 Fréquence et espèces caractéristiques .....  | 123            |
| 5.2.3.2.2 Abondance et espèces dominantes .....  | 127            |
| 5.2.3.3 Guildes et groupes trophiques .....  | 128            |

|   |          |
|---|----------|
| 5.2.3.4 Analyse comparative des peuplements d'oiseaux dans les 4 milieux agricoles  | . 129    |
| 5.2.4 Comparaison des 3 écosystèmes étudiés: classification hiérarchique ascendante | .....130 |
| DISCUSSION.....   | .....132 |

## CHAPITRE VI: STRATEGIE DE CONSERVATION

|   |           |
|---|-----------|
| 6.1 Introduction  | ..... 141 |
| 6.2 Aperçu sur l'avifaune algérienne                              | .....141  |
| 6.3 L'avifaune de la région de Tlemcen                            | ..... 142 |
| 6.4 Principe de conservation                                      | ..... 146 |
| 6.5 Mesures spécifiques de gestion restauratoire et conservatoire | ..... 147 |
| 6.5.1 Ecosystème forestier  | ..... 148 |
| 6.5.2 Ecosystème steppique  | ..... 149 |
| 6.5.3 Ecosystème agricole   | ..... 151 |
| 6.5.4 Ecosystème urbain   | ..... 152 |
| 6.6 Orientations stratégiques de conservation                     | ..... 153 |
| 6.6.1 Monitoring  | ..... 153 |
| 6.6.2 Recherche scientifique                                      | ..... 154 |
| 6.6.3 Education et sensibilisation                                | ..... 154 |
| 6.6.4 Contrôle et surveillance                                    | ..... 155 |
| CONCLUSION.....   | ..... 156 |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..</b>                              | ..... 159 |
| <b>ANNEXES</b>  | ..... 175 |

## AVANT-PROPOS

Mon premier contact avec la biologie de la conservation et la protection de la nature remonte à l'année 1990 à l'occasion de la préparation de mon mémoire d'ingénieur sur l'étude des Mammifères et Oiseaux dans le Parc National de Tan (Jijel). De-là, sans doute, le déclic puisque j'ai continué à travailler dans le même domaine en préparant une thèse de Magister sur l'écologie d'une espèce protégée de carnivore, la Genette d'Europe, dans la réserve de chasse de Moutas à Tlemcen. Au fil des lectures et discussions, des rencontres scientifiques, de l'enseignement de l'écologie, des travaux de recherches, j'ai découvert une discipline en plein essor, se développant à l'interface entre écologie théorique et conservation de terrain.

- Une discipline née de la prise de conscience de l'importance de la diversité biologique et des enjeux qui s'y rapportent, et du constat des dégradations de plus en plus vives subies par la biodiversité à l'échelle de la planète.

Voilà bien de quoi satisfaire tout à la fois ma curiosité pour le vivant et les mécanismes qui l'animent, et ma volonté d'agir au regard d'enjeux concrets qui, par ailleurs, dépassent largement le cadre des sciences de la conservation puisqu'ils impliquent la société dans son ensemble. D'où l'intérêt que j'ai exprimé à travers la réalisation de ce travail de biologie de conservation, une thèse consacrée à l'étude de la biodiversité avienne dans la région de Tlemcen. Une humble contribution de ma part à la connaissance et la conservation de la biodiversité dont le devenir concerne aujourd'hui tout le monde.

Ce travail de recherche à été mené au cours de deux périodes distinctes: une première période en Algérie où pendant trois ans de terrain j'ai réalisé un nombre considérable de relevés, la saisie des données et leur ordonnancement puis une recherche bibliographique préliminaire. La deuxième période en France, au Muséum National d'Histoire Naturelle à l'Unité de Conservation des Espèces, Restauration et Suivi des Populations (CERSP) du Département d'Ecologie et Gestion de la Biodiversité où durant deux années j'ai traité, analysé, approfondis la bibliographie et finalisé la thèse.

Je dois rappeler ici que, si une thèse ne porte qu'un nom en page de garde, elle est souvent le fruit de nombreuses collaborations. Celle-ci ne déroge pas la règle, bien au contraire. Elle a même fait à toutes les étapes, de sa conception à sa réalisation, du travail sur le terrain à l'analyse des données et la discussion des résultats, l'objet de plusieurs interagissements.

## RESUME

L'objectif de cette thèse consiste à étudier la biodiversité des oiseaux dans les milieux forestiers, steppiques et agricoles de la région de Tlemcen, déterminer l'impact de la dégradation des habitats sur l'avifaune dans les deux premiers milieux et connaître quel est le mode de culture le plus favorable pour le maintien de la diversité des oiseaux dans le milieu agricole.

Pour cela nous avons déterminé 4 stades de dégradation d'habitat au niveau de la chênaie: la chênaie mature, chênaie dégradée, matorral haut et matorral bas. Deux stades au niveau de la pinède: pinède mature et pinède dégradée. Quatre stades au niveau de la steppe: steppe préservée, steppe dégradée, steppe complètement dégradée et steppe labourée. Enfin pour le milieu agricole 4 modes ont été étudiés: les vergers, les champs de céréales, les jardins et les bocages. Les 920 relevés effectués à partir des méthodes d'échantillonnage des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) et des Indices Kilométriques d'Abondance (IKA), nous ont permis de contacter 70 espèces nicheuses dont 57 dans les habitats forestiers et agricoles et 22 dans les milieux steppiques. Les stades matures, la steppe préservée, les jardins et bocages se sont révélés les plus importants de point de vue richesse moyenne et abondance. L'analyse factorielle des correspondances montre que la distribution des espèces se fait selon un degré de fermeture du milieu. Les habitats fermés renferment une avifaune plus riche et diversifiée par rapport aux milieux ouverts. Dans l'ensemble des milieux, la répartition des espèces aviennes s'est avérée conditionnée par des facteurs environnementaux, notamment ceux relatifs à la végétation, le taux de recouvrement et la hauteur semblent être les deux facteurs les plus déterminants. L'application de modèles linéaires à nos données révèle que la dégradation des habitats explique plus de 60 % de la variance des indices de la biodiversité avienne (richesse, abondance, diversité) dans les forêts et seulement l'abondance dans la steppe. Une augmentation de l'intensité de dégradation a tendance à diminuer le nombre d'espèces spécialistes et généralistes au profit des espèces spécialistes de milieux ouverts. Un tel processus conduit à l'homogénéisation fonctionnelle des communautés d'oiseaux. Par ailleurs dans les milieux agricoles, les jardins et bocages enregistrent les plus fortes richesses totale et moyenne en oiseaux. Ils ont une structure de végétation plus complexe et plus variée, ce qui favorise une niche écologique plus importante. La conservation devra se faire prioritairement dans les milieux vulnérables et riches en biodiversité tels que la chênaie de Haflr et Zarifet mais aussi par le maintien de l'agriculture traditionnelle notamment les jardins.

Mots clés: Biodiversité, oiseaux, dégradation, forêts, steppe, milieux agricoles, conservation, Tlemcen.

## ABSTRACT

### Avian diversity in the region of Tlemcen (western Algeria): current status, impact of human activities and conservation strategy

The aim of this thesis is to study the biodiversity of birds in forest, steppe and agricultural milieus in Tlemcen region, determine the impact of habitat degradation on birds in the first and second milieu and know which the culture mode is most favorable for the bird diversity in the 3rd. To do this, we determined four stages of habitat degradation in the oak forest: the mature Oakwood degraded Oakwood, high matorral and low matorral. Two stages in the pine forest: mature pinewood and degraded pinewood. Four stages in the steppe: preserved steppe, degraded steppe, totally degraded steppe and plowed steppe. Finally for the farming milieu four modes of agricultural crops was studied: orchards, fields, gardens and groves. The 920 surveys conducted from the IPA and IKA samplings, allowed us to contact 70 breeding species whose 57 in forest and agricultural habitats and 22 in the steppe. Mature stages, preserved steppe, gardens and groves have revealed that they are the most important habitats viewpoint of average richness and abundance. The correspondence analysis showed that the distribution of species is done according to a degree of closure of the area. The closed habitats contain a rich birdlife more diversified compared to open areas. In all habitats, the distribution of bird species has been conditioned by environmental factors, mainly those relating to vegetation, the recovery rate and height appear to be the two most important factors. Application of linear models to our data reveals that the degradation of habitats explains over 60% of the index variance of the avian biodiversity (species richness, abundance, diversity) in forests and only the abundance in steppes. An increase in the intensity of degradation tends to reduce the number of species specialists and generalists in favor of specialist species in open areas. Such a process leads to the functional homogenization of bird communities. Also in the farming, gardens and groves record the highest total and average richness of birds. They have a vegetation structure more complex and varied, which promotes a more important ecological niche. The conservation should be applied in priority in vulnerable and rich habitats in biodiversity, such as the oak grove of Hafir and Zarifet but also the maintenance of traditional farming including gardens.

Keywords: biodiversity, bird, degradation, forests, steppes, agricultural milieu, conservation, Tlemcen.

## LISTE DES FIGURES

| Figure    | Titre  | Page |
|-----------|--|------|
| Figure 1  | Situation géographique de b wilaya de Tlemcen  | 37   |
| Figure 2  | Les quatre secteurs géographiques de la wilaya de Tlemcen  | 40   |
| Figure 3  | Clirnagramme d'Embrger   | 47   |
| Figure 4  | Occupation des sols de la wilaya de Tlemcen  | 51   |
| Figure 5  | Projection <i>sur</i> les deux premiers <i>axes</i> de l'analyse factorielle des correspondances des habitats forestiers et des espèces d'oiseaux y nichant. | 77   |
| Figure 6  | Projection sur les deux premiers axes de t'analyse canonique des correspondances des miables du milieu et des espèces d'oiseaux y liés                       | 78   |
| Figure 7  | Courbes de richesse cumulée dans les quatre stades de la chênaie   | 81   |
| Figure 8  | Classes de fréquences des oiseaux nicheurs dans les quatre stades de la chênaie  | 84   |
| Figure 9  | Evolution de la richesse et de l'abondance le long des quatre stades de dégradation  | 89   |
| Figure 10 | Régressions simples des paramètres de la communauté d'oiseaux dans les quatre stades de dégradation de la chênaie  | 90   |
| Figure 11 | Tendance des trois catégories d'oiseaux dans les quant stades de dégradation de la chênaie   | 97   |
| Figure 12 | Courbes de richesse cumulée dans tes deux stades de la pinède  | 100  |
| Figure 13 | Classes de fréquences des oiseaux dans les deux pinèdes  | 10i  |
| Figure 14 | Courbes de richesse spécifique cumulée au niveau du milieu steppique   | 110  |
| Figure 15 | Classes de fréquences des oiseaux nicheurs au niveau des quatre stades de la steppe  | 112  |
| Figure 16 | Evolution de la richesse et de l'abondance le long des quatre stades de la Steppe  | 115  |
| Figure 17 | Régressions simples des paramètres de la communauté d'oiseaux dans les quatre stades de dégradation de la steppe   | 117  |
| Figure 18 | Tendance des trois catégories d'oiseaux dans les quant stades de dégradation de la steppe  | 120  |
| Figure 19 | Courbes de richesse cumulée dans les quatre milieux agricoles  | 124  |
| Figure 20 | Classes de fréquences des oiseaux dans les quant milieux agricoles   | 126  |
| Figure 21 | Richesse, Abondance, Diversité et Equitabilité dans les quatre milieux agricoles   | 129  |
| Figure 22 | Dendrograznme de la classification hiérarchique des 14 milieux étudiés   | 130  |

## LISTE DES TABLEAUX

| Tableau    | Titre  | Page |
|------------|--|------|
| Tableau I  | Situation bioclimatique de la région de Tlemcen durant une ancienne et une récente période   | 46   |
| Tableau 2  | Surface (ha) des principales formations forestières de la vilava de Tlemcen scion Boudy 1955, Alcaraz 1982. et le BNEDER 1986                            | 49   |
| Tableau 3  | Inventaire et état du couvert forestier de la w lava de Tlemcen selon la carte d'occupation du sol du BNEDER 1986  | 49   |
| Tableau 4  | Principales caractéristiques des quatre stades de dégradation de la chênaie  | 79   |
| Tableau 5  | IPA moyen et fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les quatre stades de la chênaie   | 82   |
| Tableau 6  | Richesse, abondance et diversité avienne dans les quatre stades de la chênaie  | 86   |
| Tableau 7  | Importance des familles d'oiseaux dans l'ensemble des quatre stades de la chênaie  | 86   |
| Tableau 8  | Guildes et groupes trophiques au niveau des quatre stades de la chênaie  | 86   |
| Tableau 9  | Diversité alpha, gamma et bêta dans les quatre stades de la chênaie  | 88   |
| Tableau 10 | Analyse des variables environnementales influençant la richesse par une approche de sélection de modèle linéaire généralisé                              | 92   |
| Tableau II | Analyse des variables environnementales influençant l'abondance par une approche de sélection de modèle linéaire   | 93   |
| Tableau 12 | Analyse des variables environnementales influençant la diversité par une approche de sélection de modèle linéaire  | 94   |
| Tableau 13 | Classement des espèces d'oiseaux contactés en spécialistes forestiers (SF), généralistes forestiers (6F) et spécialistes de milieu ouvert (SMO)          | 96   |
| Tableau 14 | Proportions des trois catégories d'oiseaux dans les différents types d'habitats de la chênaie  | 97   |
| Tableau 15 | Espèces gagnées et perdues dans les différents gradients de dégradation de la chênaie  | 98   |
| Tableau 16 | Principales caractéristiques des deux stades de dégradation de la pinède   | 99   |
| Tableau 17 | IPA moyen et fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les deux stades de la pinède  | 102  |
| Tableau 18 | Richesse, abondance et diversité de l'avifaune dans les deux pinèdes   | 103  |
| Tableau 19 | Importance des différentes familles d'oiseaux dans l'ensemble des deux pinèdes   | 104  |
| Tableau 20 | Guildes et groupes trophiques au niveau des deux pinèdes   | 105  |
| Tableau 21 | Diversité alpha, gamma et beta dans les deux pinèdes   | 105  |
| Tableau 22 | Classification en généralistes (6F), spécialistes (SF), spécialistes du milieu ouvert (SMO) et abondance relative moyenne des oiseaux dans les 2 pinèdes | 106  |
| Tableau 23 | Principales caractéristiques floristiques des quatre stades de la steppe   | 108  |
| Tableau 24 | MA moyen et fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les quatre stades de la steppe   | 109  |
| Tableau 25 | Richesse, abondance et diversité de l'avifaune dans les quatre stades de la steppe   | 112  |
| Tableau 26 | Importance des différentes familles d'oiseaux dans l'ensemble de la steppe   | 113  |
| Tableau 27 | Guildes et groupes trophiques au niveau des quatre stades de la steppe   | 114  |
| Tableau 28 | Diversité alpha, gamma et bêta dans les quatre milieux steppiques  | 114  |

| <b>Tableau</b> | <b>Titre</b>  | <b>Page</b> |
|----------------|---|-------------|
| Tableau 29     | Analyse des variables environnementales influençant la richesse, l'abondance et la diversité par une approche de sélection de modèles | 118         |
| Tableau 30     | Classification des oiseaux steppiques Ubiquiste (U), Généraliste (G), Spécialiste (S)   | 119         |
| Tableau 31     | Proportions des trois catégories d'oiseaux dans les différents stades de la steppe  | 119         |
| Tableau 32     | Espèces gagnées et perdues dans les quatre stades de dégradation de la steppe   | 121         |
| Tableau 33     | Principales caractéristiques des quatre milieux agricoles   | 122         |
| Tableau 34     | IPA moyen et Fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les quatre types de milieux agricoles                      | 123         |
| Tableau 35     | Richesse, abondance et indices de diversité des milieux avicoles  | 127         |
| Tableau 36     | Importance des différentes familles d'oiseaux dans les quatre milieux agricoles   | 127         |
| Tableau 37     | Guildes et groupes trophiques dans de l'ensemble des quatre milieux agricoles   | 128         |

## LISTE DES ACRONYMES

AFC Analyse Factorielle des Correspondances  
AIC : Akaike Information Criterion  
BU: Bird Integrity Index  
BNEDER: Bureau National d'Etude pour le Développement Rural  
CAH : Classification Ascendante Hiérarchique  
CCA: Analyse Canonique des Correspondances  
CDB : Convention sur la Diversité Biologique  
CI: Conservation International  
CNRS : Centre National de Recherche Scientifique (France)  
CSI: Community Species Index  
JCPB: International Council for Bird Preservation  
FEM Fond pour l'Environnement Mondial  
HCDS : Haut Commissariat pour le Développement de la Steppe  
IPA: Indice Ponctuel (Abondance  
[KA: Indice Kilométrique d'Abondance  
GF : Généraliste Forestier  
G!!: Grassland Integrity Index  
GLM : Modèle Linéaire Généralisé  
LM: Modèle Linéaire  
MEA: Millenium Ecosystem Assessment  
PNT: Parc National de Tlemcen  
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement  
SAU: Surface Agricole Utile  
SF: Spécialiste Forestier  
5MO: Spécialiste de Milieu Ouvert  
551: Specialization Species Index  
UICN: Union Internationale pour la Conservation de la Nature  
UNEP : Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
WRI : World Resources Institute  
ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

## *CHAPITRE J*

### INTRODUCTION GENERALE ET CONTEXTE D'ETUDE

## 1.1 Introduction générale

Depuis son existence, l'homme avec sa suprématie acquise et développée au fil des temps, n'a pas cessé de prendre possession de la nature pour en exploiter biens et services.

Ontologiquement, l'homme est sujet, alors que la nature est constituée d'objets. Seul être capable de se fixer une règle morale, l'homme se distingue de la nature qui est moralement neutre. L'homme, être social, a construit son monde: la société- Et ce monde plein de bruit et de fureur, qui s'oppose à l'harmonie de la nature, est aussi celui de l'histoire, alors que la nature n'en a pas. Tous les objets et tous les êtres naturels n'ont, selon ce point de vue moderne, qu'une valeur instrumentale: celle que les hommes leur accordent en tant que ressources" (Marty et al., 2005).

Les ressources de la nature sont souvent surexploitées par l'homme et mises en péril à tort (dégradation, destructions, incendies, pollutions ...) au point où la planète se trouve aujourd'hui menacée et l'existence de l'homme lui même compromise. Selon le rapport établie par le Millennium Ecosystem Assessment (MEA) en 2005, au cours des 50 dernières années, l'homme a généré des modifications au niveau des écosystèmes de manière plus rapide et plus extensive que sur aucune autre période comparable de l'histoire de l'humanité, en grande partie pour satisfaire une demande croissante rapide en matière de nourriture, d'eau douce, de bois de construction, de fibre, et en énergie. Ce qui a eu pour conséquence une perte substantielle de la diversité biologique dont une forte proportion souvent irréversible. Ceci est du sans doute à la forte croissance démographique, la croissance économique et l'explosion urbaine. En effet de 1960 à 2005, la population mondiale est passée de 3 à 6 milliards d'individus (6.75 milliards en fin 2008), l'économie a été multipliée par 6 en volume, la production de denrées alimentaires a été multipliée par 2.5, la demande en eau a doublé, le volume d'eau retenu par les barrages a quadruplé, les flux de phosphore ont triplé (MEA, 2005). Ces changements ont engendré le plus souvent la dégradation des services d'origine écosystémique et se sont traduits par la perte d'un patrimoine capital dont les générations futures seront fort probablement privées.

L'érosion de la biodiversité est devenue depuis la promulgation de la Convention sur la diversité biologique (CDB) de la conférence de Rio en 1992, le sommet mondial de Johannesburg sur le développement durable en 2002 et la conférence internationale de Paris "Biodiversité, science et gouvernance" en 2005, une préoccupation mondiale concernant tous

les états et tous les groupes sociologiques, scientifiques au sens large, politiciens, décideurs, gestionnaires, organisations.. etc.

L'Algérie qui a ratifié la CDB en 1992 et par son appartenance au bassin méditerranéen l'un des 34 hot-spots de la biodiversité dans le monde, est sérieusement concernée par la connaissance, l'étude et la conservation de son patrimoine naturel. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail de thèse qui a pour objectif essentiel de connaître quel est l'impact de la dégradation du milieu naturel sur la biodiversité dans la région de Tlemcen.

Avant de développer ce thème, je vais tout d'abord situer mon sujet par rapport aux définitions et concepts relatifs à la biodiversité et à ce qui se fait en matière de biologie de conservation d'une manière générale.

## 1.2 Biodiversité: définition, distribution et état actuel

Longtemps confinée dans la seule sphère des sciences de la nature, la biodiversité pénètre le champ des sciences de l'homme et de la société lors de la CDB de la conférence de Rio (1992) sur l'environnement et le développement, ce qui étendit considérablement son sens et explique qu'on lui ait donné plus d'une centaine de définitions (Blondel, 2005). Etudier la biodiversité c'est la décrire, la quantifier, analyser sa dynamique, évaluer ses valeurs économique et sociologique, comprendre les enjeux politiques dont elle fait l'objet. Son étude globale devient donc forcément pluridisciplinaire (Heywood & Watson, 1995).

La CDB définit de façon formelle la biodiversité (ou diversité biologique) comme étant la "variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes". Par ailleurs, plusieurs écologues (Barbault, 1992 ; Blondel, 1995 ; Gaston & Spicer, 1998 ; Wilson & Peter, 1998) s'accordent sur une définition de la biodiversité comme étant l'ensemble des complexes écologiques où les organismes vivent à l'état naturel, celui de la variété naturelle rencontrée sur la Terre, celui de la variabilité rencontrée parmi les organismes, ainsi que celui des processus par lesquels les organismes interagissent les uns avec les autres et avec leur environnement physique. De manière assez conventionnelle mais efficace d'un point de vue opérationnel, le biologiste reconnaît habituellement trois grands niveaux d'approche de la biodiversité diversité génétique, diversité taxinomique et diversité écosystémique (Solbrig, 1991) ; (Heywood & Watson, 1995). Pour les généticiens, la biodiversité est la diversité des gènes et des organismes. Ils étudient les processus, tels que mutations, échanges de gènes et dynamique des gènes se produisant à l'échelle de l'ADN et permettant l'évolution. Alors que pour les taxinomistes, la biodiversité est la diversité des

organismes et des espèces, mais aussi la façon dont les organismes interagissent. Enfin, pour les écologues, la biodiversité est la diversité des écosystèmes où les êtres vivants y compris l'homme forment un tout, et interagissent les uns avec les autres, mais aussi avec l'environnement, l'air, l'eau et la terre qui les entourent. C'est pourquoi le devenir de l'humanité dépend du devenir de la biodiversité.

La diversité biologique n'est pas répartie de façon homogène sur la planète (Gaston, 2000a; Gentry, 1992). Les facteurs géographiques et climatiques en modulent la distribution. De nouvelles approches relevant de la macroécologie (Blackburn & Gaston, 2003 Brown, 1995) se perfectionnent actuellement et ont pour but de préciser les patrons globaux de la biodiversité tels que les "points chauds" et "points froids" de diversité biologique, les variations de diversité en fonction des échelles spatiales (relation aire-espèces, relations entre richesse locale et richesse régionale), ou le long de gradients de conditions environnementales (latitude, longitude, altitude, profondeur en milieu aquatique, péninsules, baies et golfes, isolement spatial, aridité) (Blondel, 2005).

La grande richesse en espèces dans certains pays a conduit à la notion de " mégadiversité " qui ne reconnaît que 17 pays (Mexique, Colombie, Equateur, Pérou, Brésil, République Démocratique du Congo, Madagascar, Chine, Inde, Philippines, Nouvelle Guinée, USA, Venezuela, Afrique du sud, Malaisie, Indonésie et Australie) abritant à eux seuls 66-75 % de la biodiversité mondiale, exprimée en termes de richesse spécifique (McNeely et al., 1990 ; Mittermeier et al., 1997 Mittermeier et al., 1988). Par ailleurs, Myers *et al.* (2000) ont décrits 25 "hot-spots " ou points chauds de biodiversité se trouvant en grande partie dans ces pays. Un "hot-spot" est une région terrestre dont la richesse en espèces endémiques est exceptionnelle mais fortement menacée. Selon Conservation International (C.I.), un "hot-spot" doit avoir strictement deux critères: il doit contenir au moins 1500 espèces endémiques de plantes vasculaires, soit un nombre supérieur à 0.5 % du total mondial, et il doit avoir perdu 70 % de son habitat originel. Récemment, le nombre des " hot-spots" a été revu à la hausse et on compte aujourd'hui 34 de ces zones géographiques représentatives de la biodiversité et situées pour la plupart sur des îles (Conservation International, 2005). Ces régions couvrent seulement 2.3 % de la surface de la terre mais elles contiennent 50 % des plantes vasculaires du monde, 42 % des vertébrés terrestres et 75 % des mammifères, oiseaux et amphibiens les plus menacés de la planète (Mittermeier *et al.*, 2005).

Aujourd'hui, la biodiversité accuse son plus grand déclin dans l'histoire de la terre, ceci étant dû essentiellement aux activités humaines que Wilson (2005) regroupe sous le sigle "HIPPO" dont les lettres sont classées selon leur importance d'impact

- H pour la destruction de l'habitat, y compris la réduction des écosystèmes par le changement climatique;
- I pour les espèces envahissantes (invasives);
- P pour la pollution;
- P pour la croissance de la population;
- O pour la surexploitation "over harvesting", c'est à dire la pêche et la chasse excessives des espèces.

Beaucoup d'auteurs ont quantifié l'érosion de la biodiversité et s'accordent pour dire que le rythme actuel d'extinction des espèces est à un taux de 5% par décennie (Balmford *et al.*, 2003 ; Lawton & May, 1995 ; Wilson, 1992). Au cours du Cénozoïque (65 derniers millions d'années qui suivirent la dernière grande crise d'extinction des espèces de la fin du Crétacé), l'époque des dinosaures, le taux naturel d'extinction était de l'ordre d'une espèce par million d'espèces et par an, alors qu'on estime à partir d'extrapolations basées sur les relations espèces-surfaces, qu'il s'élève aujourd'hui à quelque mille espèces par million d'espèces et par an (Raven, 2002). De manière globale, différents types de mesures concourent à estimer que, dans l'ensemble, la planète perd de 0.5 à 1.5 % de sa nature sauvage chaque année (Balmford *et al.*, 2003). A ce rythme, les deux tiers de toutes les espèces de la Terre pourraient disparaître avant la fin du <sup>XXI<sup>e</sup></sup> siècle (Blondel, 1995). Par ailleurs, de nombreux chercheurs s'accordent pour penser qu'il s'agirait alors, après les grandes extinctions marquant la fin de l'Ordovicien (438 Ma), du Dévonien (-367 Ma), du Permien (-248 Ma), du Trias (-208 Ma) et du Crétacé (-65 Ma), de la <sup>6M1t</sup> extinction massive de cette ampleur depuis le début de l'ère primaire (Leakey & Lewin, 1997 ; Sepkoski, 1986). Crise d'extinction causée cette fois non pas par un bouleversement géologique (volcanisme intensif, collision avec une grande météorite, glaciation ...), comme les cas précédents, mais par l'activité destructrice d'une seule espèce, qui en plus est dotée de raison: la notre. Lourde responsabilité pour *Homo sapiens*

### 1.3 Altération, destruction, perte, dégradation, perturbation, fragmentation des habitats et conséquence sur la biodiversité

L'altération des habitats par les activités humaines est la plus grande menace pour la richesse de la vie sur terre. La forme la plus visible de l'altération de l'habitat naturel est sa disparition directe telle que la coupe à blanc des forêts, le drainage des zones humides, l'endiguement des cours d'eau pour la création de barrages ou la transformation des prairies pour de l'urbanisation (Meffe & Carroll, 1997). Beaucoup d'auteurs (Meffe & Carroll, 1997; Pimm *et al.*, 1995 ; Pullin, 2002 ; Wilson, 1988a Wilson & Peter, 1998) soulignent que la plupart des menaces sur la biodiversité viennent de la destruction des habitats desquels elle dépend et que la disparition des ces derniers expose la diversité biologique à des déclinés dramatiques. Pour certains auteurs comme Groom *et al.* (2006), la dégradation et la perte d'habitat, qui sont une forme d'altération, sont largement considérées comme la plus sérieuse menace pour la biodiversité parce qu'elles ont les effets les plus graves. La transformation (dégradation) et la perte d'habitats correspondent à un changement complet dans les états (composition, structure. .) des communautés et des écosystèmes et causent des pertes à tous les niveaux de la biodiversité. La dégradation de l'habitat élimine et réduit certaines populations, simplifie et perturbe les communautés; dans les cas extrêmes elle réduit ou élimine les clés du processus écologique. Elle est la principale cause d'extinction des espèces, un danger global pour toutes les nations. Les espèces sont 2 à 4 fois plus menacées par la dégradation d'habitat que par d'autres types de menaces.

La dégradation et la perte d'habitats sont causées par une grande variété d'activités humaines incluant agriculture, exploitation minière, foresterie, aquaculture, exploitation des eaux souterraines, feux, barrages, urbanisation, industrie, pollutions et changements dans les structures des communautés et écosystèmes forgés par les changements dans les espèces natives et invasives. La dégradation d'habitat fait généralement référence aux impacts qui affectent plusieurs espèces mais pas toutes et pouvant être temporaires. Elle se traduit par une réduction de la capacité d'un écosystème à supporter certains sous ensembles d'espèces. Les changements dans l'environnement peuvent significativement réduire ou éliminer certaines populations. En revanche, la perte d'habitat habituellement fait référence à des impacts tellement sévères que la plupart des espèces sont défavorablement affectées. Il s'agit là d'un changement extrême des habitats qui les rend incapables de supporter plus qu'une fraction de leurs fonctions et espèces originelles. La transformation et la conversion d'habitat sont deux termes utilisés quasiment comme synonymes de dégradation et perte, quand on fait référence

au processus de changement : par exemple la transformation de forêts en terres de culture (Groom *et al.*, 2006).

Par ailleurs, quand les habitats ou les écosystèmes ne sont pas détruits ou dégradés, ils peuvent être également perturbés par les activités humaines. Le terme perturbation signifie une altération de la dynamique naturelle des systèmes écologiques et il se distingue de la destruction et de la dégradation qui sont plus graves (Pullin, 2002). La perturbation prend plusieurs formes comme la pollution chimique, l'introduction d'espèces exotiques, l'invasion d'espèces, les maladies et les modifications génétiques des organismes.

Enfin, l'un des aspects importants de l'altération des habitats est la fragmentation. Elle se produit quand une large étendue d'habitats se transforme en un nombre de petites taches (patches) isolées entre elles par une matrice d'habitat différente de l'originelle (Soulé, 1986). Quand le paysage autour des fragments est inhospitalier pour les espèces de l'habitat originel et quand la dispersion des organismes est faible, les taches peuvent être considérées comme des "habitats îles" et les communautés locales peuvent se retrouver isolées (Preston, 1962 in Soulé, 1986). Le processus de la formation de l'isolement à partir de la fragmentation a été appelé "insularisation" par Wilcox (1980). Les fragments (îles) sont souvent isolés les uns des autres par un paysage modifié ou dégradé (matrice), par définition non-optimale pour les espèces vivant originellement dans le milieu non dégradé (Chouteau, 2001). La fragmentation existe dans tous les cas de réduction sévère de l'habitat, mais peut aussi être évoquée dans les cas où l'habitat est réduit à un degré moindre, comme les constructions de routes, ou autres barrières, qui limitent le mouvement des espèces (Primack, 1995). Le déficit pour les conservateurs est de préserver le plus grand nombre d'espèces possible dans les fragments, face à la destruction continue des habitats (Soulé, 1986). La fragmentation de l'habitat est généralement due à deux facteurs : (1) la réduction de la quantité totale de l'habitat type ou naturel dans le paysage et (2) la répartition du reste de l'habitat en de petites taches isolées (Harris, 1984, Saunders *et al.*, 1991 ; Wilcove *et al.*, 1986).

Les perturbations anthropiques diffèrent des perturbations naturelles de trois façons (Meffe & Carroll, 1997) : 1) un paysage naturel est hétérogène et possède une structure interne plus riche au niveau des strates de végétation, tandis qu'un paysage fragmenté par l'homme possède une structure beaucoup plus simplifiée ; 2) en raison de la première caractéristique, un paysage naturel a moins de contraste entre les différents fragments, à la différence d'une fragmentation anthropique où les fragments sont plus soumis aux effets de

lisière; 3) certains caractères des zones fragmentées par l'homme, telles que les routes, entraînent des menaces sur la viabilité des populations en empêchant les mouvements entre populations.

Du point de vue biologique, le principal aspect négatif de la fragmentation est de réduire la surface d'habitat requis pour certaines espèces animales ou végétales, de diminuer le nombre d'individus dans les populations et surtout de contribuer à la diminution de la richesse spécifique au niveau régional (Bierregaard *et al.*, 1992 ; Merriam, 1988 ; Noss, 1991), bien que certaines espèces puissent survivre longtemps dans des fragments de petite taille (Tuner & Corlett, 1996).

#### **1.4 Biologie de la conservation nécessités et principes**

La conservation de la diversité biologique est devenue depuis ces dernières années, notamment depuis la conférence de Rio en 1992, une préoccupation de nombreux gouvernements et organisations internationales en vue de stopper l'érosion massive de la biodiversité et de prévenir une <sup>61C11W</sup> grande crise biologique. Le taux d'extinction actuel chez les mammifères et les oiseaux (qui sont les vertébrés les mieux connus) est estimé être de 100 à 1000 fois supérieur au taux d'extinction naturel (ICPB, 1992). D'autre part, site taux actuel de déforestation continue, 10% des espèces seront éteintes dans les 30 prochaines années, ce qui correspond à la perte de 50000 à 100000 espèces animales et végétales par an (Raven, 1988 ; Wilson, 1988b).

La conservation de la biodiversité est devenue importante à la fois en termes écologique et économique (Bengtsson *et al.*, 1997 ; Brown *et al.*, 1993 ; Mondiale, 2000). Les bénéfices que les animaux et les végétaux sont susceptibles d'apporter à l'humanité (nouvelles fibres, nouvelles molécules, réservoir génétique...) sont encore peu explorés et il convient donc de regarder l'ensemble de la biodiversité comme une source de bénéfices potentiels à long terme (Dobson et Absher, 1991 ; ICPB, 1992). Les spécialistes de la biologie de la conservation reconnaissent que les divers écosystèmes et leurs fonctionnements sont critiques non seulement pour le maintien des espèces surexploitées mais aussi pour les perturbations des variétés de forme de vie qu'on connaît peu ou pas du tout (Groom *et ai*, 2006). Le conservateur reconnaît que les écosystèmes intacts et leurs fonctionnements sont aussi importants en tant que système de soutien de vie pour la planète et sont dans un état critique pour la continuité de notre survie et notre bien-être en tant qu'espèce (Daily, 1997 ; Odum, 1989). L'émergence de la biologie de la conservation est venue en réponse de la communauté

des scientifiques à l'érosion de la biodiversité. Soulé (1985.1986) la définit comme une "discipline de crise " dans laquelle des mesures de conservation doivent être prises en dépit de l'insuffisance de connaissances, car attendre signifierait certaines destructions. Le but de la biologie de la conservation est de comprendre suffisamment les écosystèmes naturels pour maintenir leur diversité face à l'explosion de la population humaine qui a fragmenté, simplifié, homogénéisé et détruit beaucoup d'écosystèmes. Ainsi, la biologie de la conservation essaie de fournir la base de connaissance pour un aménagement intelligent des écosystèmes fortement altérés (Groom *et al.*, 2006). Elle a deux principaux objectifs (Souk, 1985):

1) comprendre les effets des activités humaines sur le devenir des espèces, des communautés et des écosystèmes

2) développer des approches pratiques pour prévenir les extinctions des espèces.

Relativement récente, la biologie de la conservation est une science multidisciplinaire basée sur les disciplines traditionnelles que sont la biologie des populations, la taxinomie, l'écologie, la biogéographie et la génétique des populations. Elle vient renforcer les disciplines agronomiques traditionnelles comme l'agriculture, la foresterie et la pêche en fournissant une approche théorique plus générale pour la protection de la diversité biologique. Mais elle en diffère en ayant comme principal objectif la préservation à long terme des ressources biologiques, alors que les intérêts économiques passent en second lieu. D'autres disciplines telles que l'économie, la législation, l'éthique environnementale, les sciences sociales (anthropologie, sociologie, géographie) constituent un autre pilier de la biologie de la conservation et permettent de voir comment les sociétés humaines peuvent se concilier avec la conservation de la biodiversité. Groom *et al.* (2006) soulignent trois principes fondamentaux de la pratique de la biologie de la conservation qui devraient imprégner tous les aspects de la conservation et devraient être présents dans n'importe quel effort dans ce domaine.

*Principe! : Changement évolutif (evnlutionan' change)*

L'évolution est le seul mécanisme doté de raison capable d'expliquer les formes ou les aspects de la biodiversité que nous voyons dans le monde aujourd'hui en donnant un historique sur la dynamique de la vie. Les processus du changement évolutif sont "les règles de base" de la façon dont le monde vivant fonctionne. Les réponses aux problèmes de conservation doivent être développées dans un cadre évolutif faire autrement serait aller à l'encontre des lois naturelles (Meffe, 1993). La composition génétique de la plupart des populations est

susceptible de changer au cours du temps, en raison de dérive génétique, d'immigration d'autres populations, ou de sélection naturelle. Pour la biologie de conservation, le but n'est pas d'arrêter le changement génétique (et ainsi évolutif) mais plutôt de s'assurer que les populations peuvent continuer à répondre au changement environnemental d'une façon adaptative.

### *Principe 2 Ecologie dynamique (dynamic ecology)*

Le monde écologique, le "théâtre" de l'évolution, n'est en grande partie pas en équilibre. Le paradigme classique en écologie de l'équilibre écologique ou équilibre de la nature est contesté aujourd'hui et concerne surtout les milieux fermés avec une structure et une fonction auto-régulatrices comme le climax. La recherche en écologie ces dernières décennies nous a montré que la nature est dynamique (Pickett *et al.*, 1992). Le paradigme dominant contemporain en écologie identifie que les systèmes écologiques ne sont généralement pas en équilibre dynamique, tout du moins pas indéfiniment, et n'ont aucun point stable à long terme (Botkin, 1990). Les actions de conservation basées sur une vue statique de l'écologie ou de l'évolution représenteront mal la nature et seront moins efficaces que celles basées sur une perspective plus dynamique. La régulation de la structure et de la fonction écologiques n'est souvent pas intrinsèquement produite. Les processus externes, sous forme de perturbations naturelles telles que feux, inondations, sécheresses, tempêtes, mouvements de la terre, et manifestations de maladies ou de parasites sont fréquemment d'une grande importance. En effet, nous savons actuellement que la biodiversité dans les écosystèmes aussi différents que des prairies, les forêts tempérées et tropicales, et la zone intertidale est maintenue par des processus non équilibrés. Les écosystèmes se composent de taches et de mosaïques des types d'habitats, non homogènes et de catégories de communautés clairement différenciées. La conservation dans ce paradigme se concentre sur des processus dynamiques et des contextes physiques. Un but important de recherches pour les biologistes de la conservation est de comprendre comment l'effet entre les processus non équilibrés et la hiérarchie des interactions d'espèces détermine la structure et la biodiversité de la communauté. Les écosystèmes sont des systèmes ouverts avec des flux d'espèces, de matériaux et d'énergie, et doivent être compris dans le contexte de leurs environnements (Pickett *et al.*, 1992).

### *Principe 3 Présence humaine (human presence)*

L'homme fait et continuera à faire partie des écosystèmes, et sa présence doit être incluse dans la planification de la conservation. Il n'y a aucune manière de protéger la nature contre les influences humaines qui doivent être prises en considération dans les efforts de planification. De fait, les aires protégées sont typiquement entourées de terres et d'eaux exploitées intensivement par l'homme et il sera impossible de les isoler complètement de ces influences extérieures. L'isolement des secteurs protégés peut provoquer des probabilités accrues d'extinction pour beaucoup d'espèces. La plupart des civilisations sont fières de leur héritage naturel, et une mission cruciale pour tous les conservateurs de la nature est d'utiliser cette fierté pour l'éducation publique. Si les gens ne perçoivent pas que le secteur protégé a de la valeur pour eux, ils ne le protégeront pas. La biologie de la conservation est une science inexacte qui opère à une échelle de temps de l'évolution donnée. Elle est chargée d'une valeur qui exige de la vigilance à long terme pour réussir. Elle exige également de ses praticiens innovation, flexibilité, talents multiples, et une compréhension des idiosyncrasies des écosystèmes.

#### **1.5 Protéger les espèces ou protéger les écosystèmes?**

Traditionnellement la politique de conservation consistait à protéger des espèces rares ou menacées en créant des réserves biologiques ou des aires protégées souvent de surfaces limitées. La taille et le nombre des réserves créées pour préserver une espèce est à la base de la fameuse controverse SLOSS Single large or several 5ma! (Soulé & Simberloff, 1986) sur la taille optimale des réserves naturelles. Focaliser les programmes de gestion sur une seule espèce peut entraîner le déclin d'autres espèces sensibles à ces modes de gestion et altérer les processus écologiques. Les stratégies de conservation basées sur les réserves statiques ne paraissent pas suffire pour résoudre les problèmes majeurs de conservation dans un monde qui change rapidement. Pour pallier les conséquences des changements, qui comportent une large part d'imprévisible, il est nécessaire d'intégrer la biodiversité dans tous les types de gestion des paysages, valorisant ainsi la notion de développement durable dans les paysages ordinaires (Blondel, 2005). À côté des politiques classiques de conservation "protéger contre l'homme" dont il ne faut pas minimiser le rôle, de nouvelles approches intégrées et pluralistes se dessinent et prennent en considération l'ensemble des écosystèmes y compris l'homme protéger pour l'homme". Il est devenu nécessaire aujourd'hui de préserver l'ensemble de la biodiversité, c'est-à-dire non seulement des populations viables d'espèces, mais aussi l'ensemble des processus définis par la biodiversité, et la conservation se focalise surtout au niveau de l'écosystème, afin d'assurer la conservation des espèces dont

beaucoup sont encore inconnues, des habitats et des processus écologiques (Franklin, 1993 Poiani *et al.*, 2000).

## 1.6 Le concept d'indicateur biologique ou indicateur de biodiversité

Connaître la biodiversité et comment la sauvegarder est le thème principal de la biologie de la conservation. En parcourant la littérature sur la biodiversité on s'aperçoit de deux choses parfaitement claires (1) la biodiversité est complexe et (2) la biodiversité change au cours du temps. La biodiversité n'est pas une simple diversité d'espèces et la compréhension d'une approche de sa conservation doit prendre en considération les multiples niveaux d'organisation et les différentes échelles spatio-temporelles (Noss, 1990). La plupart des définitions reconnaissent sa structure hiérarchisée avec la génétique, population - espèces, communautés-écosystèmes et le plus souvent les échelles de paysage. Chacun de ces niveaux peut être divisé en éléments de composition, de structure et de fonctionnement. Les gestionnaires de la nature sont habitués à l'utilisation d'espèces bio-indicatrices, notamment celles qui sont particulièrement sensibles aux activités humaines et celles qui jouent des rôles pivots dans leurs écosystèmes. En raison d'une biodiversité distribuée hiérarchiquement, les indicateurs devront l'être aussi. Un cadre pour choisir des indicateurs de la biodiversité pourrait suivre une hiérarchie des éléments constitutifs, structuraux et fonctionnels. (Lindenmayer *et al.*, 2000) ont classé les indicateurs de la biodiversité en deux catégories: ceux basés sur l'espèce et ceux basés sur la structure de l'écosystème.

### 1.6.1 Indicateur basé **sur** l'espèce

Plusieurs définitions de l'indicateur biologique ont été données en se basant sur l'espèce. Pratiquement, elles convergent toutes dans le même sens. Ainsi Molfetas et Blandin (1980) définissent l'indicateur comme " un organisme ou un ensemble d'organismes traduisant de façon aussi directe et évidente que possible des modifications qualitatives et / ou quantitatives de l'écosystème dont il fait partie". Dans le même ordre d'idée Landres *et al.* (1988) parlent d'organisme dont les caractéristiques (présence, absence, densité de population, dispersion, succès de reproduction) sont employées comme indice des attributs trop difficiles, incommodes, ou coûteux à mesurer sur d'autres espèces. Par ailleurs, McGeoch (1988) définit l'indicateur de la biodiversité comme un groupe de taxons (genre, tribu, famille, ou ordre ou groupe d'espèces choisi parmi les taxons les plus élevés) dont la diversité (richesses globale des espèces, nombre des espèces rares, niveaux d'endémisme) reflète que d'autres taxons sont élevés dans un habitat, groupe d'habitats ou dans une région

géographique. Enfin, pour Lindenmayer *et al.* (2000), l'espèce indicatrice est utilisée pour indiquer des caractères d'habitat particulier et / ou pour indiquer des modifications d'un milieu susceptibles d'affecter l'ensemble des espèces présentes dans un milieu. Pour remplir ces rôles, un indicateur idéal devrait être 1) suffisamment sensible pour fournir des indications de changements de l'habitat, 2) capable de fournir une évaluation continue sur une large gamme de perturbations, 3) être facile à mesurer, 4) être capable de différencier les perturbations naturelles et celles qui résultent des activités humaines et 5) être en rapport avec les phénomènes écologiques étudiés. Comparé à d'autres, un bon indicateur de biodiversité implique nécessairement l'utilisation de plusieurs espèces pour estimer le nombre relatif des espèces dans une zone donnée (Gaston, 1996) et il sera utile seulement s'il a un large champ géographique (Wilcox, 1984). L'utilisation de plusieurs espèces présentes dans une large gamme d'habitats (espèces à distribution restreinte *vs.* espèces à large distribution) et d'espèces présentes dans des microhabitats différents (espèces spécialistes *vs.* espèces généralistes) permettrait d'indiquer une plus grande sensibilité à la dégradation de l'habitat (Kremen, 1992). Les taxa suggérés comme meilleurs indicateurs de biodiversité sont les oiseaux; les plantes supérieures, les papillons et les libellules. Ils sont répandus partout dans le monde, taxinomiquement bien connus et stables, aisément identifiables, et biologiquement bien étudiés. Ils sont facilement retrouvables, inventoriés, dénombrables et suffisamment diversifiés dans chaque milieu. Ce sont tous des attributs qui pourraient être employés comme indicateurs de la diversité de beaucoup d'autres taxa moins bien connus (Lawton & Gaston, 2001)

#### 1.6.1.1 Espèce substitut (' surrogate species ")

La recherche des indicateurs de biodiversité a tendance à se focaliser sur les entités biologiques, telles que les fréquences de gène, les populations, les espèces, les assemblages d'espèces ou guildes, et les communautés, qui pourraient fonctionner comme substituts pour d'autres formes de biodiversité et/ou refléter des changements des patrons (*patterns*) ou des processus écosystémiques (Burgman & Lindenmayer, 1998). Les zones de grande diversité biologique sont de plus en plus identifiées au moyen de taxons indicateurs (Humphries *et al.*, 1995) car l'échantillonnage de tous les composants de la biodiversité peut être une tâche impraticable et coûteuse, mais les substituts de biodiversité permettent la surveillance des fonctions d'écosystème (Comiskey *et al.*, 2001). Ainsi, au lieu d'essayer d'utiliser toutes les espèces ou familles dans un secteur, les biologistes de la conservation emploient le nombre d'espèces dans un groupe taxinomique bien connu comme substitut pour le nombre d'espèces

dans les groupes taxinomiques sympatriques et mal connus (Beccaloni & Gaston, 1994). Selon Caro et O'doherty (1999), une espèce substitut ou espèce indicatrice de population (une espèce proie par exemple) est une espèce qui peut se substituer à d'autres espèces pour indiquer leur tendance au changement en réponse aux variations de l'environnement ou aux perturbations humaines. Les espèces substitués sont également utilisées comme indicateurs du caractère favorable de l'habitat pour d'autres membres de leur guildes (Block et al., 1986 Verner, 1984). Elles seront plus efficaces si elles sont des espèces résidentes et si elles occupent une niche trophique particulière: par exemple, le meilleur indicateur d'une population proie sera son prédateur spécifique (Elton & Nicholson, 1942). Un bon indicateur de population doit être sensible aux perturbations humaines dans le but de fournir une détection précoce des changements environnementaux anthropiques (Cairns, 1986 Frost et al., 1992 ; Munn, 1988) La diversité de la famille du coléoptère tigre (Coleoptera: Cincindelidae) par exemple, est un taxon potentiellement idéal car il prédit la diversité des oiseaux et des papillons à large échelle (Pearson & Carroll, 1998 : Pearson & Cassola, 1992).

#### **1.6.1.2 Espèce parapluie (" umbrella species")**

Une espèce parapluie est une espèce dont la protection permet de protéger en même temps toutes les espèces sympatriques qui lui sont associées. Une condition principale des espèces parapluie est que leur territoire soit grand comparé aux espèces sympatriques, de sorte qu'une population viable puisse avoir les conditions d'habitat d'autres espèces semblables (Berger, 1997). Le monitoring des espèces parapluie sera facilité si la taille de la population est grande et les espèces parapluie seront plus utiles si elles ont un territoire géographique étendu, parce que la protection qu'elles recevront pourra être utile à d'autres espèces dans un secteur utilisé pour des raisons semblables (Caro & O'doherty, 1999). Les espèces parapluie sont employées pour la création de réserves, parfois dans de petites aires affectées par les populations humaines; elles ne doivent pas être nécessairement sensibles aux perturbations anthropiques.

#### **1.6.1.3 Limites d'application des indicateurs**

Bien que le concept d'espèce indicatrice ait eu un succès considérable, il y a beaucoup d'exemples où son application serait un échec (Lindenmayer et al., 2000). En effet il est peu probable de trouver une espèce possédant à la fois toutes les caractéristiques et les qualités exigées d'un indicateur biologique (Niemi et al., 1997). Lindenmayer et al. (2000) passent en revue les différentes catégories d'espèces utilisées comme bio-indicateurs, et leurs limites

d'application. Ils citent, entre autres à titre d'exemple, le cas des grenouilles qui ont été suggérées comme espèces indicatrices du changement global du climat; cependant, le déclin des grenouilles semble être le résultat de beaucoup d'autres facteurs qui changent selon les localités. Ainsi on ne peut savoir quels changements sont indiqués par les déclin des populations de grenouille. Egalement, l'utilisation des guildes a montré des limites d'application et on a démontré (Thiollay, 1992) que les espèces appartenant à une même guildes ne répondaient pas de façon similaire à la dégradation forestière. Ceci peut être expliqué du fait que le principe de la compétition et de la concurrence suppose que chaque membre de la guildes doit avoir des exigences environnementales différentes; donc tous les membres de la guildes ne peuvent pas être indicateurs des mêmes conditions exactement.

- Finalement, ceci revient aux problèmes associés au manque de sensibilité des indicateurs, mais le concept d'espèces indicatrices peut être utile si le but est d'obtenir des informations sur l'état du milieu forestier et la façon dont celui-ci influence la biologie des espèces, si l'on se concentre sur les espèces les plus sensibles aux activités humaines, et enfin si l'on garde à l'esprit qu'une espèce n'est pas forcément représentative des espèces partageant le même habitat (Lindenmayer *et al.*, 2000).

### **1.6.2 Indicateur de la biodiversité basé sur la structure de l'écosystème**

Dans les écosystèmes forestiers, l'indicateur basé sur la structure peut constituer une alternative à l'espèce indicatrice qui reste néanmoins simple et facile à étudier en dépit des critiques qui lui ont été faites. Cette indicateur se focalise sur l'identification et l'utilisation des indicateurs liés aux attributs de l'écosystème tels que la composition, la structure et la fonctionnalité (Lindenmayer *et al.*, 2000 ; Noss, 1990, 1999) qui permettent le contrôle des processus permettant le maintien des espèces d'un habitat (Franklin, 1993 ; Lindenmayer *et al.*, 2000 ; Simberloff, 1998 ; Spellerberg & Sawyer. 1996). Les caractéristiques structurales et floristiques des stations dont le bois n'est pas coupé fournissent une indication des attributs qui doivent être maintenus et perpétués dans les forêts exploitées (McComb *et al.*, 1993). La complexité des stations semblerait plus efficace pour la diversité biologique si les caractéristiques structurales après les perturbations humaines étaient les mêmes que celles qui résultent de la perturbation naturelle (Humer, 1994). La taille et l'arrangement spatial des taches (patches) d'habitat semblent être importants pour certains taxa (Hanski, 1994); il est donc important que l'aménagement forestier soutienne la complexité et l'hétérogénéité à l'échelle spatiale (Franklin & Forman, 1987). Ainsi les stratégies pour maintenir l'hétérogénéité des forêts de production de bois peuvent inclure l'utilisation des tailles et

formes des patches choisies parmi celles créées par les perturbations naturelles telles que les incendies ou les tempêtes (Mladenhoff *et al.*, 1993). Bien que ces indicateurs basés sur la structure de l'écosystème soient intuitivement sensibles et reflètent les connaissances actuelles sur la biodiversité des forêts, leur efficacité à long terme reste inconnue (McComb *et al.*, 1993), d'où la nécessité de tests empiriques de leur valeur (Lindenmayer *et al.*, 2000).

### 1.6.3 Application aux oiseaux

La classe des oiseaux fournit des exemples spectaculaires de l'effet des perturbations des écosystèmes sur les communautés animales (Leroux, 1989). Ils sont considérés comme les meilleurs outils pour suivre la dégradation forestière grâce à leur facilité d'observation, leur abondance, et la bonne connaissance de leur statut (Collar *et al.*, 1994; Statterfield & Capper, 2000). De nombreuses études ont montré la robustesse et la qualité du modèle-oiseaux pour connaître les altérations et les changements de la biodiversité. Blondel (1979) soulignait déjà l'importance de l'utilisation des oiseaux comme outil dans la gestion de l'espace naturel; Sauberer *et al.* (2004) démontrent la forte corrélation entre la richesse spécifique des oiseaux et la richesse de plusieurs autres espèces; Bibby *et al.* (1992) qualifient les oiseaux de très bons indicateurs des relations entre dynamique paysagère et biodiversité; Tucker (1997) et Donald *et al.* (2001) ont utilisé les oiseaux pour montrer les effets des changements d'utilisation des terres et leurs impacts sur les communautés animales et végétales; Bryce & Hughes (2002) ont développé un indice d'intégrité basé sur les oiseaux (Bird Integrity Index, BII) comme outil de monitoring et d'évaluation de l'intégrité des ripisylves; Coppedge *et al.* (2006) développent eux aussi un indice d'intégrité des prairies basé sur les groupements d'oiseaux nicheurs (Grassland Integrity Index, GII); de leur côté, Julliard *et al.* (2006) développent un indice de spécialisation des espèces (SSI) et des communautés (CSI) d'oiseaux en fonction du changement du milieu; d'autre part, Kati & Sekercioglu (2006) suggèrent que le suivi de l'état et de la qualité de l'habitat d'une communauté entière d'oiseaux terrestres peut se réduire à l'utilisation de certaines espèces aviennes indicatrices. L'intérêt de l'étude des oiseaux en tant que bio-indicateurs peut se résumer en 6 points selon Leroux (1989):

- répandus dans tous les milieux, ils colonisent tous les biotopes, terrestres et aquatiques,
- c'est l'un des groupes animaux les mieux connus dans leur systématique et leur écologie,
- leur observation est relativement aisée et leur reconnaissance est facile,

- le nombre d'espèces est suffisant, mais pas excessif, pour apprécier la diversité d'un peuplement.
- ils réagissent de manière instantanée, du fait de leur mobilité, à la modification de leur milieu,
- enfin, les méthodes d'études quantitatives, mises au point depuis plusieurs dizaines d'années, sont considérées comme fiables et relativement faciles à mettre en œuvre, comparativement à celles d'autres groupes d'animaux.

Cependant, l'utilisation de l'indicateur biologique oiseau peut présenter certaines limites à l'échelle d'étude où il ne permet pas une analyse fine du milieu, étant donné que le domaine vital des oiseaux englobe souvent un paysage composé de plusieurs biotopes élémentaires. Les importantes variations " naturelles" des effectifs d'oiseaux dues aux saisons (hivernage, migration...) ou aux facteurs climatiques (vagues de froid, sécheresse...) peuvent constituer également une contrainte à une bonne application de l'indicateur oiseau. Ces limites concernent essentiellement les oiseaux d'eau et les grandes espèces. En revanche, les passereaux, espèces territoriales, sont considérés comme les plus caractéristiques des peuplements d'oiseaux par leur diversité, leur abondance et leur répartition dans tous les milieux (Blondel, 1979). Ils peuvent être étudiés à toutes les échelles d'observation et bien refléter l'état du milieu.

### 1.7 Contexte de l'étude

Le Maghreb constitue certainement, au moins dans sa portion centro-orientale, une des portions du monde méditerranéen la plus affectée par l'action de l'homme (Barbero *et al.*, 1990 ; Le Houérou, 1981). La dégradation des paysages forestiers est ancienne et date au moins, selon les écrits qui existent, de l'époque préromaine, plus particulièrement l'époque carthaginoise où on commençait déjà à exploiter la forêt pour le développement de l'agriculture (Bensaid *et al.*, 2006); toutefois, cette exploitation est restée limitée aux terres les plus riches, au moins jusqu'au siècle dernier. La colonisation et l'accroissement des populations humaines y ont largement contribué depuis l'indépendance des trois pays du Maghreb, suite à une mise en valeur intense liée à un accroissement exponentiel de la population. En effet, celle-ci est passée en 40 ans, pour les trois pays, de 20 à environ 75 millions d'habitants. Les troupeaux se sont également accrus, avec actuellement au moins 30 millions d'ovins et 12 à 13 millions de caprins, essentiellement en zone steppique, et près de 6 millions de bovins errants le plus souvent en forêt (Quézel, 2000). D'une manière générale, en

région méditerranéenne les activités humaines ont joué un rôle primordial dans l'émergence d'une mosaïque paysagère complexe, associant agriculture, parcours, garrigues et forêts (Blondel & Aronson, 1999).

En Algérie plus spécialement, les perturbations liées à la guerre d'indépendance, et l'insécurité qui a régné dans certaines régions, ont eu et ont encore un impact considérable (Qu&el, 2000). A ceci s'ajoute l'absence sur le terrain d'une réelle politique forestière de gestion, de monitoring et de conservation. Cette détérioration du capital biologique végétal en Algérie pose bien le problème de la façon dont agit le facteur directement d'origine anthropique, dont bien évidemment le rôle est prépondérant. La région de Tlemcen n'a pas échappé à cette situation et connaît une dégradation et une transformation importantes de ses milieux; aussi bien steppiques suite au surpâturage, forestiers suite essentiellement aux incendies répétés ces dernières années, qu'agricoles suite à la disparition de l'agriculture traditionnelle au profit d'un mode intensif moderne. De pareilles modifications et dégradations du milieu vont engendrer d'importantes conséquences écologiques, sociales et économiques pour la région. On peut citer la modification des régimes d'incendie (Debussche *et al.*, 1999), la diminution de la ressource en eau (Debussche *et al.*, 1987), l'avenir de certaines espèces animales et végétales à forte valeur patrimoniale habitant ces milieux et, plus globalement, la diminution de la biodiversité dont les conséquences restent inconnues. Ces bouleversements sont devenus préoccupants et il semble, en conséquence, nécessaire de développer des modèles permettant une gestion durable des ressources et d'assurer la mise au point d'outils d'évaluation et de conservation circonstanciés. De nombreuses études ont été menées sur les effets des changements d'utilisation des terres et leurs impacts sur les communautés animales et végétales (Turner *et al.*, 1990), en particulier sur les oiseaux (Tucker 1997; Donald *et al.* 2001). Ces derniers sont en effet de très bons indicateurs des relations entre dynamique paysagère et biodiversité (Bibby, 1992).

En Algérie, les travaux sur la biodiversité menés à ce jour se sont principalement intéressés aux inventaires ou aux études bio-écologiques d'espèces particulières. L'utilisation des indicateurs biologiques pour l'étude de la biodiversité fait encore défaut. L'ouest algérien offre des situations qui constituent d'excellents modèles pour tester les principales hypothèses sur la distribution des espèces dans des mosaïques paysagères résultant de l'action anthropique. Notre objectif est donc d'utiliser une de ces situations dans la région de Tlemcen pour déterminer l'impact de la dégradation (ou changement) du paysage sur les communautés d'oiseaux. Cette approche fondamentale permettra d'évaluer les conséquences de différentes

utilisations des écosystèmes de Tlemcen sur les communautés d'oiseaux et plus largement sur la biodiversité. En effet, une diminution du nombre d'habitats dans une aire donnée entraîne une diminution de la diversité d'un paysage. Etant donné l'ancienneté et la diversité des paysages agro-sylvo-pastoraux dans les systèmes écologiques méditerranéens, nous pouvons faire l'hypothèse que ce schéma paysager est essentiel dans la détermination de la complexité structurelle de leurs communautés d'oiseaux et à un niveau supérieur, dans la détermination de la diversification de leur richesse biologique. Par conséquent, la dégradation de cette diversité du paysage entraînera la diminution de sa biodiversité. Ainsi, notre travail a précisément pour objectif:

- 1) D'identifier l'échelle à laquelle la diversité du paysage est déterminante pour la structure des communautés d'oiseaux. Nous aborderons principalement l'échelle du biotope pour la compréhension des mécanismes d'utilisation des niches écologiques par les guildes d'oiseaux, et l'échelle du paysage pour dégager des patrons de structuration des communautés.
- 2) D'évaluer les contributions des différents types d'habitats au maintien de la diversité biologique régionale. Cette étude s'attachera à comparer différents assemblages paysagers et leurs communautés d'oiseaux.
- 3) De comprendre les mécanismes de la dégradation de la diversité avienne en déterminant les facteurs qui affectent cette diversité dans chaque milieu.
- 4) De savoir à quels paramètres de structure de végétation les espèces d'oiseaux sont liées pour établir par la suite les facteurs du milieu les plus déterminants pour l'abondance des oiseaux.
- 5) De déterminer les habitats qui revêtent une importance particulière pour la conservation des communautés d'oiseaux et des espèces qui revêtent une importance particulière pour la conservation de la biodiversité avienne.
- 6) D'élaborer une meilleure approche de conservation et d'identification des menaces.

## *CHAPITRE II*

### LE MILIEU D'ETUDE

## 2.1 Situation générale de la région de Tlemcen

La région d'étude concerne la wilaya de Tlemcen ainsi qu'une petite inclusion dans le nord de la wilaya de Naâma qui est la continuité de la partie steppique de Tlemcen. Il s'agit d'une région située géographiquement dans l'extrême ouest algérien à  $1^{\circ} 27'$  et  $10^{\circ} 51'$  de longitude ouest et à  $34^{\circ} 27'$  et  $35^{\circ} 18'$  de latitude nord. Elle est limitée par la mer Méditerranée au Nord, la wilaya de Naâma au Sud, la frontière algéro-marocaine à l'Ouest, la wilaya de Sidi Bel Abbés au Sud-Est et par la wilaya d'Ain-Témouchent au Nord-Est (Fig. 1). La région de Tlemcen se caractérise par 4 principales unités géographiques qui se succèdent du Nord au Sud (Fig.2). Cette hétérogénéité de relief débute par: (1) la chaîne des Monts des Traras et les collines des Sebaa Chioukh dont l'altitude varie entre 500 et 1000m; (2) les plaines sublittorales représentées par le bassin de Tlemcen et les basses vallées de la Tafna et d'Isseï, et les plateaux d'Ouled Riah se situant entre 200 et 400m d'altitude ; (3) les Monts de Tlemcen, qui s'érigent en une véritable barrière naturelle entre la steppe et le Tell, et qui culminent à 1843m au Djebel Tenouchfi (Sidi-Djillali) et ne dépassant pas les 20km de large; (4) l'ensemble des hauts plateaux steppiques plats et larges d'environ 100km et d'une altitude de 1100m en moyenne.

## 2.2 Le milieu physique

### 2.2.1 Géologie et géomorphologie

La géologie de la région de Tlemcen a été étudiée par plusieurs auteurs; on cite entre autres: Benest et Bensalah (1995), Bouabdellah (1991), Benest (1985), Elmi (1970), Boudy (1950, 1955) et Thintoin (1948). Les travaux de ces derniers montrent que la région de Tlemcen présente une grande diversité des formes de terrains liées à la nature des roches, d'où la diversité de la nature du sol. Quatre principaux secteurs géographiques ont été décrits sur le plan géologique et géomorphologique : le littoral, les plaines intérieures, les Monts de Tlemcen et les hautes plaines steppiques.

#### 2.2.1.1 Le littoral (Monts des Traras et collines des Sebaa Chioukh)

Les Monts des Traras s'étalent de la frontière marocaine au Nord-Ouest, ils sont orientés vers le Sud-Ouest sur une longueur de 92km et une largeur de 20 à 30km. Le massif des Traras est une chaîne côtière où le relief est accidenté avec une pente de 25%. Ce massif est formé par une série de crêtes parallèles d'une altitude variant de 500 à 1000m et culminant jusqu'à 1136m à Djebel Fillaoucène. Il forme un anticlinal qui se prolonge à l'est formant les

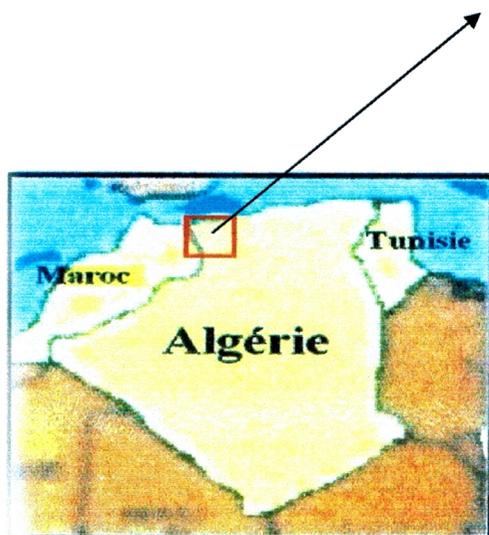
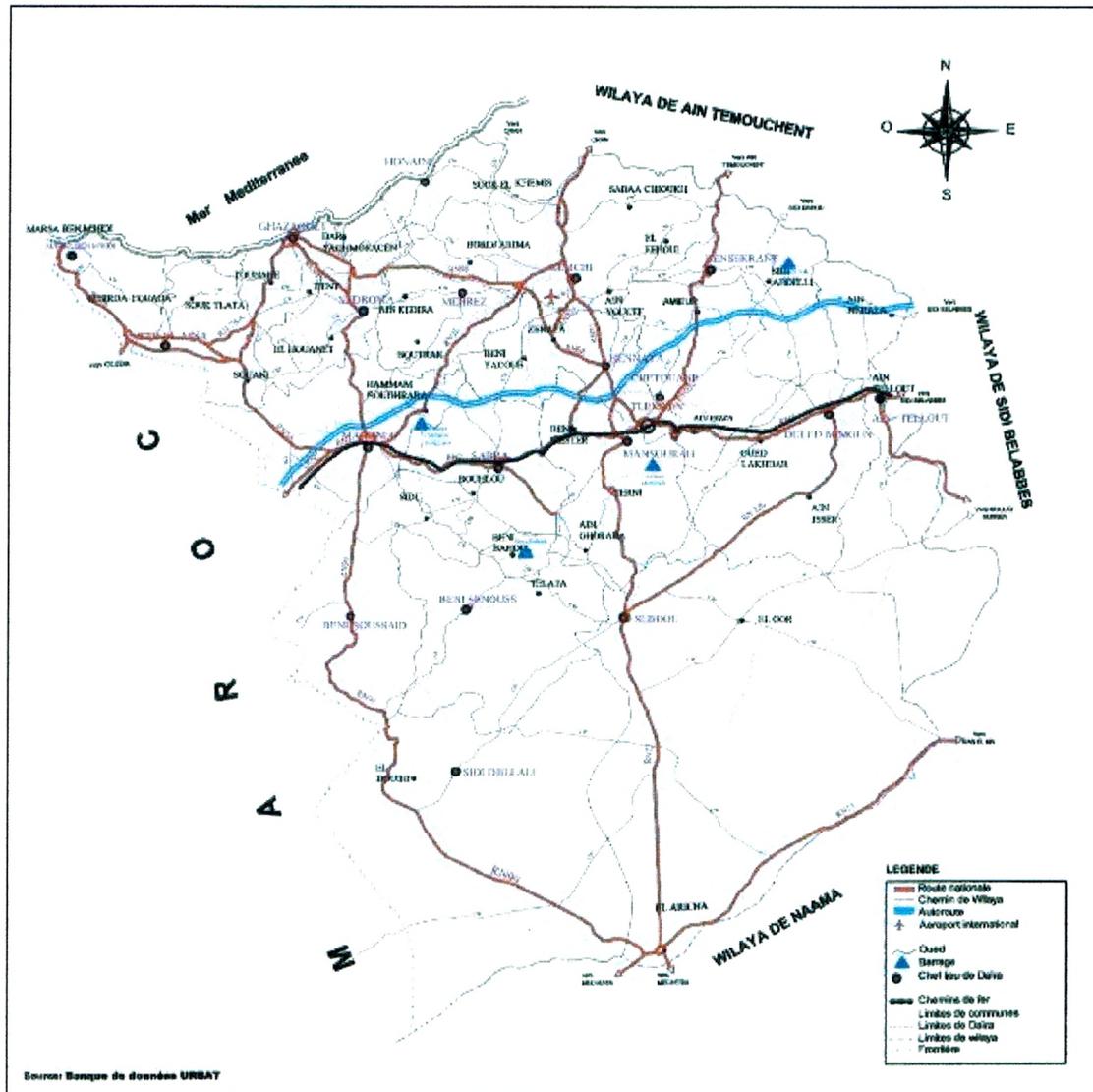


Figure 1: Situation géographique de la wilaya de Tlemcen

Monts de Béni Znassen au Maroc. Les Monts des Traras sont composés essentiellement de calcaire, de marne, de calcaire marneux et de roches basaltiques et schisteuses. Cette zone est un complexe géologique où nous pouvons déterminer différents types de roches sédimentaires, magmatiques et métamorphiques (Benest, 1985 ; Guardia, 1975).

Les collines des Sebaa Chioukh se trouvent à l'est des Monts des Traras avec une altitude comprise entre 600 et 800m. Ce chaînon datant de l'Oligocène est soumis aux influences du climat semi aride qui accentue la menace d'érosion. C'est une zone où la couverture végétale naturelle est presque inexistante à l'exception de quelques lambeaux de ligneux dispersés sur les versants d'exposition nord.

### **2.2.1.2 Les plaines intérieures**

Elles s'étendent de la frontière algéro-marocaine jusqu'à la limite ouest des chaînons des Sebaa Chioukh. Elles englobent la plaine de Maghnia, les plateaux de Zenata et Ouled Riah, les basses vallées de la Tafna et d'Isser, les plaines de Hennaya, de Bensekrane et les collines de Sidi Abdelli. Elles se situent entre 200 et 400m d'altitude et présentent de fortes potentialités agricoles. Les terrasses de ces plaines présentent un sol fertile où les cultures annuelles et maraîchères restent largement dominantes au détriment des cultures arboricoles et pérennes reconnues pour leur rôle fixateur du sol. Ce secteur est drainé par l'Oued Tafna et Oued Isser qui est un affluent de ce dernier et dont les eaux se déversent dans le barrage de Hammam Boughrara d'une capacité de 150 millions de m<sup>3</sup>.

### **2.2.1.3 Les Monts de Tlemcen**

C'est l'ensemble le plus important de par son dynamisme et son étendue. Les Monts de Tlemcen sont formés de reliefs accidentés avec des pentes de 20% en moyenne. Ils sont couverts par un tapis végétal assez dense limitant ainsi le phénomène d'érosion. Les Monts de Tlemcen sont formés de terrains jurassiques carbonatés et dolomitiques qui présentent une karstification importante permettant l'infiltration des eaux pluviales. Cette eau karstique refait surface à travers le nombre élevé de sources que compte ce massif. L'affleurement des roches dolomitiques constitue la plus grande partie de ce secteur. Les plus hautes altitudes de cet ensemble montagneux sont enregistrées dans le sud de Tlemcen au Djebel Tenouchfi qui culmine à 1843m et Djebel Ouargla à 1734m.

#### **2.2.1.4 Les hauts plateaux steppiques**

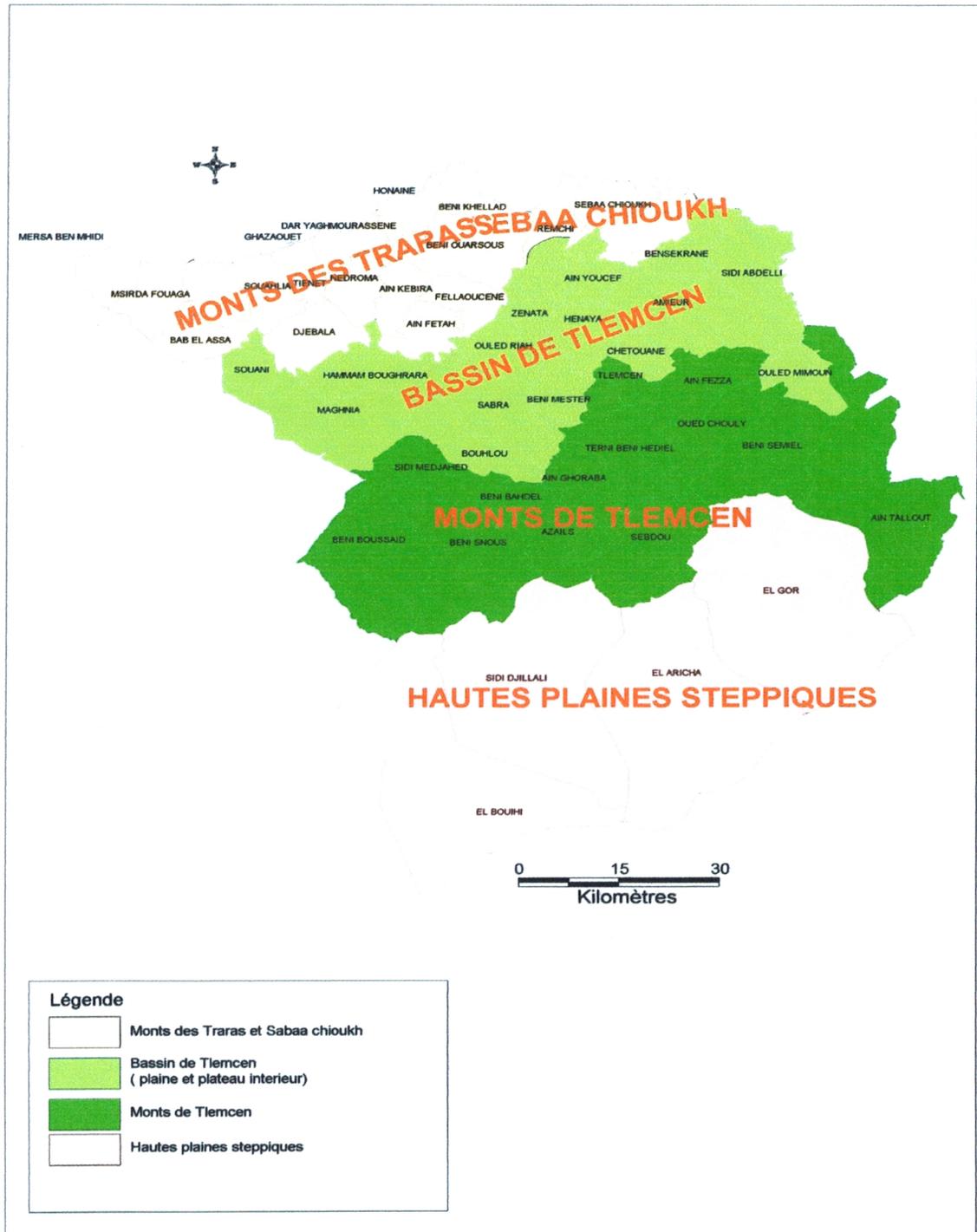
Les hautes plaines steppiques de la région de Tlemcen forment une unité géomorphologique caractéristique du domaine atlasique. Elles constituent une zone tabulaire d'altitude moyenne de 1100m. Le terrain quaternaire qui constitue la vaste étendue tabulaire est représenté par deux formations distinctes : les alluvions quaternaires anciennes et le Quaternaire récent (Bouabdallah, 1991).

#### **2.2.2 Pédologie**

On ne dispose, à l'heure actuelle, d'aucune étude pédologique détaillée et globale sur la région de Tlemcen. Cependant il existe quelques études fragmentaires et localisées (Bouazza, 1995 ; Benabadji, 1995 ; BNEDER, 1993 ; Bouabdallah, 1991 ; Durand, 1954). Les sols de la région peuvent être classés en trois grands types de formations pédologiques : les sols rubéfiés, les sols calcaires et les sols calciques.

##### **2.2.2.1 Les sols rubéfiés**

On désigne sous ce nom ou également souvent sous celui de terra rossa, des sols rouges, fréquents dans le bassin méditerranéen. Ce sont des sols qui présentent à faible profondeur (moins de 50cm) un horizon non calcaire de couleur rouge (Ruellan, 1981). Ils se développent sur des matériaux très variés, depuis les plus calcaires jusqu'aux plus acides, à l'exception notable des marnes. Ils sont riches en fer libre, argilo-limono sableux. On distingue : les terra rossa non calcaires avec un taux de calcaire total inférieur à 1%, les terra rossa peu calcaires avec un taux compris entre 1 et 10% et les rendzines rouges. Durand (1954) soulignait que les terra rossa servent de roche mère aux sols actuels qui peuvent être calcaires, insaturés, solonchiques et même podzoliques. Le terme de sol rouge méditerranéen est également souvent utilisé et l'auteur propose de le réserver à l'association de sols qui se forme sur les terra rossa en zones karstiques sous l'influence des microclimats qui y sont réalisés. On peut rencontrer ces types de sols dans les Monts de Tlemcen, tels que dans les forêts de Tlemcen, Zarifet, Hafir et Mansourah. Quant aux rendzines rouges, d'après Alcaraz (1982), elles proviennent d'un remaniement de terra rossa et de fragment de roches calcaires. Elles ont pris naissance sur des roches calcifères tendres. Elles se caractérisent par un horizon superficiel plus riche en calcaire que les horizons sous-jacents, mais moins riche en cet élément que la roche mère. C'est le cas des rendzines de la région de Sebdou au sud de Tlemcen caractérisées par la présence de taillis de Chêne vert.



**Figure 2 :** Les quatre secteurs géographiques de la wilaya de Tlemcen  
(Bouabdellah, 2008)

### 2.2.2.2 Les sols calcaires

Ce sont des sols de couleur blanche, grise, beige ou brune, pauvres en fer, mais généralement riches en calcaire. Leur taux de calcaire total varie le plus souvent entre 10 et 90% et leur pH oscille entre 7.6 et 9.2. Formés sur des roches calcaires plus ou moins compactes, ils contiennent une certaine proportion de matière organique qui permet de les classer en deux sous-types selon l'importance de cet élément. Ce sont des terrains le plus souvent légers, perméables, à humus peu abondant se transformant assez rapidement. Ils occupent une grande partie de l'Oranie et se localisent comme suit : (1) sols calcaires typiques situés entre le littoral et les versants méridionaux de l'Atlas, (2) sols calcaires humifères situés entre l'Atlas plissé et les hautes plaines.

### 2.2.2.3 Les sols calciques

Ils sont répartis généralement sur les plaines steppiques et parfois sur les dépressions des hautes plaines telliennes. Ils sont caractérisés par un seul horizon, peu épais, plus ou moins riche en calcaire, avec un taux appréciable de matière organique (5 à 8%). Benabdeli (1996) a synthétisé l'occupation des ces différents types de sols comme suit :

- Les sols calcaires non humifères sont colonisés par des formations basses à un stade de dégradation avancé ou par des cultures annuelles le plus souvent après défrichage.
- Les sols calcaires humifères sont colonisés par une végétation forestière ou dominant pinède et chênaie pures ou mixtes.
- Les sols rouges sont colonisés par des formations assez diversifiées où dominant le chêne vert et son cortège.
- Les sols calciques sont occupés essentiellement par la végétation steppique.

### 2.2.3 Hydrologie

Spasmodique et intermittent, sont les deux caractères distinctifs des cours d'eaux nord africain qui ont prévalu le nom d'origine arabe « Oued ». La région de Tlemcen, vu la nature topographique de son relief montagneux et malgré les faibles précipitations atmosphériques, possède un réseau hydrographique important composé d'Oueds principaux et secondaires qui sont alimentés par plusieurs affluents et chaâbats dont on peut citer :

- **Sur le littoral**

Les Monts des Traras avec leur substratum géologique imperméable favorisent un réseau hydrographique de surface important à écoulement intermittent. Ce massif a deux importants versants. Celui du sud, drainé par Oued Tafna, un cours d'eau de 117km de long qui prend sa source dans les Monts de Tlemcen à Ghar Boumaza au niveau de Sebdou et appartient aux Traras par son cours moyen et inférieur où il reçoit trois affluents : Oued Boukiou, Oued Dahmane et Oued Mouilah. Il se termine en aval en se jetant au niveau de la plage de Rachgoun. C'est le plus important Oued de la région de Tlemcen. Le versant nord est drainé par Oued Tleta qui se jette à la mer au niveau de Ghazaouet. Enfin Oued Kiss draine la limite occidentale du massif des Traras, il détermine la position de la frontière avec le Maroc et se jette dans la mer à Marsat Ben M'hidi.

- **Dans les Monts de Tlemcen**

La géologie dans ces Monts permet une perméabilité des eaux de pluie et favorise leur écoulement souterrain. C'est la raison pour laquelle on trouve de nombreuses sources vaclusiennes. Les principaux Oueds sont :

- Oued Tafna, avec deux principaux affluents : Oued Sebdou et Oued Tebouda.
- Oued Isser, qui est le second en taille, prend naissance de la source d'Ain Isser dans la gouttière synclinale de Meurbah qui se trouve dans la vallée de Beni Smiel. Ses deux principaux affluents sont Oued Tellout et Oued Chouly.

- **Dans la zone steppique**

L'hydrologie de la zone steppique est constituée d'Oueds qui ne coulent qu'en période de crue. On distingue 3 principaux écoulements :

- Un écoulement vers le Nord par la vallée de la Mekkera, c'est la zone nord-est d'El-Gor.
- Un écoulement vers l'Ouest où les eaux arrivent de Djebel Mekkaïdou, passent par Magoura pour rejoindre la vallée de la Moulouya.
- Un écoulement endoréique au centre, où les eaux convergent vers Dayat El-Ferd près de la commune de Belhadji Boucif.

#### 2.2.4 Bioclimatologie

Le climat de l'Oranie a fait l'objet d'étude par de nombreux auteurs (Seltzer, 1946 ; Emberger, 1942,1955 ; Bagnouls et Gaussen, 1953, Steward, 1969,1975 ; Chaumont et Paquin, 1971 ; Dahmani, 1984 ; Le-Houérou *et al.*, 1977 ; Aimé, 1991 ; Quezel et Barbero, 1993 ; Quezel *et al.*, 1994 ; Bouazza, 1995), il s'avère partout méditerranéen. Il est caractérisé par des précipitations de courte durée avec un premier pic en automne ou en début d'hiver et un deuxième au printemps, se caractérisant surtout par une sécheresse estivale. L'orographie générale du pays paraît conditionner le climat ; la position latitudinale relativement basse interviendrait aussi mais à un degré moindre. La proximité de la péninsule ibérique et de l'Atlas marocain fait que la région oranaise est moins favorisée en pluies car ces zones constituent autant d'obstacles qui retiennent une part des précipitations venues du Nord-ouest (Dahmani-Megrerouche, 1997 ; Peyérimhoff, 1941).

Concernant le bioclimat de la région de Tlemcen, plusieurs travaux lui ont été consacrés. Citons principalement ceux de : Benabadji et Bouazza (2000), Benabdeli (1996), Aimé (1991), Djebaili (1984), Dahmani (1984), Alcaraz (1982). L'ensemble de ces auteurs s'accordent à reconnaître l'appartenance du climat de la région de Tlemcen au climat méditerranéen. Ce dernier dépend des courants atmosphériques alimentés par le déplacement de l'anticyclone des Açores, ce qui engendre deux saisons bien distinctes (Emberger, 1942) :

- Une saison hivernale froide de courte durée pendant l'hiver et le début de printemps.
- Une saison estivale chaude et sèche de longue durée pendant l'été et l'automne.

Cependant, une diversité d'étages bioclimatiques peut être enregistrée à l'échelle locale suivant l'exposition, la topographie, la proximité de la mer, l'altitude et le couvert végétal (Tab.1). Ainsi on distingue :

- Un étage bioclimatique subhumide sur une bonne étendue des Monts de Tlemcen où les précipitations annuelles moyennes dépassent les 600mm ; les températures atteignent 31 et 2.5 °C en moyenne respectivement pour les maxima et les minima.
- Un étage bioclimatique semi-aride dans les Monts des Traras et les plaines de Tlemcen avec une pluviométrie annuelle qui varie de 300 à 400mm en moyenne et des températures annuelles moyennes de 32°C pour les maxima et 6°C pour les minima.

- Un étage bioclimatique aride dans le milieu steppique qui couvre pratiquement tout le sud de la région de Tlemcen. La quantité de pluie moyenne recueillie chaque année est moins de 300mm et les températures oscillent entre 31 et 2.6°C en moyenne.

Le nombre de jours de pluie est de 70 en moyenne avec un maximum en périodes hivernale et printanière. Les précipitations estivales biologiquement importantes sont assez faibles et ne représentent pour la région que 5% en moyenne de la tranche annuelle et ne peuvent avoir donc une influence directe sur le comportement de la végétation. Selon Benabdeli (1996), la tranche pluviométrique décroît de 700mm à 300mm, le maximum atteint 1060mm dans les Djebels à forte altitude dans les Monts de Tlemcen tandis que le minimum n'est que de 275mm à proximité des Hautes plaines steppiques. L'enneigement est présent presque annuellement sur l'ensemble de la région au-delà d'une altitude de 800m, le nombre de jours de neige varie de 5 à 12 jours avec une couche moyenne de 10 à 20 cm d'épaisseur. Les températures moyennes maximales « M » oscillent, pour les 5 stations choisies (Tab.1), entre 28.6 et 36°C où août représente le mois le plus chaud de l'année. En revanche, les minimales « m » fluctuent entre 0.9 et 5.5, janvier correspond au mois le plus rigoureux. La région de Tlemcen connaît tout le long de l'année des vents de directions et d'intensités variables. Les plus fréquents arrivent de l'Ouest, ceux du Sud-ouest et du Nord-ouest sont surtout présents en automne et en hiver chargés d'humidité. Ces vents s'opposent durant la saison estivale au vent chaud du Sud, le Sirocco, qui souffle 15 jours par an. A ce sujet, Alcaraz (1982) note que ce sont la brise marine et le Sirocco qui jouent un rôle prépondérant sur la répartition de la végétation. Après examen des différents travaux sur le climat de la région d'étude, il s'avère que deux périodes bien distinctes caractérisent l'année :

- Une longue période de sécheresse qui atteint le plus souvent sept mois allant d'avril jusqu'à octobre. Dans la région steppique cette période peut atteindre neuf mois, elle est marquée par un déficit hydrique.
- La 2<sup>ème</sup> période courte et humide s'étend sur le restant des mois de l'année.

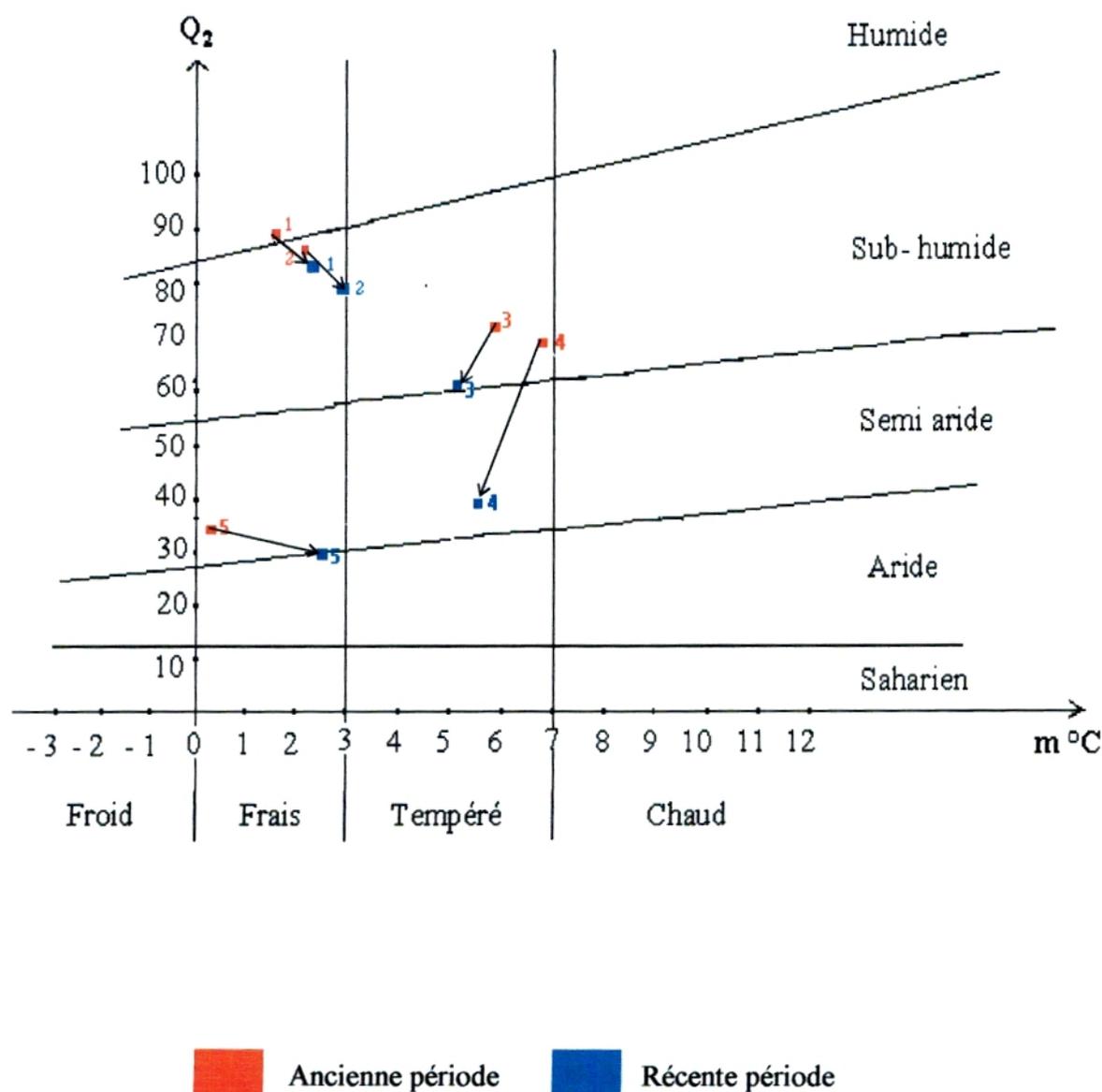
Par ailleurs, une analyse comparative des bioclimats entre une période ancienne (1913-1938) et une période récente (1961-1998 et 1980-2004) extraite à partir des travaux de Ibdrî (2006), Meziane (2004), Bouhraoua (2003) (Tab.1) montre nettement une régression verticale du positionnement de chaque station dans le climagramme d'Emberger avec une tendance vers un étage bioclimatique plus sec (Fig.3). C'est ainsi qu'il est noté une dominance de deux étages bioclimatiques, à savoir le subhumide pour l'ancienne période et le semi-aride pour la nouvelle période avec deux variantes thermiques frais et tempéré. Benabadji et Bouazza

(2000) dans leur analyse comparative de la situation bioclimatique de la steppe entre (1913-1938) et (1970-1990) montrent une nette accentuation de la sécheresse et notent que le climagramme pluviométrique d'Emberger remplace l'air bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* qui était dans le semi-aride vers un bioclimat aride. En ce qui concerne la répartition des pluies par saison, elle est surtout irrégulière, se concentrant au printemps et en hiver. Le régime saisonnier de la pluviosité a changé également au cours du temps (Tab.1). Ainsi, pour les zones de Saf-Saf, Hafir et Zarifet, il est passé du type HPAE pour l'ancienne période (1913-1938) où les saisons pluvieuses étaient hivernales, au type PHAE pour la période actuelle où les saisons pluvieuses sont surtout printanières. Pour la plaine de Zénata le régime de pluviosité est resté le même à savoir du type HAPE avec une intensité élevée de pluie en hiver et au printemps. Les données de la paléoclimatologie quantitative (Guiot et *al.*, 1993) montrent que globalement le climat n'a pas changé depuis l'Atlantide, cependant des variations se sont néanmoins produites pour certains paramètres climatiques (amplification de la sécheresse, aridification saisonnière...). Barbero (1990) confirme que cette tendance serait donc la signature de modifications climatiques saisonnières progressives plus aridifiantes se poursuivant de nos jours. L'augmentation actuelle de la xéricité qui se traduit par des virements de situations bioclimatiques vers des bioclimats plus secs a une conséquence évidente sur la fragilité des espaces et ce depuis plus de 30ans. Cette aridité croissante combinée à l'action anthropique se répercute sur l'appauvrissement du patrimoine floristique de la région.

**Tableau 1** : Situation bioclimatique de la région de Tlemcen durant une ancienne et une récente période

| Station      | Période   | Pluies (mm) | RSP* | M°C  | m°C  | Q <sub>2</sub> | Type de climat            |
|--------------|-----------|-------------|------|------|------|----------------|---------------------------|
| Hafir        | 1913-1938 | 748         | HPAE | 31.1 | 1.8  | 88.1           | Subhumide supérieur frais |
|              | 1961-1998 | 674         | PHAE | 31.1 | 2.5  | 81.2           | Subhumide moyen frais     |
| Zarifet      | 1913-1938 | 710         | HPAE | 32.9 | 1.9  | 84.2           | Subhumide moyen frais     |
|              | 1961-1998 | 640         | PHAE | 29.1 | 2.8  | 79.1           | Subhumide inférieur frais |
| Saf-saf      | 1913-1938 | 545         | HPAE | 32.8 | 5.8  | 69.05          | Subhumide tempéré         |
|              | 1980-2004 | 426.34      | PHAE | 32.8 | 5.9  | 59.45          | Semi-aride tempéré        |
| Zenata       | 1913-1938 | 474         | HAPE | 32   | 6.7  | 63.97          | Subhumide chaud           |
|              | 1980-2004 | 337.96      | HAPE | 32   | 5.7  | 37.16          | Semi-aride tempéré        |
| Sidi Djilali | 1913-1938 | 321         | AHPE | 33.1 | 0.1  | 33.56          | Semi-aride frais          |
|              | 1970-1997 | 295.03      | PHAE | 30.7 | 2.63 | 36.25          | Aride frais               |

\*Régime saisonnier des pluies



**Figure 3:** Climagramme d'Emberger des stations de Hafir (1), Zarifet (2), Saf-Saf (3), Zenata (4) et Sidi Djilali (5) au cours de 2 périodes de référence

## 2.3 Vue d'ensemble de la végétation

### 2.3.1 Situation forestière

Dans un passé récent, la région de Tlemcen avec ses 210 000 ha de forêts pouvait être considérée comme l'une des plus boisées du secteur de la meseta oranaise. Elle était également plus homogène, tant au point de vue de sa structure physique que de la constitution de ses peuplements et recevait plus de pluie, 600 à 800 mm en moyenne pour les Monts de Tlemcen (Boudy, 1955). Ces forêts étaient réparties essentiellement sur 167 000 ha dans les Monts de Tlemcen et sur 43 000 ha dans le littoral. Au point de vue des essences, l'ensemble du couvert forestier se répartissaient en 101 000 ha de Chêne vert (*Quercus rotundifolia*), 32 000 ha de Pin d'Alep (*Pinus halipensis*), 18 000 ha de Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), 16 200 ha de Thuya de Berbérie, 5 000 ha de Chêne liège (*Quercus suber*), 2 800 ha de Chêne zéen (*Quercus faginea ssp. Tlemcenensis*) et 2 000 ha de Chêne kermès (*Quercus coccifera*). Cette armature boisée aurait, en théorie tout au moins, un taux de boisement de 25 à 27 % suffisant pour assurer, dans une mesure convenable, l'équilibre physique de la région. La comparaison des surfaces forestières estimées par Boudy (1955), Alcaraz (1982) et le BNEDER (1986) montre nettement l'évolution régressive que connaît la forêt de la région de Tlemcen (Tab.2). En effet, le couvert forestier est passé de 210 530 ha en 1955 à 153 590 ha en 1982, pour atteindre 115 652 ha en 1986 soit une perte totale de 45 %, l'équivalent de presque la moitié de la première surface (94 877 ha). On remarquera également que 77 % du tapis végétal forestier est sous forme de matorral et que seulement 10% de la surface représente une véritable forêt (Tab.3). Ces chiffres éloquent témoignent à quel point la dégradation a pris de l'ampleur en devenant presque générale, notamment ces dernières années où les incendies sont devenus très fréquents, ravageant de grandes surfaces. Les reboisements quant à eux occupent seulement 12.7 % de la superficie forestière totale, ils sont essentiellement constitués de Pin d'Alep. Par ailleurs, en ce qui concerne la dominance des espèces, le chêne vert reste l'essence principale, occupant 46% de l'ensemble du boisement ; viennent en second rang les formations mixtes avec une occupation de 17%, suivies par le Thuya de Berbérie (11%) et le Pin d'Alep (8%) ; enfin, le Chêne liège dont les exigences sont strictes et particulières se trouve limité dans l'expansion et n'occupe que 4.7 % de la surface forestière totale. L'actuel tapis forestier (115 750 ha) ne couvre que 13% du territoire de la wilaya, un taux de couverture loin des 26% recommandés par les instances internationales pour maintenir l'équilibre écologique.

**Tableau 2 :** Surface (ha) des principales formations forestières de la wilaya de Tlemcen selon Boudy 1955, Alcaraz 1982, et le BNEDER 1986

| Essence forestière            | Surface Boudy 1955 | Surface Alcaraz 1982 | Surface BNEDER 1986 |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Chêne vert                    | 101 000            | 64 528.4             | 53 585.4            |
| Chêne liège                   | 5 000              | 5 189.1              | 5 435.4             |
| Chêne zeen                    | 2 800              | /                    | /                   |
| Chêne kermès                  | 2 000              | /                    | /                   |
| Thuya de Berbérie             | 16 000             | 32 846.65            | 12 778.6            |
| Pin d'Alep                    | 32 000             | 34 152.75            | 9 601.6             |
| Genévrier                     | 18 000             | /                    | /                   |
| Formation mixte et secondaire | 33 730             | 16 873.4             | 19 521.8            |
| Reboisement                   | /                  | /                    | 14 730              |
| <b>Total</b>                  | <b>210 530</b>     | <b>153 590.3</b>     | <b>115 652.8</b>    |

NB : la surface par essence englobe les surfaces des futaies et matorrals. Le chêne liège à titre d'exemple était de 5000ha en futaie en 1955, de 679.7ha en futaie et 4518.4 en matorral en 1982, et de 917ha en futaie et de 5418.4ha en 1986

**Tableau 3 :** Inventaire et état du couvert forestier de la wilaya de Tlemcen selon la carte d'occupation du sol du BNEDER 1986

| Type de formation   | Nature de la formation forestière                         | Surface (en ha)  | Pourcentage (%) |
|---------------------|---|------------------|-----------------|
| Matorral            | Matorral élevé trouée à Chêne vert, forêt claire          | 44 407.4         | 38.4            |
|                     | Matorral moyen et bas, trouée à clair à Chêne vert        | 9 178            | 7.9             |
|                     | Matorral à Chêne liège                                    | 4 518            | 3.9             |
|                     | Matorral élevé et moyen à Thuya de Berbérie               | 9 460.4          | 8.2             |
|                     | Matorral à Pin d'Alep avec sous bois de Chêne vert        | 2 329.8          | 2               |
|                     | Matorral à Pin d'Alep et Thuya                            | 1 976.8          | 1.7             |
|                     | Forêt, matorral à Chêne vert, zeen et liège               | 2 329            | 2               |
|                     | Matorral à Thuya et Chêne vert                            | 15 216           | 13.2            |
| <b>Total</b>        |   | <b>89 413.7</b>  | <b>77.3</b>     |
| Forêt               | Forêt dense et claire de Chêne liège                      | 917.8            | 0.8             |
|                     | Forêt claire de Thuya                                     | 3 318.2          | 2.9             |
|                     | Forêt dense et claire de Pin d'Alep                       | 1 270            | 1.1             |
|                     | Forêt de Pin d'Alep avec sous bois de Chêne vert et Thuya | 6 001            | 5.2             |
| <b>Total</b>        |   | <b>11 507.8</b>  | <b>10</b>       |
| <b>Reboisement</b>  |   | <b>14 730</b>    | <b>12.7</b>     |
| <b>Total global</b> |   | <b>115 651.5</b> | <b>100</b>      |

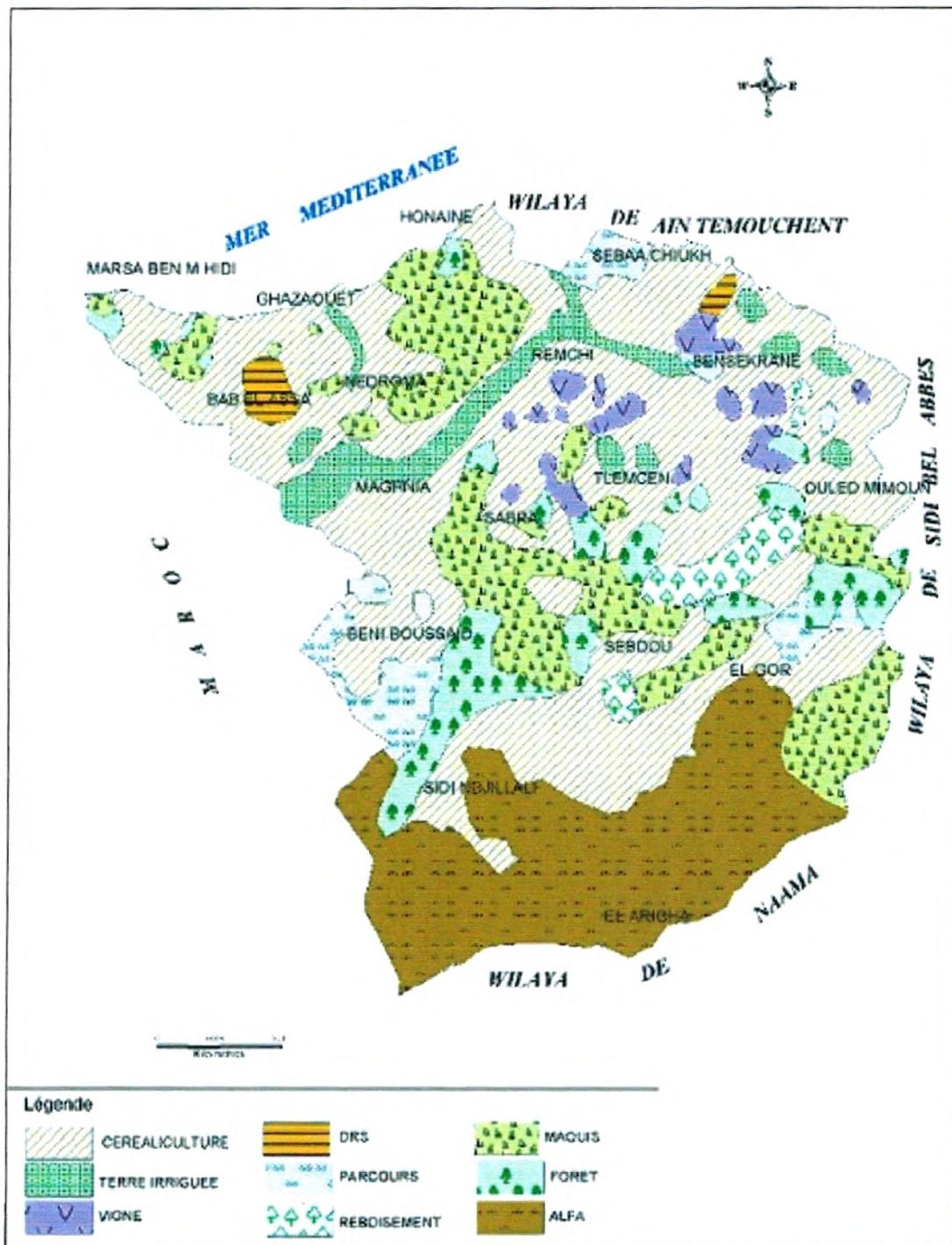
### 2.3.2 Situation steppique

La zone steppique, géographiquement rattachée aux hautes plaines occidentales, forme une unité géomorphologique caractéristique au nord du domaine atlasique (tellien et saharien). Anciens terrains de parcours des Ouled Nehar et des Angad, ils s'étendent sur une surface de 3172.19 km<sup>2</sup> soit 35.18 % de la superficie totale de la wilaya de Tlemcen. Située à 60 km au Sud de la ville de Tlemcen, la zone steppique est limitée géographiquement au Nord par les Monts de Tlemcen représentés par Djebel Tenouchfi (1843 m) et Djebel Messeguenine (1650 m), au Sud-ouest par Djebel Sidi El Abed (1540 m), à l'Ouest par la frontière algéro-marocaine, au Sud par le territoire de la wilaya de Naâma et à l'Est par le territoire de la wilaya de Sidi Bel Abbès. Ce territoire steppique concerne surtout les communes de Sidi Djilali, El Bouihi, El Aricha, El Gor, et Sebdou. Le couvert végétal se présente sous forme de formations basses pérennes dominées par l'alfa (*Stipa tenacissima*) et l'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) qui sont, dans l'ensemble, dans un état de dégradation très poussé. Dans les quelques mises en défens instaurées par le Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), on assiste à une bonne remontée biologique malgré le déficit hydrique prononcé. C'est l'Armoise blanche qui remplace l'alfa après sa dégradation totale. Une bonne partie de la steppe de Tlemcen fait chaque année l'objet de cultures fourragères ou céréalières par les pasteurs, afin de combler le manque d'alimentation de leur bétail. Etant donné que le sol est squelettique, le labour de la steppe n'apporte que de faibles rendements, favorise la dégradation d'habitats et accentue le phénomène de désertification par le fait d'arracher la végétation naturelle qui maintient les éléments du sol.

### 2.3.3 Situation agricole

La wilaya de Tlemcen est considérée comme une région à vocation agricole. En effet, 39% de ses terres sont destinées à l'agriculture, avec une superficie agricole utile (S.A.U) de 352 920 ha (Mohammedi, 2004). Cette dernière est répartie surtout entre les plaines de Bekhata, Mezaourou, Maghnia, Hennaya, Remchi, Ain Youcef, Zenata, Ben Sekrane, Sidi Abdelli, Ouled Mimoun, et Ain Nahala. L'occupation actuelle du sol demeure fortement dominée par un système de culture céréales-jachère mené généralement en extensif, qui occupe près de 80 % de la S.A.U (Fig.4). Cette part importante de céréaliculture ne constitue pas le meilleur choix économique et écologique, eu égard à la vocation de la région et à la qualité agronomique de ses sols (Mohammedi, 2004). C'est ainsi que les cultures pérennes, à l'exemple de l'arboriculture, ne représente que 4 % de la S.A.U. Les agrumes et l'olivier sont les espèces fruitières les plus importantes dans la région. L'olivier, espèce rustique

méditerranéenne est pratiquement présente à travers tout le territoire de la wilaya notamment au niveau de la plaine de Remchi, Hennaya, Sebra, Mansourah, Chetouane et Bensekrane.



**Figure 4** : Occupation des sols de la wilaya de Tlemcen

(Bouabdellah, 2008)

## 2.4 Les zones d'études

Les zones d'étude ont été choisies sur la base de leur importance écologique, leur représentativité et leur accessibilité. Nous avons également privilégié les zones appartenant au parc national de Tlemcen étant donné qu'elles sont concernées directement par la gestion et la conservation.

### 2.4.1 Le milieu forestier

#### 2.4.1.1 La chênaie

Il s'agit des forêts de Hafir et Zarifet qui forment un massif continu d'environ 12 000 ha (Anonyme, 1915 ; 1926). Elles sont situées au Sud-ouest de la ville de Tlemcen respectivement à 15 et 5 km. Ce sont deux forêts domaniales relevant de la circonscription des forêts de Tlemcen, de Maghnia et du Parc National de Tlemcen. Elles sont limitées au Nord par la commune de Mansourah, au Sud par les crêtes de Béni Bahdel, à l'Est par Terny et à l'Ouest par Zelboun et Béni Mester. Boudy (1955) estimait la surface de la forêt de Hafir à 9 872 ha et la décrivait comme étant constituée sur 3 500 ha par une vieille futaie de chêne liège de 200 à 250 ans (250 à 300 ans actuellement) avec quelques jeunes taillis de cette même essence. Il a constaté que, malgré la présence d'un sol gréseux profond, la régénération naturelle était rare et que cette vieille forêt, qui autrefois produisait le meilleur liège d'Algérie, était nettement sur son déclin. Selon le même auteur, le reste du massif était occupé par de jeunes peuplements de Chêne vert et de Chêne zeen (5/10) bien venants, mais très exploités pendant la guerre (25 000 stères) et (2/10) de taillis de Thuya de Berbérie. La forêt de Hafir est un peuplement hétérogène composé principalement de trois espèces de chênes *Quercus suber*, *Q. rotundifolia* et *Q. 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 var. Oleaster*), et quelques sujets de Frêne oxyphylle (*Fraxinus oxyphylla*) le long des cours d'eau. Des espèces résineuses sont également présentes telles que le Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) et le Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*). La majeure partie de cette forêt est touchée par la dégradation à l'exception du canton Oued Fernane où quelques 300 ha environ se trouvent plus ou moins en futaie mais dans un état fragmentaire. Bouhraoua (2003) souligne la présence de 24 enclaves cultivées totalisant environ 170 ha et 200 ha de terrains inexploitable. Ces derniers, en général rocheux ou dégradés et couverts d'une végétation basse ou buissonnante, sont impropres aux plantations. 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 de présence de maquis : le Lièrre (*Hedera helix*), le Chèvrefeuille (*Lonicera implexa*), la Salsepareille (*Smilax aspera*), la Ronce à feuille d'orme (*Rubus ulmifolius*), le Daphne (*Daphne gnidium*), l'Arbousier (*Arbutus unedo*), le Petit-houx (*Ruscus aculeatus*), la Bruyère arborescente (*Erica arborea*), le Romarin (*Rosmarinus officinalis*), le Laurier-tin (*Viburnum tinus*), le Genêt à trois fleurs (*Cytisus triflorus*), la Lavande stéchine (*Lavandula stoechas*), l'Asperge à feuilles aiguës (*Asparagus acutifolius*), la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), le Ciste ladaniphère (*Cistus ladaniferus*), le Ciste à feuilles de sauge (*C. salvifolius*), le Ciste de Montpellier (*C. monspeliensis*), le Diss (*Ampelodesmos mauretanica*) et le Doum (*Chamaerops humilis*). Il faut souligner l'aspect thermophile de cette composition floristique caractérisant un milieu ouvert et un stade régressif de la chênaie.

Concernant la forêt de Zarifet, Boudy (1955) l'estimait à 962 ha, elle était composée exclusivement (8/10) de peuplements denses de Chêne liège issus de souche et de taillis médiocres de Chêne zéen (1/10) et de Chêne vert (1/10). A cette époque l'auteur signalait déjà le dépérissement et la croissance ralentie du Chêne liège dus à l'exploitation excessive et au manque de travaux sylvicoles. Après l'indépendance, les grands incendies de 1966, 1983 et 1994 (qui ont ravagé presque la totalité de la forêt, 450, 850 et 820 ha respectivement) ont transformé la majorité du massif forestier de Zarifet en un véritable paysage dégradé (Bouhraoua, 2003). Il est constitué actuellement de quelques lambeaux de forêt très dégradés en majeure partie dans un état de matorral haut, à dominance de Chêne vert sur les sols calcaires et dans les expositions chaudes, clair par endroit et dense dans d'autres, riche en espèces épineuses et en arbustes de plus de 2m de hauteur, recouvrant entre 10 et 80% du sol. A ce titre, Letreuch (2002) note que les arbres de Chêne liège sont âgés, et envahis soit par un maquis dense à base d'*Arbutus unedo* et *Erica arborea* qui entravent la régénération par semi du Chêne liège, soit par un maquis très vigoureux de Chêne vert qui interdit toute régénération naturelle. Le sous bois est composé essentiellement de : Cistes, Genêt épineux, Bruyère arborescente, Lentisque, Arbousier, Phyllère, Calycotome, Chêne kermès, Génévrier oxycèdre, Olivier sauvage, Caroubier, Aubépine, Lavande, Chèvrefeuille entrelacé, Garou, Asphodèle, Doum et Diss. Bouhraoua (2003) indique que certaines espèces ont connu une dynamique très marquée en relation avec le niveau de dégradation de la forêt. Parmi les espèces qui sont les plus abondantes, celles qui recolonisent les zones incendiées pour former

un maquis, stade ultime de dégradation, sont par exemple *Ampelodesmos mauretanica*, et *Chamaerops humilis*.

#### 2.4.1.2 La pinède

Deux pinèdes ont fait l'objet de notre étude : la forêt de Tlemcen et celle de l'Ourit. La forêt domaniale de Tlemcen ou forêt des « petits perdreaux » est située sur les hauteurs de la ville de Tlemcen. Elle relève de la circonscription des forêts et du parc national de Tlemcen. Faisant partie intégrante des Monts de Tlemcen et chevauchant le territoire de trois communes, Tlemcen, Mansourah et Terny, elle se trouve ainsi limitée par une chaîne montagneuse de Zarifet et Hafir à l'Ouest, par la forêt d'Ain-Fezza à l'Est, le barrage Meffrouche au Sud, Beni-Add, Ain-Fezza et l'Ourit au Nord-Est et enfin les ruines de Mansourah et la ville de Tlemcen au Nord. Il s'agit d'un reboisement artificiel de 273 ha de Pin d'Alep (*Pinus halipensis*) en futaie claire très bien venante dont les travaux ont été entrepris en 1890 (Boudy, 1955). Il est à souligner que cette forêt était à l'origine une forêt naturelle de Chêne vert (*Quercus rotundifolia*). Aujourd'hui cette forêt âgée de 120 ans environ se présente sous forme d'une belle futaie. Elle est devenue le lieu favori de loisir et de détente et subit une pression telle que son état se trouve en déclin dans certains endroits (notamment les cantons Attar et Moudjel ravagés par le feu). Les incendies répétés, le vieillissement des arbres, le pâturage, les coupes illicites et l'absence de travaux sylvicoles sont les principales causes de cette situation. La régénération naturelle se limite à de rares semis par taches. Elle se caractérise par sa discontinuité et sa répartition irrégulière, hétérogène et de croissance lente pendant les premières années (Letreuch, 2002). Le sous-bois est clair et hétérogène, composé essentiellement de : Diss (*Ampelodesmos mauretanica*), Doum (*Chamaerops humilis*), Genet (*Gemista tricuspidata*), Calycotum (*Calycotum spinosa*), Génévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Chêne vert (*Quercus rotundifolia*), Aubépine (*Crataegus oxyacantha*), Asperge à feuilles aiguës (*Asparagus acutifolius*), Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*), Romarin (*Rosemarinus officinalis*), Ciste à feuilles de sauge (*Cistus salvifolius*), Urginée fausse-scille (*Urginea maritima*) et Férule (*Ferula communis*). La présence de certaines espèces comme le Diss, le Doum, l'Urginée fausse-scille, la Férule et l'Asphodèle nous renseigne sur la manifestation d'une certaine dégradation de la futaie.

Couvrant une superficie de 150 ha de pin d'Alep et de Chêne vert, la forêt domaniale de l'Ourit (canton des cascades) se situe à environ 5 km au Nord-Est de la ville de Tlemcen. Elle est intégralement incluse dans le Parc National de Tlemcen. Elle est limitée au Nord et à l'Est par la commune d'Ain-Fezza, au Sud par la commune de Terny et à l'Ouest par la

commune de Tlemcen. Cette forêt, qui est le prolongement de la pinède de Tlemcen à l'Est, prend un aspect très dégradé où les strates herbacée et buissonnante sont beaucoup plus importantes. Une dizaine d'incendies depuis 1973 l'ont touchée, empêchant ainsi le développement de la strate arbustive. Parmi les espèces qui composent le sous-bois on trouve : le Diss (*Ampelodesmos mauretanica*), le Doum (*Chamaerops humilis*), l'Alaterne (*Rhamnus alaternus*), le Ciste (*Cistus salviifolius*), le Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), l'Olivier sauvage (*Olea europea* var. *oleaster*), le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*), le Lentisque (*Pistacia lentiscus*), le Pistachier térébinthe (*Pistacia terebinthus*), le Caroubier (*Ceratonia siliqua*), le Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*), le Daphne (*Daphne gnidium*), le Fragon petit-houx (*Ruscus aculeatus*), l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et la Ronce à feuille d'orme (*Rubus ulmifolius*). Autour des cascades, le couvert végétal est beaucoup plus diversifié, il est marqué par la présence d'espèces aussi bien forestières que fruitières telles que le micocoulier, l'orme, le cyprès, le frêne, le caroubier, le mûrier, le noyer, le cerisier, en plus d'une strate herbacée très riche.

#### 2.4.1.3 Le matorral

Considéré comme un type de végétation découlant de la dégradation des forêts, les matorrals comprennent essentiellement des formations chaméphytiques extrêmement développées au Maghreb (Quézel, 2000). Dans nos zones d'études nous avons considéré deux types de matorrals : un matorral haut quand sa hauteur dépasse 1.50m, et un matorral bas quand sa hauteur est inférieure à 1m. On trouve du matorral haut dans la majeure partie des forêts de Zarifet et Hafir décrites précédemment. En revanche la région d'Oued Chouly représente le matorral bas par excellence où Boudy en 1955 parlait déjà d'un taillis dégradé et rabougris de Chêne vert, envahi par l'alfa, de 4 095 ha de forêt domaniale et communale. La forêt d'Oued Chouly fait partie de la circonscription des forêts de Tlemcen, elle est localisée à 15 km au Sud-est de la ville de Tlemcen. Aujourd'hui, cette forêt est complètement dégradée et elle se présente sous forme d'un matorral bas très clair à dominance de doum et de genêt avec quelques sujets éparses de Chêne vert. Le sous bois, moins riche que celui du matorral haut, est composé essentiellement de Doum (*Chamaerops humilis*), Genêt (*Genista tricuspidata*), Alfa (*Stipa tenacissima*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Chêne vert (*Quercus rotundifolia*), Chêne kermès (*Quercus coccifera*), Lentisque (*Pistacia lentiscus*), Diss (*Ampelodesmos mauretanica*), Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*), Jujubier (*Ziziphus lotus*), Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) et Romarin (*Rosmarinus officinalis*).

## 2.4.2 Le milieu steppique

Dans ces vastes étendues le couvert végétal est clairsemé et peu diverse. Il est caractérisé surtout par une formation à alfa (*Stipa tenacissima*) occupant les zones de glacis, les surfaces rocailleuses et sableuses. C'est une espèce caractéristique des hautes plaines steppiques, elle se trouve généralement dans un état dégradé. L'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) est la 2<sup>ième</sup> principale formation caractérisant la steppe. Elle peuple les terrains limoneux ou encore les zones abandonnées après avoir été cultivées en céréales. La steppe à armoise, très dégradée, se trouve sur un sol fin et couvre de grandes surfaces sur le coté Est, Sud-est et Ouest vers la partie centrale. En revanche vers le Nord-Est et le Sud, elle occupe une surface très réduite. L'association du couvert alfa-armoïse est caractérisée par de petite surface au Sud. On trouve également des formations moins importantes comme le noea (*Noea mucronata*), plante qui ressemble à l'armoïse mais plus épineuse. Elle se localise aux alentours d'El-Aricha jusqu'à Koudiat Boukhalef au Nord-Ouest et au piedmont Sud du Djebel Mekaidou (Bouabdellah, 1991). Le pégane (*Pegamum harmala*) quant à lui se trouve surtout sur les sols sablo-limoneux, c'est une plante non palatable qui s'installe après la dégradation de l'alfa et de l'armoïse.

### 2.4.2.1 La steppe de Dayet El-Ferd

Il s'agit de la steppe aux alentours de la zone humide de Dayet El-Ferd. Ces terres font partie de la commune de Belhadji Boucif située à 55km au Sud de la ville de Tlemcen. L'impact du surpâturage est très important dans cette zone et la totalité des parcours sont dans un état dégradé. La steppe dégradée qui a fait l'objet de notre étude est celle traversée par Oued Ben Teicha située à quelques kilomètres au Sud-Ouest de la Daya. Les terres limitrophes au plan d'eau et d'autres aussi sont labourées et cultivées chaque année en orge ou en avoine par les pasteurs afin de subvenir aux besoins de leurs cheptels, but jamais atteint étant donné la faiblesse des rendements. Le labour de la steppe est un phénomène récent dans les mœurs des pasteurs qui se sont tournés partiellement vers cette activité après la dégradation des parcours. Les champs que nous avons prospectés appartiennent à Seheb Sanef au Nord-Ouest de la Daya et Blad Ouled Si Moussa au Nord.

### 2.4.2.2 La steppe d'El-Aricha

La commune d'Al-Aricha est située à 100 km au Sud de la ville de Tlemcen et à 40 km au Sud de Dayet El-Ferd. La steppe aux alentours de cette localité se trouve dans un état généralement dégradé parfois complètement dégradé, à part au niveau de quelques mises en

défens où on assiste à une bonne remontée biologique. Nous avons travaillé sur trois zones dans cette région : (1) La mise en défens de Tighidet située à 11 km au Nord-Ouest d'El-Aricha (81Km au Sud-Ouest de Tlemcen) où l'Armoise blanche, seule espèce pérenne, domine et pousse à la place de l'alfa, plante originelle, et recouvre le sol jusqu'à 40%. Une richesse d'une dizaine d'espèces herbacées peut être relevée. Toute action de pâturage ou d'exploitation de la végétation est interdite au moins pendant 3ans et un gardiennage est assuré à cet effet. (2) Le parcours de Khat Essaâd à 25 Km au Nord d'El-Aricha (75 km au Sud de Tlemcen), mis en défens également, est caractérisé par un couvert végétal dégradé avec un recouvrement de 10 à 15% et une hauteur de 20cm en moyenne. L'armoise y est l'espèce dominante accompagnée d'un cortège floristique d'une dizaine d'espèces herbacées. (3) La zone dite de Bikes à 20km au Sud d'El-Aricha (120km au Sud de Tlemcen, appartient au territoire de la wilaya de Naâma. C'est une ancienne steppe à alfa où, selon les témoignages des nomades, les peuplements d'alfa dépassaient 1m de hauteur dans les années 1980, actuellement complètement dégradée et à végétation quasi inexistante. Cependant on y trouve des traces racinaires des touffes d'alfa et quelques espèces saisonnières très éparées ne dépassant généralement pas 5cm de hauteur, apparaissant après la saison des pluies. Le sol est sablonneux et peu rocailleux avec un aspect général désertifié.

### **2.4.3 Le milieu agricole**

Les quatre types de milieux les plus représentatifs de l'écosystème agricole de la région de Tlemcen ont fait l'objet de notre étude : les champs céréaliers, les vergers, les jardins et les bocages. Sur le plan pratique, nous avons été contraints d'explorer plusieurs zones de chacun de ces types agricoles afin de réaliser tous nos relevés.

#### **2.4.3.1 Les cultures de céréales**

Parmi les nombreux champs de céréales qui existent dans la région de Tlemcen, nous avons prospecté pour des raisons pratiques (champs étendus, accès facile...) ceux situés aux alentours de la coopérative agricole et de la localité de M'razgua. Les premiers appartiennent à la plaine d' Hennaya et se trouvent à 17km au Nord de la ville de Tlemcen. Les seconds font partie du plateau des Zenata et sont situés à 19km au Nord-Ouest du chef lieu de la wilaya.

#### **2.4.3.2 Les vergers**

Dans ce type de milieux agricoles on s'est limité uniquement à l'étude des oliveraies. Ce sont les vergers les plus dominants en nombre et en surface et par conséquent les plus représentatifs de la région de Tlemcen. Pour pouvoir effectuer tous nos relevés, trois vergers

ont été choisis : un à Mansourah à 4km à l'Ouest de la ville de Tlemcen, un autre dans la localité d'Ain El-Beida à 11km à son Nord et le troisième dans la ferme de Bouchnafa (sur le coté droit de la route menant vers Remchi) à 19km au Nord également. Les oliviers sont généralement de vieux sujets de 40 à 50cm de diamètre, de 4 à 5m de hauteur et possèdent une canopée qui recouvre 20 à 40% du sol. Une céréaliculture intercalaire est menée dans l'olivieraie de Bouchnafa ainsi qu'une partie de celle de Mansourah.

#### **2.4.3.3 Les jardins**

Les jardins à Tlemcen représentent surtout un mode d'agriculture traditionnelle pratiquée dans les lits des Oueds. Il s'agit dans la plupart des cas de petites parcelles menées en vergers composés de plusieurs espèces d'arbres fruitiers avec une culture intercalaire de maraichage. Quatre jardins ont fait l'objet de notre prospection. Il s'agit de ceux d'Ouchba, d'Ain-Fezza, de M'Dig et de la ferme de Chetouane. Ils sont situés respectivement par rapport à la ville de Tlemcen à 15km au Nord-Est, à 10km à l'Est, à 10km au Nord-Est, et à 6km au Nord.

#### **2.4.3.4 Les bocages**

Les bocages que nous avons explorés sont ceux de la ferme de Chetouane et de la ferme d'Abdeljabbar situés respectivement à 10 et 20km au Nord de la ville de Tlemcen. Ils sont composés de différents vieux arbres généralement de première grandeur tels que l'Eucalyptus, Frêne, Murier, Pin d'Alep, Pistachier d'Atlas et Cyprès. Leur hauteur varie de 15 à 25m.

## *CHAPITRE III*

---

### METHODES D'ETUDE

### 3.1 Etude de l'avifaune

Les oiseaux sont parmi les animaux les plus faciles à recenser. Ils sont souvent de couleurs vives, très vocaux à certains moments de l'année et relativement faciles à voir. Avec la haute qualité des guides d'identification de terrain qui sont disponibles pour la plupart des régions du monde, les oiseaux sont sans doute les plus fréquemment étudiés de tous les groupes taxonomiques. Depuis une trentaine d'années, les études quantitatives des oiseaux se sont multipliées, mais devant la diversité des espèces aviennes, de leurs tailles, comportements, répartitions et des milieux fréquentés, aucune méthode n'est apparue comme universelle (Leroux, 1989). Ainsi, les méthodes employées seront choisies ou mise au point en tenant compte des trois facteurs suivants :

- la période de l'année : l'époque de la reproduction a été la plus utilisée à juste titre. Elle est en effet celle où les oiseaux sont stabilisés dans l'espace pendant un temps suffisamment long et prévisible (mars à juillet) ;
- le type de milieu prospecté : écosystèmes terrestres, dulçaquicoles, ou maritimes, paysages fermés ou ouverts ;
- le type de répartition en période de nidification et la taille des espèces ; deux grandes classes sont ainsi distinguées : (1) les espèces territoriales (Passereaux, Pics, Columbides) dont la répartition est régie par leur comportement territorial, caractérisé par l'occupation régulière, le marquage sonore et la défense d'un canton de reproduction par le mâle ou les deux sexes, vis-à-vis des individus de leur propre espèce. (2) les espèces non territoriales qui peuvent être des nicheuses grégaires exploitant un même domaine vital restreint autour du nid (Hirondelles, Vanneau huppé...) ou des nicheuses solitaires à très grands domaines vitaux plus ou moins recouvrant (Rapaces, Pies...).

Les espèces « non territoriales » nécessitent des méthodes directes de recensement telles que la recherche des sites ou des colonies de reproduction, dénombrements des couples nicheurs ou des nids. L'irrégularité de leur distribution entraîne des prospections de terrains assez importantes sur toute la superficie d'un milieu ou d'un secteur étudié. En revanche, les espèces types Passereaux, de répartition plus régulière, peuvent être recensés par diverses méthodes d'échantillonnage sur des petites parcelles choisies pour être représentatives du milieu étudié. L'avantage de leur étude est souligné par Blondel (1969) :

« Ce sont les populations de Passereaux qui sont les plus représentatives de l'ornithocénose en raison de leur abondance, leur diversité, leur sensibilité dans le choix de l'habitat et leur qualité d'adaptation au milieu, dans la plupart des écosystèmes terrestres ».

La comparaison de l'avifaune de plusieurs milieux nécessite l'utilisation des méthodes relatives. C'est ainsi que nous avons retenu la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) pour les milieux fermés et la méthode linéaire des Itinéraires Echantillons (line transects) pour les milieux ouverts.

### 3.1.1 La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA)

Mise au point par Blondel *et al.* (1970), la méthode des IPA constitue une méthode relative des indices d'abondance par rapport au paramètre temps. Cela consiste à choisir dans un milieu pouvant être hétérogène des points d'écoute, appelés également stations d'écoute, distants de 200m 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'IPA nécessite deux comptages partiels du même point durant la même saison : l'un du 15 mars au 15 avril pour les nicheurs précoces, l'autre entre le 10 mai et le 15 juin pour les nicheurs tardifs, notamment les espèces migratrices absentes lors du premier comptage. Muller (1987) a démontré l'importance du double comptage en soulignant que le gain obtenu par ce dernier n'est pas du tout négligeable. Il estime que chaque comptage permet de noter 70% des couples d'oiseaux, que 70% des espèces migratrices ne sont pas encore toutes de retour lors du premier comptage et que lors du second comptage les espèces sédentaires sont en pleine nidification et se manifestent alors moins qu'au premier comptage. Durant toute la durée du recensement, l'observateur doit être vigilant et avoir une attention soutenue en notant tous les chanteurs ou individus différents manifestés pour chaque espèce. L'utilisation d'une fiche standardisée (Annexe1) 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 tous les autres recensements. Un contact proche de l'observateur sera noté près du centre, un contact éloigné en dehors du cercle. Tous les chanteurs simultanés ou suffisamment distants pour être différents sont notés sur la fiche. L'observateur devra cependant prendre garde dans les relevés de milieux pauvres à ne pas chercher les chanteurs trop loin, mais par contre son attention devra être très soutenue dans les relevés des milieux riches en oiseaux, afin de pouvoir éliminer mentalement les chanteurs proches déjà notés et rechercher des espèces plus discrètes ou des chanteurs éloignés. Le rayon de détection d'une

espèce donnée devrait rester identique d'un relevé à l'autre, quel que soit son environnement acoustique. Si l'on admet que la détectabilité est une caractéristique de l'espèce constante dans l'espace et dans le temps, cet indice pourrait être utilisé pour 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 ; Blondel *et al.*, 1981). Cependant, il est beaucoup moins admissible que cet indice d'abondance puisse servir à des comparaisons interspécifiques, dans la mesure où il est évident que des espèces différentes ont forcément des probabilités de détection très différentes (Blondel *et al.*, 1970 ; Boulinier *et al.*, 1988b ; Boulinier *et al.*, 1988a ; Muller, 1987). Lors de chaque comptage partiel, l'observateur cherche à différencier et à dénombrer un maximum de couples cantonnés de chaque espèce et il attribue le coefficient 1 pour chaque mâle chanteur, un couple, un nid occupé, une parade ou un groupe familial et le coefficient 0.5 pour un oiseau observé ou simplement entendu par un cri. L'IPA d'une espèce pour un point considéré est alors la valeur la plus élevée obtenue lors d'un des deux comptages partiels. Les IPA 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.

### 3.1.1.1 Modalités d'application sur terrain

Nous avons procédé au recensement durant les printemps 2004, 2005 et 2006 c'est-à-dire pendant la période de reproduction où les oiseaux sont stables à cause de leur territorialisme ; d'où l'avantage de pouvoir les quantifier facilement et éviter le risque de recompter le même couple. En juin 2004, nous avons prospecté le terrain avec Jean Marc-Thiollay (Directeur de Recherche au CNRS, ornithologue chevronné) et nous nous sommes contentés seulement de la réalisation d'un inventaire qualitatif. Des listes de références ont été ainsi établies pour les oiseaux de la chênaie, la pinède et la steppe. En revanche, durant les années 2005 et 2006, nous avons procédé au dénombrement par l'application des méthodes relatives des IPA et celle des IKA (line transects) que nous allons décrire par la suite.

Nous avons effectué au total 600 IPA partiels soit 300 IPA unités dans 10 biotopes différents de milieux forestiers et agricoles à raison de 30 IPA unités par biotope. Selon Blondel (1975), 15 à 20 points d'écoute de 20 mn chacun sont suffisants pour contacter la presque totalité des espèces d'un milieu forestier homogène. Dans notre cas nous avons réalisé 30 points d'écoute de 20mn chacun par station dans le double souci de recenser le maximum d'espèces d'une part et de réduire l'erreur de détectabilité des espèces d'autre part.

Chaque IPA unité se compose de deux IPA partiels réalisés dans la même station d'écoute mais à des dates différentes de façon à contacter les nicheurs précoces et les nicheurs tardifs. Les premiers IPA partiels ont été effectués entre le 15 mars et le 15 avril et les seconds entre le 10 mai et le 15 juin. La durée de chaque IPA partiel a toujours été de 20 minutes en ce qui concerne ce travail. Au-delà de cette durée, il y a risque de noter plusieurs fois le même oiseau chanteur. Le maximum de relevés par matinée a été alors de 8 IPA lorsque les stations d'écoute sont suffisamment rapprochées et les déplacements entre ces stations aisés. Les dénombrements ont été réalisés durant les quatre premières heures de la journée et dans de bonnes conditions météorologiques (temps calme, pas de vent ni de brouillard, ni de pluie...). C'est le moment optimal pour détecter le maximum d'oiseaux au plus fort de leurs activités vocales. Pour des raisons pratiques et pour faciliter le travail sur le terrain, nous avons utilisé des fiches d'IPA standardisées (Annexe1). Chaque fiche comprend un certain nombre de renseignements sur la station d'écoute correspondante, à savoir la végétation, le milieu, la météorologie et le nombre d'espèces d'oiseaux contactées. Sur chaque fiche figure un cercle dont la surface matérialise la superficie de la station d'écoute. Le rayon de chaque cercle correspond sur le terrain au rayon de détection de l'espèce, autrement dit la portée de sa voix ; ce rayon était de 100 m dans nos stations. Dans chaque biotope, les 30 points d'écoute ont été choisis aléatoirement, la distance qui sépare deux points varie de 200 à 300 m, selon le degré de fermeture du milieu.

### 3.1.1.2 Avantages, inconvénients et limites d'emploi

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

#### Avantages :

- La méthode des IPA ne nécessite pas au préalable une préparation de terrain, ceci grâce à sa souplesse et sa facilité d'emploi.
- Elle est utilisable dans des faciès géobotaniques morcelés et multiples.
- Dans cette méthode l'observateur ne doit contrôler que le paramètre temps, contrairement aux IKA où l'observateur doit contrôler le temps et la distance (vitesse de marche).

- Elle est particulièrement adaptée à une série d'études portant sur les variations des observations des abondances relatives de l'avifaune d'un milieu au fil des années ou de différents milieux échantillonnés la même année.
- Elle permet de connaître l'influence du milieu sur la composition et la structure du peuplement avien.
- Elle permet la comparaison d'abondance des espèces dans différents milieux, et répond ainsi parfaitement aux objectifs de notre travail.
- Enfin grâce à des coefficients de conversion des espèces, on peut avoir des densités absolues à partir des densités relatives.

#### **Inconvénients et limites d'emploi :**

- L'application de la méthode des IPA est moins précise dans les milieux où la densité et la diversité de l'avifaune sont plus fortes.
- La comparaison de différentes séries d'IPA collectées par différents observateurs est délicate car le contact entre l'oiseau et ces derniers dépend de leur expérience, leur habileté et leur acuité auditive.
- Les IPA des espèces d'oiseaux ne sont pas comparables entre eux, c'est-à-dire d'une espèce à une autre, car chaque espèce a sa propre puissance et fréquence d'émission sonore, ce qui veut dire qu'elles ne sont pas contactées de la même façon. Par contre, la comparaison des IPA d'une même espèce est possible.
- La méthode des IPA est d'un emploi limité vu qu'elle ne permet pas de contacter les oiseaux nocturnes et crépusculaires qui pourtant sont inféodés aux biotopes étudiés ; de plus, les oiseaux grégaires, peu cantonnés, tels que les Hirondelles et les Martinets ainsi que les espèces aviennes à très grand canton (Rapaces) ne sont pas compris dans les dénombrements non adaptés à ces oiseaux.

### **3.1.2 La méthode des itinéraires échantillons (line transects)**

#### **3.1.2.1 Principe**

La méthode des itinéraires échantillons qui comprend plusieurs variantes est utilisée pour le dénombrement des oiseaux de vastes habitats ouverts tels que les steppes et les landes, les oiseaux de mer et les oiseaux d'eau. Il s'agit d'une méthode très adaptable et efficace (Bibby *et al.*, 2000 ; Sutherland, 2006). Elle correspond dans notre cas à celle dite des Indices

Kilométriques d'Abondances (IKA) déterminée par Ferry et Frochot (1958). Un itinéraire échantillon consiste à parcourir un transect prédéterminé et à enregistrer les oiseaux entendus ou vus des deux côtés de l'observateur. La taille et la position de l'itinéraire sont importantes à prendre en considération. Les itinéraires doivent être choisis de façon aléatoire ou systématique à l'intérieur de la zone d'étude afin d'avoir un échantillon représentatif. Les transects peuvent avoir n'importe quelle longueur totale. Dans une étude idéale, les sections unités ne doivent pas être adjacentes mais séparées et indépendante (Bibby *et al.*, 2000). Selon ces mêmes auteurs, pour de nombreuses utilisations analytiques, il serait judicieux de diviser les itinéraires dans leurs longueurs en des intervalles déterminés. L'intervalle de longueur serait plus grand dans les habitats plus uniformes ou dans les landes pauvres en espèces (jusqu'à un kilomètre, par exemple). Par contre, pour des habitats plus riches et plus variées, ils peuvent être courts de 100m.

Dans notre cas 320 lignes transects partiels de 100m chacun ont été effectués au total soient 160 transects unités dans les quatre stades de dégradation de la steppe à raison de 40 transects dans chaque stade. Comme pour la méthode des IPA, deux visites sont préconisées en début et fin de printemps pour le même itinéraire afin de contacter les nicheurs précoces et tardifs. Le trajet doit être parcouru tôt le matin durant les quatre premières heures suivant le lever du jour, au moment où les oiseaux se font le plus remarquer. La vitesse de marche dans les transects dépend du nombre d'oiseaux présents et de la difficulté de les dénombrer tous. Dans les habitats ouverts, une allure de marche constante de 2km/heure pourrait être raisonnable (Bibby *et al.*, 2000). L'observateur attribue à chaque contact un indice, défini comme celui utilisé pour les IPA : le nombre de couples/espèce/km est donc ainsi obtenu. Le line transect définitif correspondra à l'indice le plus élevé obtenu à partir de l'un ou l'autre des deux relevés réalisés de part et d'autre d'une date charnière qui est le 10 mai pour le nord de l'Algérie. Pour avoir des données plus précises, Bibby *et al.* (2000) préconisent de faire plus de transects et améliorer au maximum la couverture du site d'étude.

### **3.1.2.2 Avantages et inconvénients de la méthode**

Les itinéraires échantillons sont souvent utilisés pour recueillir des données dans de grandes zones ouvertes où cette méthode s'avère plus efficace que celle des points d'écoute. Elle est particulièrement adaptée pour les peuplements d'oiseaux qui présentent de faibles densités (Sutherland, 2006). On a tendance à enregistrer plus d'oiseaux par unité de temps dans les line transects que dans les points d'écoute. En revanche, dans les habitats denses et pendant le déplacement, il est souvent difficile pour un observateur de détecter les oiseaux

silencieux et discrets, les points d'écoute sont préférés dans ce cas. Toutefois, les line transects sont souvent plus précis que les points d'écoutes. La raison en est que l'impact du biais augmente linéairement pour les line transects, mais augmente au carré pour les points d'écoute. Les line transects sont moins sensibles aux biais causés par le mouvement des oiseaux (Bibby *et al.*, 2000). En raison de la courte durée de temps passé sur le terrain, les itinéraires échantillons peuvent être sensiblement influencés par les conditions météorologiques. Idéalement, les comptages ne devraient pas être effectués durant un temps pluvieux, froid ou à vents forts.

### **3.2 Etude de la végétation : détermination de la dégradation et mesure de la végétation**

Le choix des milieux étudiés a été fait de façon à obtenir différents stades de dégradation au sein de chaque type de formation forestière ou steppique décrite précédemment. Pour les milieux forestiers, la dégradation a été définie par rapport à la diminution de la densité des arbres, l'augmentation de la strate basse et la composition spécifique de la végétation. En revanche pour le cas de la steppe, c'est surtout le taux de couverture et la hauteur de la végétation qui ont été pris en considération. Ainsi pour la chênaie nous avons sélectionné quatre stades de dégradation à savoir :

1) La chênaie mature de Hafir où le chêne liège domine en densité avec 34 arbres en moyenne par station d'écoute, le maximum étant de 61 arbres et le minimum de 23. Une station d'écoute correspond à 400m<sup>2</sup> soit 20m x 20m centré sur le point d'écoute et d'observation des oiseaux. Un ruban a été utilisé pour la détermination des dimensions de chaque station. Le Chêne liège domine également en recouvrement avec un taux moyen de 45% et une hauteur moyenne de 9m. Il peut atteindre dans certaines stations un maximum de 60% de recouvrement et 16m de haut. Le nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes par station est de 4 tandis que la strate herbacée est composée de 12 espèces en moyenne.

2) La chênaie dégradée de Zarifet où le chêne vert marque fortement sa présence parfois comme espèce dominante en mélange avec le Chêne liège. C'est une forêt très claire où on compte en moyenne 16 arbres par station d'écoute. Le sous bois y est important et dense, il est composé de 3 espèces d'arbres et d'arbustes et de 20 espèces d'herbacées. Le recouvrement de la strate arborée est de 20%, la hauteur moyenne des arbres est de 6.5m.

3) Le matorral haut de Zarifet qui est le continuum de la chênaie dégradée est caractérisé par une strate arborée détériorée, elle est représentée par 2 arbres en moyenne par station d'écoute. En revanche, la strate buissonnante est très dense, elle est dominée par le Ciste

(*Cistus salvifolius*), la Cytise (*Cytisus arboreus*), le Diss (*Ampelodesma mauritanica*), le Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et le Genêt (*Genista tricuspidata*) avec un recouvrement de 45% en moyenne qui peut aller jusqu'à 80 % dans certaines stations. La hauteur de la végétation buissonnante et arbustive varie de 1.5 à 3 m. Une seule espèce d'arbre ou d'arbuste et une quinzaine d'espèces herbacées sont généralement notées dans chaque station.

4) Le matorral bas de Oued Chouli, avec sa végétation basse très aérée, est composé essentiellement de Diss (*Ampelodesma mauritanica*) Doum (*Chamaerops humilis*) et Genêt (*Genista tricuspidata*). La strate arborée, très dégradée, est presque inexistante. On note la présence d'un seul arbre ou arbuste en moyenne par station d'écoute. La strate herbacée composée d'une dizaine d'espèces représente la végétation dominante avec une couverture variant de 20 à 60% et une hauteur de 60cm à 1m.

Concernant la pinède, seulement deux stades de dégradation ont pu être dégagés :

1) La pinède mature appelée communément forêt de Tlemcen où le Pin d'Alep est dense et dominant avec une moyenne de 15 arbres par station d'écoute et un recouvrement de la canopée supérieur généralement à 50%. Les arbres de pins sont de première grandeur dépassant généralement 16 mètres de hauteur. La richesse spécifique en arbres et arbustes par station est de deux et celle des espèces herbacées est de 10 en moyenne.

2) La pinède dégradée ou forêt de l'Ourit caractérisée par un déboisement prononcé et une densité d'arbres très faible de six sujets par station d'écoute avec une hauteur moyenne de 13m. Le nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes relevés par station est de quatre et celui des espèces herbacées est de 10 en moyenne. Le Pin d'Alep est l'espèce dominante, elle se trouve souvent en mélange avec quelques sujets de Thuya de Berbérie, de Lentisque ou d'Olivier sauvage.

En ce qui concerne la steppe, quatre niveaux de dégradation ont été déterminés :

1) La steppe préservée sous forme de mises en défens instaurées par le haut commissariat au développement de la steppe (HCDS) où le pâturage et l'exploitation de la végétation sont interdits pendant une certaine durée, qui est de trois années généralement. Au delà de cette période, les mises en défens sont ouvertes au parcours. La steppe préservée sur laquelle nous avons travaillé appartient à la localité de Tighidet, qui se trouve à 80km environ au Sud-ouest de la ville de Tlemcen. L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) y est l'essence dominante avec un recouvrement variant de 30 à 40% et une hauteur variant de 25 à 40 cm.

2) La steppe dégradée qui est soumise au libre pâturage se trouve dans les zones dites de Khat Essaad et Betteicha situées respectivement à 75 et 65km au Sud de Tlemcen. Dans cette steppe, l'Armoise blanche est également l'espèce dominante avec un recouvrement allant de 10 à 15% et une hauteur de 10 à 20cm.

3) La steppe complètement dégradée où l'herbe est presque absente avec un recouvrement qui ne dépasse pas les 5% et une hauteur de 3cm en moyenne. Ce type de steppe est rencontré dans les zones dites de Bikes et Mrit Mekaïdou qui se trouvent respectivement à 120 et 65km au Sud de Tlemcen.

4) La steppe labourée ou en champs de céréales avec, pendant la saison printanière, un recouvrement de 70% et une hauteur de 50cm. Elle est rencontrée dans les alentours de Dayet El-Ferd à 60 km au Sud de Tlemcen.

En ce qui concerne les milieux agricoles, il ne s'agit pas de stades de dégradation mais plutôt de différents modes de culture. Le but recherché par l'étude de ces milieux est de savoir quel est le mode agricole le plus favorable pour la biodiversité des oiseaux.

Dans chaque station d'écoute, nous avons relevé et mesuré 10 variables caractérisant la station et qui sont essentiellement relatives à la structure et la composition de la végétation. Ces variables sont : la densité des arbres dont le diamètre et la hauteur dépassent respectivement 10cm et 4m, la hauteur des arbres (déterminée avec un blume-leiss qui est un instrument de mesures dendrométriques), le recouvrement de la strate herbacée comprise entre 0 et 1m, le recouvrement de la strate buissonnante comprise entre 1 et 2m, le recouvrement de la strate arbustive comprise entre 2 et 4m, le recouvrement de la strate arborée dont la hauteur dépasse 4m, la richesse en arbres et arbustes, la richesse en herbes et buissons, l'espèce végétale dominante et le type de sol. Le recouvrement des quatre strates a été estimé visuellement par le même observateur afin d'éviter les erreurs inter-personnelles (Prodon & Lebreton, 1981).

## *CHAPITRE IV*

---

### ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNEES

La nature des peuplements d'oiseaux présents dans chaque habitat a été examinée en termes de richesse spécifique, diversité et turnover et la représentation de la composition spécifique aussi bien les guildes que les groupes trophiques. De plus, la façon dont les oiseaux utilisent ces habitats a été également étudiée. À cet effet et pour comparer aussi les résultats du suivi de l'avifaune, un ensemble de techniques a été utilisé.

## 4.1 Caractéristiques spécifiques

### 4.1.1 Richesse spécifique

Il s'agit de la mesure de la diversité la plus ancienne et la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site ; on préfère l'expression « richesse spécifique », car le nombre exact d'espèces dans une communauté est rarement connu. La richesse d'une station S est le nombre d'espèces notées lors d'un relevé. On distingue deux types de richesses spécifiques :

1) La richesse spécifique totale (S) d'un peuplement est le nombre d'espèces contactées au moins une fois au terme de N relevés. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est grand (Blondel, 1975). La richesse d'un peuplement est étroitement liée à la physionomie et à la forme de la végétation, elle est aussi fonction du nombre de strates de la végétation (Blondel *et al.*, 1973). 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 quelles que soient leurs abondances relatives ou leurs fréquences.

2) La richesse spécifique moyenne (s) d'un peuplement est le nombre moyen d'espèces présentes dans un ensemble de n stations. Etant une moyenne, elle nous permet de comparer la richesse de deux peuplements quelque soit le nombre de relevés. Elle donne à chaque espèce un poids proportionnel à sa probabilité d'apparition pendant toutes les observations. La richesse moyenne est donc d'autant plus précise que l'effort d'échantillonnage est grand.

### 4.1.2 Fréquence

La fréquence  $F_i$  d'une espèce  $i$  est égale à  $k/n$  où  $k$  est le nombre de stations où l'espèce  $i$  est présente sur  $n$  stations recensées ; elle est exprimée en pourcentage. La fréquence est un paramètre complexe qui varie avec la plus ou moins grande détectabilité des différentes espèces et avec le degré d'efficacité de la méthode (Frochot, 1975). Elle nous

permet de connaître le mode de répartition des espèces étudiées. Ainsi on a une répartition du type constant pour les fortes fréquences et du type rare pour les faibles fréquences.

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  $F_i = 100\%$

#### 4.1.3 Diversité des peuplements

La diversité est un indice qui permet l'interprétation des chiffres applicables dans le domaine de l'organisation et de l'évaluation des communautés (Mac Arthur, 1965, 1972). Elle permet de comprendre comment les individus composant un peuplement se répartissent entre les espèces. Ils existent plusieurs indices à cet égard, mais il est inutile de tous les calculer, car ils sont fortement corrélés (Gray *et al.*, 1992). L'indice de diversité que nous retiendrons ici intègre les deux éléments de la composition du peuplement, la richesse spécifique  $S$  et l'abondance des espèces. Nous avons choisi l'indice de Shannon-Weaver que Mac Arthur et Mac Arthur (1961) ont appliqué aux peuplements d'oiseaux ; il semble constituer le moyen le plus utile pour obtenir des indices de diversité significatifs, relativement indépendants de la taille des échantillons (Štirn, 1981). Certains auteurs (Gray *et al.*, 1992 ; Štirn, 1981) l'ont recommandé comme étant la meilleure expression de la diversité du biote. C'est l'indice qui est considéré actuellement comme le meilleur moyen de traduire la diversité des communautés. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$H'$  : indice de biodiversité de Shannon-Weaver

$i$  : une espèce du milieu d'étude

$P_i$  : proportion d'une espèce  $i$  par rapport au nombre total d'espèces ( $S$ ) dans le milieu d'étude (ou richesse spécifique du milieu), qui se calcule de la façon suivante :

$$P(i) = n_i / N$$

où  $n_i$  est le nombre d'individus pour l'espèce  $i$  et  $N$  est l'effectif total (les individus de toutes les espèces).

La valeur de  $H'$  dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives, de la taille de l'échantillon ( $N$ ) et de la base de logarithme. Le choix de la base de logarithme est arbitraire (Valiela, 1995) mais, lorsqu'on compare des indices, la base utilisée doit être mentionnée et être la même. La dominance marquée d'une espèce révèle une faible diversité, alors que la co-dominance de plusieurs espèces révèle une grande diversité.

La diversité des peuplements d'oiseaux que nous avons étudiés a été abordée à trois échelles d'appréhension de la diversité (Whittaker, 1972) :

- Au niveau du relevé du site, c'est la diversité de type alpha ( $H'\alpha$ ) ou diversité intra-biotope. Elle mesure le niveau de complexité du peuplement : plus il y a d'espèces et plus leurs abondances respectives sont voisines, plus elle est élevée.
- Au niveau de l'ensemble des biotopes, c'est la diversité de type gamma ( $H'\gamma$ ) ou diversité sectorielle. Elle mesure le nombre de niches réalisées à l'échelle de l'ensemble des biotopes. Elle augmente régulièrement à mesure qu'on cumule les diversités rencontrées dans les différents biotopes.
- Au niveau de la composition en espèces, c'est la diversité de type bêta ( $H'\beta$ ) ou inter-biotope. Elle mesure les changements d'espèces le long d'un gradient ou d'un habitat à un autre, c'est-à-dire la variation de composition en espèces de différentes communautés (Magurran, 1988). L'indice bêta entre deux peuplements se calcule par la formule :

$$H'\beta = H'\alpha_1 H'\alpha_2 / (H'\alpha_1 + H'\alpha_2)$$

Nous avons déterminé deux autres indices de diversité qui sont en rapport avec la diversité intra-biotope :

- La diversité maximale ( $H'\max$ ) est la diversité maximale possible du peuplement, calculée sur la base d'une égale densité de toutes les espèces :

$$H'\max = \ln S$$

- L'équitabilité (E) ou équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale :

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

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).

#### 4.1.4 Guildes et groupes trophiques

Souvent les guildes et groupes trophiques ont été utilisés dans les études des oiseaux et des habitats pour définir des groupes d'espèces par leurs caractéristiques écologiques (Thiollay, 1994 ; Johns, 1996 ; Greenberg *et al.*, 1997). Les caractères communs pour définir ces groupes sont l'alimentation, le comportement de recherche alimentaire et d'habitat, les sites de nidification et les statuts de résidence (Wiens, 1989). Dans cette présente étude, nous avons défini des guildes par rapport à l'exploitation de l'espace, et des guildes trophiques en rapport avec le type d'alimentation recherchée. Pour cela, on s'est basé essentiellement sur la littérature (Cramp, 1988 ; Heinzel *et al.*, 2004 ; Thévenot *et al.*, 2003 ; Yeatman-Berthelot & Jarry, 1994).

## 4.2 Traitements statistiques

La saisie de toutes nos données a été faite sur Excel alors que les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R (Chessel *et al.*, 2004 ; Ihaka & Gentleman, 1996).

### 4.2.1 Analyse univariée

Afin de comparer les indices de la communauté d'oiseaux dans les différents milieux étudiés, une ANOVA à une voie (Chambers & Hastie, 1992) leur a été appliquée. Toutes les variables dépendantes de la communauté sont supposées suivre une distribution gaussienne après transformation ou test à la normalité. Des tests post-hoc ou test de Tukey-HSD ont été appliqués aux variables pour comparer les stades de dégradation pris deux à deux.

### 4.2.2 Modèle Linéaire (LM) et Modèle Linéaire Généralisé (GLM)

Les relations entre les différentes variables dépendantes décrivant les communautés (richesse, abondance, diversité...) et le degré de dégradation de l'habitat ont été investiguées en utilisant le modèle linéaire généralisé (McCullagh & Nelder, 1989). Les GLM étudient le lien entre les variables à expliquer et les variables explicatives en s'appuyant sur une représentation mathématique de cette relation, que l'on appelle le modèle statistique. Pour que

ce modèle permette de mieux comprendre comment les variables à expliquer sont liées aux variables explicatives, il faut qu'il soit d'une part un bon compte-rendu de la réalité et d'autre part une représentation simple, réduite à l'essentiel, de cette réalité. La première condition d'application du modèle linéaire porte sur le type de la variable à expliquer. En l'occurrence, l'utilisation du modèle linéaire suppose que cette variable soit mesurable sur une échelle continue. La deuxième condition porte sur la distribution des valeurs de la variable à expliquer pour une valeur donnée de la variable explicative. Cette distribution s'appelle la loi conditionnelle de la variable à expliquer connaissant la variable explicative. Plus précisément, la normalité de la loi conditionnelle est un pré-requis à l'application du modèle linéaire.

Dans notre cas, les variables à expliquer sont celles décrivant les communautés d'oiseaux, à savoir la richesse, l'abondance et la diversité. En revanche, les variables explicatives sont représentées uniquement par la variable habitat avec ses différents gradients de dégradation. Ces derniers ont été rangés en nombres ordinaux de 1 à 4 pour la chênaie et la steppe et de 1 à 2 pour la pinède. Pour le milieu agricole, il s'agit en réalité de 4 modes agricoles différents et non pas de stades de dégradation, et on s'est donc contenté de leur appliquer simplement une comparaison par ANOVA. L'application des LM et GLM à nos données nous permettent de savoir quels sont les niveaux de dégradation qui ont un effet sur la biodiversité d'oiseaux et sur quels indices.

### **4.2.3 Analyse multivariée**

L'analyse statistique multivariée est aujourd'hui un outil incontournable pour étudier des données provenant de nombreuses observations faites sur plusieurs variables. Elle a pour but de résumer l'information contenue dans les données sur un nombre réduit de dimensions reflétant au mieux les proximités entre observations et/ou entre variables. Pour cela, l'information doit être organisée sous la forme d'une matrice croisant chaque observation élémentaire (ou individu statistique correspondant généralement aux lignes de la matrice) avec une série de variables (correspondant généralement aux colonnes de la matrice) relatives au problème analysé.

#### **4.2.3.1 Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)**

L'analyse factorielle des correspondances est une méthode d'analyse multivariée, mise au point par Benzécri (1973), qui s'applique aux tableaux de contingence (comptage). Elle est basée sur une métrique du Chi-2 et considère d'une façon symétrique les lignes et les colonnes de la matrice. Sa finalité, comme toutes les méthodes d'ordination, est de trouver le

meilleur résumé possible dans un espace de dimensions réduites. Ce meilleur résumé est constitué d'un petit nombre d'axes qui maximise l'inertie projetée. Elle va permettre une représentation simultanée des lignes et des colonnes dans l'espace de dimensions réduites cherché. A partir de la matrice de similitude, l'AFC met en évidence les directions d'allongement privilégiées d'un nuage de points formé de  $n$  objets (ici les relevés), défini à l'aide de  $p$  variables (ici les espèces), représentés dans un espace vectoriel à  $p$  dimensions. Dans le cas des espèces/stations, la question est : comment peut-on décrire la relation entre les associations ? Entre les espèces (nombre total) déterminées et la localisation des stations ? Elle peut permettre de retrouver la trace des facteurs du milieu qui ont le plus influencé la présence ou l'absence des espèces. Dans la matrice des données, certaines variables perturbent l'analyse : ce sont des espèces très faiblement représentées dans l'ensemble des contacts. Elles sont alors mises en éléments supplémentaires (variables illustratives) et traitées comme des caractères de masse négligeable (Benzécri et *al.*, 1973). Ces mises à l'écart ne nuisent pas à la qualité de l'analyse biologique, tout en améliorant la qualité de l'analyse mathématique (Muller, 1985).

#### 4.2.3.2 Analyse Canonique des Correspondances (CCA)

L'Analyse Canonique des Correspondances (Canonical Correspondence Analysis ou CCA en anglais) a été développée dans le but de permettre aux écologues de relier les abondances d'espèces à des variables environnementales (Ter Braak, 1986). Lorsqu'on étudie les facteurs écologiques qui expliquent la répartition d'un groupe d'espèces, on récolte généralement des données de distribution d'espèces et des informations sur les variables écologiques potentielles. Il est évident que les espèces ne réagissent pas à une seule variable écologique et qu'a priori, il est nécessaire de tester différentes variables pour identifier celles qui sont les plus pertinentes ou mieux encore, la combinaison de ces variables qui est responsable d'un patron de distribution. Comme souvent les variables écologiques sont corrélées les unes aux autres, il est indispensable de résumer l'information qu'elles peuvent apporter en unités d'informations indépendantes. On utilise des méthodes d'ordination qui extraient d'un jeu de données quelques axes principaux (gradients de diversité) indépendants de manière à en synthétiser l'information. L'analyse la plus intéressante pour identifier directement les facteurs écologiques qui régissent la structure d'assemblages d'espèces est l'Analyse Canonique des Correspondances (Dufrene, 2003). Cette analyse est la meilleure méthode disponible pour révéler les interactions entre facteurs écologiques et gradient de biodiversité. Elle procède comme l'Analyse Factorielle des Correspondances et tend donc à

maximiser les corrélations entre les relevés écologiques et les espèces. De plus, les relevés sont contraints pour être une combinaison linéaire des variables environnementales (Palmer, 2004). Ainsi, l'algorithme de la CCA définit une combinaison linéaire des variables environnementales qui maximise la séparation des espèces sur les axes d'ordination. Elle suppose une réponse unimodale des espèces aux gradients environnementaux (Jongman et *al.*, 1995). Les illustrations portent sur des relevés avifaunistiques couplés à des relevés d'architecture de la végétation.

#### **4.2.3.3 Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)**

La Classification Ascendante Hiérarchique permet d'établir des classes d'espèces ou de stations, en fonction de leur similarité sur la base de leur description par un ensemble de variables quantitatives, qualitatives binaires (0/1), ou éventuellement de tous types (Nakache & Confais, 2004). L'objet de la CAH est de rechercher à chaque étape les deux classes les plus proches, qui sont alors fusionnées, et le processus continue jusqu'à qu'il n'y ait plus qu'une seule classe. Cette analyse consiste à fournir un ensemble de partitions plus ou moins fines obtenues par regroupement successifs de parties. La CAH est une méthode de classification permettant une construction de hiérarchies indicées. On parle de classification hiérarchique, car chaque classe d'une partition est incluse dans une classe de la partition suivante. Les résultats se présentent sous la forme d'un arbre à dichotomies (ou dendrogramme) qui nous donne la composition des différentes classes, ainsi que l'ordre dans lequel elles ont été formées. Il nous indique également, sur l'axe horizontal, quelle était la valeur de l'indice entre les deux classes qui ont été agrégées à une étape donnée pour former un nœud.

## *CHAPITRE V*

---

### RESULTATS ET INTERPRETATION

## 5.1 Diversité avienne de la région de Tlemcen

### 5.1.1 Richesse spécifique et composition du peuplement

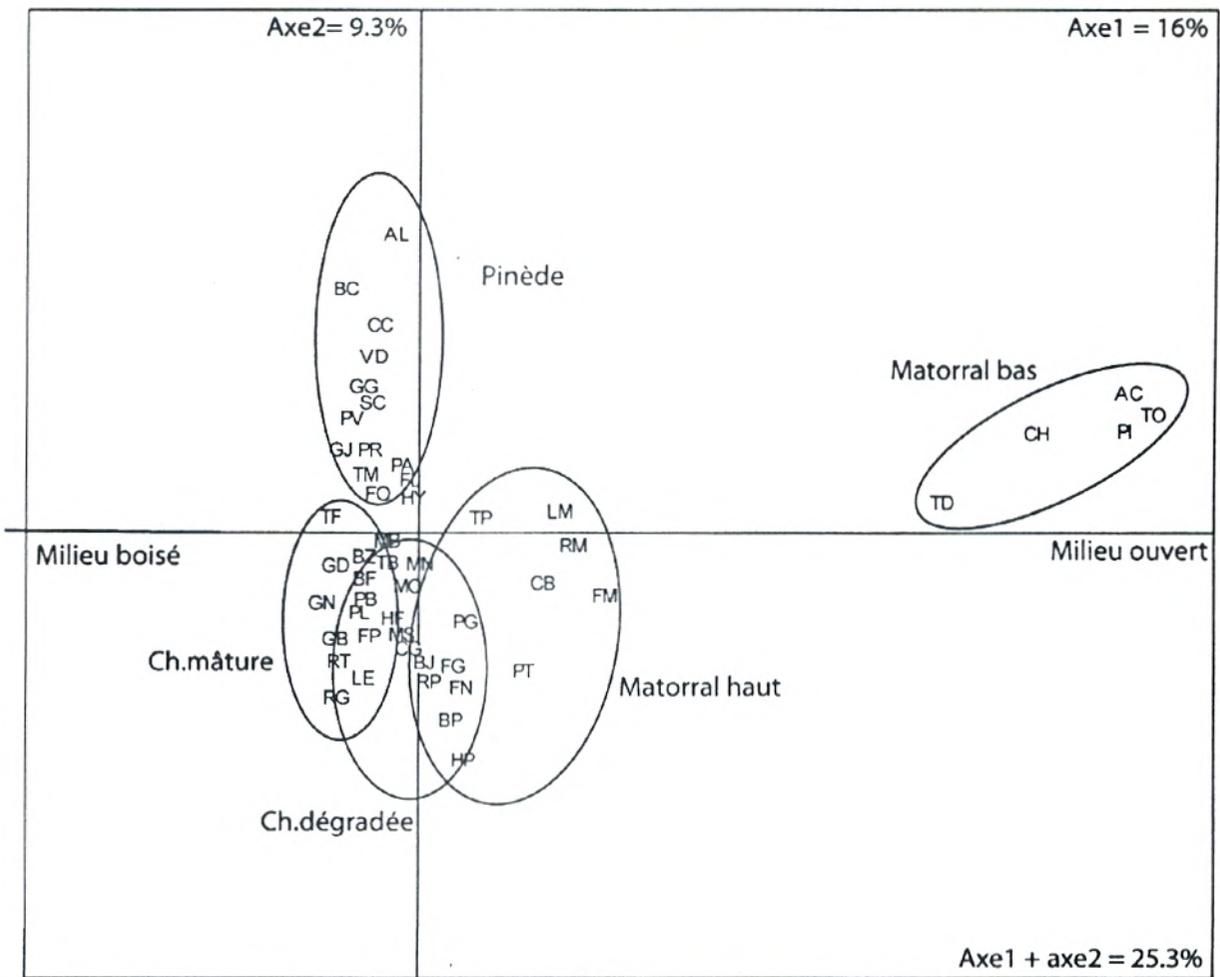
Les 920 relevés effectués dans les milieux forestiers, agricoles et steppiques, c'est-à-dire dans toute la région d'étude, nous ont permis de contacter 70 espèces d'oiseaux nicheurs (Annexe 2). Ces dernières se répartissent en 57 espèces nicheuses au Nord dans le Tell et 22 espèces seulement au Sud dans la steppe. Neuf espèces sont communes entre les deux régions (Caille des blés, Huppe fasciée, Ganga unibande, Alouette calandre, Cochevis huppé, Alouette des champs, Bruant proyer, Linotte mélodieuse, Traquet motteux). Les espèces à grand territoire (Rapaces, Corbeaux) et les oiseaux grégaires (Martinets, Hirondelles, Craves, Guêpiers) n'ont pas été retenues car leurs territoires débordaient forcément les limites des milieux recensés. Le Coucou gris n'a pas été relevé systématiquement bien qu'on ait entendu son chant dans plusieurs stations. Nous l'avons considéré seulement dans les cas où son chant était fort et où on jugeait qu'il était réellement dans la station d'écoute ou très proche de celle-ci à une distance maximum de 250m. Les oiseaux nocturnes (Engoulevents, Chouettes, Hiboux) n'ont pas fait également l'objet de notre recensement pour des raisons pratiques. La majorité des espèces recensées, 52 parmi les 70 soit (74%), sont sédentaires, le reste des 18 espèces (26%) sont migratrices. L'ensemble de ces oiseaux est composé de 22 familles, dont les Sylviidés (12 espèces), les Turdidés (11 espèces), les Alaudidés (10 espèces) et les Fringillidés (8 espèces) constituent la majeure partie (59%) du peuplement. Du point de vue trophique, les insectivores (38 espèces) sont la catégorie la plus importante, elle représente 54% de l'ensemble des oiseaux, suivie par les granivores (14 espèces, 20%) et les mixtes ou omnivores (13 espèces, 19%). Ces trois catégories occupent à elles seules 93% du total des espèces. En dernier lieu viennent avec une faible représentation les carnivores (3%) avec deux espèces (Pie-grièche méridionale et Pie-grièche à tête rousse), les granivore-frugivores (3%) avec deux espèces également (Verdier d'Europe, Grosbec casse-noyaux) et les frugivores (1.4%) avec une seule espèce (Pigeon ramier). Concernant l'occupation de l'espace au niveau de l'habitat, quatre guildes caractérisent le peuplement d'oiseaux étudié : les terrestres constituent le groupe le plus important avec 37 espèces, soit 53% du total de l'avifaune nicheuse, suivi par les arboricoles qui occupent la 2<sup>ième</sup> position avec 18 espèces soit 26%, les oiseaux inféodés aux buissons viennent en 3<sup>ième</sup> position avec 13 espèces, soit 19%, et enfin les aériens avec deux espèces seulement (Gobemouche noir de l'Atlas, Gobemouche gris) soit 3%.

### 5.1.2 Analyse factorielle des correspondances

L'Analyse factorielle des correspondances (AFC) a été appliquée seulement aux milieux forestiers sur les 53 espèces inféodées à ces habitats. La steppe est en effet un milieu très différent, avec des espèces caractéristiques possédant de fortes abondances, qui sont très excentrées sur le graphique, ce qui dilue l'information portée par les premiers axes factoriels. Dans le milieu agricole, les vergers, les jardins, les champs et les bocages (qui sont des modes agricoles différents et non pas des stades de dégradation) ont été également écartés de cette analyse. Le but que nous recherchions en utilisant l'AFC était de voir la distribution des espèces d'oiseaux par rapport aux gradients de dégradation. Les deux premiers axes de l'AFC représentent 25.3% de l'inertie totale du jeu de données sur 51 axes générés (Fig.5). En fonction de la disposition des espèces le long des axes et de la connaissance de leurs exigences abiotiques, on a pu déduire les grands gradients environnementaux susceptibles de différencier les sites et les communautés qu'ils contiennent. L'axe 1, qui comprend 16% du total de la variance, indique d'une manière claire un gradient de fermeture du milieu, il oppose l'ensemble des formations forestières fermées et hautes (chênaie, pinède) caractérisées par des espèces d'oiseaux comme les Mésanges, le Troglodyte mignon, le Grimpereau des jardins, la Grive draine ou le Pouillot de Bonelli, aux formations basses et ouvertes (matorral haut, matorral bas) qui abritent des espèces exigeantes de milieux ouverts telles que le Cochevis huppé, la Caille des blés, la Linotte mélodieuse ou le Traquet oreillard. Quant à l'axe 2, qui renferme 9.3% du total de la variance, il oppose la pinède à la chênaie : la pinède étant caractérisée par des espèces comme le Bec-croisé des sapins, une abondance de Verdier d'Europe, du Serin cini et du Gobemouche gris, alors que la chênaie se distingue par la présence du Gobemouche noir de l'Atlas, du Geai des chênes, du Rougegorge familier, du Grosbec casse-noyaux et du Roitelet triple-bandeau. Cinq grands milieux sont ainsi individualisés : la chênaie mature, la chênaie dégradée, le matorral haut, le matorral bas et la pinède. Pour cette dernière les deux stades de dégradation sont difficiles à discerner.

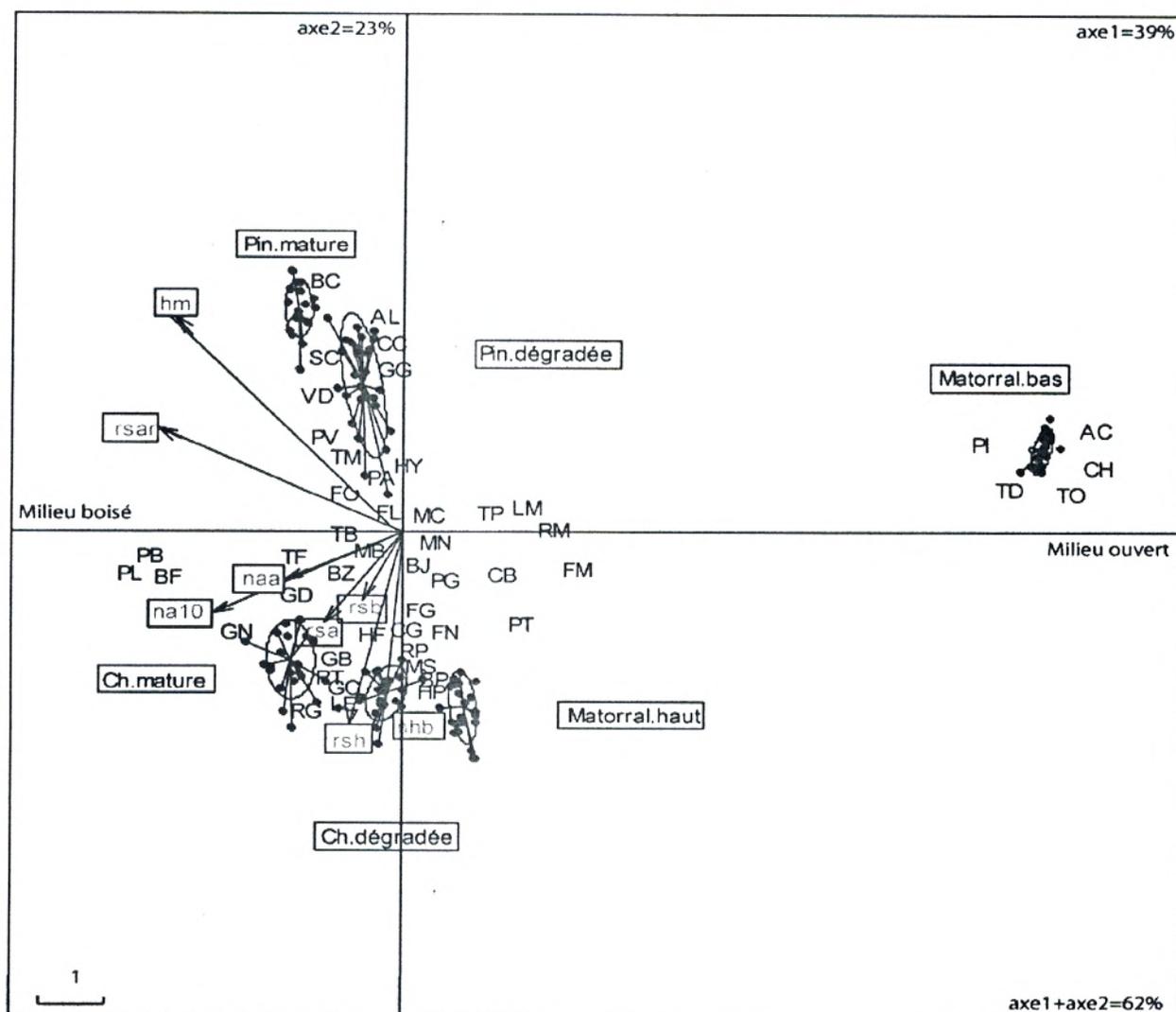
### 5.1.3 Analyse canonique des correspondances

Les axes 1 et 2 de l'analyse canonique des correspondances (CCA) apportent 62% de l'information globale (Fig.6). Les six habitats projetés sont bien distincts et se répartissent selon le gradient de fermeture du milieu cité précédemment. Quant aux variables de la végétation, elles présentent un fort pouvoir explicatif. En effet la proportion de variance expliquée par la régression est de  $R^2 = 0.91$  pour l'axe 1 et  $R^2 = 0.90$  pour l'axe 2.



**Figure 5** : Projection sur les deux premiers axes de l'analyse factorielle des correspondances des habitats forestiers et des espèces d'oiseaux y nichant.

Parmi les neuf variables analysées, cinq présentent les plus fortes valeurs absolues et semblent les plus déterminantes pour la structure de la communauté d'oiseaux dans les stades mature et dégradé de la pinède et de la chênaie. Ainsi l'avifaune de la pinède est associée à la hauteur (hm) et au recouvrement de la strate arborée (rsar). Le Pigeon ramier (PR) et le Grimpereau des jardins (GJ) semblent plus sensibles à la canopée et à la hauteur. Le Bec-croisé des sapins (BC) et le Gobemouche gris (GG) quant à eux préfèrent la hauteur des arbres. Dans la chênaie, le Gobemouche noir de l'Atlas (GN) et le Grosbec casse-noyaux (GB), qui caractérisent le stade mature, sont sensibles à la densité des gros arbres (na10). Par ailleurs, le recouvrement de la strate herbacée (rsh) et la diversité des herbes et buissons (nhb) sont déterminant respectivement pour le Bruant proyer (BP) et le Rossignol Philomèle (RP) dans la chênaie dégradée et le matorral haut. Enfin, dans le matorral bas, les espèces d'oiseaux semblent ne pas dépendre des variables citées.



**Figure 6:** Projection sur les deux premiers axes de l'analyse canonique des correspondances des variables du milieu et des espèces d'oiseaux y liés

## 5.2 Analyse par milieu

### 5.2.1 Milieux forestiers

#### 5.2.1.1 La chênaie

Connaître les variations de l'avifaune nicheuse dans les différents gradients de dégradation de la chênaie est l'un des buts recherchés par notre étude sur les oiseaux dans cette forêt. Quatre stades de dégradation ont été ainsi déterminés en fonction de l'état du couvert végétal, du moins dégradé au plus dégradé (Tab.4) où la physionomie de la végétation varie beaucoup d'un stade à un autre. Toutes les valeurs mentionnées dans le tableau ci-dessous sont des moyennes de mesures effectuées dans les stations d'écoute. Une comparaison par une

ANOVA des quatre gradients de la chênaie a révélé des différences très significatives ( $P < 0.0001$ ) par rapport à la hauteur de la végétation, la densité des arbres, le taux de recouvrement de la canopée, la richesse en arbres et arbustes et la diversité des espèces herbacées. 30 IPA unités soient 60 IPA partiels ont été effectués dans chacun des stades définis durant la saison de nidification de 2005, sauf pour le matorral bas où les relevés ont été réalisés pendant le printemps de 2006. Les stations d'écoute de la chênaie mature appartiennent à la forêt de Hafir, celles de la chênaie dégradée et du matorral haut appartiennent à la forêt de Zarifet et celles du matorral bas sont localisées dans la zone d'Oued Chouli.

**Tableau 4 :** Principales caractéristiques des quatre stades de dégradation de la chênaie

| Stade de dégradation        | Hauteur végétation (m) | Densité d'arbres | Nombre d'espèces arbres et arbustes | Nombre d'espèces herbacées | Recouvrement de la canopée |
|-----------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Stade 1<br>chênaie mature   | 10                     | 36               | 4                                   | 13                         | 50 %                       |
| Stade 2<br>chênaie dégradée | 6.5                    | 16               | 3                                   | 16                         | 20 %                       |
| Stade 3<br>matorral haut    | 1.9                    | 1.3              | 1                                   | 14                         | 3%                         |
| Stade 4<br>matorral bas     | 0.8                    | 1                | 1                                   | 11                         | 1.5%                       |

#### 5.2.1.1.1 Richesse spécifique

Les 240 relevés effectués dans les quatre stades de la chênaie nous ont permis de contacter 49 espèces nicheuses d'oiseaux (Tab.5). Cette richesse totale est répartie comme suit : 40 espèces dans la chênaie mature, 42 espèces dans la chênaie dégradée, 37 espèces dans le matorral haut et 22 espèces dans le matorral bas. Les courbes de richesse spécifique cumulée des espèces (Fig.4) sont de type logarithmique, elles montrent un palier quasi asymptotique à partir d'un certain nombre de relevés, à partir desquels la probabilité de contacter une nouvelle espèce devient très faible. La probabilité de rencontrer une nouvelle espèce à partir du n<sup>ième</sup> relevé est donnée par la formule suivante (Ferry, 1976) :

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

où  $S_n$  = richesse observée au n<sup>ième</sup> relevé

$a$  = nombre d'espèces de fréquence 1

$n$  = nombre total de relevés

Dans notre cas, nous avons calculé  $S_{n-1}$  par rapport aux 60 relevés partiels effectués dans chaque type de chênaie. Ainsi nous avons :

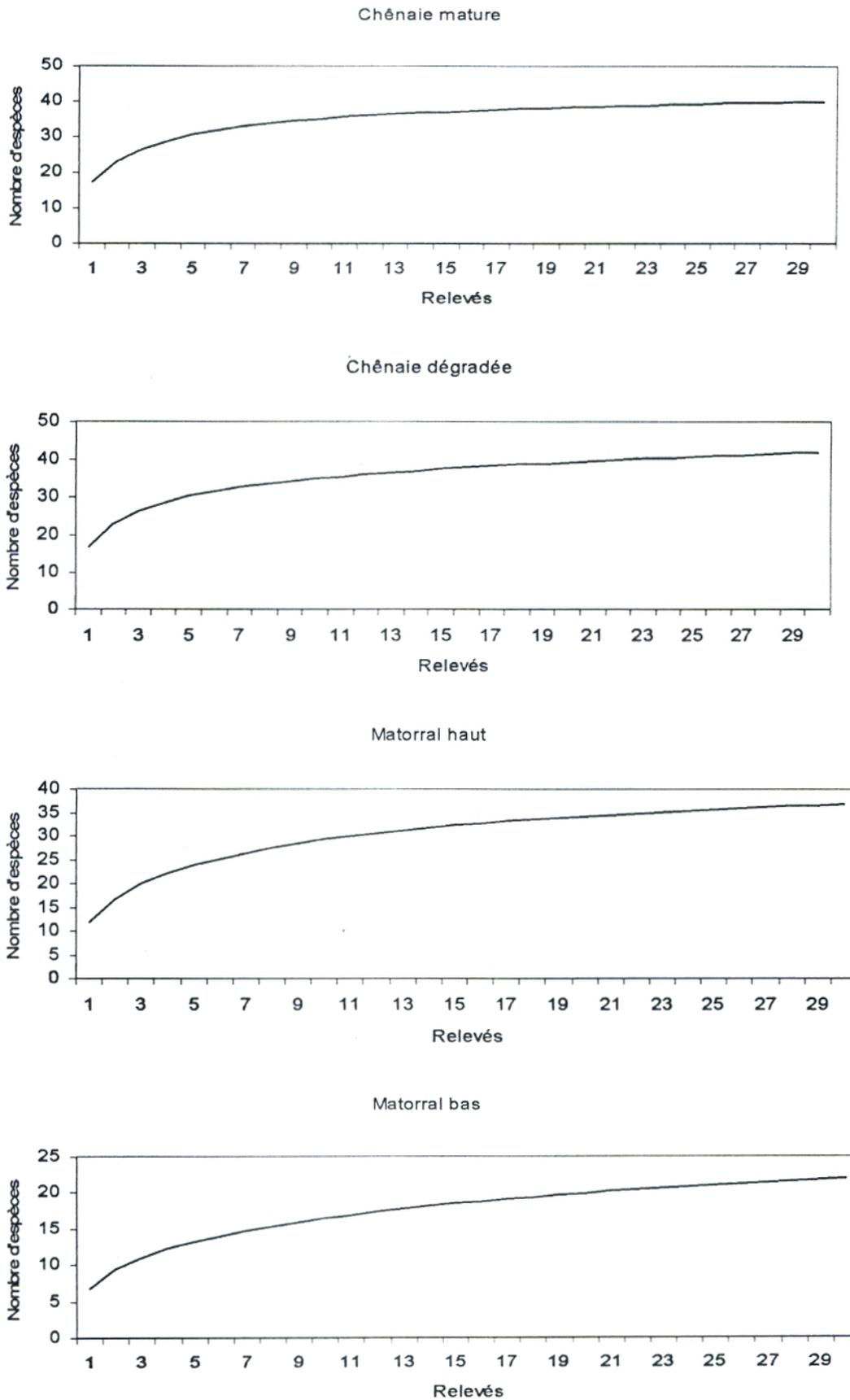
$$S_{n-1} = 40 - 4/60 = 40 - 0.066 = 39.934 \text{ pour la chênaie mature}$$

$$S_{n-1} = 42 - 6/60 = 42 - 0.1 = 41.9 \text{ pour la chênaie dégradée}$$

$$S_{n-1} = 37 - 7/60 = 37 - 0.116 = 36.884 \text{ pour la matorral haut}$$

$$S_{n-1} = 22 - 5/60 = 22 - 0.083 = 21.917 \text{ pour le matorral bas}$$

Il faudrait donc théoriquement 15, 10, 9 et 12 relevés pour contacter une nouvelle espèce respectivement dans la chênaie mature, la chênaie dégradée, le matorral haut et le matorral bas. Ces probabilités très faibles montrent que les espèces qui manquent dans la liste de nos relevés sont rares, très localisées ou irrégulières. Par ailleurs, les moyennes de la richesse spécifique dans les quatre stades (Tab.6) s'avèrent globalement, après une ANOVA, très différentes ( $F_{3,116}=85.44$ ,  $P<0.0001$ ). Leur comparaison par paires avec le test de Tukey.HSD montre qu'elles sont également très éloignées, sauf pour les moyennes de la chênaie mature et dégradée qui sont assez proches ( $P=0.83$ ).



**Figure 7 :** Courbes de richesse cumulée dans les quatre stades de la chênaie

**Tableau 5 :** IPA moyen et fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les quatre stades de la chénaie

| Espèce                           | Stade 1      |     | Stade 2      |     | Stade 3      |     | Stade 4     |     |
|----------------------------------|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|-------------|-----|
|                                  | IPA.m        | F   | IPA.m        | F   | IPA.m        | F   | IPA.m       | F   |
| Perdrix gabra                    | 0.25         | 17  | 0.35         | 33  | 0.22         | 17  | 0.12        | 13  |
| Caille des blés                  | 0            | 0   | 0.2          | 33  | 0.17         | 17  | 0.13        | 10  |
| Pigeon ramier                    | 1.2          | 90  | 0.65         | 63  | 0.13         | 13  | 0           | 0   |
| Tourterelle des bois             | 1.42         | 83  | 1.48         | 90  | 1.07         | 70  | 0.03        | 3   |
| Coucou gris                      | 0.3          | 40  | 0.33         | 40  | 0.13         | 17  | 0.03        | 3   |
| Huppe fasciée                    | 0.07         | 53  | 0.2          | 33  | 0.1          | 13  | 0.05        | 7   |
| Pic de Levailant                 | 0.78         | 83  | 0.37         | 50  | 0.07         | 10  | 0           | 0   |
| Torcol fourmilier                | 0.13         | 10  | 0            | 0   | 0.02         | 3   | 0           | 0   |
| Alouette des champs              | 0            | 0   | 0            | 0   | 0            | 0   | 0.43        | 43  |
| Cochevis huppé                   | 0.1          | 7   | 0            | 0   | 0            | 0   | 2.28        | 100 |
| Bulbul des jardins               | 0            | 0   | 0.03         | 3   | 0.03         | 3   | 0           | 0   |
| Rossignol Philomèle              | 0.67         | 43  | 1.58         | 83  | 1.62         | 97  | 0           | 0   |
| Rougegorge familier              | 0.2          | 10  | 0.05         | 7   | 0            | 0   | 0           | 0   |
| Tarier pâtre                     | 0            | 0   | 0            | 0   | 0.1          | 7   | 0.03        | 3   |
| Rougequeue de Moussier           | 0.13         | 17  | 0.67         | 83  | 0.37         | 53  | 0.72        | 83  |
| Traquet oreillard                | 0            | 0   | 0            | 0   | 0            | 0   | 0.37        | 40  |
| Traquet deuil                    | 0            | 0   | 0            | 0   | 0            | 0   | 0.07        | 7   |
| Merle noir                       | 2.17         | 100 | 1.73         | 100 | 1.37         | 100 | 0.33        | 47  |
| Grive draine                     | 0.62         | 50  | 0.03         | 3   | 0            | 0   | 0           | 0   |
| Hypolaïs pâle                    | 0            | 0   | 0.07         | 7   | 0.47         | 43  | 0           | 0   |
| Hypolaïs polyglotte              | 0.07         | 7   | 0.5          | 47  | 0.83         | 50  | 0           | 0   |
| Fauvette grisette                | 0.03         | 3   | 0.03         | 3   | 0.5          | 63  | 0           | 0   |
| Fauvette à tête noire            | 0.17         | 13  | 0.57         | 47  | 0.2          | 17  | 0.08        | 7   |
| Fauvette mélanocéphale           | 0.17         | 27  | 0.73         | 67  | 2.02         | 100 | 1.18        | 97  |
| Fauvette Orphée                  | 0.37         | 27  | 0.2          | 20  | 0.27         | 33  | 0           | 0   |
| Fauvette à lunettes              | 0            | 0   | 0.03         | 3   | 0.07         | 3   | 0           | 0   |
| Fauvette passerinette            | 0.57         | 40  | 0.23         | 20  | 0.1          | 10  | 0           | 0   |
| Pouillot de Bonelli              | 2.85         | 100 | 1.23         | 70  | 0.33         | 47  | 0           | 0   |
| Pouillot véloce                  | 0.02         | 3   | 0.07         | 7   | 0            | 0   | 0           | 0   |
| Roitelet triple-bandeau          | 0.27         | 33  | 0.03         | 3   | 0            | 0   | 0           | 0   |
| Gobe mouche gris                 | 0.33         | 23  | 0.33         | 23  | 0.02         | 3   | 0           | 0   |
| Gobe mouche noir                 | 0.88         | 50  | 0.02         | 3   | 0            | 0   | 0           | 0   |
| Mésange charbonnière             | 1.03         | 100 | 0.83         | 87  | 0.53         | 40  | 0.17        | 20  |
| Mésange bleue ultramarine        | 1.95         | 100 | 1.23         | 87  | 0.35         | 43  | 0.15        | 17  |
| Grimpereau des jardins           | 1.22         | 93  | 0.13         | 7   | 0.03         | 3   | 0           | 0   |
| Troglodyte mignon                | 0.43         | 37  | 0.45         | 47  | 0            | 0   | 0           | 0   |
| Pie-grièche méridionale          | 0            | 0   | 0            | 0   | 0            | 0   | 0.08        | 10  |
| Pie-grièche à tête rousse        | 0.27         | 27  | 0.67         | 67  | 0.42         | 60  | 0.40        | 40  |
| Geai des chênes                  | 0.8          | 93  | 0.43         | 53  | 0.12         | 17  | 0           | 0   |
| Loriot d'Europe                  | 0.55         | 43  | 0.42         | 43  | 0.03         | 7   | 0           | 0   |
| Moineau soulcie                  | 0.07         | 3   | 0.1          | 10  | 0.03         | 3   | 0           | 0   |
| Pinson des arbres                | 1.83         | 97  | 0.98         | 80  | 0.3          | 30  | 0.33        | 43  |
| Serin cini                       | 0.33         | 40  | 0.12         | 20  | 0.17         | 17  | 0           | 0   |
| Linotte mélodieuse               | 0.30         | 30  | 1.08         | 60  | 1            | 73  | 1.23        | 90  |
| Verdier d'Europe                 | 0.02         | 3   | 0.22         | 20  | 0.08         | 13  | 0           | 0   |
| Grosbec casse-noyaux             | 0.82         | 60  | 0.37         | 30  | 0            | 0   | 0           | 0   |
| Bruant proyer                    | 0.15         | 10  | 1.63         | 93  | 0.68         | 67  | 0.03        | 3   |
| Bruant fou                       | 0.47         | 27  | 0.07         | 7   | 0.1          | 7   | 0           | 0   |
| Bruant zizi                      | 0.37         | 50  | 0.13         | 17  | 0.1          | 3   | 0.02        | 3   |
| <b>Nombre total d'espèces</b>    | <b>40</b>    |     | <b>42</b>    |     | <b>37</b>    |     | <b>22</b>   |     |
| <b>Nombre d'espèces F&gt;50%</b> | <b>15</b>    |     | <b>15</b>    |     | <b>10</b>    |     | <b>4</b>    |     |
| <b>Abondance totale moyenne</b>  | <b>24.38</b> |     | <b>20.57</b> |     | <b>14.15</b> |     | <b>8.26</b> |     |

La valeur (abondance) pour chaque espèce correspond à son IPA moyen dans les 30 points d'écoute

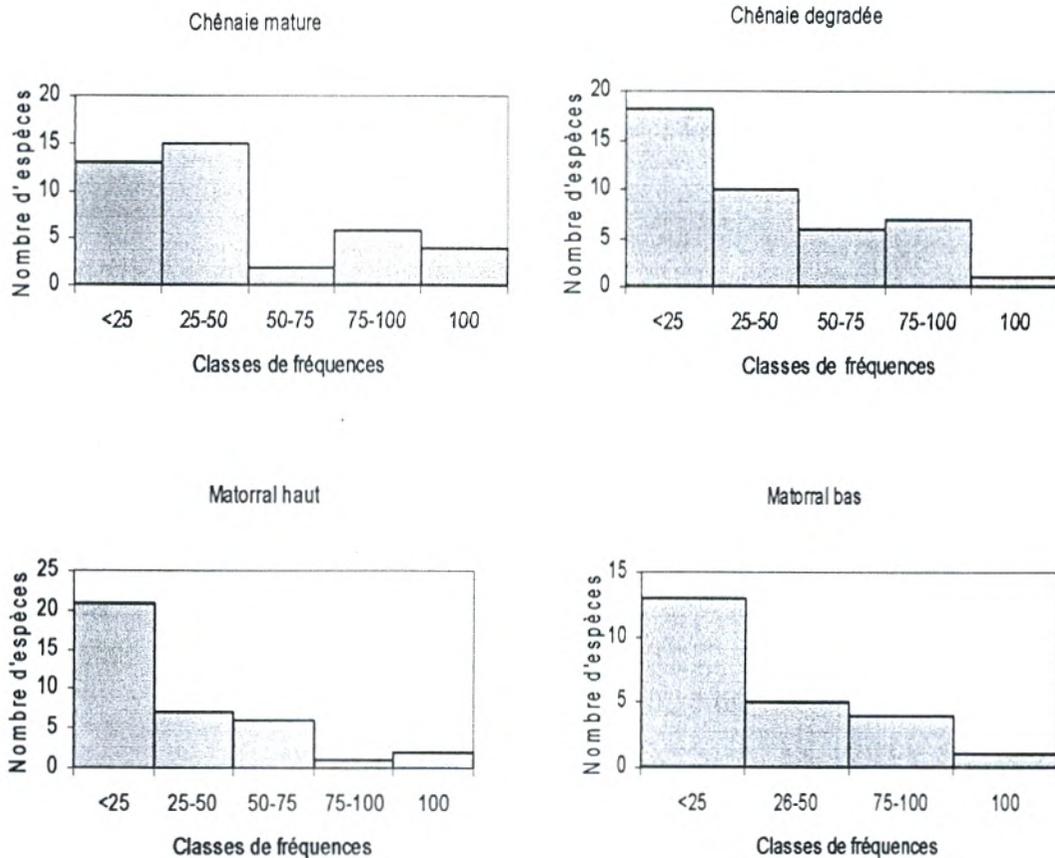
### 5.2.1.1.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux

#### 5.2.1.1.2.1 Fréquence et espèces caractéristiques

La notion de fréquence permet de distinguer aisément les espèces caractéristiques d'un milieu (faible densité, mais fréquence acceptable) de celles dont la présence est irrégulière (Muller, 1985). Le tableau 5 indique les fréquences des 49 espèces recensées dans les quatre stades de la chênaie, ainsi que le nombre d'espèces régulières, constantes ou omniprésentes ( $F > 50\%$ ) dans chaque stade à savoir 15 espèces dans la chênaie mature, 14 dans la chênaie dégradée, 10 dans le matorral haut et quatre dans le matorral bas. Les espèces rares, accessoires et régulières marquent fortement leurs présences dans chaque stade et y occupent la plus grande proportion du peuplement avien (Fig.8). Ainsi dans la chênaie mature on rencontre respectivement 13, 12 et 5 espèces soit 75% du total contre six espèces constantes et quatre omniprésentes ; dans la chênaie dégradée 18, 9 et 7 espèces soit 82% contre sept constantes et une omniprésente; dans le matorral haut 21, 6 et 7 espèces soit 92% contre une constante et deux omniprésentes et enfin dans le matorral bas on a contacté seulement 13 rares et 5 accessoires soit 82% contre trois espèces constantes et une omniprésente, les régulières y sont absentes. Certaines espèces d'oiseaux sont localisées et contactées uniquement dans l'un des quatre stades de la chênaie. Elles peuvent être donc considérées comme espèces caractéristiques de ce milieu. Ainsi la chênaie mature se caractérise par la présence de quatre espèces que sont le Gobemouche noir de l'Atlas, le Torcol fourmilier, le Roitelet triple-bandeau et le Grimpereau des jardins. Ces oiseaux peuvent se rencontrer dans les stades 2 ou 3 mais avec une fréquence négligeable. Pour le matorral bas, il se distingue par cinq espèces : l'Alouette des champs, le Cochevis huppé, le Traquet oreillard, le Traquet deuil et la Pie-grièche méridionale. Le Cochevis huppé a été rencontré dans le stade 1 mais sa présence est insignifiante. Quant à la chênaie dégradée et le matorral haut, aucune espèce ne les caractérise.

#### 5.2.1.1.2.2 Abondance et espèces dominantes

Parmi les espèces qui composent le peuplement avien de chaque stade de la chênaie, quelques unes dominent largement tandis que d'autres ne sont représentées que par un faible nombre de couples (Tab.5). Les espèces dominantes, c'est-à-dire celles qui excèdent 5% du total du peuplement (Tomialojc et *al.*, 1984), sont au nombre de sept au niveau de la chênaie mature: le Pigeon ramier, la Tourterelle des bois, le Merle noir, le Pouillot de Bonelli, la Mésange bleue ultramarine, le Grimpereau des jardins et le Pinson des arbres. Ces espèces représentent la majorité (56%) de l'abondance de l'effectif total des oiseaux nicheurs.



**Figure 8 :** Classes de fréquences des oiseaux nicheurs dans les quatre stades de la chênaie

Sur les 33 autres espèces, 20 ont une abondance négligeable, il s'agit soit d'espèces à grand territoire (Huppe fasciée, Coucou gris) soit d'espèces accidentelles (Cochevis huppé, Verdier d'Europe, Moineau soulcie, Pouillot véloce, Fauvette grisette, Hypolais polyglotte) soit d'espèces rares (Gobemouche gris, Rougegorge familier, Torcol fourmilier, Roitelet triple-bandeau). Dans la chênaie dégradée, huit espèces sont dominantes (Tourterelle des bois, Rossignol Philomèle, Merle noir, Pouillot de Bonelli, Mésange bleue ultramarine, Linotte mélodieuse, Pinson des arbres, Bruant proyer) et représentent à elles seules 53.2% de l'abondance totale. Sur le reste des 34 autres espèces, 21 sont faiblement abondantes. Au niveau du matorral haut, sept espèces sur 37 dominent avec 60% de l'abondance totale (Tourterelle des bois, Rossignol Philomèle, Merle noir, Hypolais polyglotte, Fauvette mélanocéphale, Linotte mélodieuse, Bruant proyer), et 24 espèces sont de faible abondance. Enfin pour le matorral bas, six espèces seulement sur 22 sont dominantes et représentent 52% de l'abondance totale (Alouette des champs, Cochevis huppé, Rougequeue de Moussier,

Fauvette mélanocéphale, Pie-grièche à tête rousse, Linotte mélodieuse) et 14 sont faiblement abondantes. Malgré ce déséquilibre en faveur de quelques espèces, la diversité du peuplement est forte, notamment pour les trois premiers stades avec un indice de Shannon qui dépasse la valeur de 3 (Tab.6). Du point de vue de l'abondance totale, la chênaie mature est l'habitat qui renferme le plus d'oiseaux avec 844.5 couples, suivi par la chênaie dégradée avec 704.5 couples, puis par le matorral haut avec 504.5 couples et en dernier lieu par le matorral bas avec 301 couples.

Dix neuf familles au total sont contactées ; celles qui dominent en nombre d'espèces sont les Sylviidés, les Turdidés, les Fringillidés et les Emberizidés avec respectivement 11, 7, 6 et 3 espèces, représentant ainsi plus de 55% de la richesse totale (Tab.7). Sur le plan de l'abondance, six familles dominent le peuplement avec plus de 77% du total. Il s'agit des Sylviidés, des Turdidés, des Fringillidés, des Paridés, des Columbides et des Emberizidés. Les Paridés et les Columbides représentées par deux espèces chacune sont les plus dominantes en abondance (9.3 et 8.9 %) et les Emerizidés (5.6%) sont les plus dominantes en nombre d'espèces (Tab.7).

#### **5.2.1.1.3 Guildes et groupes trophiques**

En fonction du lieu de recherche de nourriture dans lequel l'oiseau passe le maximum de son temps, quatre guildes ont été ainsi définies (Tab.8) : les aériens qui se nourrissent au vol en chassant des insectes, les arboricoles qui fréquentent la canopée aussi bien le feuillage que les branches, les oiseaux de buissons qui se nourrissent dans la strate arbustive et dans le sous-bois et enfin les terrestres qui recherchent l'alimentation au niveau du sol. Selon le régime alimentaire des oiseaux étudiés, six groupes trophiques subdivisibles, parmi les 49 espèces, ont été dégagés :

##### **1) Les insectivores**

Vingt neuf espèces d'oiseaux se nourrissant essentiellement d'invertébrés représentent le groupe trophique le plus important (60%) du peuplement avien de la chênaie. Il est composé de 10 espèces arboricoles, 11 espèces de buisson, 6 terrestres et 2 aériens et ces oiseaux appartiennent surtout aux Sylviidés et Turdidés. Ce sont les chênaies mature et dégradée qui renferment le plus d'insectivores avec 24 espèces chacune, suivies par le matorral haut avec 21 espèces, puis par le matorral bas avec 11 espèces.

**Tableau 6 :** Richesse, abondance et diversité avienne dans les quatre stades de la chênaie

| Habitat          | Richesse totale | Richesse moyenne | Abondance totale | Abondance moyenne | Indice Shannon | Indice Equitabilité |
|------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Chênaie mature   | 40              | 17,43            | 844,5            | 28,15             | 3,25           | 0,88                |
| Chênaie dégradée | 42              | 16,73            | 704,5            | 23,48             | 3,31           | 0,88                |
| Matorral haut    | 37              | 11,76            | 504,5            | 16,82             | 3,03           | 0,84                |
| Matorral bas     | 22              | 6,93             | 301              | 10,03             | 2,35           | 0,76                |

(Abondance totale : nombre de couples par 30 relevés. Abondance moyenne : nombre de couple par un relevé.)

**Tableau 7 :** Importance des familles d'oiseaux dans l'ensemble des quatre stades de la chênaie

| Famille      | Nbre d'espèces | %          | Abondance    | %          |
|--------------|----------------|------------|--------------|------------|
| Sylviidés    | 11             | 22.4       | 14.26        | 21.2       |
| Turdidés     | 8              | 16.3       | 12.83        | 19         |
| Fringillidés | 5              | 10.2       | 9.18         | 13.6       |
| Emberizidés  | 3              | 6.1        | 3.75         | 5.6        |
| Paridés      | 2              | 4.1        | 6.24         | 9.3        |
| Columbidés   | 2              | 4.1        | 5.98         | 8.9        |
| Alaudidés    | 2              | 4.1        | 2.81         | 4.2        |
| Laniidés     | 2              | 4.1        | 1.84         | 2.7        |
| Muscipacidés | 2              | 4.1        | 1.58         | 2.4        |
| Phasianidés  | 2              | 4.1        | 1.44         | 2.1        |
| Picidés      | 2              | 4.1        | 1.37         | 2.0        |
| Certhiidés   | 1              | 2          | 1.38         | 2.0        |
| Corvidés     | 1              | 2          | 1.35         | 2.0        |
| Oriolidés    | 1              | 2          | 1            | 1.5        |
| Troglodydés  | 1              | 2          | 0.88         | 1.3        |
| Cuculidés    | 1              | 2          | 0.79         | 1.2        |
| Upupidés     | 1              | 2          | 0.42         | 0.6        |
| Passéridés   | 1              | 2          | 0.2          | 0.3        |
| Pycnonotidés | 1              | 2          | 0.06         | 0.1        |
| <b>Total</b> | <b>49</b>      | <b>100</b> | <b>67.36</b> | <b>100</b> |

**Tableau 8 :** Guildes et groupes trophiques au niveau des quatre stades de la chênaie

| Guilde              | Catégorie trophique | Chênaie mature | Chênaie dégradée | Matorral haut | Matorral bas | Ensemble chênaie |
|---------------------|---------------------|----------------|------------------|---------------|--------------|------------------|
| Aérien              | Insectivore         | 2              | 2                | 1             | 0            | 2                |
| Arboricole          | Frugivore           | 2              | 2                | 2             | 1            | 2                |
| "                   | Gra.frugivore       | 2              | 2                | 1             | 0            | 2                |
| "                   | Insectivore         | 10             | 9                | 8             | 3            | 10               |
| "                   | Mixte               | 3              | 4                | 4             | 1            | 4                |
| Espèce de buisson   | Insectivore         | 8              | 10               | 9             | 0            | 11               |
| "                   | Mixte               | 2              | 2                | 1             | 3            | 2                |
| Terrestre           | Carnivore           | 1              | 1                | 1             | 2            | 2                |
| "                   | Granivore           | 6              | 7                | 7             | 5            | 7                |
| "                   | Insectivore         | 4              | 3                | 3             | 6            | 6                |
| "                   | Mixte               | 0              | 0                | 0             | 1            | 1                |
| <b>Total espèce</b> |                     | <b>40</b>      | <b>42</b>        | <b>37</b>     | <b>22</b>    | <b>49</b>        |

(Gra.frugivore : granivore-frugivore)

## 2) Les granivores

Ce groupe est composé de sept espèces toutes terrestres qui se nourrissent de graines au niveau du sol : Bruant fou, Bruant proyer, Bruant zizi, Linotte mélodieuse, Perdrix gabra, Caille des blés, Serin cini. La répartition des granivores dans les quatre stades est presque équitable, elle varie de 7 à 5 espèces par stade.

## 3) Les mixtes ou omnivores

Représentés par sept espèces : quatre arboricoles (Geai des chênes, Moineau soulcie, Pinson des arbres, Bulbul des jardins), deux espèces de buisson (Grive draine, Merle noir) et une espèce terrestre (Alouette des champs).

## 4) Les frugivores

Caractérisés par un régime alimentaire à base de fruits, les frugivores sont composés de deux espèces arboricoles, le Pigeon ramier et la Tourterelle des bois.

## 5) Les granivores-frugivores

Deux espèces arboricoles (Grosbec casse-noyaux et Verdier d'Europe) composent ce groupe à régime alimentaire basé sur les fruits et les graines.

## 6) Les carnivores

Au nombre de deux, la Pie-grièche à tête rousse et la Pie-grièche méridionale sont des espèces terrestres et les seules prédatrices de vertébrés parmi les passereaux recensés au niveau de la chênaie.

### 5.2.1.1.4 Diversité à l'échelle du paysage

Pour connaître la structure du peuplement d'oiseaux au niveau de la chênaie, nous avons déterminé sa diversité à différentes échelles, à savoir : la diversité alpha ou intra-biotope ( $H'\alpha$ ), la diversité gamma ou sectorielle ( $H'\gamma$ ) et la diversité bêta ( $H'\beta$ ) ou indice de similitude inter-biotopes. La diversité alpha nous renseigne sur la façon dont les individus se répartissent entre les espèces. Elle est égale à 3.25 (valeur la plus élevée) dans la chênaie mature, 3.31 dans la chênaie dégradée, 3.03 dans le matorral haut et 2.35 (valeur la plus faible), dans le matorral bas. Sur un autre plan, la diversité gamma qui définit une diversité d'ensemble pour plusieurs biotopes mélangés, mesure dans le cas d'une succession écologique le nombre de niches réalisées à l'échelle de l'ensemble de l'univers (Blondel, 1979). Le tableau 9 présente les diversités gamma de quatre successions. Les valeurs obtenues

se situent toutes entre 3.25 pour la première succession et 3.50 pour l'ensemble des successions. Par ailleurs, la diversité bêta qui mesure l'importance du changement entre peuplements qu'introduit la modification de structure des biotopes est de 0.15 pour les chênaies mature et dégradée, 0.29 pour la chênaie dégradée et le matorral haut, et 0.23 pour les matorrals haut et bas.

**Tableau 9** : Diversité alpha, gamma et bêta dans les quatre stades de la chênaie

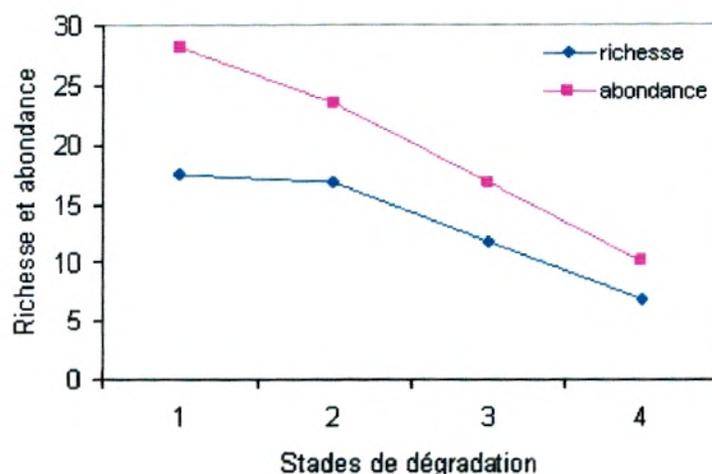
| Diversité  | Chêne mature | Chêne dégradée | Matorral haut | Matorral bas |
|------------|--------------|----------------|---------------|--------------|
| $H'\alpha$ | 3.25         | 3.31           | 3.03          | 2.35         |
| $H'\gamma$ | 3.25         | 3.43           | 3.46          | 3.50         |
| $H'\beta$  | 0.15         |                | 0.29          | 0.23         |

### 5.2.1.1.5 Effet de la dégradation des habitats sur les peuplements d'oiseaux

#### 5.2.1.1.5.1 Analyse comparative des peuplements dans les quatre stades de dégradation

Afin de savoir s'il y a des différences, sur le plan statistique, entre les peuplements d'oiseaux dans les quatre stades de dégradation de la chênaie, nous avons fait une comparaison par des analyses ANOVA (après test de Shapiro sur les résidus) sur les différents indices de la biodiversité caractérisant ces peuplements. Les analyses ont montré des différences très significatives pour la richesse ( $F_{3,116}=85.77$ ,  $P<0.001$ ), l'abondance ( $F_{3,116}=81.77$ ,  $P<0.001$ ) et la diversité ( $F_{3,116}=101.62$ ,  $P<0.001$ ). En effet, de grandes variations de ces indices sont visibles en passant d'un stade à un autre (Tab.6). La richesse moyenne varie de sa plus forte valeur de 17.43 dans la chênaie mature à sa plus faible de 6.93 dans le matorral bas. De même, l'abondance moyenne passe de 28.15 dans le stade 1 à 23.48 dans le stade 2, puis à 16.82 dans le stade 3, pour atteindre finalement sa plus faible valeur de 10.3 dans le stade 4. L'indice de Shannon quant à lui varie surtout entre le 1<sup>er</sup>, le 3<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> stade où on enregistre respectivement des valeurs de 3.25, 3.03 et 2.35. Par ailleurs, une comparaison par paires à l'aide du test de Tukey-HSD sur les mêmes indices révèle également des différences hautement significatives ( $P<0.001$ ) sauf entre les chênaies mature et dégradée où la richesse et la diversité ne changent pas fortement ( $P=0.87$ ,  $P=0.96$ ). Effectivement, la richesse moyenne et l'indice de Shannon varient légèrement en passant de la chênaie mature (17.43 ; 3.25) à la chênaie dégradée (16.73 ; 3.31). La figure 9 illustre clairement la

diminution de la richesse et de l'abondance moyenne à chaque passage d'un stade peu dégradé à un stade plus dégradé.

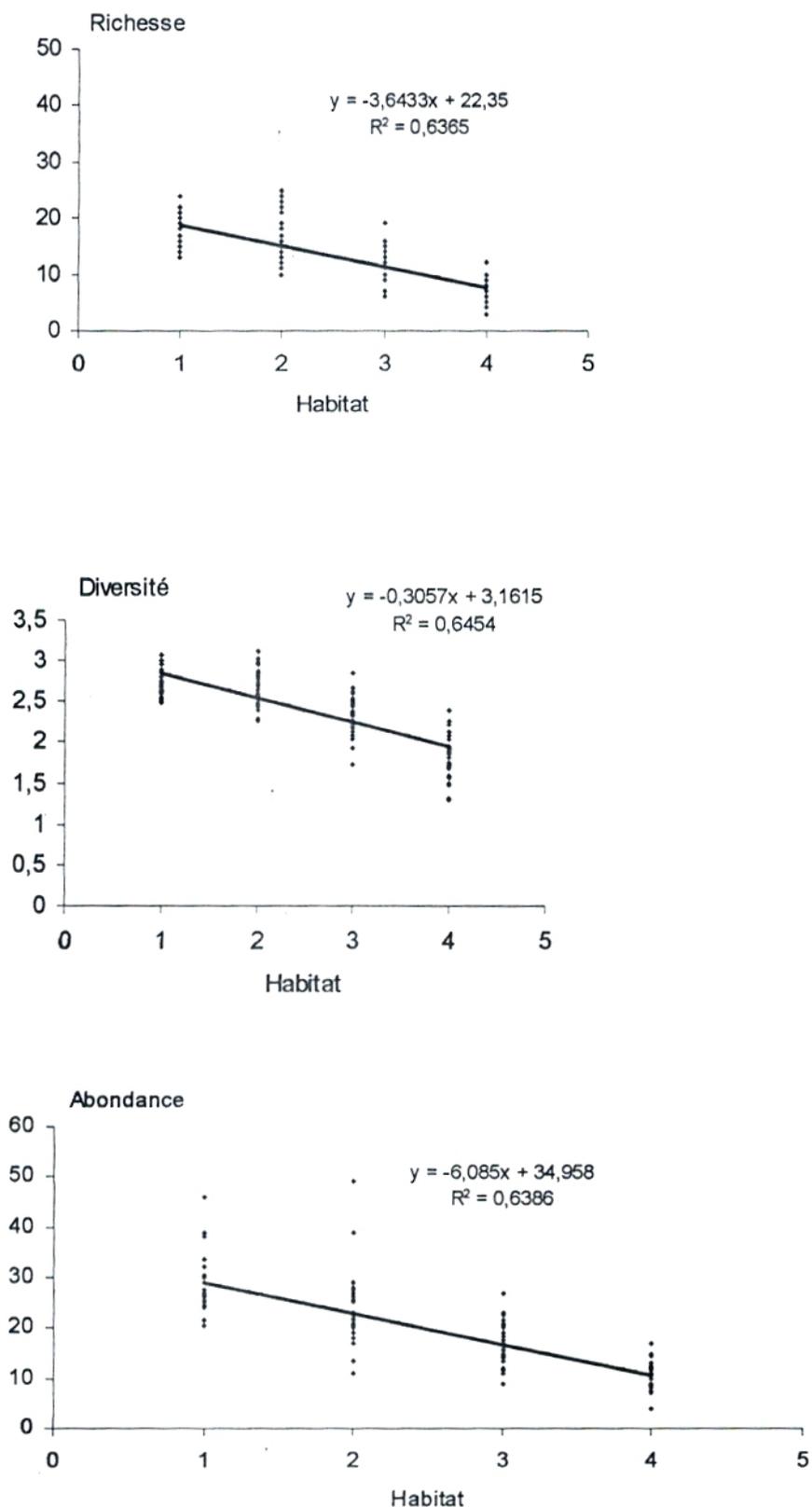


**Figure 9 :** Evolution de la richesse et de l'abondance le long des quatre stades de dégradation (1: chênaie mature, 2 : chênaie dégradée, 3 : matorral haut, 4 : matorral bas)

#### 5.2.1.1.5.2 Effet de la dégradation sur les indices de biodiversité (richesse, abondance, diversité)

Les régressions simples présentées dans la figure 10 montrent que la dégradation d'habitat explique plus de 60% de la variance des indices de la biodiversité avienne dans l'ensemble des quatre stades de dégradation. En effet, 63% de la variabilité de la richesse sont expliqués en lien avec les gradients d'habitat. De même que pour l'abondance et la diversité, qui décroissent dans les stades dégradés, présentent un fort coefficient de détermination respectivement de 63 et 64%. Ces importantes variances sont en rapport direct avec la variable habitat.

Par ailleurs, La richesse, l'abondance et la diversité sont analysées comme des variables à expliquer au moyen d'un modèle linéaire généralisé (GLM) ou d'un modèle linéaire (LM). Les variables explicatives utilisées sont au nombre de 11 : l'habitat, le nombre d'arbres dont le diamètre est supérieur à 10 cm (Nbre.arb>10cm), le recouvrement de la strate herbacée (Rcv.str.herb), le recouvrement de la strate buissonnante (Rcv.str.buiss),



**Figure 10:** Régressions simples des paramètres de la communauté des oiseaux dans les quatre stades de dégradation de la chênaie (1:chêne mature, 2:chêne dégradée, 3: matorral haut, 4: matorral bas)

le recouvrement de la strate arbustive (Rcv.str.arbu), le recouvrement de la strate arborée (Rcv.str.arbo), le nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes (Nbr.arb.arbu), le nombre d'espèces d'herbes et de buissons (Nbr.herb.buis), les espèces végétales dominantes (Dom.vgx), la hauteur moyenne de la strate végétale dominante (Haut.moy) et le type de sol (Sol). Le nombre de paramètres (variables) du modèle est représenté par la lettre k. L'AIC, ou « Akaike Information Criterion » (Burnham et Anderson, 1998), est une statistique utilisée pour la sélection de modèles. Basée sur un compromis entre pouvoir explicatif du modèle et parcimonie dans l'explication, elle permet d'identifier le meilleur modèle, c'est-à-dire celui qui maximise la part de la variance expliquée à partir d'un nombre minimum de variables explicatives. L'AIC permet d'évaluer la bonne adéquation d'un modèle et surtout de comparer plusieurs modèles entre eux. Le meilleur modèle est celui qui présente la plus faible valeur d'AIC (Burnham et Anderson, 1998 ; Caswell, 2001). La différence d'AIC ( $\Delta AIC$ ) par rapport au meilleur modèle permet d'annoncer la qualité d'un modèle donné. Nous avons utilisé cet AIC pour identifier le modèle le plus pertinent expliquant l'effet des variables les plus importantes sur les indices de biodiversité. Pour chaque modèle investigué, nous avons calculé la différence dans les valeurs d'AIC ( $\Delta AIC$ ) ; celle-ci est relative au meilleur modèle ayant la plus petite valeur d'AIC. Suivant Burnham et Anderson (1998), nous avons considéré que (1) tout modèle ayant une  $\Delta AIC \leq 2$  est le meilleur modèle avec un poids substantiel ; (2) tout modèle ayant une  $\Delta AIC$  comprise entre 4 et 7 possède un poids moins important que le meilleur modèle ; (3) tout modèle ayant une  $\Delta AIC \geq 10$  ne peut pas expliquer les variations observées dans les données.

L'analyse des variables environnementales qui ont le plus d'effet sur la richesse par une approche de GLM montre que le meilleur modèle statistique pour expliquer les variables influençant la richesse est un modèle incluant un effet de recouvrement de la strate arborée et du nombre d'arbres et d'arbustes (Tab.10). Pour l'abondance, le meilleur modèle comprend un effet du recouvrement de la strate arborée, du nombre des espèces herbacées et buissonnantes, de la hauteur moyenne et du type de sol (Tab.11). Alors que pour la diversité, le meilleur modèle est celui incluant l'effet du nombre d'arbres et d'arbustes et la végétation dominante (Tab.12).

**Tableau 10 :** Analyse des variables environnementales influençant la richesse par une approche de sélection de modèle linéaire généralisé

| Modèle   | k  | AIC   | Δ AIC |
|--|----|-------|-------|
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.str.arbu +<br>Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Dom.vgx + Haut.moy + Sol | 11 | 629.2 | 32    |
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.str.arbu +<br>Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Haut.moy + Sol           | 10 | 610.4 | 13.2  |
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.arbu + Rcv.str.arbo +<br>Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Haut.moy + Sol                           | 9  | 608.4 | 11.2  |
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.arbu + Rcv.str.arbo +<br>Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Sol                                      | 8  | 606.4 | 9.2   |
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.arbu + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu +<br>Nbr.herb.buis + Sol   | 7  | 604.5 | 7.3   |
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.arbu + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu +<br>Nbr.herb.buis   | 6  | 602.5 | 5.3   |
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis   | 5  | 600.5 | 3.3   |
| Richesse ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu   | 4  | 599.4 | 2.2   |
| Richesse ~ Habitat + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu   | 3  | 598.4 | 1.2   |
| Richesse ~ Habitat + Nbr.arb.arbu  | 2  | 597.2 | 0.0   |

**Tableau 11** : Analyse des variables environnementales influençant l'abondance par une approche de sélection de modèle linéaire

| Modèle  | k  | AIC   | Δ AIC |
|---|----|-------|-------|
| Abondance ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.st.rarbu + Rcv.str.arbo +<br>Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Dom.vgx + Haut.moy + Sol | 11 | 405.6 | 22.5  |
| Abondance ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.stra.rbu + Rcv.str.arbo +<br>Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Haut.moy + Sol           | 10 | 392.5 | 9.4   |
| Abondance ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.str.arbu + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu +<br>Nbr.her.bbuis + Haut.moy + Sol           | 9  | 389.1 | 6     |
| Abondance ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.buiss + Rcv.str.arbu + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis +<br>Haut.moy + Sol                          | 8  | 387.1 | 4     |
| Abondance ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.arbu + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Haut.moy + Sol   | 7  | 385.1 | 2     |
| Abondance ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Haut.moy + Sol  | 6  | 384.1 | 1     |
| Abondance ~ Habitat + Rcv.str.arbo + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Haut.moy + Sol  | 5  | 383.5 | 0.4   |
| Abondance ~ Habitat + Rcv.str.arbo + Nbr.herb.buis + Haut.moy + Sol   | 4  | 383.1 | 0.0   |

**Tableau 12 :** Analyse des variables environnementales influençant la diversité par une approche de sélection de modèle linéaire

| Modèle  | k  | AIC     | Δ AIC |
|---|----|---------|-------|
| Diversité ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.st.rarbu + Rcv.str.arbo +<br>Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Dom.vgx + Haut.moy + Sol | 11 | -347.17 | -7.48 |
| Diversité ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.st.rarbu + Nbr.arb.arbu +<br>Nbr.herb.buis + Dom.vgx + Haut.moy + Sol                | 10 | -348.98 | -5.67 |
| Diversité ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.st.rarbu + Nbr.arb.arbu +<br>Nbr.herb.buis + Dom.vgx + Sol                           | 9  | -350.61 | -4.04 |
| Diversité ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Rcv.st.rarbu + Nbr.arb.arbu +<br>Nbr.herb.buis + Dom.vgx                                 | 8  | -352.07 | -2.58 |
| Diversité ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Rcv.str.buiss + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Dom.vgx   | 7  | -352.93 | -1.72 |
| Diversité ~ Habitat + Nbre.arb>10cm + Rcv.str.herb + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Dom.vgx   | 6  | -353.49 | -1.16 |
| Diversité ~ Habitat + Rcv.str.herb + Nbr.arb.arbu + Nbr.herb.buis + Dom.vgx   | 5  | -354.32 | -0.33 |
| Diversité ~ Habitat + Rcv.str.herb + Nbr.arb.arbu + Dom.vgx   | 4  | -354.5  | -0.15 |
| Diversité ~ Habitat + Nbr.arb.arbu + Dom.vgx  | 3  | -354.65 | -0    |

### 5.2.1.1.5.3 Effet de la dégradation d'habitat sur la structure du peuplement d'oiseaux

#### 5.2.1.1.5.3.1 Distribution des espèces généralistes et spécialistes dans les différents habitats

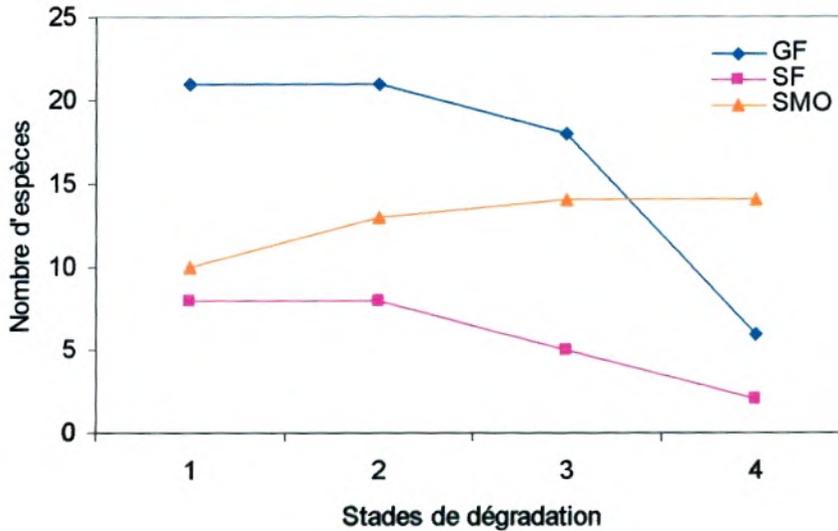
Nous avons classé les espèces retenues en trois groupes principaux en fonction de leur dépendance vis à vis de l'habitat forestier ou du milieu ouvert durant la période de nidification (Cramp, 1988 ; Diaz *et al.*, 1998 ; Heinzel *et al.*, 2004 ; Yeatman-Berthelot & Jarry, 1994). Ainsi, pour le milieu forestier nous avons : (1) Les espèces forestières généralistes (GF) comme la majorité des Fauvettes et le Pinson des arbres, qui nidifient en forêts et peuvent exploiter d'autres milieux limitrophes non forestiers (agricoles, matorrals,...). La plupart des généralistes font leurs nids dans les arbres et arbustes et s'alimentent au sol. (2) Les espèces forestières spécialistes (SF) telles que les Mésanges et le Grimpereau des jardins, qui sont restreints à l'habitat forestier, nidifient dans les arbres et arbustes et se nourrissent dans la canopée, aussi bien dans les branches que dans les troncs. (3) Les espèces spécialistes des milieux ouverts (SMO) comme les Alouettes et les Traquets, qui se nourrissent et nidifient au sol ou dans les buissons sauf, ici, la Huppe fasciée et le Moineau soulcie qui pondent leurs œufs dans des cavités d'arbres ou dans des trous de murs. La classification de chaque espèce est donnée par le tableau 13. Les 49 espèces contactées dans la chênaie sont représentées par 22 généralistes forestières, 8 spécialistes forestières et 19 spécialistes de milieux ouverts. Par ailleurs, dans le tableau 14 on remarque que les chênaies mature et dégradée renferment les mêmes catégories et les plus grandes quantités d'espèces spécialistes et généralistes forestières (21, 8), suivies par le matorral haut (18, 5) puis par le matorral bas avec les plus faibles effectifs (6, 2). Les spécialistes de milieux ouverts quant à eux sont inféodés surtout aux matorrals haut et bas avec 14 espèces dans chacun des deux milieux. Tandis que dans la chênaie dégradée on en trouve 13 espèces et 10 seulement dans la chênaie mature. La figure 11 montre clairement une réduction de la proportion des espèces spécialistes et des généralistes le long du gradient de perturbation d'habitat, en même temps qu'une augmentation de la proportion des espèces spécialistes de milieux ouverts.

**Tableau 13** : Classement des espèces d'oiseaux contactés en spécialistes forestiers (SF), généralistes forestiers (GF) et spécialistes de milieu ouvert (SMO)

| Espèces  | Groupes |
|--|---------|
| Alouette des champs <i>Alauda arvensis</i>                       | SMO     |
| Bruant fou <i>Emberiza cia</i>                                   | SMO     |
| Bruant zizi <i>Emberiza cirius</i>                               | SMO     |
| Bruant proyer <i>Miliaria calandra</i>                           | SMO     |
| Bulbul des jardins <i>Pycnonotus barbatus</i>                    | SMO     |
| Coucou gris <i>Cuculus canorus</i>                               | GF      |
| Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>                          | SMO     |
| Caille des blés <i>Coturnix coturnix</i>                         | SMO     |
| Fauvette grisette <i>Sylvia communis</i>                         | GF      |
| Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala</i>               | GF      |
| Fauvette à tête noire <i>Sylvia atricapilla</i>                  | GF      |
| Fauvette orphée <i>Sylvia hortensis</i>                          | GF      |
| Fauvette passerinette <i>Sylvia cantillans</i>                   | GF      |
| Fauvette à lunettes <i>Sylvia conspicillata</i>                  | GF      |
| Grosbec casse-noyaux <i>Coccothraustes coccothraustes</i>        | GF      |
| Geai des chênes <i>Garrulus glandarius</i>                       | GF      |
| Grive draine <i>Turdus viscivorus</i>                            | GF      |
| Gobemouche gris <i>Muscicapa striata</i>                         | SF      |
| Gobemouche noir de l'Atlas <i>Ficedula hypoleuca speculigera</i> | SF      |
| Grimpereau des jardins <i>Certhia brachydactyla</i>              | SF      |
| Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>                                 | SMO     |
| Hypolais polyglotte <i>Hippolais polyglotta</i>                  | SMO     |
| Hypolais pâle <i>Hippolais pallida</i>                           | SMO     |
| Loriot d'Europe <i>Oriolus oriolus</i>                           | GF      |
| Linotte mélodieuse <i>Acanthis cannabina</i>                     | SMO     |
| Mésange bleue ultramarine <i>Parus ultramarinus</i>              | SF      |
| Mésange charbonnière <i>Parus major</i>                          | SF      |
| Merle noir <i>Turdus merula</i>                                  | GF      |
| Moineau soulcie <i>Petronia petronia</i>                         | SMO     |
| Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i>                       | GF      |
| Pouillot véloce <i>Phylloscopus collybita</i>                    | SF      |
| Pouillot de Bonelli <i>Phylloscopus bonelli</i>                  | SF      |
| Perdrix gabra <i>Alectoris barbara</i>                           | SMO     |
| Pic de Levailant <i>Pictus vaillantii</i>                        | GF      |
| Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i>                            | GF      |
| Pie-grièche à tête rousse <i>Lanius senator</i>                  | SMO     |
| Pie-grièche méridionale <i>Lanius meridionalis algeriensis</i>   | SMO     |
| Rougegorge familier <i>Erithacus rubecula</i>                    | GF      |
| Rougequeue de Moussier <i>Phoenicurus moussieri</i>              | SMO     |
| Rossignol Philomèle <i>Luscinia megarhynchos</i>                 | GF      |
| Roitelet triple-bandeau <i>Regulus ignicapillus</i>              | SF      |
| Serin cini <i>Serinus serinus</i>                                | GF      |
| Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>                  | GF      |
| Torcol fourmilier <i>Jynx torquilla</i>                          | GF      |
| Troglodyte mignon <i>Troglodytes troglodytes</i>                 | GF      |
| Tarier pâtre <i>Saxicola torquata</i>                            | SMO     |
| Traquet deuil <i>Oenanthe lugens</i>                             | SMO     |
| Traquet oreillard <i>Oenanthe hispanica</i>                      | SMO     |
| Verdier d'Europe <i>Chloris chloris</i>                          | GF      |

**Tableau 14:** Proportions des trois catégories d'oiseaux dans les différents types d'habitats de la chênaie

| Espèces /milieux | Généraliste forestier | Spécialiste forestier | Spécialiste milieu ouvert | Total |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-------|
| Chênaie mature   | 21                    | 8                     | 10                        | 39    |
| Chênaie dégradée | 21                    | 8                     | 13                        | 42    |
| Matorral haut    | 18                    | 5                     | 14                        | 37    |
| Matorral bas     | 6                     | 2                     | 14                        | 22    |

**Figure 11 :** Tendence des trois catégories d'oiseaux dans les quatre stades de dégradation de la chênaie (1: chênaie mature, 2: chênaie dégradée, 3: matorral haut, 4: matorral bas)

### 5.2.1.1.5.3.2 Extinction et colonisation des espèces dans les habitats perturbés

Le passage d'un stade de dégradation vers un autre s'accompagne le plus souvent avec la disparition de certaines espèces et le gain de certaines d'autres (Tab.15). Ainsi on note la disparition d'une espèce (Torcol fourmilier) et le gain de quatre autres (Bulbul des jardins, Caille des blés, Fauvette à lunettes, Hypolais pâle) lorsqu'on passe de la chênaie mature à la chênaie dégradée. En revanche, quand on passe de la chênaie dégradée au matorral haut, on enregistre la perte de sept espèces (Grosbec casse-noyaux, Grive draine, Gobemouche noir de l'Atlas, Pouillot véloce, Rougegorge familier, Roitelet triple-bandeau, Troglodyte mignon) et aucun gain d'espèce. Le passage du matorral haut au matorral bas s'accompagne avec la disparition de 19 espèces et l'ajout de cinq autres. Contrairement au gain en richesse totale enregistré dans les chênaies dégradées, on note une perte croissante de la richesse moyenne en allant du stade mature vers le stade le plus dégradé. Même constat se fait pour les abondances

totale et moyenne (Tab.6). La diminution de la richesse ne s'accompagne pas uniquement de la disparition d'espèces spécialistes forestières, mais aussi le plus souvent de l'apparition d'espèces généralistes forestières et spécialistes du milieu ouvert dans les stades dégradés. Dans les habitats les plus dégradés, en plus de la disparition presque totale des spécialistes forestiers, on assiste à une diminution importante des généralistes forestiers et de certains spécialistes de milieux ouverts. Les modèles de régression indiquent que le stade de dégradation a un effet significatif sur la richesse spécifique des SMO ( $P= 0.0073$ ), les GF ( $P<0.0001$ ), et les SF ( $P<0.0001$ ). De plus, l'analyse de covariance indique que l'effet du stade de dégradation sur le nombre d'espèces détectées varie selon le type d'espèces considérée (SMO, SF, GF) (interaction entre stade de dégradation et type d'espèces : ANOVA,  $F_{2,354}= 78.18$ ,  $P<0.0001$ ). Une augmentation de la dégradation tend à diminuer le nombre de spécialistes et de généralistes forestiers, en même temps qu'elle augmente le nombre de spécialistes de milieux ouverts.

**Tableau 15:** Espèces gagnées et perdues dans les différents gradients de dégradation de la chênaie

| Chênaie mature vers chênaie dégradée |    | Chênaie dégradée vers matorral haut |    | Matorral haut vers matorral bas |     |
|--------------------------------------|----|-------------------------------------|----|---------------------------------|-----|
| - Torcol fourmilier                  | GF | - Grosbec casse-noyaux              | GF | - Bruant fou                    | SMO |
| + Fauvette à lunettes                | GF | - Grive draine                      | GF | - Bulbul des jardins            | SMO |
| + Hypolais pâle                      | SM | - Gobemouche noir de l'Atlas        | SF | - Fauvette grisette             | GF  |
| + Bulbul des jardins                 | O  | - Pouillot véloce                   | SF | - Fauvette Orphée               | GF  |
| + Caille des blés                    | SM | - Rougegorge familier               | GF | - Fauvette passerinette         | GF  |
|                                      | O  | - Roitelet triple-bandeau           | SF | - Fauvette à lunettes           | GF  |
|                                      | SM | - Troglodyte mignon                 | GF | - Geai des chênes               | GF  |
|                                      | O  |                                     |    | - Gobemouche gris               | SF  |
|                                      |    |                                     |    | - Grimpereau des jardins        | GF  |
|                                      |    |                                     |    | - Hypolais polyglotte           | SMO |
|                                      |    |                                     |    | - Hypolais pâle                 | SMO |
|                                      |    |                                     |    | - Pouillot de Bonelli           | SF  |
|                                      |    |                                     |    | - Pic de Levaillant             | GF  |
|                                      |    |                                     |    | - Perdrix gabra                 | SMO |
|                                      |    |                                     |    | - Lorient d'Europe              | GF  |
|                                      |    |                                     |    | - Moineau soulcie               | SMO |
|                                      |    |                                     |    | - Rossignol Philomèle           | GF  |
|                                      |    |                                     |    | - Serin cini                    | GF  |
|                                      |    |                                     |    | - Verdier d'Europe              | GF  |
|                                      |    |                                     |    | + Alouette des champs           | SMO |
|                                      |    |                                     |    | + Cochevis huppé                | SMO |
|                                      |    |                                     |    | + Pie-grièche méridionale       | SMO |
|                                      |    |                                     |    | + Traquet deuil                 | SMO |
|                                      |    |                                     |    | + Traquet oreillard             | SMO |

(-) espèce perdue; (+) espèce gagnée

### 5.2.1.2 La pinède

Deux stades seulement de dégradation de la pinède ont été retenus pour l'étude de son avifaune. Le premier stade concerne une pinède mature représentée par la vieille futaie de pin de Tlemcen, forêt plus ou moins préservée mais qui n'est pas épargnée totalement des facteurs de dégradation. L'autre stade concerne la pineraie de l'Ourit où la dégradation a atteint un stade avancé. Le tableau 16 indique les mesures moyennes prises sur les variables de la végétation distinguant les deux successions. Une analyse par comparaison des deux stades de la pinède avec un test de Student à variance égale sur leurs différentes caractéristiques a montré des différences hautement significatives pour la densité des arbres ( $t = 3.9882$ ,  $df = 57$ ,  $P = 0.0001$ ), la hauteur de la strate arborée ( $t = 2.8975$ ,  $df = 57$ ,  $P = 0.005$ ), le nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes ( $t = -3.5446$ ,  $df = 57$ ,  $P = 0.0007$ ), le nombre d'espèces herbacées et buissonnantes ( $t = -3.7436$ ,  $df = 57$ ,  $P = 0.0004$ ) et le recouvrement de la canopée ( $t = 10.888$ ,  $df = 57$ ,  $P < 0.0001$ ). Dans chacun des deux stades nous avons effectué 60 IPA partiels, soit 30 IPA unités durant la saison de nidification de 2005.

**Tableau 16 :** Principales caractéristiques des deux stades de dégradation de la pinède

| Stade de dégradation | Hauteur végétation (m) | Densité arbres | Nombre d'espèces arbres et arbustes | Nombre d'espèces herbacées et buissons | Recouvrement de la canopée |
|----------------------|------------------------|----------------|-------------------------------------|--|----------------------------|
| Pinède mature        | 17                     | 15             | 2                                   | 10                                     | 50 %                       |
| Pinède dégradée      | 13                     | 9              | 3                                   | 13                                     | 25%                        |

#### 5.2.1.2.1 Richesse spécifique

Les 120 IPA réalisés au niveau des deux forêts de pin nous ont permis de contacter 46 espèces nicheuses dont 36 ont été rencontrées dans la pinède mature et 41 dans la pinède dégradée (Tab.17). L'effort d'échantillonnage illustré par la courbe de richesse cumulée (Fig.12), qui prend une allure asymptotique à partir du 22<sup>ème</sup> relevé, s'avère suffisant pour contacter la majorité des espèces. En effet, la pente de la courbe  $a/n$  de valeurs 0.066 et 0.083 indique qu'il faudrait effectuer 15 et 12 relevés supplémentaires respectivement dans les pinèdes mature et dégradée pour contacter une nouvelle espèce. La richesse moyenne dans la pinède mature est de 15.5 espèces alors que dans la pinède dégradée elle est de 14.26 espèces. Leur comparaison montre qu'elles sont significativement différentes ( $t = 2.0683$ ,  $df = 58$ ,  $P = 0.04309$ ).

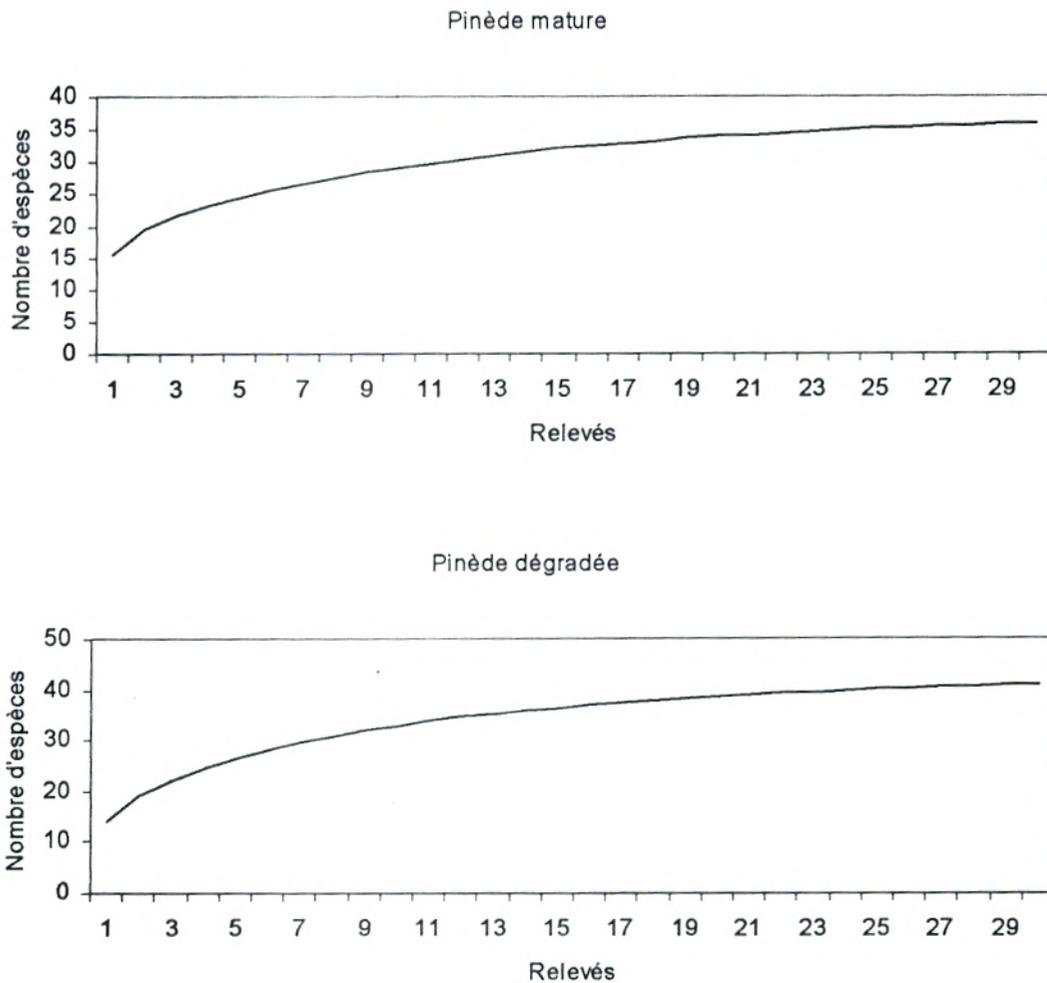


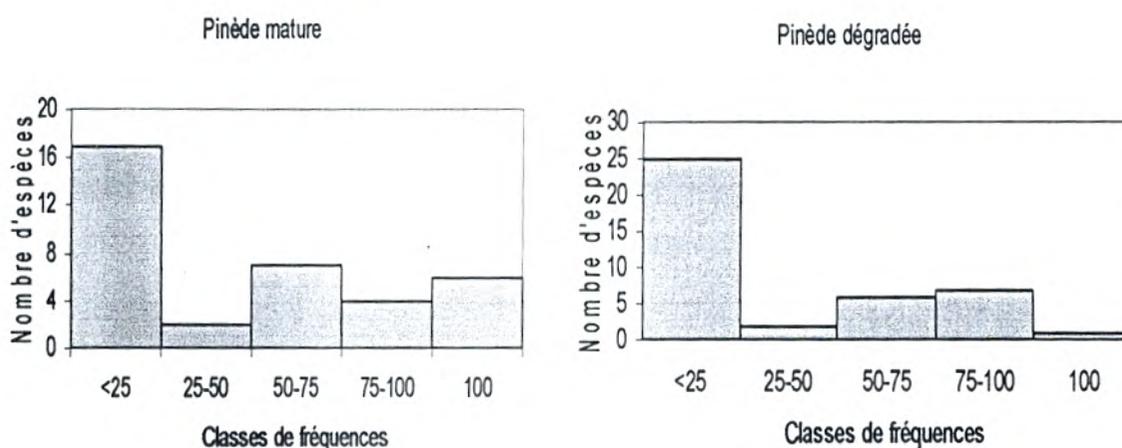
Figure 12 : Courbes de richesse cumulée dans les deux stades de la pinède

### 5.2.1.2.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux

#### 5.2.1.2.2.1 Fréquence et espèces caractéristiques

Les fréquences des 46 espèces contactées dans les deux pinèdes sont mentionnées dans le tableau 17. On remarque que le tiers du peuplement dans les deux stades est constitué par des espèces régulières, constantes ou omniprésentes. En effet, 17 espèces dans la pinède mature et 14 autres dans la pinède dégradée ont des fréquences supérieures ou égales à 50%. D'autre part, 17 espèces soit 47% de la population de la pinède mature et 25 espèces, soit 61% de la population de la pinède dégradée, sont rares et ont des fréquences inférieures à 25%. C'est la classe de fréquence la plus importante (Fig.13). Quand on examine de près les espèces ayant une fréquence supérieure à 50%, on note dans le stade 1 : deux espèces accessoires (Fauvette mélanocéphale, Pic de Levillant), sept espèces régulières (Bec-croisé

des sapins, Fauvette Orphée, Hypolais pâle, Linotte mélodieuse, Mésange charbonnière, Pouillot de Bonelli, Rougequeue de Moussier), quatre espèces constantes (Gobemouche gris, Mésange bleue ultramarine, Tourterelle des bois, Troglodyte mignon) et six espèces omniprésentes (Grimpereaux des jardins, Merle noir, Pinson des arbres, Pigeon ramier, Serin cini, Verdier d'Europe). Alors que dans le stade 2 on enregistre : deux espèces accessoires (Pouillot de Bonelli, Rougequeue de Moussier), six espèces régulières (Gobemouche gris, Hypolais pâle, Mésange charbonnière, Rossignol Philomèle, Tourterelle des bois, Troglodyte mignon), sept espèces constantes (Fauvette mélanocéphale, Linotte mélodieuse, Mésange bleue ultramarine, Merle noir, Pinson des arbres, Pigeon ramier, Verdier d'Europe) et une espèce omniprésente (Serin cini). La pinède de Tlemcen se caractérise par deux espèces purement forestières : le Bec-croisé des sapins, oiseau régulier assez fréquent (F=63%) mais très rare au niveau de la forêt dégradée de l'Ourit (F=10%) ; le deuxième oiseau est le Grimpereau des jardins, espèce omniprésente (F=100%) dans toutes les stations d'écoute. La pinède dégradée quant à elle se distingue par cinq espèces qui caractérisent surtout les landes, maquis et buissons. Il s'agit du Rossignol Philomèle, de la Fauvette mélanocéphale, à tête noire, passerinette et à lunettes et du Tarier pâle. Parmi ces cinq espèces, seuls le Rossignol Philomèle est régulier avec une fréquence de 53% et la Fauvette mélanocéphale est constante avec une fréquence de 83% alors que les trois autres espèces sont rares avec une fréquence inférieure à 25%.



**Figure 13 :** Classes de fréquences des oiseaux dans les deux pinèdes

**Tableau 17** : IPA moyen et fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les deux stades de la pinède

| Espèces d'oiseaux  | Pinède mature |       | Pinède dégradée |       |
|--|---------------|-------|-----------------|-------|
|  | IPA.m         | F (%) | IPA.m           | F (%) |
| Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>                             | -             | -     | 0.06            | 3     |
| Bec-croisé des sapins <i>Loxia curvirostra</i>                   | 1             | 63    | 0.08            | 10    |
| Bruant fou <i>Emberiza cia</i>                                   | 0.06          | 7     | 0.18            | 20    |
| Bruant zizi <i>Emberiza cirlus</i>                               | 0.16          | 13    | 0.13            | 13    |
| Bruant proyer <i>Miliaria calandra</i>                           | -             | -     | 0.1             | 10    |
| Bulbul des jardins <i>Pycnonotus barbatus</i>                    | -             | -     | 0.06            | 7     |
| Chardonneret élégant <i>Carduelis carduelis</i>                  | -             | -     | 0.06            | 3     |
| Coucou gris <i>Cuculus canorus</i>                               | 0.1           | 10    | 0.1             | 10    |
| Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>                          | 0.06          | 7     | 0.1             | 7     |
| Caille des blés <i>Coturnix coturnix</i>                         | 0.1           | 10    | 0.06            | 7     |
| Fauvette grisette <i>Sylvia communis</i>                         | 0.13          | 13    | 0.2             | 17    |
| Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala</i>               | 0.26          | 27    | 1.03            | 83    |
| Fauvette à tête noire <i>Sylvia atricapilla</i>                  | -             | -     | 0.18            | 20    |
| Fauvette Orphée <i>Sylvia hortensis</i>                          | 0.9           | 63    | 0.15            | 13    |
| Fauvette passerinette <i>Sylvia cantillans</i>                   | -             | -     | 0.2             | 17    |
| Fauvette à lunettes <i>Sylvia conspicillata</i>                  | -             | -     | 0.16            | 17    |
| Grosbec casse-noyaux <i>Coccothraustes coccothraustes</i>        | 0.03          | 3     | -               | -     |
| Grive draine <i>Turdus viscivorus</i>                            | 0.16          | 13    | 0.01            | 3     |
| Gobemouche gris <i>Muscicapa striata</i>                         | 2.1           | 93    | 1.15            | 73    |
| Gobemouche noir de l'Atlas <i>Ficedula hypoleuca speculigera</i> | 0.06          | 7     | -               | -     |
| Grimpereau des jardins <i>Certhia brachydactyla</i>              | 1.98          | 100   | 0.13            | 10    |
| Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>                                 | 0.03          | 3     | 0.1             | 10    |
| Hypolais polyglotte <i>Hippolais polyglotta</i>                  | 0.03          | 3     | 0.05            | 7     |
| Hypolais pâle <i>Hippolais pallida</i>                           | 0.66          | 50    | 0.86            | 63    |
| Loriot d'Europe <i>Oriolus oriolus</i>                           | -             | -     | 0.03            | 3     |
| Linotte mélodieuse <i>Acanthis cannabina</i>                     | 1             | 63    | 1.43            | 83    |
| Mésange bleue ultramarine <i>Parus ultramarinus</i>              | 1.6           | 90    | 1.23            | 97    |
| Mésange charbonnière <i>Parus major</i>                          | 0.6           | 50    | 0.81            | 70    |
| Merle noir <i>Turdus merula</i>                                  | 2.05          | 100   | 1.38            | 90    |
| Moineau soulcie <i>Petronia petronia</i>                         | -             | -     | 0.03            | 3     |
| Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i>                       | 3.08          | 100   | 1.76            | 87    |
| Pouillot véloce <i>Phylloscopus collybita</i>                    | 0.13          | 10    | -               | -     |
| Pouillot de Bonelli <i>Phylloscopus bonelli</i>                  | 1.01          | 63    | 0.33            | 30    |
| Perdrix gamba <i>Alectoris barbara</i>                           | 0.11          | 10    | 0.35            | 23    |
| Pic de Levaiillant <i>Pictus vaillantii</i>                      | 0.3           | 30    | 0.1             | 10    |
| Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i>                            | 2.35          | 100   | 1.68            | 90    |
| Pie-grièche à tête rousse <i>Lanius senator</i>                  | 0.06          | 7     | 0.08            | 10    |
| Rougequeue de Moussier <i>Phoenicurus moussieri</i>              | 0.5           | 57    | 0.5             | 47    |
| Rossignol Philomèle <i>Luscinia megarhynchos</i>                 | 0.1           | 10    | 0.88            | 53    |
| Serin cini <i>Serinus serinus</i>                                | 2.56          | 100   | 2.38            | 100   |
| Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>                  | 1.88          | 80    | 0.96            | 50    |
| Torcol fourmilier <i>Jynx torquilla</i>                          | 0.05          | 7     | -               | -     |
| Troglodyte mignon <i>Troglodytes troglodytes</i>                 | 1.05          | 77    | 0.6             | 50    |
| Tarier pâtre <i>Saxicola torquata</i>                            | -             | -     | 0.13            | 13    |
| Tchagra à tête noire <i>Tchagra senegala</i>                     | 0.03          | 3     | -               | -     |
| Verdier d'Europe <i>Chloris chloris</i>                          | 2.73          | 100   | 2.06            | 90    |
| <b>Nombre total d'espèces</b>                                    | <b>36</b>     |       | <b>41</b>       |       |
| <b>Nombre d'espèce F&gt;50%</b>                                  | <b>17</b>     |       | <b>14</b>       |       |
| <b>Abondance totale moyenne</b>                                  | <b>29.01</b>  |       | <b>21.87</b>    |       |

La valeur (abondance) pour chaque espèce correspond à son IPA moyen dans les 30 points d'écoutes.

### 5.2.1.2.2 Abondance et espèces dominantes

Le calcul de l'abondance totale révèle que la pinède mature est le milieu le plus riche en oiseaux avec 873.5 couples, contre 659 couples dans la pinède dégradée, soit une différence de 214.5 couples. Les abondances moyennes respectives sont de 29.12 et 21.97 couples par station d'écoute, soit une différence de 7.15 couples (Tab.18). Neuf espèces sont considérées comme dominantes dans la pinède mature et excèdent chacune 5% de l'abondance totale du peuplement. Elles représentent 69.44% de ce dernier. Il s'agit du Pinson des arbres (10.5%), du Verdier d'Europe (9.35%), du Serin cini (8.7%), du Pigeon ramier (8%), du Gobemouche gris (7.19%), du Merle noir (7%), du Grimpereau des jardins (6.78%), de la Tourterelle des bois (6.44%), et de la Mésange bleue ultramarine (5.48%). En revanche, dans la pinède dégradée, huit espèces dominent et représentent à elles seules 59.58% de l'abondance du peuplement. Ces espèces sont par ordre croissant de dominance : le Serin cini (10.8%), le Verdier d'Europe (9.4%), le Pinson des arbres (8%), le Pigeon ramier (7.68%), la Linotte mélodieuse (6.53%), le Merle noir (6.3%), la Mésange bleue ultramarine (5.62%), et le Gobemouche gris (5.25%). Le reste des espèces dans les deux pinèdes ont de faibles abondances du fait qu'elles sont rares (Gobemouche noir de l'Atlas, Torcol fourmilier), accidentelles (Alouette lulu, Chardonneret élégant), ou à grands territoires (Coucou gris, Huppe fasciée). Malgré la nette différence d'abondance entre les deux stades de la pinède, les indices de diversité (2.96 et 3.10) ainsi que l'équitabilité (0.83 et 0.84) sont assez proches.

**Tableau 18** : Richesse, abondance et diversité de l'avifaune dans les deux pinèdes

| Habitat         | Richesse totale | Richesse moyenne | Abondance totale | Abondance moyenne | Indice Shannon | Indice Equitabilité |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Pinède mature   | 36              | 15,5             | 873,5            | 29,12             | 2,96           | 0,83                |
| Pinède dégradée | 41              | 14,26            | 659              | 21,97             | 3,10           | 0,84                |

Dix-huit familles sont présentes au niveau de la pinède avec une nette dominance des Sylviidés qui viennent en tête du peuplement avec 10 espèces, soit 21.7% de l'ensemble des espèces, suivis par les Fringillidés avec 7 espèces, soit 15.2%, puis par les Turdidés avec 5 espèces, soit 10.8% (Tab.19). Ces trois familles représentent 47.7 % du total d'espèces recensées. Mis à part les Emberizidés qui renferment trois espèces de bruants, les 14 familles restantes sont représentées par une ou deux espèces chacune. Sur le plan de l'abondance, ce sont les Fringillidés qui occupent la plus grande proportion du peuplement avec 18.2 couples

en moyenne soit 31.1% du total. Viennent ensuite les Sylviidés et les Turdidés avec seulement 6.3 et 5.7 couples, soit 11 et 10% de l'abondance totale.

**Tableau 19** : Importance des différentes familles d'oiseaux dans l'ensemble des deux pinèdes

| Famille      | Nbre d'espèces | %          | Abondance    | %          |
|--------------|----------------|------------|--------------|------------|
| Sylviidés    | 10             | 21.7       | 6.3          | 11         |
| Fringillidés | 7              | 15.2       | 18.2         | 31.1       |
| Turdidés     | 5              | 10.8       | 5.7          | 10         |
| Emberizidés  | 3              | 6.5        | 0.4          | 0.75       |
| Paridés      | 2              | 4.3        | 4.2          | 7.4        |
| Columbidés   | 2              | 4.3        | 6.9          | 12         |
| Alaudidés    | 2              | 4.3        | 0.2          | 0.4        |
| Laniidés     | 2              | 4.3        | 0.2          | 0.3        |
| Muscipacidés | 2              | 4.3        | 3.3          | 5.8        |
| Phasianidés  | 2              | 4.3        | 0.6          | 1          |
| Picidés      | 2              | 4.3        | 0.45         | 0.8        |
| Certhiidés   | 1              | 2.1        | 2.1          | 3.7        |
| Oriolidés    | 1              | 2.1        | 0.03         | 0.05       |
| Troglodydés  | 1              | 2.1        | 1.65         | 2.9        |
| Cuculidés    | 1              | 2.1        | 0.2          | 0.03       |
| Upupidés     | 1              | 2.1        | 0.1          | 0.2        |
| Passeridés   | 1              | 2.1        | 0.03         | 0.05       |
| Pycnonotidés | 1              | 2.1        | 0.06         | 0.10       |
| <b>Total</b> | <b>46</b>      | <b>100</b> | <b>50.88</b> | <b>100</b> |

### 5.2.1.2.3 Guildes et groupes trophiques

Le peuplement avien de la pinède est composé de six groupes trophiques et quatre guildes (Tab.20). Les insectivores sont le groupe trophique le plus important : en effet, ils sont représentés par 26 espèces, soit plus de 56% de richesse totale. Les granivores et les mixtes (omnivores) viennent ensuite avec respectivement neuf et six espèces, soit 19.5 et 13% du total des espèces. Les frugivores et les granivore-frugivores comprennent deux espèces chacun, soit 4%, et enfin les carnivores avec une seule espèce (la Pie-grièche à tête rousse) représentent 2% de la richesse de la pinède. Par ailleurs, les arboricoles sont la guildes la plus importante avec 17 espèces, suivis par les terrestres avec 14 espèces, puis par 13 espèces fréquentant les buissons et enfin par les aériens avec deux espèces de Gobemouche (le gris et celui de l'Atlas).

**Tableau 20** : Guildes et groupes trophiques au niveau des deux pinèdes

| Guilde              | Catégorie trophique | Pinède mature | Pinède dégradée | Pinède    |
|---------------------|---------------------|---------------|-----------------|-----------|
| Aérien              | insectivore         | 2             | 1               | 2         |
| Arboricole          | frugivore           | 2             | 2               | 2         |
| "                   | gra.frugivore       | 2             | 1               | 2         |
| "                   | insectivore         | 8             | 7               | 9         |
| "                   | mixte               | 1             | 3               | 3         |
| "                   | granivore           | 1             | 1               | 1         |
| Espèce de buisson   | insectivore         | 8             | 10              | 11        |
| "                   | mixte               | 2             | 2               | 2         |
| Terrestre           | carnivore           | 1             | 1               | 1         |
| "                   | granivore           | 6             | 8               | 8         |
| "                   | insectivore         | 3             | 4               | 4         |
| "                   | mixte               |               | 1               | 1         |
| <b>Total espèce</b> |                     | <b>36</b>     | <b>41</b>       | <b>46</b> |

#### 5.2.1.2.4 Diversité à l'échelle du paysage

Les diversités intra-biotope ( $H'\alpha$ ) de la pinède mature et dégradée sont assez proches (Tab.21) et les individus des deux peuplements d'oiseaux se répartissent approximativement de la même façon entre les espèces. La diversité d'ensemble ( $H'\gamma$ ) vient confirmer cela avec sa valeur de 3.10 identique à  $H'\alpha$  de la pinède dégradée et très proche du  $H'\alpha$  de la pinède mature (2.96). Le calcul de la diversité bêta (0.07) montre qu'il y a une forte ressemblance entre les peuplements d'oiseaux dans les deux stades de la pinède.

**Tableau 21** : Diversité alpha, gamma et beta dans les deux pinèdes

| Diversité  | Pinède mature | Pinède dégradée |
|------------|---------------|-----------------|
| $H'\alpha$ | 2.96          | 3.10            |
| $H'\gamma$ | 2.96          | 3.10            |
| $H'\beta$  | 0.07          |                 |

#### 5.2.1.2.5 Effet de la dégradation des habitats sur les peuplements d'oiseaux

##### 5.2.1.2.5.1 Analyse comparative des peuplements d'oiseaux dans les deux stades de dégradation

La comparaison des indices de biodiversité dans les deux stades de dégradation de la pinède par le test de Student indique une différence significative pour la richesse ( $t = 2.06$ ,  $Df = 58$ ,  $P < 0.01$ ) et la diversité ( $t = 2.31$ ,  $Df = 58$ ,  $P < 0.01$ ) et une différence hautement significative pour l'abondance ( $t = 6.2$ ,  $Df = 58$ ,  $P < 0.001$ ). Effectivement, en examinant le tableau 18, on constate que la richesse moyenne ne diffère que de 1.24 couples entre les

deux stades, et la diversité de 0.14. En revanche, la différence au niveau de l'abondance est importante, elle dépasse 214 couples au total et 7 couples en moyenne au niveau de chaque station d'écoute. D'autre part, l'application d'un GLM montre que la richesse ne semble pas dépendre de l'habitat ( $P=0.216$ ) étant donné qu'elle change sensiblement entre les deux stades. De même le modèle linéaire (LM) appliqué à la diversité montre que l'habitat a un effet peu significatif sur elle ( $P=0.024$ ), ce qui explique là aussi que les diversités dans les deux types de pinèdes soient assez proches. En revanche, le modèle linéaire montre que le facteur habitat est important pour l'abondance et que son effet est très significatif ( $P<0.0001$ ) ; ceci explique la grande différence en nombre de couples entre les deux stades de la pinède.

#### **5.2.1.2.5.2 Effet de la dégradation d'habitat sur la structure du peuplement d'oiseaux**

##### **5.2.1.2.5.2.1 Distribution des espèces généralistes et spécialistes**

Sur les 46 espèces nicheuses composant la pinède, 20 sont généralistes forestières (GF), 18 spécialistes de milieux ouverts (SMO) et 8 spécialistes forestières (SF). La comparaison de cette distribution dans les deux stades de la pinède montre qu'il y a plus de spécialistes forestiers dans la pinède mature avec 8 espèces contre 6 dans la pinède dégradée, et qu'il y a moins de généralistes et de spécialistes de milieux ouverts dans la pinède mature par rapport à la pinède dégradée avec respectivement 16 GF et 12 SMO contre 18 GF et 17 SMO (Tab.22).

##### **5.2.1.2.5.2.2 Extinction et colonisation des espèces dans les habitats perturbés**

La comparaison des inventaires avifaunistiques dans les deux pinèdes permet de constater que 14 espèces font la différence entre elles et ne sont pas en communes aux deux stades. Ainsi le passage de la pinède mature vers la pinède dégradée s'accompagne de la disparition de quatre espèces (Grosbec casse-noyaux, Gobemouche noir de l'Atlas, Pouillot véloce, Tchagra à tête noire) et le gain de 10 espèces (Alouette lulu, Bruant proyer, Bulbul des jardins, Chardonneret élégant, Fauvette à tête noire, Fauvette passerinette, Fauvette à lunettes, Lorient d'Europe, Moineau soulcie, Traquet pâle). En dépit de l'importante richesse totale dans la pinède dégradée par rapport à la pinède mature (41 contre 36), elle demeure le stade le plus pauvre sur le plan de la richesse moyenne (15.5 contre 14.26), de l'abondance totale et moyenne (Tab.18).

**Tableau 22 :** Classification en généralistes (GF), spécialistes (SF), spécialistes du milieu ouvert (SMO) et abondance relative moyenne des oiseaux dans les deux pinèdes

| Espèces d'oiseaux  | Groupe | Pinède mature | Pinède dégradée |
|--|--------|---------------|-----------------|
| Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>                             | SMO    | -             | 0.06            |
| Bec-croisé des sapins <i>Loxia curvirostra</i>                   | SF     | 1             | 0.08            |
| Bruant fou <i>Emberiza cia</i>                                   | SMO    | 0.06          | 0.18            |
| Bruant zizi <i>Emberiza cirhus</i>                               | SMO    | 0.16          | 0.13            |
| Bruant proyer <i>Miliaria calandra</i>                           | SMO    | -             | 0.1             |
| Bulbul des jardins <i>Pycnonotus barbatus</i>                    | SMO    | -             | 0.06            |
| Chardonneret élégant <i>Carduelis carduelis</i>                  | SMO    | -             | 0.06            |
| Coucou gris <i>Cuculus canorus</i>                               | GF     | 0.1           | 0.1             |
| Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>                          | SMO    | 0.06          | 0.1             |
| Caille des blés <i>Coturnix coturnix</i>                         | SMO    | 0.1           | 0.06            |
| Fauvette grisette <i>Sylvia communis</i>                         | GF     | 0.13          | 0.2             |
| Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala</i>               | GF     | 0.26          | 1.03            |
| Fauvette à tête noire <i>Sylvia atricapilla</i>                  | GF     | -             | 0.18            |
| Fauvette Orphée <i>Sylvia hortensis</i>                          | GF     | 0.9           | 0.15            |
| Fauvette passerinette <i>Sylvia cantillans</i>                   | GF     | -             | 0.2             |
| Fauvette à lunettes <i>Sylvia conspicillata</i>                  | GF     | -             | 0.16            |
| Grosbec casse-noyaux <i>Coccothraustes coccothraustes</i>        | GF     | 0.03          | -               |
| Grive draine <i>Turdus viscivorus</i>                            | GF     | 0.16          | 0.01            |
| Gobemouche gris <i>Muscicapa striata</i>                         | SF     | 2.1           | 1.15            |
| Gobemouche noir de l'Atlas <i>Ficedula hypoleuca speculigera</i> | SF     | 0.06          | -               |
| Grimpereau des jardins <i>Certhia brachydactyla</i>              | SF     | 1.98          | 0.13            |
| Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>                                 | SMO    | 0.03          | 0.1             |
| Hypolais polyglotte <i>Hippolais polyglotta</i>                  | SMO    | 0.03          | 0.05            |
| Hypolais pâle <i>Hippolais pallida</i>                           | SMO    | 0.66          | 0.86            |
| Loriot d'Europe <i>Oriolus oriolus</i>                           | GF     | -             | 0.03            |
| Linotte mélodieuse <i>Acanthis cannabina</i>                     | SMO    | 1             | 1.43            |
| Mésange bleue ultramarine <i>Parus ultramarinus</i>              | SF     | 1.6           | 1.23            |
| Mésange charbonnière <i>Parus major</i>                          | SF     | 0.6           | 0.81            |
| Merle noir <i>Turdus merula</i>                                  | GF     | 2.05          | 1.38            |
| Moineau soulcie <i>Petronia petronia</i>                         | SMO    | -             | 0.03            |
| Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i>                       | GF     | 3.08          | 1.76            |
| Pouillot véloce <i>Phylloscopus collybita</i>                    | SF     | 0.13          | -               |
| Pouillot de Bonelli <i>Phylloscopus bonelli</i>                  | SF     | 1.01          | 0.33            |
| Perdrix gamba <i>Alectoris barbara</i>                           | SMO    | 0.11          | 0.35            |
| Pic de Levillant <i>Pictus vaillantii</i>                        | GF     | 0.3           | 0.1             |
| Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i>                            | GF     | 2.35          | 1.68            |
| Pie-grièche à tête rousse <i>Lanius senator</i>                  | SMO    | 0.06          | 0.08            |
| Rougequeue de Moussier <i>Phoenicurus moussieri</i>              | SMO    | 0.5           | 0.5             |
| Rosignol Philomèle <i>Luscinia megarhynchos</i>                  | GF     | 0.1           | 0.88            |
| Serin cini <i>Serinus serinus</i>                                | GF     | 2.56          | 2.38            |
| Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>                  | GF     | 1.88          | 0.96            |
| Torcol fourmilier <i>Jynx torquilla</i>                          | GF     | 0.05          | -               |
| Troglodyte mignon <i>Troglodytes troglodytes</i>                 | GF     | 1.05          | 0.6             |
| Tarier pâtre <i>Saxicola torquata</i>                            | SMO    | -             | 0.13            |
| Tchagra à tête noire <i>Tchagra senegala</i>                     | SMO    | 0.03          | -               |
| Verdier d'Europe <i>Chloris chloris</i>                          | GF     | 2.73          | 2.06            |

Cette variation de la richesse spécifique se traduit au niveau de la pinède dégradée surtout par la perte de spécialistes forestiers et le gain en spécialistes de milieux ouverts et généralistes forestiers. Ainsi, on enregistre la disparition de deux SF (le Gobemouche noir de l'Atlas et le Pouillot vélocé), d'un GF (le Grosbec casse-noyaux), d'un SMO (le Tchagra à tête noire) et l'apparition de six SMO (Alouette lulu, Bruant proyer, Bulbul des jardins, Chardonneret élégant, Moineau soulcie, Tarier pâtre) et quatre GF (Fauvette à tête noire, passerinette et à lunettes, Lorient d'Europe).

Une analyse par des modèles de régression montre que le stade de dégradation a un effet significatif sur la richesse spécifique des SF ( $P < 0.0001$ ), peu significatif sur les SMO ( $P = 0.026$ ) et non significatif sur les GF ( $P = 0.719$ ). En outre, l'analyse de covariance indique que l'effet du stade de dégradation sur le nombre d'espèces détectées varie selon le type d'espèce considérée (SMO, SF, GF). Une ANOVA appliquée sur l'interaction entre le stade de dégradation et le type d'espèces s'avère hautement significative ( $F_{2,174} = 8.94$ ,  $P < 0.0001$ ).

### 5.2.2 Le milieu steppique

Quatre niveaux de dégradation d'habitat de steppe ont été déterminés en se basant essentiellement sur le taux de recouvrement et la hauteur de la végétation. Il s'agit de la steppe préservée, la steppe dégradée, la steppe complètement dégradée et la steppe labourée ou en champs de céréales. Le tableau 23 résume les différentes caractéristiques distinguant ces quatre stades. Une comparaison de ces derniers par une analyse de variance (ANOVA) a montré qu'ils sont très significativement différents du point de vue du recouvrement de la végétation ( $P < 0.0001$ ), de la hauteur du couvert végétal ( $P < 0.0001$ ) et de la richesse en espèces floristiques ( $P < 0.0001$ ). Quarante transects partiels (IKA) soient 40 transects unités ont été effectués dans chaque stade de la steppe durant les saisons de nidification de 2005 et 2006. Un total de 320 transects ont été ainsi réalisés dans tout le milieu steppique.

**Tableau 23 :** Principales caractéristiques floristiques des quatre stades de la steppe

| Stade de dégradation         | Recouvrement de la végétation (en %) | Hauteur moyenne (en cm) | Nombre d'espèces | Nature du sol              |
|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------|----------------------------|
| Steppe préservée             | 40                                   | 30                      | 9                | Sablo-limoneux             |
| Steppe dégradée              | 20                                   | 18                      | 7                | Sablo-limoneux             |
| Steppe complètement dégradée | 5                                    | 4                       | 5                | Sablo-limoneux caillouteux |
| Steppe labourée              | 70                                   | 45                      | 8                | Sablo-limoneux             |

### 5.2.2.1 Richesse spécifique

Les 320 relevés effectués au niveau de la steppe nous ont permis de contacter 22 espèces nicheuses se répartissant comme suit : 11 dans la steppe préservée, 12 dans la steppe dégradée, 13 dans la steppe complètement dégradée et 10 dans la steppe labourée (Tab.24). La courbe de richesse cumulée, qui prend une allure asymptotique à partir du 20<sup>ième</sup> relevé pour la bonne steppe, le 25<sup>ième</sup> pour la steppe dégradée, le 23<sup>ième</sup> pour la steppe complètement dégradée et le 23<sup>ième</sup> pour la steppe labourée, montre que l'effort d'échantillonnage effectué est suffisant pour contacter la majorité des espèces (Fig.14). En effet, il faut respectivement pour les milieux suscités 40, 20, 40 et 80 relevés supplémentaires pour contacter une nouvelle espèce. Les richesses moyennes sont significativement différentes dans les quatre stades de dégradation (ANOVA,  $F_{3,156} = 12.07$ ,  $P < 0.0001$ ).

**Tableau 24:** IKA moyen et fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les quatre stades de la steppe

| Espèces                          | Steppe préservée |      | Steppe dégradée |      | Steppe complètement dégradée |      | Steppe labourée |      |
|----------------------------------|------------------|------|-----------------|------|------------------------------|------|-----------------|------|
|                                  | IKA.m            | F(%) | IKA.m           | F(%) | IKA.m                        | F(%) | IKA.m           | F(%) |
| Alouette des champs              | -                | -    | -               | -    | -                            | -    | 0.19            | 12.5 |
| Amommame élégante                | -                | -    | -               | -    | 0.1                          | 5    | -               | -    |
| Alouette pispolette              | 6.43             | 100  | 3.39            | 100  | 2.05                         | 77.5 | 0.56            | 35   |
| Alouette calandre                | 1.48             | 72.5 | 0.28            | 27.5 | 0.11                         | 10   | 4.43            | 100  |
| Alouette calandrelle             | 5.34             | 100  | 2.81            | 92.5 | 1.35                         | 77.5 | 3.04            | 90   |
| Alouette bilophe                 | -                | -    | 0.08            | 15   | 0.19                         | 27.5 | -               | -    |
| Cochevis huppé                   | 0.18             | 22.5 | 0.15            | 20   | 0.13                         | 20   | 0.25            | 27.5 |
| Cochevis de Thékla               | 0.04             | 5    | -               | -    | 0.03                         | 2.5  | -               | -    |
| Bruant proyer                    | -                | -    | -               | -    | -                            | -    | 0.05            | 5    |
| Caille des blés                  | -                | -    | -               | -    | -                            | -    | 0.08            | 7.5  |
| Courvite isabelle                | -                | -    | -               | -    | 0.14                         | 12.5 | -               | -    |
| Ganga cata                       | 0.1              | 10   | 0.21            | 2.5  | -                            | -    | -               | -    |
| Ganga unibande                   | 0.39             | 32.5 | 0.28            | 17.5 | 0.19                         | 17.5 | 0.04            | 2.5  |
| Ganga couronné                   | 0.04             | 2.5  | 0.05            | 2.5  | -                            | -    | -               | -    |
| Linotte mélodieuse               | -                | -    | -               | -    | 0.09                         | 5    | 0.03            | 5    |
| Édicnème criard                  | -                | -    | -               | -    | 0.03                         | 2.5  | -               | -    |
| Outarde houbara                  | 0.03             | 2.5  | -               | -    | -                            | -    | -               | -    |
| Traquet à tête grise             | -                | -    | 0.03            | 5    | 0.05                         | 5    | -               | -    |
| Traquet motteux                  | 0.03             | 5    | 0.03            | 2.5  | 0.03                         | 5    | -               | -    |
| Traquet de désert                | -                | -    | 0.01            | 2.5  | -                            | -    | -               | -    |
| Sirli de Dupont                  | 0.45             | 70   | 0.28            | 27.5 | -                            | -    | -               | -    |
| Huppe fasciée                    | -                | -    | -               | -    | -                            | -    | 0.01            | 2.5  |
| <b>Nombre total d'espèces</b>    | <b>11</b>        |      | <b>12</b>       |      | <b>13</b>                    |      | <b>10</b>       |      |
| <b>Nombre espèces F &gt; 50%</b> | <b>4</b>         |      | <b>2</b>        |      | <b>2</b>                     |      | <b>2</b>        |      |
| <b>Abondance totale</b>          | <b>14.51</b>     |      | <b>7.6</b>      |      | <b>4.49</b>                  |      | <b>8.68</b>     |      |

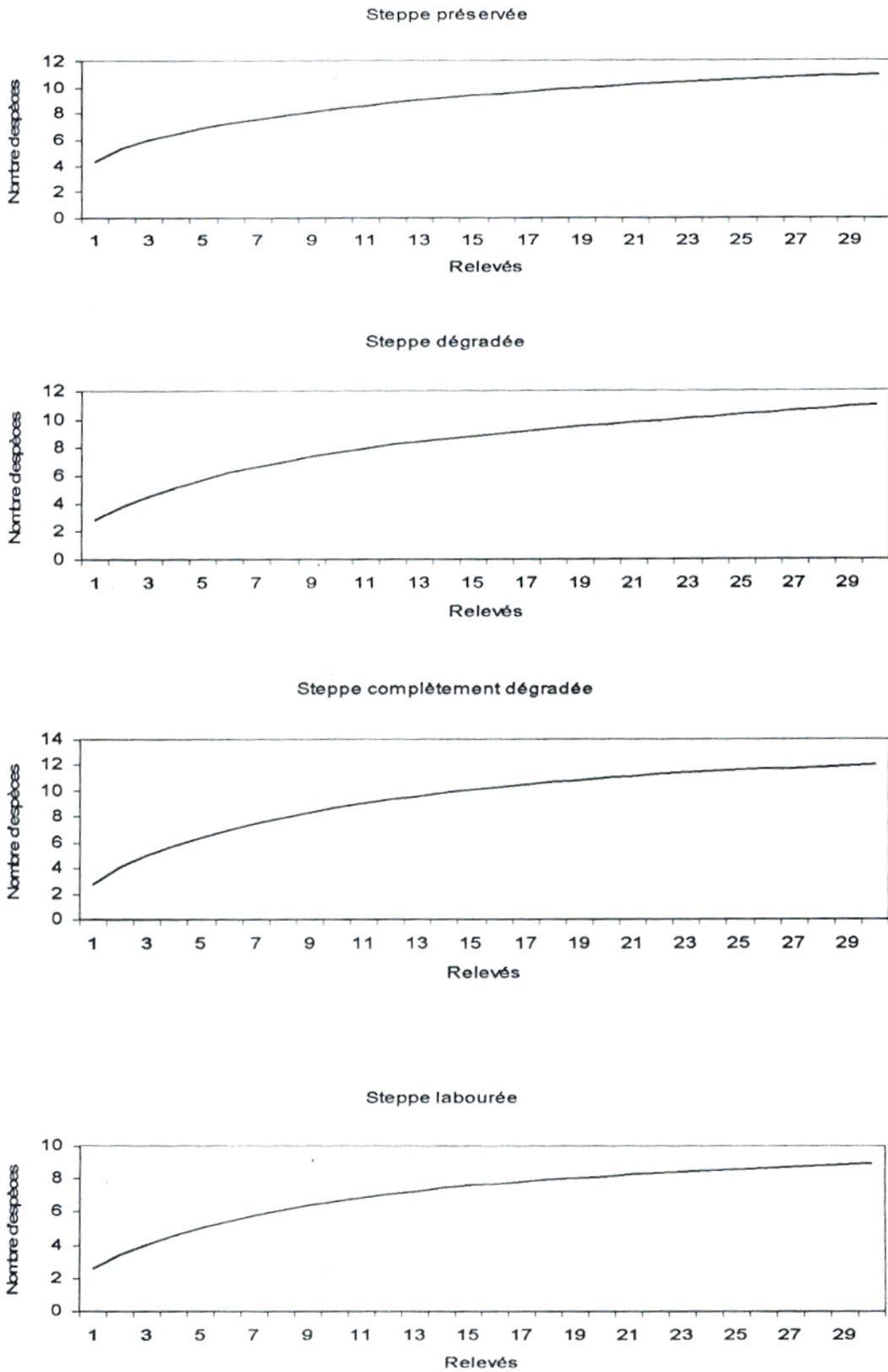


Figure 14 : Courbes de richesse spécifique cumulée au niveau du milieu steppique

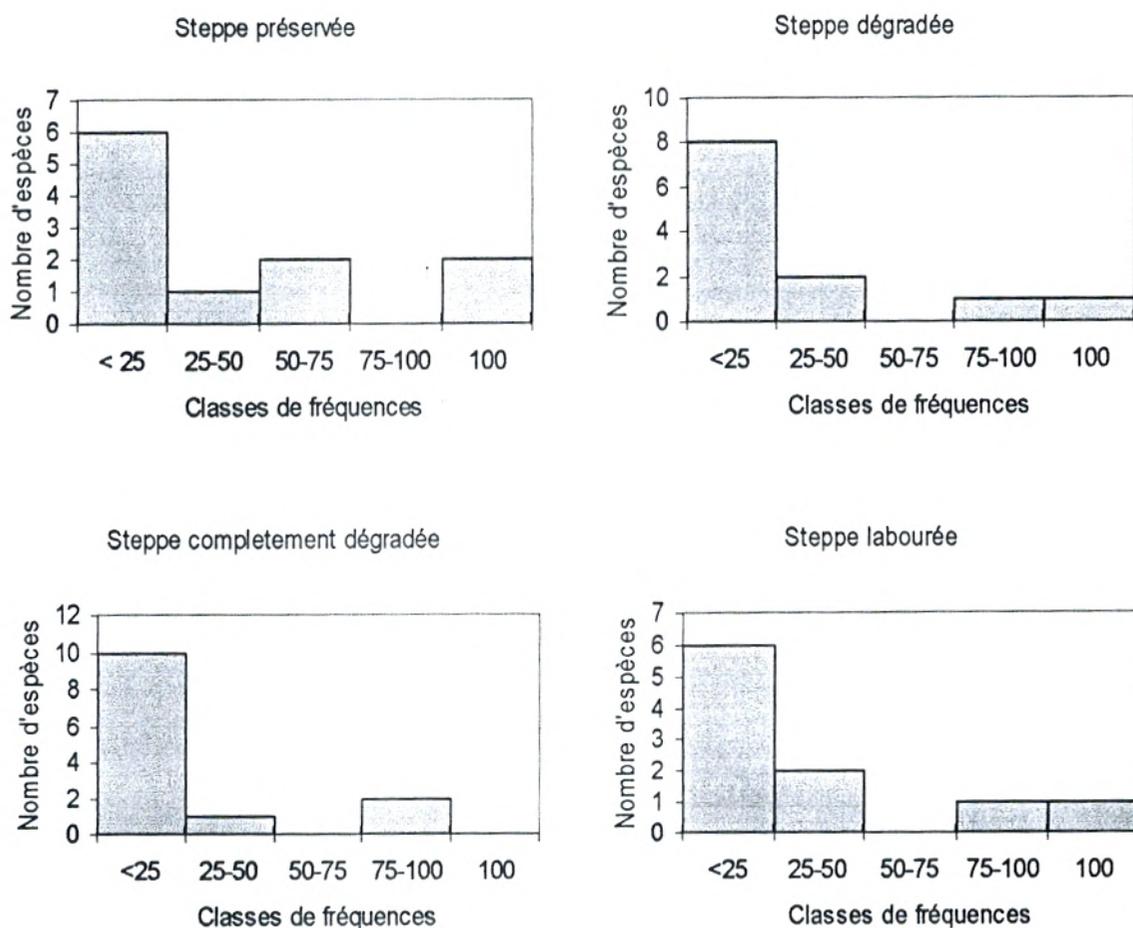
### 5.2.2.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux

#### 5.2.2.2.1 Fréquence et espèces caractéristiques

Le tableau 24 montre que plus de 60% des espèces dans les quatre stades ont une fréquence inférieure à 25% et sont par conséquent rares ; ceci correspond à 6 espèces sur 11 dans la bonne steppe, 8 espèces sur 12 dans la steppe dégradée, 10 espèces sur 13 dans la steppe complètement dégradée et 6 espèces sur 10 dans la steppe labourée. Les espèces dominantes, c'est-à-dire celles qui ont une fréquence supérieure à 50%, ne sont pas nombreuses et ne sont représentées que par quatre espèces dans le stade 1 et par deux espèces dans chacun des trois autres stades (Fig.15). En effet, on trouve dans le stade 1 deux espèces omniprésentes (Alouettes piskolette et calandrelle) et deux espèces régulières (Alouette calandre, Sirli de Dupont) ; dans le stade 2, une espèce est omniprésente (Alouette piskolette) et une autre est constante (Alouette calandrelle) ; dans le stade 3, deux espèces sont constantes (Alouettes piskolette et calandrelle) ; et dans le stade 4, deux espèces sont constantes également (Alouettes calandre et calandrelle). La steppe préservée se distingue par la présence de l'Outarde houbara, espèce rare (F=2.5%), et le Sirli de Dupont, espèce régulière (F=70%). En revanche, la steppe complètement dégradée est marquée par la présence d'oiseaux désertiques ou semi-désertiques comme l'Amommone élégante (F=5%), l'Ædicnème criard (F=2.5%) et le Courvite isabelle (F=12.5%). Ces trois espèces ont été rencontrées rarement, comme en témoignent leurs très faibles fréquences. Quant à la steppe labourée, elle se caractérise par des oiseaux fréquentant les champs tels que le Bruant proyer (F=5%), l'Alouette des champs (F=12.5%), et la Caille des blés (F=7.5%). Ces trois oiseaux sont également de faibles fréquences et rares.

#### 5.2.2.2.2 Abondance et espèces dominantes

La steppe préservée représente le stade qui renferme la plus forte abondance en oiseaux avec 658 couples au total et une moyenne de 16.45 par relevé, suivie par la steppe labourée avec 383 couples et une moyenne de 9.57 ; ensuite vient la steppe dégradée avec 348 couples et une moyenne de 8.7 et enfin la steppe complètement dégradée avec 234 couples et une moyenne de 5.85 (Tab.25). Les espèces qui représentent plus de 5% de l'abondance totale, c'est-à-dire qui sont dominantes, sont en ce qui concerne la bonne steppe : les Alouettes piskolette (44.3%), calandre (10.2%) et calandrelle (36.8%). Ces trois espèces à elles seules représentent plus de 91 % de l'abondance totale du peuplement.



**Figure 15 :** Classes de fréquences des oiseaux nicheurs au niveau des quatre stades de la steppe

**Tableau 25 :** Richesse, abondance et diversité de l'avifaune dans les quatre stades de la Steppe

| Habitat                      | Richesse totale | Richesse moyenne | Abondance totale | Abondance moyenne | Indice Shannon | Indice Equitabilité |
|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Steppe préservée             | 11              | 4.22             | 658              | 16.45             | 1.39           | 0.56                |
| Steppe dégradée              | 12              | 3.1              | 348              | 8.7               | 1.43           | 0.69                |
| Steppe complètement dégradée | 13              | 2.7              | 234              | 5.85              | 1.64           | 0.52                |
| Steppe labourée              | 10              | 2.9              | 383              | 9.57              | 1.20           | 0.50                |

La steppe labourée se caractérise par la dominance de ces mêmes espèces mais avec des pourcentages différents. En effet on trouve l'Alouette piskolette avec 6.45%, la calandre avec 51% et la calandrelle avec 35%. Ces trois alouettes constituent plus de 92% du total de l'abondance. Au niveau de la steppe dégradée, les Alouettes piskolette et calandrelle représentent 81.5% de l'abondance du peuplement avec respectivement 44.6 et 37% chacune. Enfin, pour la steppe complètement dégradée c'est également les Alouettes piskolette (45.6%) et calandrelle (30%) qui dominent avec plus de 75% de l'abondance totale. L'avifaune steppique est composée de 10 familles dont les Alaudidés qui englobent 41% des espèces, les Turdidés (13.6%) et les Pteroclididés (13.6%) sont les plus importantes (Tab.26). En revanche, le reste des sept autres familles ne sont représentées que par une seule espèce chacune. Sur le plan de l'abondance, les Alaudidés constituent la plus grande proportion du peuplement avien de la steppe avec 94.5% de l'abondance totale.

**Tableau 26 :** Importance des différentes familles d'oiseaux dans l'ensemble de la steppe

| Famille       | Nombre d'espèces | %          | Abondance    | %          |
|---------------|------------------|------------|--------------|------------|
| Alaudidés     | 9                | 41         | 33.34        | 94.5       |
| Turdidés      | 3                | 13.6       | 0.18         | 0.5        |
| Pteroclididés | 3                | 13.6       | 1.3          | 3.7        |
| Emberizidés   | 1                | 4.5        | 0.05         | 0.14       |
| Upupidés      | 1                | 4.5        | 0.01         | 0.02       |
| Fringillidés  | 1                | 4.5        | 0.12         | 0.34       |
| Phasianidés   | 1                | 4.5        | 0.08         | 0.22       |
| Burhinidés    | 1                | 4.5        | 0.03         | 0.08       |
| Glaréolidés   | 1                | 4.5        | 0.14         | 0.4        |
| Otididés      | 1                | 4.5        | 0.03         | 0.08       |
| <b>Total</b>  | <b>22</b>        | <b>100</b> | <b>35.28</b> | <b>100</b> |

#### 5.2.2.2.3 Guildes et groupes trophiques

Le peuplement avien au niveau de la steppe est composé de la seule guildes des terrestres et de trois catégories trophique : les insectivores, les granivores et les mixtes. Les insectivores occupent plus de 40% du peuplement avec neuf espèces, suivi par les mixtes et les granivores qui ont presque les mêmes proportions (7 et 6 espèces). A l'échelle des gradients, ce sont également les insectivores qui prédominent, avec le plus grand nombre au niveau de la steppe complètement dégradée, excepté pour la steppe labourée où ils sont minoritaires (2 espèces), laissant la première place aux granivores et aux mixtes avec quatre espèces chacun (Tab.27).

**Tableau 27** : Guildes et groupes trophiques au niveau des 4 stades de la steppe

| Catégorie Trophique | Guilde    | Steppe préservée | Steppe dégradée | Steppe complètement dégradée | Steppe labourée | Steppe |
|---------------------|-----------|------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|--------|
| Insectivores        | Terrestre | 4                | 5               | 6                            | 2               | 9      |
| Granivores          | Terrestre | 3                | 3               | 2                            | 4               | 6      |
| Mixtes              | Terrestre | 4                | 4               | 5                            | 4               | 7      |
| Total espèces       | Terrestre | 11               | 12              | 13                           | 10              | 22     |

#### 5.2.2.2.4 Diversité à l'échelle du paysage

La diversité alpha intra-biotope varie de 1.64 dans la steppe complètement dégradée, à 1.20 dans la steppe labourée (Tab.28). Les steppes préservée et dégradée ont des diversités alpha respectives de 1.39 et 1.43 qui sont assez proches. Quant à la diversité gamma, elle est de 1.61 pour les quatre stades rassemblés, elle n'est pas aussi loin de la plus faible diversité intra-biotope (1.20) enregistrée dans la steppe labourée. Les indices de similitudes beta sont faibles et proches de zéro.

**Tableau 28** : Diversité alpha, gamma et bêta dans les quatre milieux steppiques

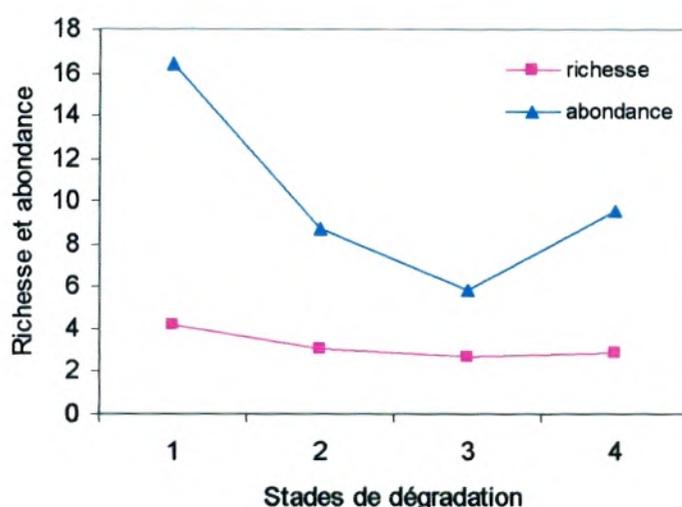
| Diversité   | Steppe préservée | Steppe dégradée | Steppe complètement dégradée | Steppe labourée |
|-------------|------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| H' $\alpha$ | 1.39             | 1.43            | 1.64                         | 1.20            |
| H' $\gamma$ | 1.39             | 1.42            | 1.51                         | 1.61            |
| H' $\beta$  | 0.01             | -0.025          | 0.19                         |                 |

#### 5.2.2.2.5 Effet de la dégradation des habitats sur les peuplements d'oiseaux

##### 5.2.2.2.5.1 Analyse comparative des peuplements dans les quatre stades de dégradation

Une analyse de variance appliquée aux peuplements d'oiseaux dans les quatre stades de la steppe a montré des variations hautement significatives de la richesse ( $F_{3.156}=12.07$ ,  $P<0.001$ ), de l'abondance ( $F_{3.156}=62.08$ ,  $P<0.001$ ) et de la diversité ( $F_{3.156}=9.96$ ,  $P<0.001$ ). Une comparaison par paire via le test de Tukey-HSD confirme cette haute significativité ( $P<0.001$ ) pour la richesse et la diversité, sauf entre les stades dégradé et complètement dégradé ( $P=0.47$ ,  $P=0.11$ ), labouré et complètement dégradé ( $P=0.88$ ,  $P=0.44$ ), labouré et dégradé ( $P=0.88$ ,  $P=0.87$ ). En effet, dans le tableau 25 on constate que les valeurs de la richesse et de la diversité dans ces stades sont assez proches. Pour l'abondance, le test posthoc

a montré une différence très significative entre les peuplements d'oiseaux de tous les stades ( $P < 0.001$ ), sauf entre le stade dégradé et labouré ( $P = 0.69$ ) où l'abondance moyenne ne varie que sensiblement : elle a des valeurs respectives de 8.7 et 9.57, soit une différence de 0.87 couple. La figure 16 illustre d'une manière claire les variations de la richesse et de l'abondance le long des quatre stades de dégradation de la steppe où on enregistre une diminution au niveau des trois premiers stades, puis une augmentation essentiellement de l'abondance au niveau de la steppe labourée.



**Figure 16** : Evolution de la richesse et de l'abondance le long des quatre stades de la steppe (1 : steppe préservée, 2 : steppe dégradée, 3 : steppe complètement dégradée, 4 : steppe labourée)

#### 5.2.2.2.5.2 Effet sur les indices de biodiversité (richesse, abondance, diversité)

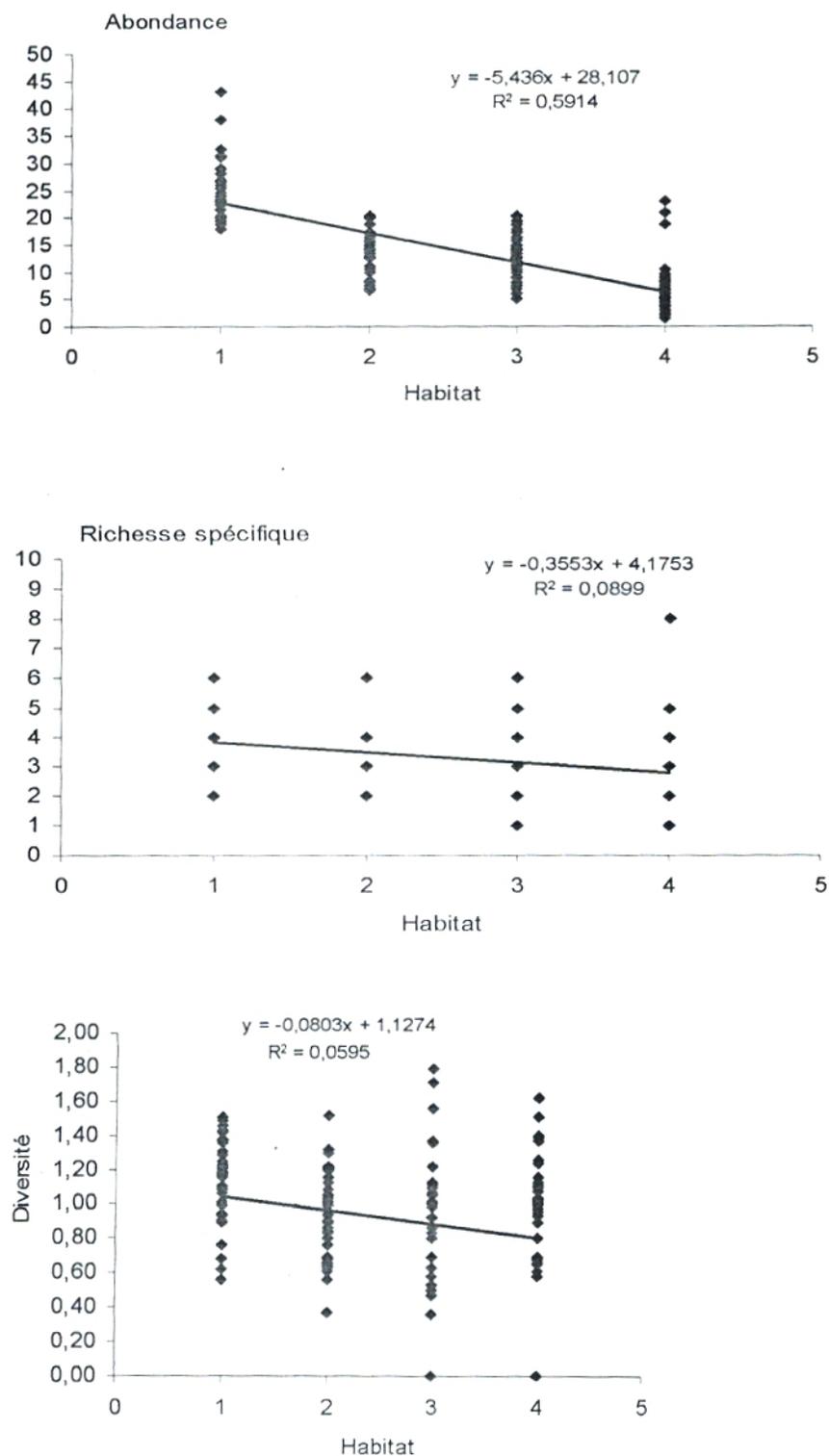
Les régressions simples présentées dans la figure 17 montrent que la dégradation d'habitat au niveau de la steppe touche, parmi les indices de biodiversité, uniquement l'abondance. En effet, 60% de la variabilité de l'abondance est expliquée par la relation avec les différents stades d'habitat. En revanche, la richesse et la diversité ne changent pas significativement d'un stade de dégradation à un autre et présentent des coefficients de détermination très faibles qui sont respectivement de 0.09 et 0.06%. Nous avons utilisé des modèles linéaires de type GLM et LM pour expliquer la richesse, l'abondance et la diversité par le biais de variables explicatives d'ordre environnemental, tels que le taux de recouvrement de la végétation (Rcvrement), l'espèce végétale dominante (Dominance), la hauteur moyenne de la végétation (Hmoyenne) et le nombre d'espèces végétales (NbreEsp).

L'analyse des variables environnementales qui ont le plus d'effet sur les indices de biodiversité avienne de la steppe, par une approche de régressions simples (GLM, LM), prouve que le meilleur modèle statistique pour expliquer les variables influençant la richesse, l'abondance et la diversité est un modèle incluant essentiellement l'effet de recouvrement de la strate herbacée (Tab.29).

#### **5.2.2.2.6 Effet de la dégradation d'habitat sur la structure du peuplement d'oiseaux**

##### **5.2.2.2.6.1 Distribution des espèces généralistes et spécialistes dans les différents habitats**

Dans le milieu steppique où les oiseaux sont tous des spécialistes de milieux ouverts, nous avons classé les espèces en ubiquistes (U), les espèces qui fréquentent tous les types de biotopes ouverts y compris ceux du Tell, telle que l'Alouette des champs ; en généralistes (G), les espèces qui se rencontrent dans toute la steppe telle que l'Alouette piskolette et en spécialistes (S), les espèces inféodées uniquement à certains endroits spécifiques de la steppe comme le Sirli de Dupont (Tab.30). Les 22 espèces nicheuses rencontrées se composent donc selon ce classement de 11 ubiquistes, 6 spécialistes et 5 généralistes (Tab.31). Le plus grand nombre d'ubiquistes se rencontre en premier lieu dans la steppe labourée avec huit espèces puis dans la steppe complètement dégradée avec sept espèces. Les steppes préservée et dégradée en renferment respectivement cinq et quatre espèces. En revanche, les spécialistes sont représentés par le même nombre de 3 espèces dans chacun des trois premiers stades et sont absents de la steppe labourée. Quant aux généralistes, ils occupent la même proportion, avec trois espèces, dans les stades préservés et complètement dégradés. Ils enregistrent leurs plus grand nombre de 5 espèces au niveau de la steppe dégradée et leur plus faible présence au niveau du stade steppe labourée avec seulement deux espèces.



**Figure 17:** Régressions simples des paramètres de la communauté d'oiseaux dans les quatre stade de dégradation de la steppe (1 : steppe préservée, 2 : steppe dégradée, 3 : steppe complètement dégradée, 4 : steppe labourée)

**Tableau 29** : Analyse des variables environnementales influençant la richesse, l'abondance et la diversité par une approche de sélection de modèles**Richesse**

| Modèle  | k | AIC    | $\Delta$ AIC |
|---|---|--------|--------------|
| Richesse ~ Habitat + Rcvrement + Dominance + Hmoyenne + NbreEsp | 5 | 559.70 | 3.03         |
| Richesse ~ Habitat + Rcvrement + Hmoyenne + NbreEsp             | 4 | 559.70 | 3.03         |
| Richesse ~ Habitat + Rcvrement + NbreEsp                        | 3 | 558.17 | 1.50         |
| Richesse ~ Habitat + Rcvrement                                  | 2 | 556.67 | 0.00         |

**Abondance**

| Modèle  | k | AIC    | $\Delta$ AIC |
|---|---|--------|--------------|
| Abondance totale ~ Habitat + Rcvrement + Dominance + Hmoyenne + NbreEsp | 5 | 479.82 | 1.92         |
| Abondance totale ~ Habitat + Rcvrement + Hmoyenne + NbreEsp             | 4 | 479.82 | 1.92         |
| Abondance totale ~ Habitat + Rcvrement + NbreEsp                        | 3 | 478.35 | 0.45         |
| Abondance totale ~ Habitat + Rcvrement                                  | 2 | 477.90 | 0.00         |

**Diversité**

| Modèle   | k | AIC     | $\Delta$ AIC |
|--|---|---------|--------------|
| Diversité ~ Habitat + Rcvrement + Dominance + Hmoyenne + NbreEsp | 5 | -338.32 | 1.89         |
| Diversité ~ Habitat + Rcvrement + Hmoyenne + NbreEsp             | 4 | -338.32 | 1.89         |
| Diversité ~ Habitat + Rcvrement + NbreEsp                        | 3 | -339.70 | 0.51         |
| Diversité ~ Habitat + Rcvrement                                  | 2 | -340.21 | 0.00         |

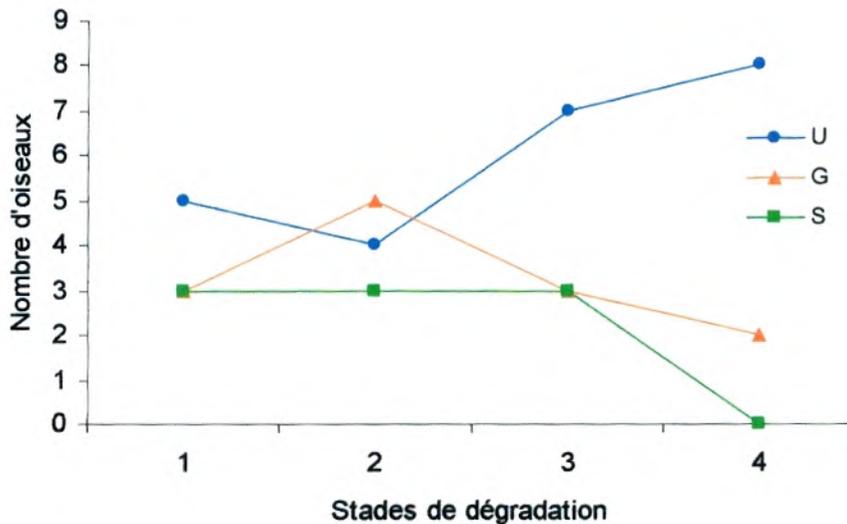
La figure 18 illustre les variations de ces trois catégories d'oiseaux dans les quatre stades de la steppe. Ainsi, les spécialistes et les généralistes diminuent avec l'ampleur de la dégradation, contrairement aux ubiquistes qui augmentent avec celle-ci.

**Tableau 30:** Classification des oiseaux steppiques : ubiquiste (U), généraliste (G), Spécialiste (S)

| Espèces   | Groupe |
|---|--------|
| Alouette des champs <i>Alauda arvensis</i>            | U      |
| Amommane élégante <i>Ammomanes cincturus</i>          | S      |
| Alouette piskolette <i>Calandrella rufescens</i>      | G      |
| Alouette calandre <i>Melanocorypha calandra</i>       | U      |
| Alouette calandrelle <i>Calandrella brachydactyla</i> | G      |
| Alouette pilophe <i>Eremophila bilopha</i>            | S      |
| Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>               | U      |
| Cochevis de Thékla <i>Galerida cristata</i>           | U      |
| Bruant proyer <i>Miliaria calandra</i>                | U      |
| Caille des blés <i>Coturnix coturnix</i>              | U      |
| Courvite isabelle <i>Cursorius cursor</i>             | S      |
| Ganga cata <i>Pterocles alchata</i>                   | G      |
| Ganga unibande <i>Pterocles orientalis</i>            | U      |
| Ganga couronné <i>Pterocles coronatus</i>             | S      |
| Linotte mélodieuse <i>Carduelis cannabina</i>         | U      |
| Edicnème criard <i>Burhinus oedicephalus</i>          | U      |
| Outarde houbara <i>Chlamydotis undulata</i>           | S      |
| Traquet à tête grise <i>Oenanthe moesta</i>           | G      |
| Traquet motteux <i>Oenanthe oenanthe</i>              | U      |
| Traquet de désert <i>Oenanthe deserti</i>             | G      |
| Sirli de Dupont <i>Chersophila duponti</i>            | S      |
| Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>                      | U      |

**Tableau 31:** Proportions des trois catégories d'oiseaux dans les différents stades de la steppe

| Espèce /milieux              | Ubiquiste | Spécialiste | Généraliste | Total |
|------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------|
| Steppe préservée             | 5         | 3           | 3           | 11    |
| Steppe dégradée              | 4         | 3           | 5           | 12    |
| Steppe complètement dégradée | 7         | 3           | 3           | 13    |
| Steppe labourée              | 8         | 0           | 2           | 10    |



**Figure 18:** Tendence des trois catégories d'oiseaux dans les quatre stades de dégradation de la steppe (1 : steppe préservée, 2 : steppe dégradée, 3 : steppe complètement dégradée, 4 : steppe labourée) (U : ubiquiste, G : généraliste, S : spécialiste)

#### 5.2.2.2.6.2 Extinction et colonisation des espèces dans les habitats perturbés

L'examen du tableau 32 montre que l'évolution d'un stade de dégradation vers un autre s'accompagne toujours de la disparition de certaines espèces et du gain de certaines autres. En effet le passage de la steppe préservée à la steppe dégradée se fait au détriment de deux espèces (Outarde houbara, Cochevis huppé) et au profit de trois autres (Alouette bilophe, Traquet à tête grise, Traquet du désert). L'évolution de la steppe dégradée vers un stade complètement dégradé s'accompagne cette fois ci de la disparition de quatre espèces (Ganga cata et couronnée, Traquet du désert, Sirli de Dupont) et le gain de cinq autres (Amommane élégante, Courvite isabelle, Linotte mélodieuse, Œdicnème criard, Cochevis de Thékla). Par ailleurs, le labour de la steppe préservée fait disparaître sept espèces (Cochevis de Thékla, Ganga cata, Ganga couronnée, Linotte mélodieuse, Outarde houbara, Traquet motteux, Sirli de Dupont) qui sont remplacées par quatre autres (Alouette des champs, Bruant proyer, Caille des blés, Huppe fasciée). Contrairement à la richesse totale qui augmente avec l'intensification de la dégradation de la steppe (de 11 à 13 espèces de la steppe préservée vers la steppe complètement dégradée), la richesse moyenne et les abondances moyenne et totale diminuent au fur et à mesure quand on passe du stade le moins dégradé au stade le plus dégradé. En effet ces derniers indices passent respectivement de 4.22 à 2.7, de 16.45 à 5.58 et de 658 à 234 entre les stades 1 et 3 (Tab.25). La diminution de la richesse moyenne se traduit par la disparition complète des espèces spécialistes dans la steppe labourée, la diminution des

généralistes et l'augmentation des ubiquistes. Les modèles de régression indiquent que le stade de dégradation a un effet significatif sur la richesse spécifique des généralistes ( $P=0.001$ ) et des spécialistes ( $P<0.0001$ ) mais qu'il n'a pas d'effet sur les ubiquistes ( $P=0.456$ ). L'analyse de covariance indique que l'effet du stade de dégradation sur le nombre d'espèces détectées varie selon le type d'espèce considérée (U, G ou S) (interaction entre stade de dégradation et type d'espèce ANOVA,  $F_{2,474}=11.43$ ,  $P<0.0001$ ). Une augmentation de la dégradation tend à diminuer le nombre d'espèces spécialistes et généralistes, en même temps qu'elle favorise l'augmentation des ubiquistes.

**Tableau 32:** Espèces gagnées et perdues dans les quatre stades de dégradation de la steppe

| Steppe préservée vers steppe dégradée |   | Steppe dégradée vers steppe complètement dégradée |   | Steppe préservée vers steppe labourée |   |
|---------------------------------------|---|---|---|---------------------------------------|---|
| + Alouette bilophe                    | S | + Amommame élégante                               | S | + Alouette des champs                 | U |
| + Traquet à tête grise                | G | + Courvite isabelle                               | S | + Bruant proyer                       | U |
| + Traquet du désert                   | G | + Linotte mélodieuse                              | U | + Caille des blés                     | U |
| - Cochevis de Thékla                  | U | + Œdicnème criard                                 | U | + Huppe fasciée                       | U |
| - Outarde houbara                     | S | + Cochevis Thékla                                 | U | - Cochevis de Thékla                  | U |
|                                       |   | - Ganga cata                                      | G | - Ganga cata                          | G |
|                                       |   | - Ganga couronnée                                 | S | - Ganga couronnée                     | S |
|                                       |   | - Traquet du désert                               | G | - Linotte mélodieuse                  | U |
|                                       |   | - Sirli de Dupont                                 | S | - Outarde houbara                     | S |
|                                       |   |   |   | - Traquet motteux                     | U |
|                                       |   |   |   | - Sirli de Dupont                     | S |

(+) espèce gagnée, (-) espèce perdue

### 5.2.3 Le milieu agricole

Concernant les milieux agricoles étudiés, il ne s'agit pas exactement de stades de dégradation comme c'est le cas pour les milieux forestiers et steppiques, mais plutôt de quatre modes différents d'agriculture. Ici, l'objectif est donc de déterminer quelle est la pratique culturelle la plus favorable pour le maintien de la biodiversité. Ces milieux agricoles sont les vergers, les jardins, les bocages et les champs de céréales. Leurs principales caractéristiques sont données par le tableau 33, dont les valeurs sont des moyennes de mesures effectuées sur les variables environnementales caractérisant chaque type de milieu.

**Tableau 33** : Principales caractéristiques des quatre milieux agricoles

| Milieux agricoles | Hauteur végétation (en m) | Densité d'arbres | Nbre d'espèces arbres et arbustes | Nombre d'espèces herbacées | Recouvrement de la canopée en % | Recouvrement strate herbacée en % |
|-------------------|---------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Vergers           | 4.6                       | 5.7              | 1                                 | 8.3                        | 30.6                            | 39.5                              |
| Jardins           | 6.5                       | 8                | 5.5                               | 16.4                       | 36                              | 58                                |
| Bocages           | 10                        | 16.5             | 4                                 | 9.2                        | 38                              | 38.3                              |
| Champs            | 0.47                      | 0                | 0                                 | 5.7                        | 0                               | 75.7                              |

### 5.2.3.1 Richesse spécifique

Quarante quatre espèces d'oiseaux nicheurs ont été contactées dans les quatre milieux agricoles à partir de 240 IPA. Les jardins renferment la plus grande richesse spécifique avec 33 espèces, suivis par les bocages avec 30 espèces, puis par les vergers avec 28 espèces et, en dernier lieu, les champs avec seulement 12 espèces (Tab.34). L'effort d'échantillonnage illustré par la courbe de richesse cumulée, qui prend une allure asymptotique à partir du 19<sup>ième</sup> relevé pour les jardins, du 21<sup>ième</sup> pour les vergers, du 18<sup>ième</sup> pour les bocages et du 23<sup>ième</sup> pour les champs, s'avère suffisant pour contacter la majorité des espèces (Fig.19). En effet, la pente de la courbe a/n de valeur 0.1, 0.08, 0.05 et 0.05 indique qu'il faudrait effectuer 10, 12, 20 et 20 relevés supplémentaires respectivement dans les jardins, les vergers, les bocages et les champs pour contacter une nouvelle espèce. Sur le plan de la richesse moyenne, les bocages s'avèrent les plus riches avec une moyenne de 15 espèces contre 14.66 dans les jardins, 9 dans les vergers et 4.5 dans les champs.

### 5.2.3.2 Composition et structure du peuplement d'oiseaux

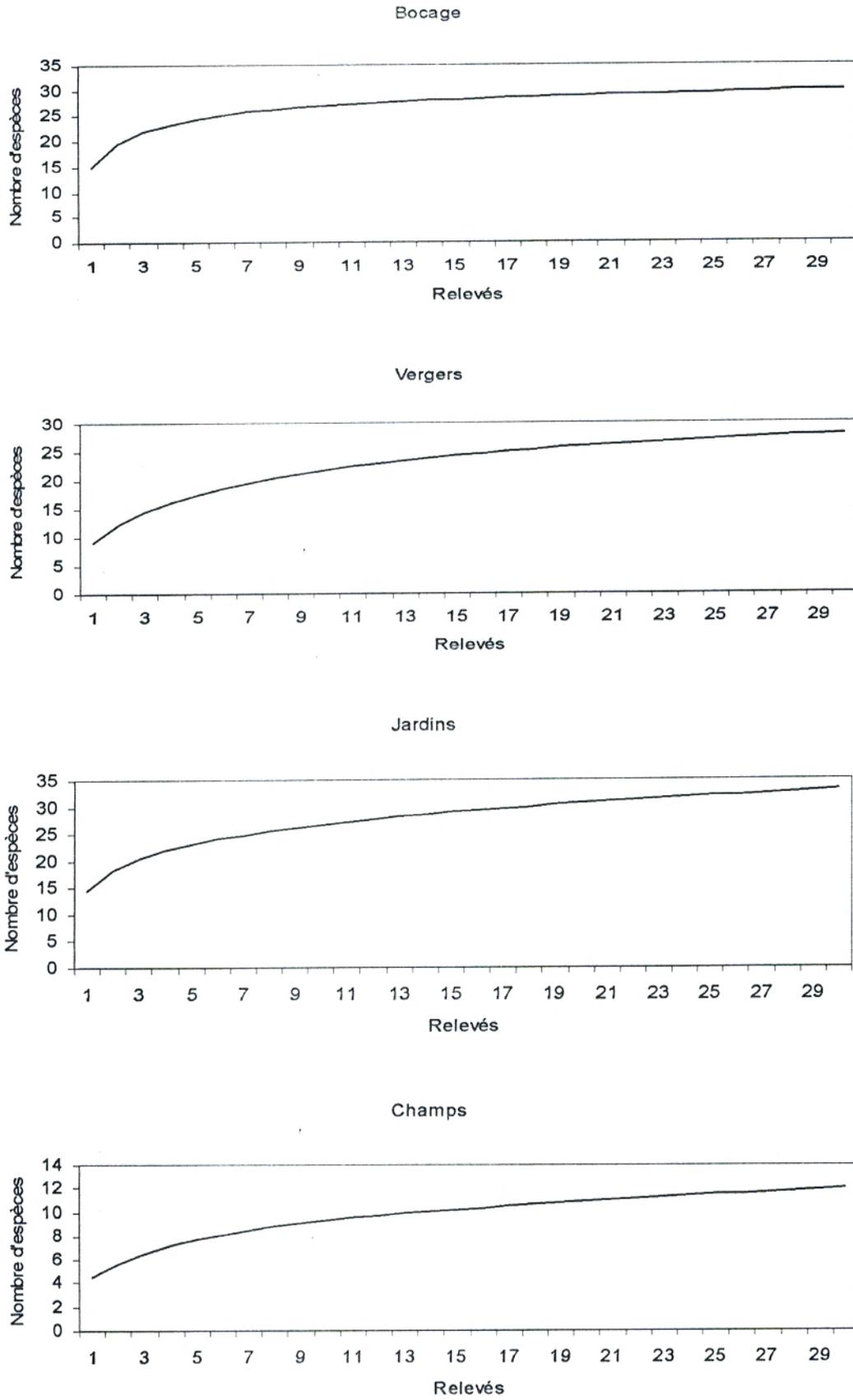
#### 5.2.3.2.1 Fréquence et espèces caractéristiques

Les espèces rares, c'est-à-dire celles qui ont une fréquence inférieure à 25%, sont fortement présentes dans les quatre milieux agricoles étudiés. Ainsi on trouve 14 espèces (soit plus de 42% du peuplement) dans les jardins, 14 espèces également (60.7%) dans les vergers, 10 espèces (33%) dans les bocages et 7 espèces (58.3%) dans les champs (Tab.34). Les oiseaux les plus fréquents ( $F > 50\%$ ) sont beaucoup plus nombreux dans les jardins et les bocages, avec 14 espèces dans chacun des deux milieux. En revanche, dans les vergers et les champs, on ne trouve respectivement que sept et trois espèces ayant une fréquence supérieure à 50% (Fig.20).

**Tableau 34 : IPA moyen et Fréquences centésimales des espèces d'oiseaux contactées dans les quatre types de milieux agricoles**

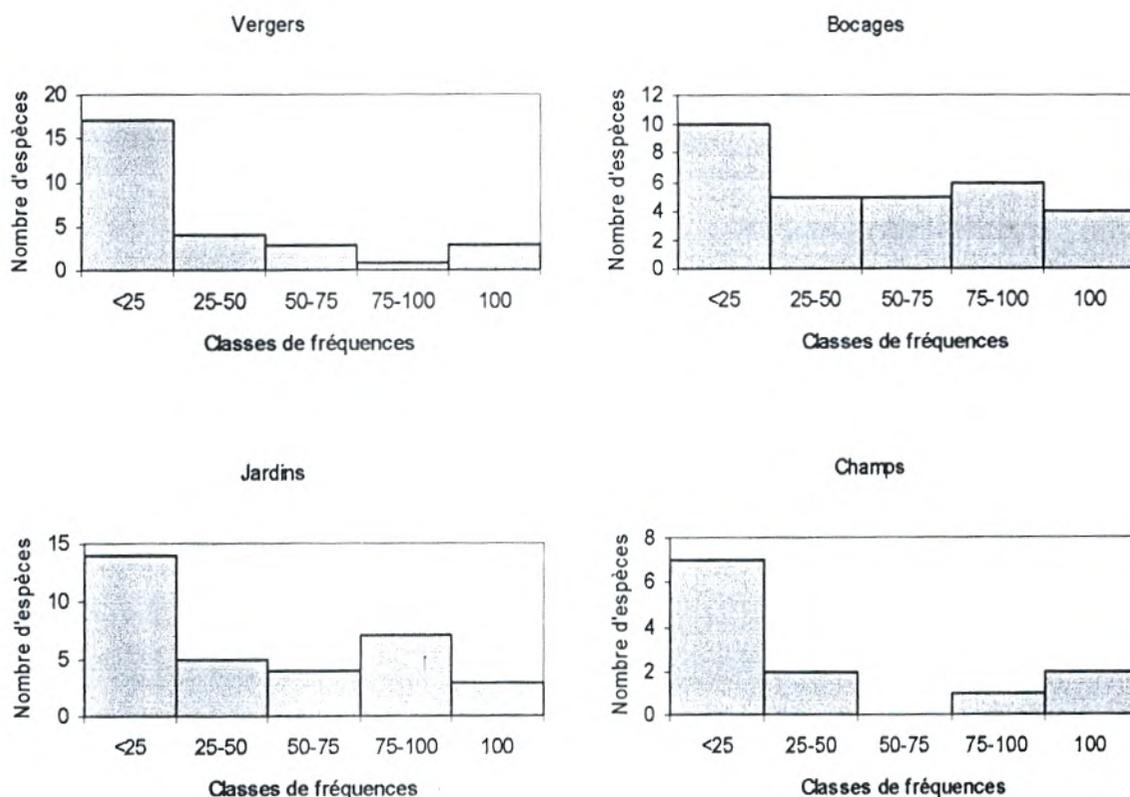
| Espèce                           | Jardin       |       | Verger    |       | Bocage      |       | Champs     |       |
|----------------------------------|--------------|-------|-----------|-------|-------------|-------|------------|-------|
|                                  | IPA.m'       | F     | IPA.m     | F     | IPA.m       | F     | IPA.m      | F     |
| Perdrix gabra                    | 0.03         | 6.67  | 0.06      | 13.33 | 0.11        | 16.67 | 0.13       | 16.67 |
| Caille des blés                  | 0            | 0     | 0.26      | 23.33 | 0.46        | 53.33 | 0.36       | 40    |
| Ganga unibande                   | 0            | 0     | 0         | 0     | 0           | 0     | 0.03       | 3.33  |
| Pigeon ramier                    | 0.46         | 53.33 | 0.13      | 16.67 | 0.91        | 83.33 | 0          | 0     |
| Tourterelle des bois             | 1.28         | 93.33 | 1.83      | 100   | 2.1         | 90    | 0          | 0     |
| Coucou gris                      | 0.06         | 10    | 0         | 0     | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Huppe fasciée                    | 0.18         | 30    | 0.06      | 6.67  | 0.2         | 20    | 0          | 0     |
| Pic de Levailant                 | 0.01         | 3.33  | 0         | 0     | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Torcol fourmilier                | 0            | 0     | 0         | 0     | 0.01        | 3.33  | 0          | 0     |
| Alouette lulu                    | 0            | 0     | 0         | 0     | 0           | 0     | 0.01       | 6.67  |
| Alouette des champs              | 0            | 0     | 0.03      | 3.33  | 0.26        | 23.33 | 3.46       | 100   |
| Cochevis huppé                   | 0.03         | 3.33  | 1.31      | 73.33 | 0.9         | 56.67 | 2.6        | 100   |
| Alouette calandrelle             | 0            | 0     | 0         | 0     | 0           | 0     | 0.35       | 40    |
| Alouette calandre                | 0            | 0     | 0         | 0     | 0           | 0     | 2.4        | 96.67 |
| Bulbul des jardins               | 1.58         | 96.67 | 0.03      | 3.33  | 1.16        | 86.67 | 0          | 0     |
| Rossignol Philomèle              | 2.21         | 100   | 0.16      | 13.33 | 1.83        | 90    | 0          | 0     |
| Rougequeue de Moussier           | 0.01         | 3.33  | 0.03      | 6.67  | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Traquet motteux                  | 0            | 0     | 0         | 0     | 0           | 0     | 0.03       | 3.33  |
| Merle noir                       | 2.81         | 100   | 1.66      | 86.67 | 2.43        | 100   | 0          | 0     |
| Bouscarle de Cetti               | 0.53         | 30    | 0         | 0     | 0.1         | 13.33 | 0          | 0     |
| Hypolaïs pâle                    | 0.68         | 66.67 | 0.28      | 33.33 | 0.81        | 80    | 0          | 0     |
| Hypolaïs plyglotte               | 0            | 0     | 0         | 0     | 0.01        | 3.33  | 0          | 0     |
| Fauvette grisette                | 0.03         | 3.33  | 0         | 0     | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Fauvette à tête noire            | 1.13         | 80    | 0.06      | 6.67  | 0.5         | 56.67 | 0          | 0     |
| Fauvette mélanocéphale           | 0.75         | 66.67 | 0.06      | 6.67  | 0.41        | 43.33 | 0          | 0     |
| Pouillot de Bonelli              | 0.13         | 16.67 | 0.11      | 23.33 | 0.26        | 33.33 | 0          | 0     |
| Pouillot véloce                  | 0            | 0     | 0         | 0     | 0.01        | 3.33  | 0          | 0     |
| Gobemouche gris                  | 0.5          | 43.33 | 0.96      | 70    | 0.8         | 53.33 | 0          | 0     |
| Mésange charbonnière             | 0.81         | 80    | 0.06      | 13.33 | 0.31        | 36.67 | 0          | 0     |
| Mésange bleue ultramarine        | 1.1          | 90    | 0.31      | 33.33 | 1.13        | 83.33 | 0          | 0     |
| Troglodyte mignon                | 0.86         | 63.33 | 0         | 0     | 0.3         | 30    | 0          | 0     |
| Pie-grièche méridionale          | 0            | 0     | 0.01      | 3.33  | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Pie-grièche à tête rousse        | 0.05         | 6.67  | 0.18      | 33.33 | 0.08        | 20    | 0.11       | 16.67 |
| Loriot d'Europe                  | 0.13         | 6.67  | 0.1       | 10    | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Moineau soulcie                  | 0.03         | 3.33  | 0         | 0     | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Pinson des arbres                | 2.38         | 93.33 | 3.85      | 100   | 2.25        | 100   | 0          | 0     |
| Serin cini                       | 2.06         | 100   | 1.06      | 63.33 | 2.13        | 100   | 0          | 0     |
| Linotte mélodieuse               | 0.18         | 16.67 | 0.2       | 20    | 0.36        | 50    | 0.08       | 3.33  |
| Chardonneret élégant             | 0.45         | 26.67 | 0.06      | 3.33  | 0.06        | 6.67  | 0          | 0     |
| Verdier d'Europe                 | 2.23         | 96.67 | 2.45      | 100   | 3.15        | 100   | 0          | 0     |
| Grosbec casse-noyaux             | 0.1          | 10    | 0         | 0     | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Bruant proyer                    | 0.36         | 20    | 0.51      | 33.33 | 0.16        | 23.33 | 0.2        | 23.33 |
| Bruant fou                       | 0.03         | 3.33  | 0.03      | 3.33  | 0           | 0     | 0          | 0     |
| Bruant zizi                      | 0.43         | 43.33 | 0         | 0     | 0.48        | 43.33 | 0          | 0     |
| <b>Nombre total d'espèces</b>    | <b>33</b>    |       | <b>28</b> |       | <b>30</b>   |       | <b>12</b>  |       |
| <b>Nombre d'espèces F&gt;50%</b> | <b>14</b>    |       | <b>7</b>  |       | <b>14</b>   |       | <b>3</b>   |       |
| <b>Abondance totale moyenne</b>  | <b>23.73</b> |       | <b>16</b> |       | <b>23.8</b> |       | <b>9.8</b> |       |

La valeur (abondance) pour chaque espèce correspond à son IPA moyen dans les 30 points d'écoutes



**Figure 19 :** Courbes de richesse cumulée dans les quatre milieux agricoles

Par ailleurs, deux espèces dans les jardins (Chardonneret élégant, Bruant zizi), quatre dans les vergers (Bouscarle de Cetti, Mésange bleue ultra-marine, Pie-grièche à tête rousse, Bruant proyer), cinq dans les bocages (Fauvette mélanocéphale, Pouillot de bonelli, Mésange charbonnière, Troglodyte mignon, Bruant zizi) et deux dans les champs (Caille des blés, Alouette calandrelle) sont accessoires. Les espèces régulières sont représentées par quatre oiseaux dans les jardins (Pigeon ramier, Fauvette mélanocéphale, Hypolais pâle, Troglodyte mignon), trois espèces dans les vergers (Cochevis huppé, Gobemouche gris, Serin cini), quatre espèces dans les bocages (Caille des blés, Cochevis huppé, Fauvette à tête noire, Gobemouche gris), et aucune espèce dans les champs. Les espèces constantes sont au nombre de sept dans les jardins (Tourterelle des bois, Bulbul des jardins, Fauvette à tête noire, Mésange bleue ultramarine, Mésange charbonnière, Pinson des arbres, Verdier d'Europe), une espèce dans les vergers (Merle noir), six espèces dans les bocages (Pigeon ramier, Tourterelle des bois, Bulbul des jardins, Rossignol Philomèle, Hypolais pâle, Mésange bleue ultramarine) et une espèce dans les champs (Alouette calandre). Enfin les espèces omniprésentes sont au nombre de trois dans les jardins (Rossignol Philomèle, Merle noir, Serin cini), trois dans les vergers (Tourterelle des bois, Pinson des arbres, Verdier d'Europe), quatre dans les bocages (Merle noir, Pinson des arbres, Serin cini, Verdier d'Europe) et deux dans les champs (Alouette des champs, Cochevis huppé). Certaines espèces d'oiseaux ont été rencontrées uniquement dans un seul type de milieu et par conséquent peuvent être considérées comme caractéristiques de ce dernier. Ainsi le Coucou gris, le Pic de Levillant, la Fauvette grise, le Bouscarle de Cetti, le Moineau soulcie et le Grosbec casse-noyaux ont été contactés seulement dans les jardins. Les bocages se caractérisent par la présence du Torcol fourmilier, de l'Hypolais polyglotte, du Pouillot vélocé et de la Bouscarle de Cetti, mais avec une très faible fréquence. Les champs quant à eux se distinguent par la présence du Ganga unibande, des Alouettes lulu, calandrelle et calandre, ainsi que du Traquet motteux. Enfin les vergers se caractérisent par une seule espèce, la Pie-grièche méridionale.



**Figure 20 :** Classes de fréquences des oiseaux dans les quatre milieux agricoles

#### 5.2.3.2 Abondance et espèces dominantes

Les jardins sont les milieux agricoles qui renferment la plus grande quantité d'oiseaux, avec une abondance totale de 841 couples et une moyenne de 28 par station d'écoute. Les bocages viennent juste après avec 835 couples et une moyenne par station d'écoute de 27.8 couples, suivis par les vergers avec 538.5 couples et une moyenne de 17.95. Enfin les champs renferment la plus faible abondance avec 340 couples, ce qui représente une moyenne de 11.3 (Tab.35). Par ailleurs, les espèces dominantes ayant plus de 5% de l'abondance totale au niveau des jardins sont le Rossignol Philomèle, le Merle noir, le Pinson des arbres et le Verdier d'Europe. L'effectif de ces quatre espèces représente plus de 40% de l'abondance totale. Au niveau des bocages, le Merle noir, le Pinson des arbres, le Serin cini et le Verdier d'Europe dominant et constituent 42% de l'effectif du peuplement d'oiseaux. Pour les vergers, seul le Pinson des arbres est dominant et occupe une proportion de 24% du total de l'effectif. Concernant les champs, aucune espèce n'a été enregistrée comme dominante. La communauté avienne dans les milieux agricoles est représentée par 18 familles dont les Sylviidés, les Fringillidés, les Alaudidés et les Turdidés sont les plus importantes et constituent plus de 52% de la richesse totale (Tab.36). En revanche, en termes d'abondance,

la famille des Fringillidés est dominante et occupe à elle seule 30% de l'abondance totale du peuplement. Elle est suivie par les familles des Alaudidés et des Turdidés qui occupent chacune 15% du total de l'abondance. Les Columbides et les Sylviidés quant à elles occupent respectivement une proportion de 9.23 et 8%. Ces cinq familles sont les plus abondantes et représentent 78% de l'abondance de tout le peuplement.

**Tableau 35 : Richesse, abondance et indices de diversité des milieux agricoles**

| Habitat | Richesse totale | Richesse moyenne | Abondance totale | Abondance moyenne | Indice Shannon | Indice Equitabilité |
|---------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| Bocage  | 30              | 15               | 835              | 27,83             | 2,94           | 0,86                |
| Jardin  | 33              | 14,66            | 841              | 28,03             | 2,93           | 0,84                |
| Verges  | 28              | 9,03             | 538,5            | 17,95             | 2,51           | 0,75                |
| Champs  | 12              | 4,5              | 340              | 11,33             | 1,63           | 0,65                |

**Tableau 36 : Importance des différentes familles d'oiseaux dans les quatre milieux agricoles**

| Famille       | Nbre d'espèces | %          | Abondance    | %          |
|---------------|----------------|------------|--------------|------------|
| Sylviidés     | 8              | 18.2       | 5.86         | 8.06       |
| Fringillidés  | 6              | 13.5       | 21.79        | 30         |
| Alaudidés     | 5              | 11.4       | 11.35        | 15.62      |
| Turdidés      | 4              | 9          | 11.17        | 15.37      |
| Emberizidés   | 3              | 7          | 2.2          | 3.02       |
| Paridés       | 2              | 4.5        | 3.72         | 5.12       |
| Columbides    | 2              | 4.5        | 6.71         | 9.23       |
| Laniidés      | 2              | 4.5        | 1.42         | 1.95       |
| Phasianidés   | 2              | 4.5        | 1.41         | 1.94       |
| Picidés       | 2              | 4.5        | 0.02         | 0.02       |
| Muscipacidés  | 1              | 2.3        | 2.26         | 3.11       |
| Pteroclididés | 1              | 2.3        | 0.03         | 0.04       |
| Oriolidés     | 1              | 2.3        | 0.23         | 0.31       |
| Troglodydés   | 1              | 2.3        | 1.16         | 1.59       |
| Cuculidés     | 1              | 2.3        | 0.06         | 0.08       |
| Upupidés      | 1              | 2.3        | 0.44         | 0.60       |
| Bombycillidae | 1              | 2.3        | 2.77         | 3.81       |
| Passeridés    | 1              | 2.3        | 0.03         | 0.04       |
| <b>Total</b>  | <b>44</b>      | <b>100</b> | <b>72.63</b> | <b>100</b> |

### 5.2.3.3 Guildes et groupes trophiques

Cinq guildes et six groupes trophiques composent le peuplement d'oiseaux dans les milieux agricoles (Tab.37). Les terrestres au nombre de 19 et les 17 arboricoles sont dominants et représentent plus de 80% de la richesse totale. Au niveau des jardins, les insectivores dominent avec six espèces chez les arboricoles et la guildes des buissons. Alors que chez les terrestres, les granivores marquent fortement leur présence avec sept espèces. Le même constat se fait dans les bocages et les verges avec une légère variation du nombre

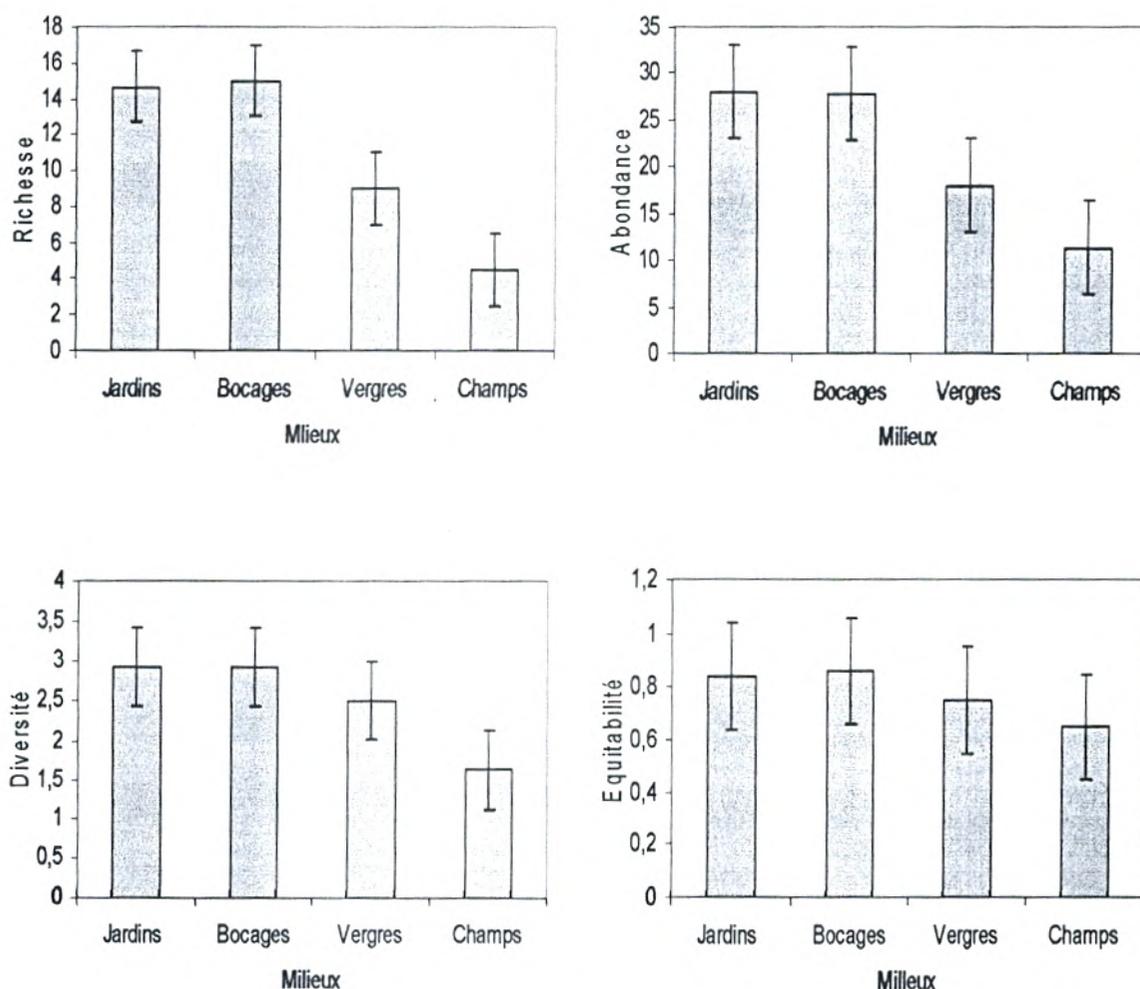
d'insectivores. En revanche, dans les champs de céréales, on n'enregistre que la présence des terrestres avec une dominance des granivores qui représentent 41% de la richesse spécifique.

**Tableau 37** : Guildes et groupes trophiques dans de l'ensemble des 4 milieux agricoles

| Guilde              | Catégorie trophique | Jardins   | Vergers   | Bocages   | Champs    | Milieux agricoles |
|---------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Aérien              | insectivore         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1                 |
| Arboricole          | frugivore           | 2         | 2         | 2         | 0         | 2                 |
| "                   | gra.frugivore       | 2         | 1         | 1         | 0         | 2                 |
| "                   | granivore           | 1         | 0         | 1         | 0         | 1                 |
| "                   | insectivore         | 6         | 4         | 5         | 0         | 8                 |
| "                   | mixte               | 3         | 2         | 2         | 0         | 3                 |
| Espèce buisson      | insectivore         | 6         | 4         | 6         | 0         | 7                 |
| "                   | mixte               | 1         | 1         | 1         | 0         | 1                 |
| Terrestre           | carnivore           | 1         | 2         | 1         | 1         | 2                 |
| "                   | granivore           | 7         | 7         | 7         | 5         | 9                 |
| "                   | insectivore         | 3         | 3         | 2         | 2         | 4                 |
| "                   | mixte               | 0         | 1         | 1         | 4         | 4                 |
| <b>Total espèce</b> |                     | <b>33</b> | <b>28</b> | <b>30</b> | <b>12</b> | <b>44</b>         |

#### 5.2.3.4 Analyse comparative des peuplements d'oiseaux dans les quatre milieux Agricoles

Une analyse comparative par ANOVA appliquée aux différents paramètres de la biodiversité dans les quatre types de milieux agricoles a montré des différences hautement significatives pour la richesse ( $F_{3,116} = 134.12$ ,  $P < 0.001$ ), l'abondance ( $F_{3,116} = 79.88$ ,  $P < 0.001$ ) et la diversité ( $F_{3,116} = 242.8$ ,  $P < 0.001$ ). Par ailleurs, une comparaison par paires à l'aide du test de Tukey-HSD sur les mêmes indices révèle également des différences très significatives ( $P < 0.001$ ) entre les différents milieux, sauf entre les jardins et les bocages ( $P = 0.91$  pour la richesse,  $P = 0.99$  pour l'abondance,  $P = 0.97$  pour la diversité). En effet le tableau 35 et la figure 21 montrent clairement le rapprochement des valeurs des bocages avec celles des jardins.

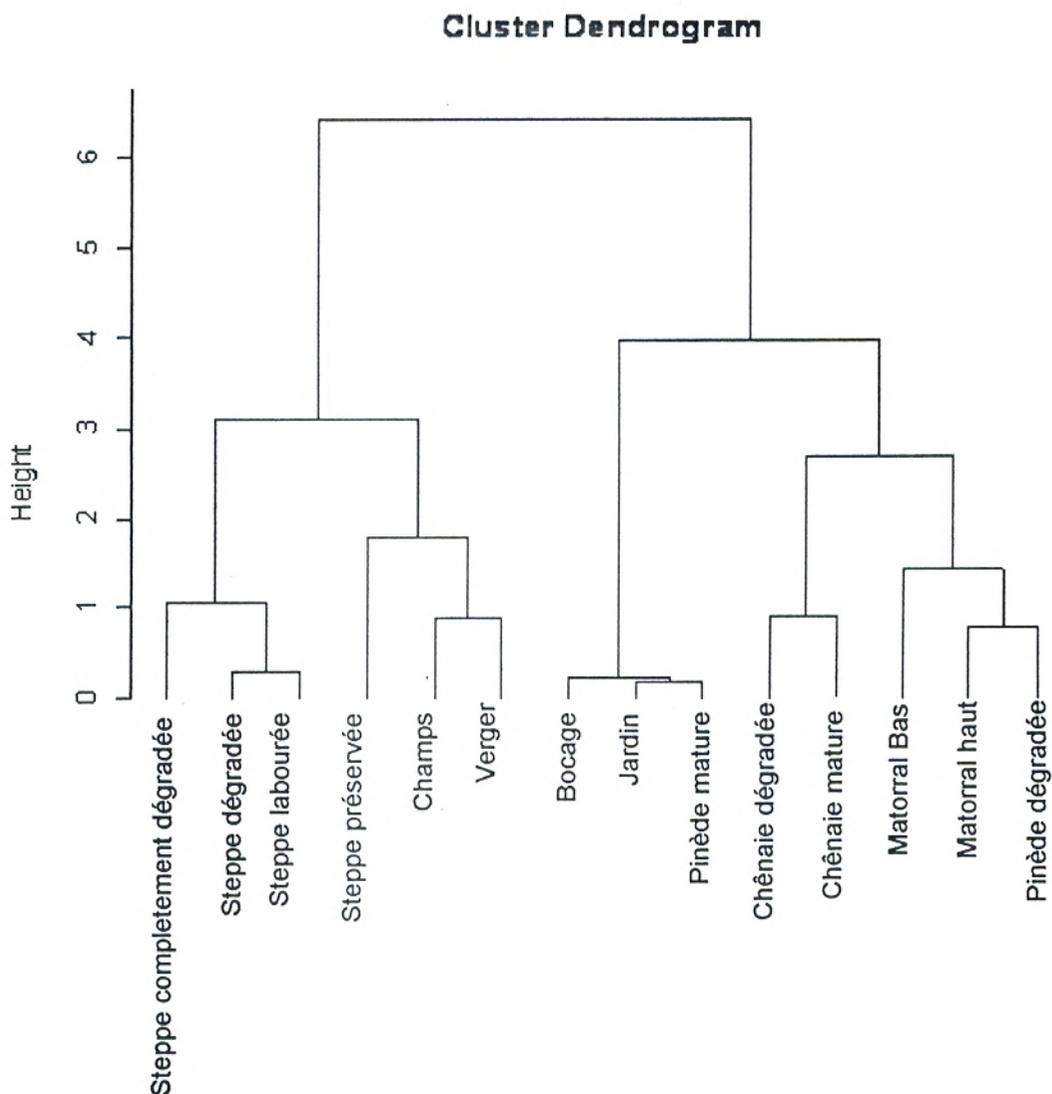


**Figure 21** : Richesse, abondance, Diversité et Equitabilité dans les quatre milieux agricoles

#### 5.2.4 Comparaison des trois écosystèmes étudiés : Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Pour comparer les 14 milieux étudiés composant les trois écosystèmes en question, une CAH a été établie en fonction des principales caractéristiques de leurs peuplements d'oiseaux, à savoir la richesse, l'abondance et la diversité. Cette classification est illustrée par un dendrogramme (Fig.22). La racine du cluster se subdivise en deux grandes partitions distinguant par opposition les milieux fermés des milieux ouverts. Les bocages, jardins, pinèdes mature et dégradée, chênaie mature et dégradée, matorrals haut et bas constituent ainsi une classe à part ; la 2<sup>ème</sup> classe comprend les vergers, les champs et les steppes préservée, dégradée, complètement dégradée et labourée. Ensuite en descendant dans la hiérarchie, les deux classes se subdivisent chacune à leur tour en deux clusters regroupant les milieux les plus proches. Ainsi, dans la partition des milieux fermés, on trouve les bocages,

les jardins et la pinède mature qui forment un groupement à part ; la chênaie mature et dégradée, les matorrals haut et bas ainsi que la pinède dégradée en forment un autre. Dans la partition des milieux ouverts, les vergers, les champs et la steppe préservée se distinguent des steppes labourée, dégradée et complétement dégradée. En bas de la hiérarchie, le partitionnement de l'ensemble des clusters donne neuf classes regroupant les milieux les plus similaires. Il s'agit des nœuds suivants : steppes dégradée et labourée, champs et vergers, jardins et pinède mature, chênaie mature et dégradée, matorral haut et pinède dégradée. En revanche, les autres milieux (steppe complètement dégradée, steppe préservée, bocage, matorral bas) constituent chacun une classe à part.



**Figure 22 :** Dendrogramme de la classification hiérarchique des 14 milieux étudiés

## DISCUSSION

Les 53 espèces d'oiseaux nicheurs contactées dans le milieu forestier : 40 dans la chênaie mature, 42 dans la chênaie dégradée, 36 dans le matorral haut, 22 dans le matorral bas, 36 dans la pinède mature et 41 dans la pinède dégradée sont en général cohérentes avec des études précédentes effectuées en Europe, au Maroc et en Algérie. En effet, Blondel & Farré (1988) ont trouvé 39 espèces dans les habitats fermés de Pologne, 39 en Provence, 39 en Corse, 45 en Bourgogne ; Cherkaoui & al (2007) ont trouvé 46 espèces dans la subéraie de la Ma'amora au Maroc et Benyakoub (1993) a trouvé 42 espèces en forêts de chêne zeen dans la région d'El-Kala en Algérie. Un nombre similaire d'espèces dans ces successions est une caractéristique générale des habitats forestiers de la région Paléarctique ouest (Blondel, 1986 ; Blondel & Mourer-Chauviré, 1998). La succession algérienne appartient donc au même domaine biogéographique que l'Europe. Cette uniformité de l'avifaune forestière du biome méditerranéen s'explique par des causes biogéographiques. Les phases de refroidissement climatique enregistrées au cours du Pléistocène ne sont jamais traduites par une fragmentation de l'avifaune forestière : tous les types faunistiques européens étaient alors concentrés dans l'aire de refuge méditerranéenne, sans isolement géographique des différents éléments de cette faune. Les reconquêtes ultérieures se seraient donc faites à partir d'un stock commun d'oiseaux forestiers qui caractérisent aujourd'hui les forêts de l'ensemble du Paléarctique occidental (Blondel & Farré, 1988).

Les espèces forestières arboricoles les plus dominantes par ordre d'importance sont le Pouillot de Bonelli, la Mésange ultramarine et le Pinson des arbres dans la chênaie mature ; et le Pinson des arbres, le Verdier d'Europe, le Pigeon ramier et le Serin cini dans la pinède. L'importance de la place qu'occupe le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* dans les milieux forestiers de Tlemcen concorde avec celle qu'il occupe en Europe tempérée. En effet, c'est l'oiseau forestier par excellence, il occupe la première place dans tous les types forestiers, qu'il s'agisse de peuplements de feuillus, de conifères ou de peuplements mixtes (Dronneau, 2007). Dans les gradients dégradés où les strates arbustive et buissonnante sont importantes, comme c'est le cas du matorral haut et de la pinède dégradée, la Fauvette mélanocéphale, le Rossignol philomèle, le Merle noir et la Linotte mélodieuse marquent fortement leur présence. Les espèces de milieux ouverts se rencontrent également dans les forêts matures à coté des espèces purement forestières, mais avec des abondances plus ou moins faibles. Cette cohabitation d'espèces dont les exigences d'habitat sont opposées est due à la structure claire et dégradée de la chênaie et de la pinède (même dans les stades matures), ainsi qu'à

l'abondance de sous-étages et à la mosaïque spatiale. La structure claire et aérée de la canopée des forêts étudiées permet à des oiseaux comme le Gobemouche gris, le Gobemouche noir de l'Atlas, le Grosbec casse-noyaux et, dans une moindre mesure, le Lorient d'Europe d'atteindre des abondances significatives. Par ailleurs, il a été démontré grâce à des études fines dans les forêts tropicales, que l'hétérogénéité des habitats et la fréquence des perturbations naturelles dans une forêt facilitent la coexistence de nombreuses espèces rares, fugitives ou subordonnées (Thiollay, 1990). La chênaie s'est avérée plus riche en oiseaux par rapport à la pinède, mais aussi plus diversifiée avec un indice de Shannon nettement supérieur. Ce résultat a été déjà souligné en Europe où il a été démontré que les forêts caducifoliées sont plus riches en oiseaux que les forêts de conifères ou les forêts mixtes (Glowacinski, 1975 ; Muller, 1985 ; Tomialojc *et al.*, 1984 ; Mosimann *et al.*, 1987) ; ceci est en rapport avec leur meilleure productivité et leur plus grande complexité architecturale.

La dégradation de l'habitat affecte fortement les communautés d'oiseaux. En effet 60% de la variance des mesures de la richesse, l'abondance et de la diversité sont expliqués par la dégradation de l'habitat, par rapport à l'habitat original type des forêts de chêne et de pin. Le degré de dégradation a un effet significatif sur l'avifaune de toutes les communautés étudiées. La dégradation concerne la richesse, l'abondance et la diversité au niveau de tous les stades dans les deux types de forêts. Dans le cas de la chênaie, la richesse et la diversité ne sont pas fortement affectées du passage du stade mature au stade dégradé. La perturbation des communautés aviennes dans la chênaie et la pinède à travers leurs différents indices peut s'expliquer par les changements de la qualité d'habitat qui semble liée à certains éléments déterminant la structure de la végétation, tels que la hauteur et la densité des arbres, le recouvrement de la canopée, et le recouvrement des strates arbustive et buissonnante. En effet, de nombreux auteurs (Sousa, 1984 ; Wiens, 1989 ; Bazzaz, 1991) soulignent que les changements dans la qualité de l'habitat perçu par les oiseaux sont le facteur clé qui explique leurs réponses aux perturbations. Dans le même ordre d'idée, Prodon et Lebreton (1981) ont montré que des petits changements dans le couvert végétal de la strate buissonnante produisent un impact significatif sur les communautés d'oiseaux. La disparition de cette strate végétale entraîne une diminution des ressources trophiques (arthropodes, fruits ...) essentielles pour les oiseaux (Snow & Perrins, 1998) mais aussi une perte de sites de nidification et de chant, ou d'autres endroits qui peuvent procurer des refuges contre les prédateurs (Comprodon & Brotons, 2006). Les espèces d'oiseaux ne sont pas affectées d'une manière égale. L'effet de la dégradation sur le nombre d'espèces varie selon le type d'espèce

considéré. Dans la chênaie, l'augmentation de la dégradation a tendance à diminuer le nombre de spécialistes et de généralistes forestiers, en même temps qu'elle augmente le nombre de spécialistes de milieux ouverts. Parallèlement, dans la pinède la dégradation a tendance à diminuer les spécialistes forestiers et à augmenter les généralistes forestiers et les spécialistes de milieux ouverts. Une augmentation du gradient de dégradation a tendance à diminuer le nombre de spécialistes et de généralistes au profit du nombre de spécialistes de milieux ouverts. Le changement dans la composition des peuplements d'oiseaux n'est pas du seulement à l'extinction des spécialistes et des généralistes forestiers, mais aussi à la colonisation par les espèces spécialistes des milieux ouverts. Les stades dégradés peuvent avoir plus d'espèces mais la composition spécifique n'est pas la même que dans les stades matures. Il s'agit surtout d'espèces communes, répandues et moins importantes sur le plan écologique. On peut citer ici la plupart des espèces communes spécialistes des milieux ouverts et quelques généralistes comme la Linotte mélodieuse (*Acanthis cannabina*), le Rougequeue de Moussier (*Phoenicurus moussieri*) ou la Fauvette à lunettes (*Sylvia conspicillata*) pour la chênaie, et le Tarier pâtre (*Saxicola torquata*), le Bulbul des jardins (*Pycnonotus barbatus*) ou la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*) pour la pinède. A l'opposé, les espèces qui disparaissent sont des espèces spécialistes généralement rares ou localisées, telles que les espèces caractéristiques de la chênaie mature: le Gobemouche noir de l'Atlas (*Ficedula hypoleuca speculigera*) ou le Roitelet triple-bandeau (*Regulus ignicapillus*), mais aussi quelques espèces généralistes localisées comme le Pic de Levillant (*Pictus vaillantii*) ou le Geai des chênes (*Garrulus glandarius*). Les milieux forestiers dégradés sont des mosaïques d'habitats boisés, d'habitats ouverts et de clairières, ce qui permet d'observer le maintien de certains spécialistes ; les généralistes s'adaptent beaucoup plus que les spécialistes, ils sont en effet plus plastiques. Les généralistes forestiers et les espèces communes parmi les spécialistes des milieux ouverts colonisent les milieux boisés après leur dégradation.

D'après McKinney et Lockwood (1999), il y a des espèces qui bénéficieraient de la dégradation de l'habitat (*wimmers*), alors que d'autres seraient négativement affectées (*losers*). Ce processus peut mener à l'homogénéisation fonctionnelle (Olden *et al.*, 2004) des communautés dans lesquelles beaucoup d'espèces partageant quelques traits seraient remplacées par un petit nombre d'espèces partageant les mêmes traits. Une telle homogénéisation fonctionnelle peut être induite par le remplacement d'espèces spécialistes par des espèces généralistes plus répandues. La spécialisation apparaît dans beaucoup d'études comme étant un trait important dans l'explication du patron (*pattern*) d'abondance

(Julliard *et al.*, 2006) et de réponse à des changements environnementaux simples (Andrén *et al.*, 1997 ; Jonsen & Fahrig, 1997 ; Schweiger *et al.*, 2005), comme aux changements globaux (Devictor *et al.*, 2007, 2008). Camprodon et Brotons (2006), dans une étude menée en Catalogne, ont trouvé que l'éclaircie de la strate buissonnante dans les forêts de chêne favorise l'installation des espèces de l'habitat agro-forestier, du fait que les prairies sont toujours rencontrées à côté des forêts claires et que celles-ci sont utilisées par les vaches comme une alternative au terrain de pâturage. Notons à ce sujet que les clairières dans nos milieux forestiers sont importantes (notamment au niveau de la chênaie de Hafir) et qu'elles sont exploitées par les riverains pour faire de la céréaliculture ou pour faire pâturer leurs troupeaux d'ovins, de caprins et de bovins.

D'autre part, la distribution des espèces au sein de la communauté d'oiseaux se fait selon un gradient de fermeture du milieu. Ainsi, les spécialistes et les généralistes sont liés surtout à un milieu plus ou moins fermé, contrairement aux spécialistes de milieu ouvert. Les variables de la structure de la végétation ont un fort pouvoir explicatif de la distribution spatiale de l'avifaune étudiée. Elles agissent toutes significativement en interagissant avec l'habitat. La hauteur et la densité des arbres, le recouvrement et la diversité de la végétation semblent être les variables les plus déterminantes. Ces résultats concordent avec l'étude effectuée par López et Moro (1997) sur l'influence de la structure de la végétation de la forêt de Pin d'Alep sur la distribution des oiseaux forestiers. Brotons et Herrando (2001) ont montré que, dans le Nord-ouest du bassin méditerranéen, la présence des oiseaux diminue globalement avec la réduction du recouvrement de pins et augmente avec le recouvrement des grands pins (supérieurs à 8m de hauteur). La structure de la végétation affecte donc significativement la présence des espèces aviennes. Les espèces forestières semblent être positivement corrélées avec la canopée et la hauteur des arbres dans la chênaie et la pinède. En revanche, la strate buissonnante semble déterminer la présence des espèces de milieux ouverts.

Dans les milieux agricoles, l'importante richesse avifaunistique (44 espèces) peut être expliquée par la diversité de la végétation, notamment au niveau des jardins et des bocages où on a enregistré les plus fortes richesses totale et moyenne en oiseaux. En effet, les jardins et les bocages ont une structure de végétation plus complexe et plus variée, ce qui favorise une niche écologique plus importante. Les jardins, qui sont sous forme de mosaïques de petites parcelles composées de plusieurs strates de végétation et où est pratiquée une agriculture traditionnelle de maraichage et d'arboriculture, offrent des microclimats et des habitats variés

favorisant l'installation d'une avifaune plus diversifiée. De même, à un degré moindre, le bocage (qui est un paysage plus ou moins façonné par l'homme) est un ensemble de haies, de boqueteaux, de chemins et de ripisylves, tous éléments intéressants pour les oiseaux. Au regard de cette avifaune, les jardins et les bocages ont donc beaucoup d'atouts par rapport à d'autres types de milieux agricoles (ici les champs et vergers). Ils offrent de fortes potentialités, pas seulement sur le plan alimentaire, (prairies, haies, cultures) mais aussi pour les fonctions d'abris, de refuges, de couvert (rôle des haies, des boqueteaux et des ripisylves), ainsi que pour la reproduction en terme de sites de reproduction. En revanche, la faiblesse de la richesse au niveau des champs et des vergers peut s'expliquer par la simplification du paysage due à la monoculture. Autrement dit, dans les champs et les vergers il y a moins de diversité d'habitats que dans les jardins et les bocages. Les espèces fréquentes, dominantes, abondantes (et à travers elles les familles auxquelles elles appartiennent) sont surtout celles qui caractérisent les milieux agricoles. Ainsi les Sylviidés, Fringillidés, Alaudidés et les Turdidés sont les familles qui renferment le plus d'espèces ; les Fringillidés et les Columbides sont celles qui renferment les espèces les plus abondantes. La dominance des arboricoles et des terrestres, qui sont essentiellement insectivores et granivores, est favorisée par la nature de la structure de la végétation (présence de hauts arbres, terrains cultivés...) mais aussi par l'abondance d'insectes et de graines.

Les modes agricoles en jardins et bocages se sont révélés les cultures les plus favorables pour le maintien d'une biodiversité plus riche par rapport à la céréaliculture et aux vergers. Comme nous l'avons souligné précédemment, les jardins et les bocages ont une végétation plus riche, plus diversifiée et plus complexe que les vergers et les champs. D'autre part, les pratiques culturales au niveau des jardins et des bocages sont simples et traditionnelles, contrairement à celles employées au niveau des champs et vergers, sont intensives et nécessitant le plus souvent des intrants chimiques. Dans une étude utilisant les coléoptères comme indicateur pour identifier les habitats les plus importants pour la conservation de la biodiversité dans les écosystèmes traditionnels Méditerranéens, Zamora *et al.* (2006) ont montré que les milieux en mosaïque ouverts sont les plus riches, ce qui correspond aux jardins dans notre cas. Les changements de pratiques agricoles de l'extensif vers l'intensif et du traditionnel vers l'intensif sont derrière les changements de composition et de structure des communautés aviennes étudiées, ce qui se traduit par l'installation d'une avifaune banale composée d'espèces largement répandues, avec pour conséquence directe la diminution intrinsèque de l'originalité des peuplements.

L'intensification des pratiques est la cause de la simplification du paysage; le principal changement est la perte de diversité due à la diminution d'éléments tels que les haies, les arbres isolés, les bosquets, les clôtures, les mares, etc. La taille des parcelles devient donc plus importante et les cultures plus uniformes. L'effet des pratiques agricoles sur les peuplements d'oiseaux a fait l'objet d'études dans plusieurs pays, notamment en Europe où l'agriculture intensive a pris une grande ampleur. Dans les habitats agricoles européens, 70% des 173 espèces prioritaires pour la conservation ont un statut défavorable (Filippi-Codaccioni, 2008). Au Royaume-Uni, l'indice des variations d'abondance des espèces d'oiseaux nicheurs de 1970 à 2002 montre que le plus fort déclin s'observe chez les oiseaux agricoles (Gregory *et al.*, 2005). Dans une étude de comparaison de trois modes agricoles d'utilisation de pesticides et de leurs effets sur les communautés d'oiseaux, Genghini *et al.* (2006) ont montré que les insectivores sont plus fréquents dans les cultures sans pesticides et dans les cultures où les pesticides sont réduits; de même, la diversité des oiseaux est plus grande dans ces deux derniers modes que dans les cultures recevant des pesticides conventionnels. Les corrélations temporelles et spatiales entre le déclin des oiseaux agricoles et l'intensification de l'agriculture suggèrent que les changements de pratiques sont au moins en partie responsables de ce déclin (Fuller *et al.*, 1995; Pain and Pienkowski, 1997; Campbell *et al.*, 1997; Chamberlain *et al.*, 2000; Aebischer *et al.*, 2000; Donald *et al.*, 2001, 2006). Les pratiques agricoles impliquées incluent :

- L'augmentation des pesticides et une possible réduction des ressources alimentaires (Potts, 1997; Campbell *et al.*, 1997; Donald, 1998; Wilson *et al.*, 1999).
- L'augmentation de l'agriculture céréalière à haut niveau d'intrants (O'Connor and Shrubbs, 1986; Shrubbs, 1977; Evans, 1997).
- La perte des haies et d'autres terres non-productives (Lefranc, 1997; Gilings and Fuller, 1998; Chamberlain *et al.*, 2000).
- Un déclin dans la diversité des habitats et une augmentation de la taille des parcelles comme conséquence des changements précédents et d'une mécanisation accrue (Súarez *et al.*, 1997; Lefranc, 1997).
- L'abandon des terres extensives à forte biodiversité (Diaz *et al.*, 1997; Suárez *et al.*, 1997; Tucker *et al.*, 1997).

Dans certains cas, il a été possible de montrer un lien direct entre les changements de pratiques agricoles et la démographie des espèces déclinantes. Par exemple, le déclin de la

population du Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus* est dû à une réduction du taux de survie hivernal, résultant de la faible disponibilité en nourriture dans le milieu agricole (Peach *et al.*, 1999). Le déclin des populations de Perdrix grises *Perdrix perdrix* est lié à une mortalité accrue des poussins du fait des ressources réduites en invertébrés, principale alimentation de ceux-ci (Potts, 1997).

En ce qui concerne la steppe, le nombre de 22 espèces nicheuses que nous avons contacté est proche de celui de 28 trouvé par Mostefai et Thiollay (2004) dans la région de Naâma dans le sud-ouest algérien et de celui de 30 espèces déterminées par Thévenot *et al.* (2003) dans la steppe marocaine. La relative simplicité structurale (physiographique, de la végétation, etc.) de la steppe par rapport à d'autres milieux plus complexes (forestiers, de montagne, etc.) et son état de dégradation poussé expliquent sa faible richesse spécifique en oiseaux, ainsi que la rareté de la majorité des espèces. Néanmoins dans la steppe préservée où la remontée biologique est remarquable, l'avifaune est plus abondante mais pas diversifiée par rapport aux autres stades de dégradation et on y enregistre des espèces caractéristiques telles que l'Outarde houbara et le Sirli de Dupont. L'indice de Shannon confirme la faible diversité de ces habitats et le cumul des diversités à l'échelle sectorielle ( $H'\gamma$ ) montre également que le nombre de niches réalisées est faible dans l'ensemble de la steppe. L'indice de similitude proche de zéro indique quant à lui que les quatre stades étudiés se ressemblent relativement entre eux. Le milieu steppique est le domaine des Alouettes par excellence : en effet, ces dernières représentent 41% des familles recensées et 94.5 % de l'abondance totale. Isenmann et Moali (2000) ont cité l'existence de 16 espèces d'Alouettes en Algérie, dont 13 sont nicheuses. Nous en avons contacté neuf nicheuses, soit une représentation de 70% par rapport au total national. Par ailleurs, l'absence de strates arborée et arbustive est déterminante dans la présence des oiseaux terrestres se nourrissant et nichant au sol et qui sont en grande partie insectivores.

La comparaison des indices de biodiversité dans les quatre stades de dégradation s'est révélée d'une manière générale significative. Les stades dégradés ne présentent pas de grandes variations entre eux ; cependant, comparés avec la steppe préservée, ils le sont d'une manière importante. Ceci nous laisse supposer que la steppe est un milieu fragile très sensible à la dégradation et que cette dernière, lorsqu'elle s'installe, ne passe pas par des stades distincts (comme c'est le cas dans les forêts de chênes où elle est graduelle) mais elle s'effectue plutôt de manière rapide, étant donnée la simplicité de la végétation de ce milieu, composé généralement d'une seule strate. Aidoud *et al.* (1999) soulignent dans un travail sur

une steppe du Sud-ouest algérien qu'en moins de 10 ans, le long d'un gradient de pression pastorale, la perte de la biodiversité s'est accompagnée d'une réduction de 57% du couvert des pérennes, de 23 à 63% de la matière organique et de 28 à 87% des argiles et limons fins. Le labour de la steppe a des conséquences négatives sur la faune et la flore. L'arrachage et la disparition de la végétation naturelle, dont une grande partie est pérenne, favorise d'une part la dégradation du sol et l'installation de la désertification ; d'autre part, elle provoque le déclin et la disparition de la faune associée à cette végétation. Plusieurs auteurs ont souligné les changements dus au labour de la steppe, dans les habitats naturels et les communautés animales. Ainsi, Brotons *et al.* (2004) parlent d'une étroite relation entre les oiseaux de la steppe et la céréaliculture intensive, en soulignant que certaines espèces peuvent fortement décliner suite au labour de cette dernière. Thiollay (2004) montre également que l'abondance des oiseaux, y compris les rapaces, décline nettement de 50 à 65% lorsqu'on cultive les savanes naturelles. La recherche menée dans plusieurs régions espagnoles indique que la plupart des populations d'oiseaux des steppes sont en baisse en réponse à plusieurs facteurs (Tucker, 1997), incluant l'altération de l'habitat et la transformation des terres liée à l'intensification des pratiques agricoles traditionnelles (Suárez *et al.*, 1997). L'abondance des oiseaux s'avère la plus touchée par la dégradation de la steppe, et le recouvrement de la strate herbacée semble être le facteur environnemental le plus déterminant pour les indices de biodiversité. En effet, c'est dans cette strate que les oiseaux puisent leur nourriture et font leurs nids. Une forte densité de la végétation herbacée favorise donc une abondance d'oiseaux qui y sont inféodés. L'ampleur de la dégradation des habitats s'accompagne de la disparition des niches écologiques, ce qui engendre la diminution du nombre des spécialistes et des généralistes en cédant la place aux ubiquistes. Les espèces spécialistes s'avèrent donc très sensibles à la dégradation et déclinent au moindre changement d'habitat. Les généralistes quant à eux sont plus résistants et ne sont touchés que lorsque le degré de dégradation du milieu devient important. En revanche, les ubiquistes qui ne semblent pas être affectés sont plus plastiques et rustiques.

Dans l'ensemble des milieux, la répartition des espèces aviennes s'est avérée conditionnée par des facteurs environnementaux, notamment ceux relatifs à la végétation. Le taux de recouvrement et la hauteur semblent être les deux facteurs les plus déterminants. Ils offrent effectivement le plus de conditions écologiques favorables aux oiseaux, surtout en ce qui concerne la nourriture et les possibilités de nidification. Le degré de fermeture de la végétation explique par ailleurs la dichotomie du dendrogramme de la classification

hiérarchique des oiseaux dans les 14 milieux étudiés. Ces subdivisions sont cohérentes vis-à-vis des résultats des plans factoriels, à savoir une discrimination entre les espèces des milieux fermés et celles des milieux ouverts. La première branche regroupe en classes les oiseaux inféodés aux milieux fermés parmi les bocages, les jardins, les pinède mature et dégradée, les chênaie mature et dégradée, et les matorrals haut et bas. La deuxième branche quant à elle concerne la partition des oiseaux dans les milieux ouverts parmi les steppes, les champs et les vergers. Ces classes regroupent les milieux dont les peuplements d'oiseaux sont plus ou moins similaires et ne présentent pas beaucoup de différences, tels que ceux des chênaies mature et dégradée ou ceux des vergers et des champs. Cette affinité entre les milieux formant les différentes classes a été confirmée précédemment par des analyses statistiques où la comparaison de leurs indices de biodiversité est non significative.

*CHAPITRE VI*

---

STRATEGIE DE CONSERVATION

## 6.1 Introduction

Depuis la conférence de Rio De Janeiro (1992), et la convention sur la diversité biologique (CDB), l'Algérie, pays signataire, a entrepris pour la conservation de sa biodiversité un certain nombre d'actions qui restent malheureusement à notre sens insuffisantes et manquent d'efficacité. Parmi les actions entreprises, un important projet financé par le FEM/PNUD (Projet ALG/97/G31) a été engagé en 1997 sur « l'élaboration d'une stratégie nationale et d'un plan d'action pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique algérienne ». Ce travail a abouti seulement à un bilan général des connaissances de la diversité biologique algérienne sans qu'une stratégie nationale de conservation ni un plan d'action puissent voir le jour. D'autres mesures ont été prises également dont essentiellement la création de quelques aires protégées (parc national de Tlemcen en 1993, parc national de Djebel Aissa 2003, réserve naturelle marine des îles Habibas en 2003) et la promulgation de textes juridiques relatifs à la conservation et la protection des espèces (Arrêté ministériel du 17 janvier 1995 complétant la liste des espèces animales non-domestiques protégées, nouvelle Loi 04-07 de la chasse du 14 août 2004, Ordonnance présidentielle 06-05 du 15 juillet 2006 relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition) venant s'ajouter aux anciens textes. Cependant, le respect réel de toutes ces mesures sur le terrain reste timide ou presque inexistant et la biodiversité continue toujours à s'éroder. Le braconnage et la surexploitation touchent même les espèces protégées et les Emirats du Golfe viennent chaque année chasser l'Outarde et les gazelles, espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN.

## 6.2 Aperçu de l'avifaune algérienne

L'ouvrage d'Isenmann et Moali (2000) représente la dernière mise à jour de l'avifaune algérienne où ils citent 406 espèces dont 214 sont nicheuses, 242 non-Passériformes et 164 Passériformes. Ces oiseaux se répartissent entre 67 familles dont les plus importantes sont les Sylviidae avec 37 espèces, les Anatidae avec 34 espèces, les Accipitridae avec 29 espèces et les Turdidae et les Scolopacidae avec 26 espèces chacune. Les rapaces sont au nombre de 49, dont 40 sont diurnes et 9 nocturnes. Les espèces nicheuses dont la distribution est exclusivement saharienne sont au nombre de 24. Les espèces endémiques à l'Afrique du Nord sont au nombre de six, il s'agit de la Perdrix gabra (*Alectoris barbara*), le Pic de Levillant (*Picus vaillantii*), le Rougequeue de Moussier (*Phoenicurus moussieri*), la Fauvette de l'Atlas

(*Sylvia deserticola*), la Mésange bleue ultramarine (*Parus ultramarinus*) et la Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*) qui est l'unique espèce endémique à l'Algérie. Le nombre des espèces nicheuses disparues est de 15 au lieu de 16 comme cité par Isenmann et Moali (2000) étant donné que la Foulque caronculée (*Fulica cristata*) a été retrouvée nicheuse au sud de Tlemcen à Dayet El-Ferd (Thiollay et Mostefai, 2004). Par ailleurs, environ 30% du patrimoine avifaunistique (soit 117 espèces) sont protégés par la législation algérienne. Parmi ces espèces, on trouve seulement 11 Passereaux, les 106 autres espèces sont des non-Passereaux comprenant 49 rapaces, 35 espèces d'oiseaux d'eau et 22 autres espèces terrestres (Outardes, Pics, Guêpiers...). Sur le plan international, 12 espèces en danger critique, en danger ou vulnérables figurent sur la liste rouge de l'UICN : Sittelle kabyle (*Sitta ledanti*) Ibis chauve (*Geronticus eremita*), Aigle impérial (*Aquila heliaca*), Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*), Faucon crécerellette (*Falco naumani*), Outarde houbara (*Chlamydotis undulata*), Outarde barbue (*Otis tarda*), Sarcelle marbrée (*Marmaronetta angustirostris*), Courlis à bec grêle (*Numenius tenuirostris*), Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*), Pélican frisé (*Pelecanus crispus*), Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*).

L'avifaune nicheuse algérienne (214 espèces) représente 62 % de celle de la Méditerranée (343 espèces) et 51% de celle de l'Europe entière (419 espèces). Cette grande richesse spécifique de la zone méditerranéenne, qui est trois fois moins grande que le continent européen, a été soulignée par Blondel (1986, 1987, 1988, 1995). L'aspect le plus surprenant de cette faune, comme l'indique cet auteur, est la faible représentation des espèces d'origine méditerranéenne : 47 seulement sur les 343 espèces, soit 14% du peuplement. Ceci s'explique par le fait que les milieux de la région méditerranéenne sont d'âge récent et d'extension limitée : la superficie des garrigues et des maquis n'a vraiment augmenté que depuis l'arrivée de l'Homme, donc trop récemment pour qu'une spéciation notable ait pu s'y développer depuis (Blondel, 1995). Selon ce même auteur, l'origine de l'avifaune nicheuse méditerranéenne est particulièrement hétérogène : neuf entités biogéographiques ont contribué, selon des proportions variables, à alimenter sa faune qui compte 343 espèces. En Afrique du Nord, la proportion des espèces nicheuses méditerranéennes est d'environ 10% et 12% pour l'Algérie (Isenmann et Moali, 2000). Son origine biogéographique est pour 21% paléarctique et pour 4% afro-tropicale. En revanche, en Algérie, ces proportions sont respectivement de 19 et 8% (Lebreton et Ledant, 1980).

Dans la forêt algérienne, à l'exception notable de la Sittelle kabyle *Sitta ledanti*, toutes les espèces existent aussi en Europe, mais le nombre d'espèces est plus réduit. Parallèlement, le nombre restreint d'espèces est accompagné généralement de plus faibles densités. Cet appauvrissement spécifique et quantitatif est, pour le moins partiellement, attribuable à des richesses trophiques (Isenman et Moali, 2000).

### 6.3 L'avifaune de la région de Tlemcen

Plus de la moitié (53%) des oiseaux d'Algérie ont été contactés dans la région de Tlemcen à travers 216 espèces (Annexe 3). Ces dernières appartiennent à 49 familles représentant ainsi 73% du chiffre national. Parmi les 216 espèces, on trouve 140 nicheurs soit 65% du peuplement avien. L'avifaune de Tlemcen se compose également de 107 espèces sédentaires, 36 espèces migratrices hivernantes, 35 migratrices estivantes, 30 visiteurs de passage et 8 visiteurs accidentels. Par ailleurs, cette faune avienne se répartit en 72 oiseaux d'eau, 28 rapaces, 41 oiseaux forestiers, 32 oiseaux de milieux ouverts, 17 oiseaux de steppe, 9 oiseaux fréquentant les milieux urbains, 9 les montagnes et falaises et 8 les milieux mixtes. Sur l'ensemble des oiseaux de Tlemcen, 70 ont le statut d'espèces protégées dont sept figurent sur la liste rouge de l'UICN (Annexe 3). Une bonne partie de la richesse avifaunistique de la région de Tlemcen peut être considérée comme patrimoniale. Une espèce patrimoniale est une espèce dont la préservation est justifiée par son état de conservation, sa vulnérabilité, et sa rareté tant sur le plan régional que national ou international. La plupart étant déjà citées par Thiollay et Mostefai (2004), nous les reprenons ici brièvement, avec un complément d'autres espèces. Les espèces patrimoniales de la région de Tlemcen comprennent donc les 70 espèces protégées auxquelles on ajoute les espèces rares, vulnérables, localisées ou celles qui caractérisent la région. On cite dans ce cas la Foulque caronculée (*Fulica cristata*) observée nicheuse à Dayet El Ferd (un couple avec deux poussins : cf. Thiollay et Mostefai, 2004) et au barrage Boughrara en juillet 2008 (4 à 5 couples avec une dizaine de poussins : Samraoui et Hasnaoui, Comm.pers.2010), les deux seuls endroits où elle existe et niche actuellement en Algérie. A l'exception du Bec-croisé des sapins (*Loxia curvirostra*), espèce protégée qui caractérise la pinède de Tlemcen, les espèces localisées et spécialisées se trouvent presque uniquement dans la forêt de chêne notamment à Hafir, boisement feuillu naturel subsistant à caractère subhumide. Il s'agit du Gobemouche noir de l'Atlas (*Ficedula hypoleuca*), la Grive draine (*Turdus viscivorus*), le Rougegorge familier (*Erithacus rubecula*), le Roitelet triple-bandeau (*Regulus ignicapilla*), le Geai des

chênes (*Garrulus glandarius*) et trois autres espèces protégées : le Grosbec casse-noyaux (*Coccothraustes coccothraustes*), le Pic de Levillant (*Picus vaillantii*), le Torcol fourmilier (*Jynx torquilla*). Notons que certaines espèces forestières connues des chênaies du Tell (Pics épeiche et épeichette, Mésange noire) n'ont pas été retrouvées dans ces boisements, probablement à cause de leur état de dégradation prononcé. Une population de Pie bavarde (*Pica pica*) a été contactée au niveau de la chênaie de Moutas où elle s'est sédentarisée et niche depuis quelques années seulement. Il est à signaler que jusqu'à 1993 cette espèce n'y existait pas (Mostefai, 1996). Selon l'ingénieur du PNT Hasnaoui (Comm.pers.2010), une population similaire vit au niveau du matorral de Sidi Djilali au Sud-ouest de Tlemcen. D'autres espèces rares et caractérisant leurs milieux peuvent être considérées également comme patrimoniales. On cite dans ce cas : le Grimpereau des jardins (*Certhia brachydactyla*) et le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*) qui fréquentent essentiellement les forêts de pin, le Tchagra à tête noire (*Tchagra senegala*) rencontré dans les pinèdes dégradées avec broussailles denses, le Monticule bleu (*Monticola solitarius*) dans les falaises et les côtes rocheuses, la Cisticole des joncs (*Cisticola juncidis*) et la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*) dans les jardins, le Sirlin de Dupont (*Chersophila duponti*), le Courvite isabelle (*Cursorius cursor*), l'Édicnème criard (*Burhinus oediconemus*), l'Amommane élégante (*Ammomanes cincturus*), l'Alouette bilophe (*Eremophila bilopha*), et le Roselin githagine (*Rhodopechys githaginea*) se rencontrent quant à eux dans la steppe. Parmi les espèces patrimoniales protégées qui méritent une attention particulière, se trouvent les rapaces, étant donnée leur rareté pour certains et leur vulnérabilité pour d'autres, mais bien représentés dans la région de Tlemcen (57% des rapaces d'Algérie y sont présents). Les rapaces les plus communs s'avèrent être le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), l'Aigle botté (*Hieraaetus pennatus*), le Milan noir (*Milvus migrans*), et la Buse féroce (*Buteo rufinus*) avec respectivement plus de 20, 17, 15 et 10 couples chacun (Thiollay et Mostefai, 2004). Le faucon crécerellette (*Falco naumanni*), espèce peu abondante et très localisée, a été observée au niveau des crêtes de l'Ourit (plus de 10 individus) dans la région d'Ain-Fezza (3 individus) et dans les falaises de Mansourah (8 individus), ce qui suggère l'existence de trois petites populations. L'Elanion blanc (*Elanus caeruleus*) peu abondant a lui aussi été observé (4 couples) à Meffrouche, Hafir et dans les bocages de Chetouane. Le Faucon de Barbarie (*Falco pelegrinoides*) est présent également avec seulement trois couples observés à l'Ourit, Ain-Fezza et Beni-Bahdel. L'Aigle de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*) est aussi représenté avec trois couples localisés à l'Ourit et dans la vallée de l'Oued Khemis. L'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) a été contacté uniquement dans le canyon de l'Ourit (un couple) et dans la réserve

de chasse de Moutas (un couple) ; un troisième couple a été observé régulièrement par Hasnaoui (Comm.pers.2010) à Hafir et une fois, pendant l'hiver 2009, dans son nid au Djebel Taksemt (Ghar Elh'mam). Le Circaète Jean-le-blanc (*Circaetus gallicus*) répandu en chasse mais peu nombreux : 2 à 3 couples observés à Ain-Fezza et aux grottes de Beni Add. Le Vautour percnoptère (*Neophron percnopterus*) qui devrait être plus répandu n'est représenté que par 1 à 2 couples répartis du côté d'Ain-Fezza et des grottes de Beni Add. Le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), le Busard cendré (*Circus pygargus*) et le Faucon lanier (*Falco biarmicus*) nichent uniquement aux alentours de Dayet El-Ferd avec 1 à 2 couples chacun. Les rapaces nocturnes qui sont difficiles à observer ont été rarement contactés, seuls 3 individus de chevêche d'Athéna (*Athene noctua*) ont été rencontrés (steppe et Hafir) et la Chouette hulotte (*Strix aluco*) entendue à plusieurs reprises dans les milieux urbains et agricoles. En revanche, sur l'ensemble de la région de Tlemcen et une partie du nord de Naâma, nous n'avons pu observer que deux individus d'Aigle ravisseur (*Aquila nipalensis*) au sud de la Daya et à Kasdir. Un individu d'Aigle impérial (*Aquila heliaca*) a été contacté à deux reprises à Zarifet, et il a été également contacté par Hasnaoui (Comm.pers.2010) en 2000 aux alentours du barrage Boughrara. Un Epervier d'Europe (*Accipiter nisus*) a fait aussi l'objet d'observations à deux reprises à Zarifet et à l'Ourit en 2006 par Hasnaoui (Comm.pers.2010). Un seul individu de Vautour fauve (*Gyps fulvus*) a été observé de passage à l'Ourit en 2004 par Thiollay et Mostefai. Par contre Hasnaoui (Comm.pers.2010) a pu faire l'observation d'un juvénile mort à Sidi Abdelli en 2004, d'un groupe de 7 individus dans les falaises maritimes de Honaine en 2007, puis en 2008 d'un groupe de 7 individus également à l'Ourit et à Zarifet. Le Vautour fauve est une espèce qui semble subsister encore en Algérie alors qu'elle a disparu pratiquement du Maroc et de la Tunisie, mais elle ne niche certainement pas dans la région de Tlemcen. Le petit nombre actuel de Percnoptères confirme le manque de ressources pour les charognards et la rareté de ces espèces de rapaces traduit un appauvrissement révélateur de la faune et des habitats (Thiollay, 2004). Enfin l'absence de rapaces typiquement forestier tels que l'Autour des palombes (*Accipiter gentilis*) et le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*) nicheurs connus autrefois, montre bien que les forêts actuelles de la région sont devenues trop petites, fragmentées et dégradées pour abriter encore les espèces les plus sensibles qui leur étaient associées, sous-espèces particulières aux forêts d'Afrique du Nord (Thiollay et Mostefai, 2004).

## 6.4 Principe de conservation

La Stratégie est un outil pour initier l'élaboration de plans de conservation et d'actions qui permettront la réalisation de mesures de conservation et le suivi des effectifs d'oiseaux. De plus, certains plans de conservation, de gestion et d'action pourront être établis pour des espèces particulières lorsque c'est nécessaire. Ainsi, les recommandations qui en découleront guideront les services concernés par la protection de la nature dans leurs efforts pour maintenir la diversité et l'abondance des oiseaux sur l'ensemble du territoire de la région de Tlemcen. La destruction, la fragmentation et la dégradation des habitats sont considérées parmi les principales causes de déclin des oiseaux. La préservation de la diversité avienne constitue un défi de taille compte tenu, d'une part, du nombre élevé d'espèces qui fréquentent une grande variété d'habitats situés dans plusieurs pays différents au cours de leur cycle biologique et, d'autre part, de la sévérité actuelle des changements environnementaux de nature anthropique qui sévissent partout dans la région. Le principe de la stratégie de conservation devra être basé sur le maintien de la diversité des oiseaux et de leur abondance. Pour cela les instruments de conservation doivent agir à trois niveaux :

**1) Habitats :** La conservation des espèces passe tout d'abord par le maintien de leurs habitats type. Ainsi, maintenir une diversité d'habitats favorisera une diversité des oiseaux. Vu l'importance de l'habitat, toutes les stratégies de conservation des oiseaux dans le monde se basent sur son maintien et son amélioration. Ainsi les stratégies européenne et canadienne, à titre d'exemples, ont adopté le programme ZICO (zone importante pour la conservation des oiseaux) coordonné par Birdlife International ([www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)). Ceci peut être appliqué dans la région de Tlemcen et bien évidemment dans toute l'Algérie. L'appellation ZICO est donnée suite à l'application d'un ensemble de critères définis à un niveau international. Pour être classé comme ZICO, un habitat doit remplir au moins une des conditions suivantes :

- pouvoir être l'habitat d'une certaine population d'une espèce internationalement reconnue comme étant en danger ;
- être l'habitat d'un grand nombre ou d'une concentration d'oiseaux migrateurs, d'oiseaux côtiers ou d'oiseaux de mer ;
- être l'habitat d'un grand nombre d'espèces au biotope restreint.

Les critères de sélection font intervenir des seuils, chiffrés en nombre de couples pour les oiseaux nicheurs et en nombre d'individus pour les oiseaux migrateurs et hivernants. De façon générale, les ZICO doivent aussi permettre d'assurer la conservation et la gestion des espèces.

**2) Sites :** La protection globale des habitats ne suffit souvent pas à elle seule pour la conservation de certaines espèces. Celles-ci nécessitent des zones prioritaires supplémentaires comme des sites protégés, des réserves naturelles ou des zones de tranquillité. Certains de ces sites doivent être laissés à leur propre évolution (cas de la réserve de chasse de Moutas et une partie du PNT), d'autres doivent être soumis à une gestion ciblée pour maintenir leur qualité comme habitat pour des espèces menacées (ici on peut citer l'exemple de la pinède de l'Ourit et la chênaie de Hafir).

**3) Espèces :** Pour 89 espèces d'oiseaux patrimoniales à protéger, les deux instruments précités ne suffisent pas. Celles-ci nécessitent des programmes spécifiques de conservation. A titre d'exemple, la Foulque caronculée (*Fulica cristata*), espèce très rare dans le monde qui, en Algérie, n'existe qu'à deux endroits à Tlemcen, nécessite une stricte protection et un programme d'étude et de suivi rigoureux. De même pour les espèces figurant sur la liste rouge de l'UICN.

## 6.5 Mesures spécifiques de gestion restauratoire et conservatoire

La gestion restauratoire est la gestion mise en œuvre par un gestionnaire sur des milieux dégradés (naturels, semi-naturels, industriels ou urbains) avec l'objectif d'y restaurer la biodiversité, un paysage de qualité ou un état disparu. Dans le domaine environnemental, l'objectif premier est la restauration que le gestionnaire cherche à faciliter et à accélérer en utilisant des techniques de génie écologique. Il s'agit donc d'un mode de gestion intentionnelle ou « gestion pro-active », qui doit faire l'objet d'une réévaluation constante au vu des résultats, analysés via des indicateurs environnementaux (dans notre cas, il s'agira de l'indicateur « oiseaux »). Si après la phase de restauration, le milieu ne peut être *auto-entretenu*, ce mode de gestion est habituellement suivi d'une phase de gestion conservatoire s'appuyant sur un plan de gestion (de la ressource qu'on veut protéger, du paysage, des habitats...) et d'un dispositif de monitoring et d'évaluation et parfois de protection (protection foncière, réserve naturelle, etc.)(Slater, 1993).

Dans la région de Tlemcen, les populations d'oiseaux sont affectées par de nombreux changements survenus dans leurs milieux naturels. Toutefois, nos connaissances face à leurs tendances ainsi qu'aux problématiques rencontrées sont limitées par la complexité des écosystèmes. En effet, aux multiples composants inter-reliés des écosystèmes s'ajoutent les facteurs anthropiques qui affectent les phénomènes naturels. Les gestionnaires doivent donc pratiquer une gestion évolutive pour répondre aux besoins des oiseaux, lesquels s'inscrivent dans un système en constante évolution. Malgré le manque de connaissances relatives à l'avifaune de la région de Tlemcen, il est possible d'identifier certains problèmes responsables de son déclin dans les différents écosystèmes.

### 6.5.1 Ecosystème forestier

La dégradation et la fragmentation touchent pratiquement toutes les forêts de Tlemcen à cause principalement de facteurs anthropiques. Donc le maintien et la restauration de ces boisements devraient constituer un objectif prioritaire, et devrait également s'inscrire particulièrement dans le plan de gestion du Parc National de Tlemcen. Les forêts de chêne, notamment les subéraies qui sont les milieux naturels primitifs les plus touchés par la dégradation et la perte en espèces d'oiseaux, nécessitent un programme de gestion et de conservation rigoureux. Plus particulièrement, la forêt de chêne liège de Hafir, qui héberge la plupart des espèces patrimoniales et la seule population du Gobemouche noir de l'Atlas (*Ficedula hypoleuca speculigera*) de la région, se trouve fortement anthropisée et mérite un programme spécial de gestion pro-active et conservatoire. Les derniers lambeaux de cette futaie doivent être étendus et connectés entre eux par des corridors écologiques dont le but est de permettre aux oiseaux et à d'autres espèces animales d'être reliés d'un lambeau à un autre. En effet, l'installation des corridors est une des deux grandes stratégies de gestion restauratoire ou conservatoire pour les nombreuses espèces menacées par la fragmentation de leurs habitats. L'autre, complémentaire, étant la protection ou la restauration d'habitats (Bonnin, 2006). Le nombre élevé de moutons, chèvres et vaches qui pâturent à longueur d'année dans cette futaie doit impérativement diminuer d'une manière significative et les services forestiers doivent y imposer leur autorité. Des alternatives moins dégradantes du milieu sont à proposer aux riverains à la place du pâturage et de l'exploitation de la forêt (apiculture, aviculture, cuniculture, artisanat...).

Par ailleurs, la pinède de Tlemcen, qui est une forêt suburbaine non naturelle, mérite d'être conservée et entretenue pour sa richesse en certaines espèces de rapaces et de

passereaux, mais aussi pour sa fonction récréative. L'aménagement du plateau de Lella Seti en un site touristique de distraction et de loisir, attire une grande quantité de visiteurs. Ceci constitue un risque réel de perturbation de la vie sauvage dans cette forêt, notamment en période de reproduction durant laquelle les gestionnaires du PNT doivent contrôler et réguler le flux des touristes. En revanche la pinède de l'Ourit, qui se trouve dans un état de dégradation avancée, devra faire l'objet d'une mise en défens et d'une surveillance stricte contre le pâturage et les incendies. Les falaises au niveau de l'Ourit abritent une avifaune particulière dont certaines espèces sont emblématiques et patrimoniales (Aigle royal, Faucon crécerellette, Aigle botté, Aigle de Bonelli, Faucon de Barbarie, Vautour percnoptère) qui méritent une protection concrète en interdisant l'accès au sommet de ces falaises par les randonneurs et les grimpeurs. En plus de la régénération naturelle qu'il faudra favoriser en premier lieu, un programme spécial de reboisement de la subéraie (Hafir, Zarifet) et de la pinède de l'Ourit devra leur être consacré sur plusieurs années avec un suivi technique. Il est conseillé d'éviter le débroussaillage général car les fourrés abritent de nombreuses espèces animales. En revanche, il faut débroussailler autour des arbres d'avenir pour en favoriser la croissance. Il convient également de maintenir les gros arbres et de laisser les arbres morts sur place, car la biodiversité forestière est d'autant plus riche que la futaie est âgée. Enfin une combinaison de techniques sylvicoles classiques et de protection stricte contre les incendies et le pâturage permettra seule un résultat, inévitablement long et délicat.

### 6.5.2 Ecosystème steppique

A l'image de la steppe algérienne, le sud de la région de Tlemcen n'échappe pas aux différents facteurs de dégradation et de pression anthropique. L'un des aspects de cette dégradation est la disparition d'habitats et l'érosion de leur biodiversité. La vocation historique des steppes était l'élevage extensif d'ovins, de caprins et de dromadaires, complété par la culture itinérante des céréales. Actuellement, le constat majeur est celui d'une diminution de la superficie de ces steppes et leur dégradation parfois extrême. Il en ressort que la production pastorale dans ces parcours a globalement été marquée par un déclin significatif, surtout au cours des cinq dernières décennies. Des changements particulièrement rapides et intenses se sont opérés dans ces milieux sous la pression des besoins croissants des populations, besoins qui sont à l'origine de l'extension des cultures, des changements de politique de gestion et donc des usages et pratiques d'élevage, le tout aggravé par des sécheresses périodiques plus ou moins sévères et prolongées (Aidoud *et al.*, 2006). Par

ailleurs, l'appartenance du lac de Dayet El-Ferd à cet écosystème soumis à de fortes pressions anthropiques rend la situation plus difficile et plus complexe en matière de gestion et de conservation. En effet, des milliers d'oiseaux d'eau dont certains sont rarissimes et menacés de disparition (Foulque caronculée *Fulica cristata*, Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* ...) y hivernent et y nichent chaque année. Cette zone humide (classée Ramsar, de surcroît) constitue un écosystème caractérisé par une dynamique et un fonctionnement assez singuliers. Ce milieu est très gravement atteint dans tous ses aspects, dont le plus visible reste celui du développement rural où règne l'anarchie des activités économiques inadaptées à cet écosystème (agriculture intensive, urbanisation, disparition de la faune et de la flore, perturbation du cycle d'eau, érosion des sols...). Cette problématique peut se résumer ainsi : la conservation de cette zone humide ne peut se faire qu'à la condition qu'elle soit intégrée dans un concept plus global de développement durable de toutes les ressources du bassin versant auquel elle appartient et de l'utilisation rationnelle des espaces ruraux. La stratégie globale devient alors multisectorielle, plus conforme à la nécessité de concilier les intérêts d'équilibre écologique avec ceux de la population.

Le développement de l'écologie de la restauration a permis, à travers l'approche "restauration-réhabilitation-réaffectation" (Aronson *et al.*, 1995), de comprendre les processus dynamiques de la dégradation comme de la reconstitution d'écosystèmes. Des espaces steppiques ont été soustraits à l'exploitation agropastorale en vue de restauration ou de protection : mise en défens, pâturage différé, mise au repos ou réserve naturelle. Une comparaison de la végétation et des états de surface a montré l'efficacité de la protection (Floret, 1981). La mise en défens d'une steppe dégradée permet, après un laps de temps plus ou moins long, la reconstitution des caractéristiques majeures (couvert, composition, production) de la végétation préexistante (Bourbouz, 1997). Globalement, la mise en défens favorise la régénération des pérennes qui, en piégeant du sable et de la matière organique (Floret & Pontanier, 1982) et en permettant l'infiltration de l'eau de pluie, entraîne l'accroissement du couvert végétal et son maintien en période de risque d'érosion (Floret, 1981). Ces techniques devront être généralisées dans la steppe de Tlemcen pour permettre aux espaces dégradés de se reconstituer. D'ailleurs l'expérience de mise en défens du périmètre de Tighidet a permis une bonne remontée biologique et la réinstallation d'espèces d'oiseaux emblématiques de la steppe comme l'Outarde houbara (*Chlamydotis undulata*), le Sirli de Dupont (*Chersophila duponti*) et les gangas. Certaines des ces mises en défens doivent être

déclarées et gérées en réserve biologique ou naturelle afin de maintenir et conserver la biodiversité steppique. En revanche, d'autres pourront être, avec un système de rotation, ouvertes au pâturage dans le but de subvenir aux besoins des pasteurs. Une fermeture de trois ans et une ouverture d'une année permettra d'éviter le surpâturage et la dégradation des parcours, mais aussi leur rapide reconstitution. Concernant la Daya, le point capital est le niveau d'eau qui doit être maintenu aussi haut que possible pour offrir une surface maximale d'habitat aux oiseaux d'eau. Interdire le dérangement et la chasse est bien sûr essentiel au développement et à la conservation de la sauvagine.

### 6.5.3 Ecosystème agricole

Devant l'impact, généralement néfaste, de l'agriculture sur la biodiversité, une question majeure s'impose et se pose d'elle même : produire ou préserver ? Nourrir les populations humaines ou conserver ? A cette question, Green *et al.* (2005 b) ont répondu : l'enjeu, aujourd'hui, repose sur les alternatives qui s'offrent pour préserver la biodiversité et continuer à produire suffisamment pour nourrir la population mondiale sans arrêt croissante. Deux solutions sont proposées :

- 1) Produire de façon extensive sur de larges surfaces, ce qui permettrait de concilier agriculture et biodiversité mais qui entraînerait le recul de zones naturelles au profit des zones cultivées.
- 2) Produire de façon intensive sur de plus petits territoires mais aux dépens de la biodiversité et de l'environnement en général, laissant pourtant la place aux territoires naturels.

La question est loin d'être résolue idéalement, mais quoi qu'il en soit, les politiques européennes actuelles vont dans le sens de la première solution, où on cherche à établir une agriculture durable où biodiversité et respect de l'environnement font bon ménage avec l'agriculture.

Vu sa richesse en sources d'eau, la région de Tlemcen était autrefois connue pour l'abondance de ses jardins, vergers et pour son agriculture traditionnelle d'une manière générale, où le seul intrant était le fumier. Aujourd'hui on est en train d'assister à une conversion de ce mode agricole en cultures intensives avec applications de produits chimiques

et biologiques qui peuvent réduire considérablement les sources d'alimentation des oiseaux en détruisant les populations d'insectes et d'autres invertébrés. La culture intensive implique également la disparition d'habitats utilisés grandement par l'avifaune, tels que les haies, brise-vents, boccages, bandes boisées, etc. Pour conserver la biodiversité dans les milieux agricole, il conviendrait donc d'orienter la politique de ce secteur vers l'agriculture biologique et le maintien des pratiques traditionnelles utilisant le moins d'intrants (petites parcelles, polycultures, absence de pesticides, jachères...). Les différents programmes d'état de soutien et d'aide aux agriculteurs doivent donner la priorité aux petits paysans et aux modes agricoles sus-cités. En revanche, l'agriculture favorisant l'intensification et la mécanisation sur de grandes parcelles uniformes doit être moins favorisée. Il faut maintenir les vergers et les jardins existants et en encourager la création d'autres, notamment dans les lits d'oueds et autour des sources d'eau, comme c'est le cas de ceux de Oued Khemis, Oued Chouli, l'Ourit, Ain-feza, Ain-Elhout, Ouchba, Beni-senouce et bien d'autres.

#### 6.5.4 Ecosystème urbain

Bien que l'écosystème urbain n'ait pas fait l'objet de notre étude, il est nécessaire de le prendre en considération car toute politique ou stratégie de conservation doit être globale intégrant tout les milieux qui peuvent abriter un potentiel de diversité biologique. Une ville est loin d'être un lieu exclusivement bétonné, dénué de nature, où rien ne pousse, où les plantes et les animaux n'ont pas leur place. A l'heure du tout écologique dans le débat social et médiatique, la biodiversité urbaine est une problématique qui dépasse de loin la question des espaces verts en ville. En effet le milieu urbain recèle en lui-même un vrai potentiel de biodiversité et constitue un véritable écosystème avec un fonctionnement complexe, sa flore et sa faune, ses arrivées et ses disparitions, son évolution au cours du temps. La diversité biologique des milieux urbains est semble-t-il spécifique mais elle est surtout insuffisamment connue (Mathieu, 2006). Connaître, protéger et développer la biodiversité urbaine présente plusieurs intérêts et éco-services d'ordre écologique, paysager, esthétique, social, culturel, pédagogique, etc. L'enjeu majeur est donc aujourd'hui d'offrir à une ville comme Tlemcen des conditions favorables au maintien pérenne de sa biodiversité, notamment des espèces animales et végétales les plus banales qui voient peu à peu leurs niches traditionnelles disparaître. Cette action ne se fera pas sans une bonne cohérence au niveau local, ni sans l'implication de tous les acteurs concernés. Parmi les actions qu'il faut prendre, notons le maintien et la protection de la biodiversité avienne. Grâce à ses nombreux minarets et à

l'abondance des zones de gagnage urbaines et pré-urbaines, Tlemcen est devenu un lieu de prédilection pour la Cigogne blanche, espèce emblématique protégée à l'échelle mondiale. L'utilisation des pylônes électriques par cette espèce pour la nidification pose parfois le problème de l'électrocution. Il conviendrait dans ce cas de prolonger les bouts de ces supports en les équipant de plateformes et en les tenant loin des lignes à haute tension. D'autre part, il faudrait éviter l'utilisation des produits phytosanitaires et les insecticides dans les prairies pré-urbaines, endroits de gagnage de la Cigogne. D'autres espèces fréquentent également les zones urbaines (Bulbul des jardins *Pycnonotus barbatus*, Mésanges bleue *Parus ultramarinus* et charbonnière *Parus major*, Verdier d'Europe *Carduelis chloris*, Cerin cini *Serinus serinus*, Martinets, Hirondelles, Pigeons, Rapaces nocturnes...) et ont besoin du maintien de leurs habitats. Ainsi les forêts urbaines, parcs, jardins, haies, rangées d'arbres peuvent jouer un rôle important dans ce sens pour ces oiseaux et bien d'autres espèces animales, mais peuvent aussi servir de corridors biologiques nécessaires au déplacement de la faune et permettant sa connexion avec les milieux naturels les plus proches.

## 6.6 Orientations stratégiques de conservation

En plus des mesures spécifiques de conservation sus-citées qu'il faut appliquer à court terme, nous préconisons quatre orientations stratégiques de conservation principales qu'il faudra entreprendre à moyen et long terme pour compléter ainsi la stratégie globale de conservation.

### 6.6.1 Monitoring

Il est nécessaire de combler le manque de connaissances sur les oiseaux dans la région de Tlemcen par des programmes de suivi adéquats. Une connaissance appropriée de l'évolution de la situation des espèces sur les plans de la répartition, de l'abondance, de la démographie et des habitats permettra d'identifier les mesures de conservation pertinentes à entreprendre et de suivre leur succès. Ainsi il faudra commencer tout d'abord par identifier les espèces et les aires géographiques pour lesquelles les connaissances sont insuffisantes. Étendre les relevés à toute l'avifaune, qu'elle soit terrestre, forestière, lacustre, marine, diurne ou nocturne. Pour certaines espèces, le niveau de suivi pourrait comprendre plus que les tendances, mais aussi l'abondance, le succès de reproduction, voire les taux de survie. Il faudrait former et encourager des bénévoles à participer aux relevés de suivi en prenant des mesures incitatives et motivantes à leur égard. Le recours à différentes technologies, telles que

l'Internet, pour promouvoir la formation et la participation aux relevés est incontournable, particulièrement pour établir des réseaux d'observateurs dans les régions éloignées. Enfin, il est nécessaire de créer une base de données à partir des résultats de suivi et de faire en sorte qu'elle soit utilisée par tous à des fins de recherche et de conservation.

### **6.6.2 Recherche scientifique**

La recherche scientifique permet de comprendre les différentes problématiques relatives à la conservation des oiseaux. L'étude de leur biologie, de leur habitat et des différentes menaces potentielles pour leur survie mènent assurément à une meilleure gestion de leurs populations. La recherche scientifique est essentielle pour déterminer les causes des fluctuations et des tendances décelées par les suivis, ce qui permet ensuite de mettre en œuvre les mesures adéquates de conservation. Un programme de recherche établi par les gestionnaires des milieux naturels en collaboration avec les scientifiques doit cibler essentiellement :

- La connaissance des espèces nicheuses, la détermination des espèces d'intérêt prioritaire, la dimension et la répartition de leurs habitats. La connaissance de l'écologie de ces espèces est essentielle pour évaluer les impacts des projets de développement ou d'exploitation des ressources naturelles et pour proposer des mesures atténuantes.
- L'étude des effets des activités anthropiques sur les communautés d'oiseaux. L'intensité et la fréquence de ces activités varient d'une région à une autre et d'un écosystème à un autre. Il importe de connaître les conséquences de ces menaces sur chaque type de milieu et de déterminer le seuil d'intolérance à la perturbation et/ou à la dégradation.

### **6.6.3 Education et sensibilisation**

Pour parvenir à ces objectifs de conservation de la biodiversité, l'éducation et la sensibilisation des individus et de la société civile sont primordiales et doivent être soutenues et encouragées. Cependant, celles-ci reposent aussi sur la connaissance scientifique qui reste souvent peu accessible à la majorité de la population. Toutefois, il existe plusieurs techniques de sensibilisation. Selon le public ciblé, il est possible de publier des articles dans des revues

de vulgarisation scientifique et dans des revues spécialisées, de diffuser l'information lors d'événements, de parler dans les médias locaux et nationaux (télévisions, radios, journaux), de faire des présentations dans les écoles, de produire divers documents de sensibilisation tels que des affiches, des feuillets, des pages Internet, etc. La création d'associations militantes pour la conservation de la nature telle qu'une société ornithologique pourra jouer un rôle déterminant en matière de vulgarisation et de sensibilisation, non seulement auprès des citoyens mais aussi auprès des autorités locales et des décideurs politiques.

#### **6.6.4 Contrôle et surveillance**

Vu l'état de dégradation dans lequel se trouve la biodiversité actuellement, un contrôle efficace et une surveillance rigoureuse s'imposent. Tout d'abord, un mécanisme de surveillance et d'intervention contre les incendies de forêt devra être mis en place d'une façon permanente, notamment en saison estivale, et devra également couvrir toutes les zones vulnérables au feu. D'autre part, tout projet de restauration ou d'aménagement doit être suivi par un gardiennage au moins durant ses premières années. Des brigades forestières peuvent contribuer à cette tâche et devront principalement faire respecter les différents textes relatifs aux espèces protégées de faune et de flore. De même que les autres corps de police judiciaire devront prendre part dans cette importante mission qui fait encore défaut, en dépit de l'existence de la loi.

## CONCLUSION

---

## CONCLUSION

Le premier objectif de notre travail était de connaître l'impact de la dégradation et du changement des habitats et des différents usages des écosystèmes sur la biodiversité des oiseaux, sur son fonctionnement et sa complexité structurelle.

L'analyse de nos données a montré que la dégradation touche négativement la communauté des oiseaux dans les milieux forestiers et steppiques. La diminution de la qualité de l'habitat affecte significativement les paramètres de la composition et de la structure des peuplements aviens tels que la richesse, l'abondance et la diversité. Ce qui revient à dire que les conditions de niche écologique se trouvent défavorables suite à la dégradation du couvert végétal engendrant ainsi une perte de ressources trophiques et de sites de reproduction. Il s'est avéré également que les espèces d'oiseaux ne sont pas toutes affectées de la même façon. Une augmentation de l'intensité de dégradation a tendance à diminuer le nombre d'espèces spécialistes et généralistes au profit des espèces spécialistes de milieux ouverts. Un tel processus conduit à l'homogénéisation fonctionnelle des communautés d'oiseaux dont les espèces spécialistes sont remplacées par des généralistes, espèces banales et ubiquistes ne présentant pas un grand intérêt écologique. Le phénomène d'homogénéisation fonctionnelle ou biotique est considéré aujourd'hui comme l'un des indicateurs les plus importants de l'érosion de la biodiversité. D'autre part, la répartition des espèces au sein du peuplement se fait selon un gradient de fermeture du milieu. Ainsi les spécialistes et les généralistes sont répartis essentiellement dans des milieux plus ou moins fermés contrairement aux espèces de milieux ouverts. Ce sont les variables de la structure de la végétation qui conditionnent la distribution spatiale de l'avifaune en question. En effet les espèces forestières sont surtout liées à la canopée et à la hauteur des arbres dans la chênaie et la pinède ; la strate buissonnante semble déterminer la présence des espèces de milieux ouverts, alors qu'au niveau de la steppe, c'est le taux de recouvrement de la strate herbacée qui joue un rôle prépondérant dans le maintien d'une avifaune assez riche et abondante.

L'écosystème steppique s'est montré fragile et très sensible à la dégradation où la couverture végétale peut disparaître rapidement sans passer graduellement par des stades significativement différents comme c'est le cas dans les milieux forestiers. Le labour de la steppe engendre des conséquences néfastes sur la biodiversité des oiseaux. En effet, l'arrachage et la destruction de la végétation naturelle favorise le déclin et la disparition de la l'avifaune qui y est associée et l'installation d'espèces ubiquistes en remplacement d'espèces spécialistes et généralistes.

Par ailleurs, dans les milieux agricoles, la biodiversité avienne est beaucoup plus riche dans les jardins et les bocages que dans les vergers et les champs. Les jardins et les bocages renferment une végétation plus diversifiée dont la structure est complexe, ce qui augmente le nombre de niches écologiques. Par conséquent, ces pratiques culturales s'avèrent importantes pour le maintien de la biodiversité dans l'écosystème agricole. L'intensification de l'agriculture cause la simplification du paysage, la perte de diversité du couvert végétal, les parcelles deviennent plus grandes et les cultures plus uniformes. D'autre part, la culture intensive nécessite souvent des intrants chimiques et des traitements phytosanitaires, ce qui aggrave encore les conséquences sur la biodiversité.

Les réservoirs de la diversité biologique les plus importants à considérer dans la région de Tlemcen sont la forêt de Haffir et le lac de Dayet El-Ferd. Ils renferment en effet la plupart des espèces patrimoniales et emblématiques. Ils sont également deux milieux très fragiles et exposés à de continuelles pressions anthropiques. Par conséquent, ils nécessitent une attention plus particulière en matière de gestion et de conservation. Parallèlement, dans les autres milieux on peut trouver également des espèces vulnérables, exposées y compris au risque de disparition et qui doivent faire donc l'objet de programmes spécifiques de conservation. Tel est le cas de l'Outarde houbara dans la steppe et de l'Aigle royal dans les falaises et les montagnes. Faire de la biologie de la conservation dans de telles situations implique l'intégration de plusieurs outils. La présente étude montre l'intérêt d'associer ces outils pour parvenir à appréhender les dynamiques complexes affectant les populations d'oiseaux menacés. L'utilisation conjuguée de suivis démographiques, d'expérimentations, d'observations de terrain et même s'il le faut d'études génétiques revient à approcher le problème sous différents angles et rend plus facile un diagnostic fin de l'impact de la dégradation des habitats sur les peuplements aviens et, par voie de conséquence, une stratégie adéquate pour leur conservation.

Bien entendu, il n'est pas envisageable de réaliser des études aussi détaillées pour toutes les espèces en danger. Cependant, cette approche intégrée contribue autant à apporter des réponses concrètes dans le cas particulier d'une ou de quelques espèces cibles données, qu'à améliorer notre compréhension générale des problèmes de déclin de la diversité avienne et notre capacité à intervenir avec efficacité sur d'autres populations menacées. Même si chaque espèce est unique et qu'il n'est pas possible de fournir des réponses générales aux multiples situations rencontrées, cette approche s'avère très utile pour toutes les espèces vulnérables pour lesquelles on ne dispose que de connaissances très réduites (Brigham &

Thomson, 2003 ; Oostermeijer, 2003). Toute fois, l'angle « espèce » peut faire l'objet de réserves quant à son efficacité réelle en terme de conservation. Souvent privilégiée, l'approche « espèce » se traduit par des programmes de sauvegarde généralement centrés sur des espèces emblématiques. Mais l'érosion de la biodiversité est un phénomène global, et étant donné le nombre d'espèces que compte notre planète, cette approche ne peut mener qu'à la conservation d'une faible fraction de la biodiversité (Génot & Barbault, 2004). C'est pourquoi l'approche « écosystème » est clairement préconisée par les scientifiques de la conservation, notamment dans le cadre de la Convention sur la Diversité Biologique (WRI/IUCN/UNEP, 1992). Cependant, l'approche « espèce » n'en est pas vaine ou futile pour autant, comme le soulignaient Soulé & Mills (1992). Pour relever le défi de la crise écologique actuelle, il est clair que la conservation des écosystèmes est nettement plus efficace que la conservation d'espèces une à une. Mais on ne peut pas prétendre comprendre et préserver avec succès les écosystèmes dans leur globalité sans comprendre le fonctionnement et la dynamique de leurs composants élémentaires que sont les espèces. La solution réside donc dans une association des deux approches, fortement interdépendantes.

D'autre part, face aux enjeux de la crise actuelle de la biodiversité, l'interaction et la collaboration entre scientifiques de la conservation et gestionnaires d'espaces naturels s'avèrent plus que nécessaires. Les deux mondes des chercheurs et des gestionnaires ne doivent pas se contenter d'échanger des informations, mais réellement travailler ensemble à la définition, l'élaboration et la mise en oeuvre des protocoles et des stratégies de conservation et de gestion. Le développement d'interactions entre recherche, gestion et société est d'autant plus indispensable qu'on s'oriente désormais vers une conservation de la biodiversité au sein de territoires multifonctionnels, où la gestion écologique s'intègre à un contexte socio-économique.

## REFERENCE S BIBLIOGRAPHIQUES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aebischer, NI, Evans, A.D., Grice, P.V. & Vickery, J.A. (2000) Ecology and Conservation of Lowland Farmland Birds. British Ornithologists' Union, Tring, UK.

Aidoud, A., Siimani, H.A., Aidoud-Lounis, F. & Touffet, J. (1999) Changements édaphiques le long d'un gradient d'intensité de pâturage dans une steppe d'Algérie. *Ecologia nieciiterranea*, 25 : 163-171.

Aïdoud, A., Le Floc'h, É. & Le Houérou, H.N. (2006) Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 17(1-2) :19-30.

Aimé, S. (1991) Étude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi-aride et aride dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais (Algérie nord-occidentale). Thèse Doct. ès Science, Univ. Aix-Marseille III.

Alcaraz, C. (1982) La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse Doctorat d'Etat, Université Perpignan, France.

Andrén, H., Delin, A. & Seiler, A. (1997) Population response to landscape changes depends on specialization to different landscape elements. *Oikos*, 80: 193-196.

Anonyme. (1915) Organisation d'un service de météorologie forestière en Algérie. *Bi. il. Sic.!. Rech. Fores!. N.Afr.* 1(3): 91-114.

Anonyme.(1929) Dix ans d'observation de météorologie forestière en Algérie. *bull. Stai.Rech. Forest. N Afr.* 1(3): 275-330.

Aronson, J., Million, S. & Le Floc'h, E. (1995) On the need to select an ecosystem of reference, however imperfect: a reply to Pickett and Parker. *Restoration Ecology*, 3 : 1-3.

Bagnouls, F. & Gaussen, H. (1953) Saison et indice xérothermique. Univ. Toulouse.

Balmford, A., Green, R.E. & Jenkins, M. (2003) Measuring the changing state of nature. *Trends in Ecology and Evolution*, 18 : 326-330.

Barbault, R. (1992) Ecologie des peuplements. Ed. Masson, Paris.

Barbero, M. (1990) Méditerranée: bioclimatologie, sciérophylle, sylvigénèse. *Ecologia mediterranea*, 16 :1-12.

Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R. & Quézel, P. (1990) Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basins. *Vegetatio*, 87: 151-173.

Bazzaz, F.A. (1991) Characteristics of populations in relation to disturbance in natural and man modified ecosystems. In: Mooney, H.A., Godron, M. (Ed), Disturbance and ecosystems. Components of Response. *Ecological Studies* 44

- Beccaloni, G.W. & Gaston, K.J. (1994) Predicting the species richness of Neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation*, 7: 77-85.
- Benabadji, N. (1995) Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. et *Salsola vermiculata* L. au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse Doctorat ès Sciences, Univ. Tlemcen.
- Benabadji, N. & Bouazza, M. (2000) Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Sécheresse* 11(2): 117-123.
- Benabdeli, K. (1996) Aspects physionomico-structuraux de la végétation ligneuse face à la pression anthropozoogène dans les monts de Dhaya et les monts de Tlemcen (Algérie occidentale). Thèse Doctorat d'Etat. Univ. Sidi Bel-Abbès.
- Benest, M. (1985) Evolution de la plate forme de l'ouest algérien et du nord-est marocain au cours du Jurassique supérieur et du début du Crétacé: Stratigraphie, milieu de dépôt et dynamique sédimentaire. Thèse Doctorat Géologie, Univ. Lyon.
- Benest, M. & Bensalah, M. (1995) L'Eocène continental dans l'avant-pays alpin d'Algérie: environnement et importance de la tectogenèse atlasique polyphasée. *Bulletin Service Géologique Algérie*, 6(1) : 41-59.
- Bengtsson, J., Jones, H. & Setälä, H. (1997) The value of the biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 12:334-336.
- Benyakoub, S. (1993) Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-Est algérien). Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, France.
- Berger, J. (1997) Population constraints associated with the use of black rhinos as an umbrella species for desert herbivores. *Conservation Biology*, 11: 69-78.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D. & Hill, D.A. (1992) Bird census techniques Academic Academic Press, London.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A., & Mustoe, S. (2000) Bird census techniques Academic Press, London.
- Bierregaard, R.O.J., Lovejoy, T.E., Kapos, V., Santos, A.A.D. & Hutchings, R.W. (1992) The biological dynamics of tropical rainforest fragments. A prospective comparison of fragments and continuous forest. *Bioscience*, 42: 859-866.
- Blackburn, T.M. & Gaston, K.J. (2003) Macroecology: concepts and consequence Blackwell Science, Oxford.
- Block, W.M., Brennan, L.A. & Guitierrez, R.J. (1986) The use of guilds and guild indicator species for assessing habitat suitability. In *Wildlife 2000: modeling habitat relationship of terrestrial vertebrates* (Ed. J. Verner, M.L. Morrison & C.J. Ralph). University of Wisconsin Press, Madison.

- Blondel, J.(1975) L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique. *Terre et vie*, 29 : 533-589.
- Blonde!, J.(1979) Ecologie et gestion de l'espace naturel, l'apport du "model-oiseau". In Proceeding Journées d'étude des Ingénieurs Ecologues (A.F.I.E) 13 et 14 nov, pp. 227-247, France.
- Blondel, J.(1986) Biogéographie évolutive. Ed. Masson, Paris.
- Blondel, J.(1987) From biogeography to life history theory: a multithematic approach. *Journal of Biogeography*, 14: 405-422.
- Blonde!, J. (1995) Biogéographie: approche écologique et évolutive. Ed. Masson, Paris.
- Blonde!, J. (2005) Biodiversité et sciences de la nature. In Les Biodiversités: Objets, Théories, Pratiques (Ed. P. Marty, F.D. Vivien, J. Lepart & R. Larrère), pp. 23-36. CNRS, Paris.
- Blonde!, J. & Aronson, J.(1999) Biology and Wildlife of the Mediterranean Region. Oxford University press, Oxford.
- Blondel, J. & Farré, H.(1988) The convergent trajectories of bird communities along ecological successions in European forest. *Oecologia*, 75 : 83:93.
- Blonde!, J., Ferry, C. & Frochot, B.(1970) La méthode des indices ponctuels d'abondances (IPA) ou des relevés d'avifaune par "station d'écoute". *Alauda*, 14 (1): 55 -71.
- Blondel, J., Ferry, C. & Frochot, B.(1973) Avifaune et végétation. Esai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 12: 63-84.
- Blonde!, J., Ferry, C. & Frochot, B.(1981) Point count with unlimited distance. *Studies in Avian Biology*, 6: 4 14-420.
- Blondel, J. & Mourer-Chauviré, C.(1998) Evolution and history of the western Palearctic avifauna. *Trends in Ecology and Evohition*, 13 : 488:492.
- Blonde! J., Ferry C. & Frochot B.(1970) La méthode des indices ponctuels d'abondances (IPA) ou des relevés d'avifaune par "station d'écoute". *Alauda*, 14(1): 55 -71.
- BNEDER (1986) carte d'occupation du sol, carte altimétrique, carte lithologique de la wilaya de Tlemcen. Bureau National d'Etude pour le Développement Rural, Algérie.
- BNEDER(1993) Etude de développement hydro-agricole à travers la wilaya de Tlemcen. Bureau National d'Etude pour le Développement Rural, Algérie.
- Botkin, D.B.(1990) Discordant harmonies: A New Ecology for the Twenty-first Century Oxford University, New York.
- Bouabdallah, H.(1991) Dégradation du couvert végétal steppique de la zone sud-ouest oranaise (le cas d'El-Aricha). Thèse magister, Univ.Oran.

- Bouabdallah, H.(2008) Etude des différents milieux de la région de Tlemcen. Document pédagogique, Univ. Tlemcen.
- Bouazza, M.(1995) Etude phyto-écologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. et *Lygeum spartun*; L. au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse Doctorat ès Sciences. Univ.Tlemcen.
- Boudy, P.(1950) Economie forestière nord-africaine. Tome 2: Monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, Paris.
- Boudy, P. (1955) Economie Forestière nord-africaine: Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose, Paris.
- Bouhraoua, R.T.(2003) Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest algérien: Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse Doctorat d'Etat. Univ.Tlemcen.
- Boulinier, T., Nichols, J.D., Sauer, J.R., Hines, J.E. & Pollock, K.H. (1988a) Estimating species richness: The importance of heterogeneity in species detectability. *Ecology*, 79(3): 1018-1028.
- Boulinier, T., Nichols, J.D., Hines, J.E., Sauer, J.R., Falter, C.H. & Pollock, K.H.(1988b) Higher temporal variability of forest breeding bird communities in fragmented landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95: 7497-7501.
- Bourbouze, A.(1997) Des agdal et des mouflons. Protection des ressources et (Ou) développement rural dans le parc naturel du Haut Atlas Oriental (Maroc). *Courrier de l'environnement*, 30 (document électronique).
- Brigham, C.A. & Thomson, D.M (2003) Approaches to modelling population viability in plants: an overview. In: Brigham C.A & Schwartz MW., *Population viability in plants: conservation, management, and modelling of rare plants*, pp. 145-171. *Springer-Verlag*, Berlin.
- Brotons, L. & Herrando, S.(2001) Factors affecting bird communities in fragments of secondary pine forests in the north-western Mediterranean basin. *Acta Oecologica*, 22 : 21-31.
- Brotons, L., Mariosa, S. & Estrada, J. (2004b) Modelling the effects of irrigation schemes on the distribution of steppe birds in Mediterranean farmland. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1039-1058.
- Brown, J.H. (1995) *Macroecology*. Chicago University Press, Chicago.
- Brown, K., Pearce, D., Perrings, C. & Swanson, T. (1993). *Economics and the conservation of global biological diversity*. UNDP/UNEP/ the World Bank, Washington, D.C.
- Bryce, S.A. & Hughes, R.M.(2002) Development of a Bird Integrity Index: Using Bird Assemblages as Indicators of Riparian Condition. *Environmental Management*, 30(2): 294-

- Burgnman, M.A. & Lindenniayer, D.B.(1998) Conservation biology for the Australian environment. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, New South Wales, Australia.
- Burnham, K.P & Anderson, D. R(1998) Model selection and the inférence: a practical in format ion-theoretic approach. *Springer- Verlag*, New York.
- Cairns, J.J. (1986) The myth of the most sensitive species. *Bioscience*, 36: 670-672.
- Campbell, L.H., Avery, M.I., Donald, P.F., Evans, A.D., Green, R.E. & Wilson, J.D. (1997) A review of the indirect effects of pesticides on birds. JNCC Report No. 227, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.
- Caro, T.M. & O'doherty, G. (1999) On the Use of Surrogate Species in Conservation Biology. *Conservation biology*, 13: 805-814.
- Caswell, H.(2001) Matrix population models: construction, analysis and interpretation. Second Edition. Sinauer Associates, Sunderland.
- Chambers, J.M. & Hastie, T.J. (1992) Statistical Models in S, Wadsworth & Brooks/Cole.
- Chamberlain, D.E. & Wilson, J.D.(2000) The contribution of hedgerow structure to the value of organic farms to birds. In Ecology and Conservation of Lowland Farmland Birds (Ed.Aebischer, N.J., Evans, A.D., Grice, P.V. & Vickery, J.A.) pp 57-68, British Ornithologists' Union, Tring,UK.
- Chaumont, M. & Paquin, C. (1971) Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000. Alger. *Buli. Soc.Hist.Nat Afrique Nord*.
- Cherkaoui, S.I., Dakki, M., Selmi, Rguibi, I.H. & Thévenot, M. (2007) Les oiseaux de la subéraie de la Ma'amora (Maroc): Phénologie du peuplement, statut des espèces nicheuses et évolution depuis le début du vingtième siècle. *Alauda* 1:15-32.
- Chessel, D., Dufour, A.B. & Thioulouse, J. (2004) The ade4 package -I- One-table methods. *RNews*, 4:5-10.
- Chouteau, P.(2001) Ecologie des couas terrestres (Aves, Cuculidae) de la forêt sèche de Madagascar: applications pour l'évaluation de la qualité et la conservation de ce milieu. Thèse de Doctorat, Université Paris VI, Paris.
- Collar, N.J., Crosby, M.J. & Statterfield, A.J.(1994) Birds to watch 2: the word list of threatened birds, BirdLife International Ed. Cambridge, UK.
- Comiskey, J.A., Dallmeier, F. & Alonso, A.(2001) Framework for assessment and monitoring of biodiversity. In Encyclopedia of biodiversity (Ed. S.A. Levin), Vol. 3, pp. 63-73. Academic Press, USA.
- Comprodon, J. & Brotons, L. (2006) Effects of undergrowth clearing on the bird communities of the Northwestern Mediterranean Coppice Hoim oak forests. *Forest Ecology and Management*, 221 : 72-82.

Conservation International (2005) [www.conservation.org](http://www.conservation.org)

Coppedge, B.R., Engle, D.M., Masters, R.E. & Gregory, M.S.(2006) Development of a grassland integrity index based on breeding bird assemblages. *Environmental Monitoring and Assessment*, 118: 125-145.

Cramp, S.(1988) Handbook of the Bird of Europe, the Middle East and North Africa. The Bird of Western Palearctic Oxford University Press, Oxford, 11K.

Dahmani, M.(1984) Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus robur*)<sub>des</sub> des monts de Tlemcen. Approches phyto-écologiques et phytosociologiques. Thèse Doct. cycle, USTHB, Alger.

Dahmani-Megrehouche, M.(1997) Le chêne vert en Algérie: syntaxonomie. Phyto-écologie et dynamique des peuplements. Thèse.Doct. d'Etat, USTHB, Alger.

Daily, G.C.(1997) Ecosystem Services: Their Nature and Value. Island Press, Washington, D.C.

Debussche, M., Lepart, J. & Dervieux, A. (1999) Mediterranean landscape changes: evidence from old postcards. *Global ecology and biogeography*, 8 : 3-15.

Debussche, M., Rambal, S. & Lepart, J. (1987) Les changements de l'occupation des terres en région méditerranéenne humide: évaluation des conséquences hydrologiques. *Acta Oecologica*, 8: 317-332.

Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D., Lee, A. & Jiguet, F. (2007) Functional homogenization: effect of urbanization on bird communities. *Conservation Biology*, 3 : 741-751.

Devictor, V., Julliard, R. & Jiguet, F. (2008) Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. *Oikos*, 117 : 507-514.

Diáz, M., Campos, P. & Pulido, F.J. (1997) The Spanish *dehesas*: a diversity in land use and wildlife. In: Pain, D.J., Pienkowski, M.W. (Ed.), *Farming and Birds in Europe: The Common Agricultural Policy and its Implications for Bird Conservation*. Academic Press, London, pp. 331-357.

DMz, M., Carboneil, R., Santos, T. & Telleria, J.L. (1998) Breeding bird communities in pine plantations of the Spanish plateaux: biogeography, landscape and vegetation effects. *Journal of Applied Ecology*, 35: 562-574.

Djebaili, S. (1984) Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Ed. OPU, Alger.

Dorst, J. (1965) *Avant que la nature meure*. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Suisse.

Donald, P.F.(1998) Changes in the abundance of invertebrates and plants on British farmland. *Wildlife*, 9 : 279-289.

- Donald, P.F., Green, R.E. & Heath, M.F. (2001) Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 268: 25-29.
- Donald, P.F., Sanderson, F.J., Burfield, I.J. & van Bommel, F.P.J. (2006) Further evidence of continentwide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990-2000. *Agric Ecosyst Environ*, 116: 189-196.
- Dronneau, C.(2007) Peuplement d'oiseaux nicheurs d'une forêt alluviale du Rhin. *Alauda* 4 :373-388.
- Durand, J.H.(1954) Les sols d'Algérie. Direction d'hydraulique.Service des études scientifiques. *Pédologie* n°2. Alger.
- Elmi, S.(1970) Rôles des accidents décrochant de direction SSW-NNE dans la structure des monts de Tlemcen (Ouest-Algérien). *Bull.Soc.Hist.Nat Afrique Nord*, 61: 3-8.
- Elton, C. & Nicholson, M.(1942) The 10 year cycle in numbers of the lynx in Canada. *Journal of American Ecology*, 11: 215-244.
- Emberger, L.(1942) Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. Nat Toulouse*77 : 97-124.
- Emberger, L. (1955) Une classification biogéographique des climats. Travaux Labo. Botanique Zoologie. Fac. Science, Montpellier, 7 :3-43.
- Evans, A.D., Smith, K.W., Buckingham, D.L. & Evans, J.(1997) Seasonal variation in breeding performance and nestling diet of Cirl Buntings *Emberiza cirlus* in England. *BirdStudy*, 44 : 66-79
- Ferry, C.(1976) Un test facile pour savoir si la richesse mesurée d'un peuplement se rapproche de sa richesse réelle. *Le Jean-Le-Blanc* 15 :21-28.
- Filippi-Codaccioni, O.(2008) Impact des pratiques agricoles et de l'urbanisation sur les communautés d'oiseaux agricoles. Thèse Doctorat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.
- Floret, C.(1981) The effects of protection on steppe vegetation in the mediterranean arid zone of southern Tunisia. *Vegetatio*, 46: 117-129.
- Floret, C. & Pontanier, R.(1982) L'aridité en Tunisie présaharienne: climat, sol, végétation et Aménagement. Orstom éditions, Travaux et documents de l'Orstom. Paris.
- Franklin, J.F.(1993) Preserving biodiversity: species, ecosystem, or landscape? *Ecological Applications*, 3: 202-205.
- Franklin, J.F. & Forman, R.T. (1987) Creating landscape patterns by forest cutting: ecological consequences and principles. *Landscape Ecology*, 1: 5-18.
- Frochot, B.(1975) Les méthodes utilisées pour dénombrer les oiseaux. Compte rendu du colloque de l'université de Liège, 21p.

Frost, T.M., Carpenter, S.R. & Kratz, T.K.(1992) Choosing ecological indicators: effect of taxonomic aggression on sensitivity to stress and natural variability. In *Ecological indicators* (Ed. D.H. McKenzie, D.E. Hyatt & V.J. McDonald), Vol. 1 and 2, pp. 215-228. Elsevier Science Publishers, New York.

Fuller, R.J., Gregory, R.D., Gibbons, D.W., Marchant, J.H., Wilson, J.D., Baillie, S.R. & Carter, N.(1995) Population declines and range contractions among lowland farmland birds in Britain. *Conservation Biology*, 9: 1425-1441.

Gaston, K.J.(1996) Species richness: measure and measurement. In *Biodiversity: biology of numbers and difference*. (Ed. K.J. Gaston), pp. 77-113. Blackwell Science, Oxford, UK.

Gaston, K.J.(2000a) Global patterns in biodiversity. *Nature*, 405: 220-227.

Gaston, K.J. & Spicer, J.I.(1998) *Biodiversity, an introduction*. Blackwell Science., Oxford, UK,

Genghini, M., Gellini, S. & Gustin, M. (2006) Organic and integrated agriculture: the effects on bird communities in orchard farms in northern Italy. *Biodiversity and Conservation*, 15(9): 3077-3094.

Génot, J.C. & Barbault, R.(2004) Quelle politique de conservation? In: Barbault R & Chevassus-au-Louis B., *Biodiversité et changement globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche*. pp. 162-191. ADPF, Paris.

Gentry, A.H.(1992) Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 63(1), 19-28.

Gillings, S., Fuller, R.J.(1998) Changes in bird populations on sample lowland English farms in relation to loss of hedgerows and other non-crop habitats. *Oecologia* 116: 120-127.

Glowacinski, Z.(1975) Succession of bird communities in the Niepolomice forest (southern Poland). *Ekologia Polska*. 23: 231-263.

Gray, J.S., McIntyre, A.D. & Irwin, J.(1992) *Manual of methods in aquatic environment research*. Part 11. Biological assessment of marine pollution with particular reference to benthos. FAO Fisheries Technical Paper, 324:49 pp.

Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P. W. & Balmford, A.(2005 b) The future of farming and conservation - response. *Science*, 308: 1257-1258.

Gregory, R.D., Van Strien, A., Vorisek, P., Meyling, A.W.G., Noble, D.G., Foppen, R.P.B. & Gibbons, D.W. (2005) Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 269-288.

Groom, M.J., Meffe, G.K. & Carroll, C.R.(2006) *Principles of Conservation Biology*, Third Ed. Sinauer Associates, Inc, Sunderland, Massachusetts, USA.

- Guardia, P. (1975) Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord-occidentale. Relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'avant-pays atiasique. Thèse Doctorat, Univ. Nice.
- Guiot, J., De Beaulieu, J.L., Cheddadi, R., David, F., Portel, P. & Reille, M. (1993) The climate in Western Europe during the last Glacial!Interglacial cycle derived from pollen and insect remains. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 103: 73-93.
- Hanski, I.(1994) Patch occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 131-134.
- Harris, L.D. (1984) The fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. University of Chicago Press, Chicago.
- Heinzel, H., Fitter, R. & Parslow, J.(2004) Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-orient Delachaux et Niestlé, Paris.
- Heywood, V.A. & Watson, R.T.(1995) Global Diversity Assessment United Nations Environmental Programme, Cambridge, UK.
- Humphries, C.I., Williams, P.H. & Vane-Wright, R.I.(1995) Measurement biodiversity value for conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26: 93-111.
- Hunter, M.L.(1994) Fundamentals of conservation biology Blackwell, Cambridge, Massachusetts.
- Ibdri, S. (2006) Contribution à une étude morpho-histométrique et cartographique du genre *Philyrea* dans la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). Mém. Magister, Univ.Tlemcen.
- ICPB (1992) Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK.
- Ihaka, R. & Gentleman, R.(1996) R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5: 299-314.
- Isenmann, P. & Moali, A.(2000) Oiseaux d'Algérie. Société d'Etude Ornithologique de France, Paris.
- Jongman, R.H.G., TerBraak, C.J.F. & Van Tongeren, O.F.R.(1995) Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press.
- Jonsen, I.D. & Fahrig, L.(1997) Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. *Landscape and Ecology*, 12: 185-197.
- Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F. & Couvet, D.(2006) Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters*, 9: 1237-1244.
- Kati, V.I. & Sekercioglu, C.H.(2006) Diversity, ecological structure, and conservation of landbird community of Dadia reserve, Greece. *Diversity and Distributions*, 12: 620-629.

- Kremen, C. (1992) Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications*, 2: 203-217,
- Landres, P.B., Verner, J. & Thomas, J.W.(1988) Ecological use of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation biology*, 2: 316-328.
- Lawton, J.H. & Gaston, K.J. (2001) Indicator species. In *Encyclopaedia of biodiversity* (Ed. S.A. Levin), Vol. 3: 437- 450. Academic Press, USA.
- Lawton, J.H. & May, R.M.(1995) *Extinction rates* Oxford University Press, Oxford.
- Le Houérou, N. (1981) L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. *Forêts méditerranéennes*, 2(1): 3 1-34.
- Leakey, R. & Lewin, R.(1997) *La Sixième Extinction: évolution et catastrophes*, Ed. Flammarion, Paris.
- Lebreton, P. & Ledant, J.P.(1980) Remarques d'ordre biogéographique et écologique de l'avifaune méditerranéenne. *Vie et milieu*, 30: 195-208.
- Lefranc, N.(1997) Shrikes and the farmed landscape in France. In: *Farming and Birds in Europe: The Common Agricultural Policy and its Implications for Bird Conservation* (Ed. Pain, D.J.& Pienkowski, M.W.) pp. 236-268. Academic Press, London.
- Le Houérou, H.N., Claudin, J. & Pouget, M. (1977) Étude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1 000 000. *Bull.Soc.Hist.NatAfrique Nord*, 68 37-74.
- Leroux, A.B.A.(1989) Le peuplement d'oiseaux, indicateur écologique de changement des marais de l'ouest de la France. Impact des changements hydro-agricoles sur l'avifaune nicheuse (Marais de Rochefort et de Brouage, Charente-Maritime). Thèse Doctorat 3ième Cycle, Univ. Rennes I, France.
- Letreuch-Belarouci, A.(2002) Compréhension du processus de dégradation de la subéraie de Tlemcen et possibilités d'installation d'une réserve forestière. Mém. Magister, Univ.Tlemcen.
- Lindenmayer, D.B., Margules, C.R. & Botkin, D.B.(2000) Indicators of Biodiversity for Ecologically Sustainable Forest Management. *Conservation biology*, 14: 941-950.
- López, G. & Moro, M.J.(1997) Birds of Aleppo pine plantations in south-east Spain in relation to vegetation composition and structure. *Journal of Applied Ecology*, 34 : 1257-1272.
- Magurran, A.E.(1 988) *Ecological diversity and its measurement*. NJ: Princeton University Press, Princeton.
- Marty, P., Vivien, F.D., Lepart, J. & Larrère, R.(2005) *Les Biodiversités. Objectifs, Théories, Pratiques*, CNRS Ed. CNRS, Paris.
- Mathieu, N.(2006) La biodiversité en milieu urbain, pourquoi la gérer? *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 92 (6) :67-76.

McComb, W.C., Spies, T.A. & Emrningharn, W.H.(1993) Douglas-fir forest. Managing for timber and mature-forest habitat. *Journal ofForestry*, Dec: 31-42.

McGeoch, M.A.(1988) The selection, testing and application of terrestrial insects as bio-indicators. *BiologicalReview*, 73: 181-201.

McKinney, M.L. & Lockwood, J.L.(1999) Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology andEvolution*, 14 : 450-453.

McNeely, J., Miller, K.R., Reid, W.V., Mittermeier, R.A. & Werner, T.B. (1990) Conserving flic world's biological diversity. IUCN/WRT/CI, WWF-US and the World Bank, Gland, Switzerland & Washington.

Meffe, G.K.(1993) Sustainability, Natural Law, and the " Red World". *The George Wright Forum*, 10(4): 48-52.

Meffe, G.K. & Carroll, C.R.(1997) Principales of Conservation Biology, Second Edition. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, USA.

Merriam, G.(1988) Landscape dynamics in farmiand. *Trends inEcologyandEvohition*, 3: 16-20.

Meziane, H.(2004) Contribution à l'étude des psammophilles des dunes littorales et continentales de la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). Mém. Magister, Univ.Tlemcen.

Millennium, E.A. (2005) Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis Report Island Press, Washington, DC.

Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffman, M., Piigrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoureux, A.B. & Da Fonseca, G.A.B.(2005) Hotspots Revised: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Conservation International, Washington D.C.

Mittmeler, R.A., Gil, P.R. & Mittenieier, C.G.(1997) M.egadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. CEMEX!Conservation International, Mexico City.

Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomson, J.B., Da Fonseca, G.A.B. & Olivieri, S.(1988) Biodiversity hotspots and majors tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*, 12: 516-520.

Mladenhoff, D.J., White, J., Pastor, J. & Crow, T.R.(1993) Camparing spatial pattern in unaltered old-growth and disturbed forest landscapes. *Ecological Applications*, 3 : 294-306.

Mohammedi, H.(1984) Diagnostic phytoécologique et aménagement des espaces productifs et naturels en Algérie occidentale. Thèse.Doctorat. Univ. Sidi Bel-Abbès.

Molfetas, S. & Blandin, P.(1980) Quelques éléments de réflexion sur la notion d'indicateurs écologiques. *Journal d'étude des Ingénieurs Ecoiogues*, 3 3-40.

- Mondiale, B.(2000) Rapport sur le développement dans le monde, 1999-2000. Le développement au seuil du XXIème siècle, Ed. Eska, Paris.
- Mostefai, N.(1996) Contribution à l'étude du régime alimentaire et de l'organisation spatiale de la Genette commune (*Genetta genetta*) dans la réserve cynégétique de Moutas, Tlemcen. Thèse Magister, Univ.Tlemcen.
- Mostefai, N. & Thiollay, J.M.(2004) La wilaya de Naama: Exploration éco-ornithologique et quelques éléments d'une stratégie de conservation. Rapport de mission scientifique, 13p.
- Mozimann, P., Naef-Daenzer, B. & Blattner, M.(1987) Die Zusammensetzung der Avifauna in typischen Waldgesellschaften der Schweiz. *Der Ornith.Beob.* 84 :275-299.
- Muller, Y.(1985) L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du nord, sa place dans le contexte médio-européen. Thèse Doctorat, Université Dijon, France.
- Muller, Y.(1987) Les recensements par indices ponctuels d'abondances (IPA), conversion en densités de populations et test de la méthode. *Alauda*, 55(3) : 211-226.
- Munn, R.E.(1988) The design of integrated monitoring systems to provide early indications of environmental/ecological changes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 11: 203-217.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent, J.(2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nakache, J.P. & Confais, J.(2004) Approche pragmatique de la classification: arbres hiérarchiques, partitionnements, Ed. Technip, Paris.
- Nieini, G.J., Hanowski, J., Lima, A., Nichols, T. & Weiland, N. (1997) A critical analysis on the use of indicator species in management. *Journal of Wildlife Management*, 61: 1240-1252.
- Noss, R.F.(1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4: 355-364.
- Noss, R.F.(1991) Landscape connectivity: different functions at different scales. In Landscape linkage and biodiversity (Ed. W.E. Hudson). Island Press, Covelo, CA.
- Noss, R.F.(1999) Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management*, 115: 135-146.
- O'Connor, R.J. & Shrubbs, M.(1986) Farming and birds. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Odum, E.P. (1989) Ecology and Our Endangered Life-Support Systems Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Olden, J.D., Poif, N.L., Douglas, M.R., Douglas, M.E. & Fausch, K.D. (2004) Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 18-24.

- Oostermeijer, J.G.B.(2003) Threats to rare plant persistence. In: Brigham C.A & Schwartz M.W., Population viability in plants: conservation, management, and modelling of rare plants, ppl 7-58. *Springer-Verlag*, Berlin.
- Pain, D. & Pienkowski, M.(1997) Farming and birds in Europe: the common agricultural policy and its implications for bird conservation. Academic Press, London.
- Palmer, M. (2004) Ordination Methods for Ecologists, [www.okstate.edu/artscifbotan\\_v/ordinate/](http://www.okstate.edu/artscifbotan_v/ordinate/)
- Peach, W. J., Siriwardena, G. M. & Gregory, R. D. (1999). Long-term changes in overwinter survival rates explain the decline of reed buntings *Emberiza schoeniclus* in Britain. *Journal of Applied Ecology* 36: 798-811.
- Pearson, D.L. & Carroll, S.S.(1998) Global patterns of species richness: spatial models for conservation planning using bio-indicator and **precipitation** data. *Conservation biology*, 12: 809-821.
- Pearson, D.L. & Cassola, F.(1992) World-wide species patterns of tiger beetles (Coleoptera: **Cicindelidae**): **indicator taxon for biodiversity and conservation studies**. *Conservation biology*, 6: 376-391.
- Peyerimhoff, P.(1941)** Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Carte et notice. Service des Forêts. Alger.
- Pickett, S.A., Parker, V.T. & Fiedler, P.L.(1992). The new paradigm in ecology: Implications for conservation biology above the species level. In *Conservation Biology: The Theory and Practice Of Nature Conservation Preservation and Management* (Ed. P.L. Fiedler & S.K. Jain), pp. 65-88. Chapman and Hall, New York.
- Pimm, S.L., Russell, J.G., Gittleman, J.L. & Brouks, T.M.(1995) The future **of biodiversity**. *Science*, 369: 347-350.
- Poiani, K.A., Richter, B.D., Anderson, M.G., & Richter, H.E.(2000)** Biodiversity conservation at multiple scales: functional sites, landscapes, and networks. *Bioscience*, 50: 133-146.
- Potts, D.(1997) Cereal farming, pesticides and grey partridges. In: Pain DJ, Pienkowski MW (Ed) *Farming and birds in Europe: the Common Agricultural Policy and its implications for bird conservation*. Academic Press, London, pp.150-171.
- Predon, R. & Lebreton, J.D.(1981) Breeding avifauna of a Mediterranean succession: the hain oak and cork oak series in the eastern Pyrenees. I. Analysis and modeling of the structure gradient. *Oikos*, 37: 21-38.
- Primack, R.B.(1995) A primer in Conservation Biology Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Pullin, A.S.(2002) *Conservation Biology* Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Quézel, P.(2000) Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed. Ibis Press, Paris.
- Quezel, P. & Barbero, M.(1993) Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le Pliocène : Enseignements de la flore et de la végétation actuelle. *Bull. Ecol*, 24 : 191-202.
- Quezel, P., Barbero, M., Benabid, A. & Rivas Martinez, S. (1994) Le passage de la végétation méditerranéenne à la végétation saharienne sur le revers méridional du haut Atlas oriental (Maroc). *Rev. Phytocoenologia*, 22 (4): 537-582.
- Raven, P.H.(1988) Our diminishing tropical forests. In Biodiversity (Ed. E.O.Wilson), pp. 119-122, Washington, D.C.
- Raven, P.H.(2002) Science, sustainability and human prospect. *Science*, 297: 954-968.
- Ruellan, A.(1984) Les sols rouges méditerranéens: caractérisation morphologique, zonalité climatique, pétrographique, topographique. *Cahier de l'aménagement de l'espace*, 14 : 115-119.
- Sauberer, N., Zuika, K.P., Abensperg-Traus, M., Berg, H.M., Bieringer, G., Milasowszky, N., Moser, D., Plutzer, C., Pollheimer, M., Stotz, C., Trostl, R., Zechmeister, H., & Grabherr, G. (2004) Surrogate taxa for biodiversity in agricultural landscapes of eastern Austria. *Biological Conservation*, 117: 181-190.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. & Margules, C.R.(1991) Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation biology*, 5:18-32.
- Sepkoski, J.J.J. (1986) Phanerozoic Overview of mass extinction. In Patterns and processes in the history of life (Ed. D.M. Raup & D. Jablonsky), pp. 267-295.
- Schweiger, O., Maelfait, J.P., van Wingerden, W., Hendrickx, F., Billeter, R., Speelmans, M., Augenstein, I., Aukema, B., Aviron, S., Bailey, D., Bukacek, R., Burel, F., Diekötter, T., Dirkens, J., Frenzel, M., Herzog, F., Liira, J., Roubalova, M., & Bugter, R. (2005) Quantifying the impact of environmental factors on arthropod communities in agricultural landscapes across organisational levels and spatial scales. *Journal of Applied Ecology*, 42: 1129-1139.
- Seltzer, P. (1946) Le climat de l'Algérie. Ed. Carbonel, Alger
- Simberloff, D.(1998) Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation*, 83(3): 247-257.
- Shrubbs, M.(1997) Historical trends in British and Irish corn bunting *Miliaria calandra* populations - evidence for the effects of agricultural change. In: Donald, P.F., Aebischer, N.J. (Ed.), The Ecology and Conservation of Corn Buntings *Miliaria calandra*. *UK Nature Conservation*, 13: 27-41, Joint Nature Conservation Committee (JNCC), Peterborough, UK.
- Solbrig, O.T.(1991) From genes to ecosystems: A Research Agenda for Biodiversity IUBS-UNESCO, Cambridge, USA.

- Snow, D.W. & Perrins, C.M.(1998) The birds of the Western Palearctic, vol.2: Passerines, Oxford University Press, Oxford.
- Soulé, M.E.(1985) What is Conservation Biology. *Bioscience*, 35: 727-734.
- Soulé, M.E.(1986) Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity Sinauer Associates, INC, Massachusetts, USA.
- Soulé, M.E. & Simberloff, D. (1986) What do genetics and ecology tell us about the design of natural reserves? *Biological Conservation*, 35: 19-40.
- Soulé, M. & Mills, L.S.(1992) Conservation genetics and biology: a troubled married. In: Conservation of biodiversity for sustainable development (Eds. Sandiund, O., Hindar, K. & Brown, A.H.D) pp. 55-69, Scandinavian University Press, Oslo.
- Sousa, W.P.(1984) The role of disturbance in natural communities. *Ann.Rev.Ecol. Syst.* 15:353-391
- Spellerberg, IF. & Sawyer, J.W.D.(1996) Standards for biodiversity: a proposal based on biodiversity standards for forest plantations. *Biodiversity and Conservation*, 5: 447-459.
- Statterfield, A.J. & Capper, D.R. (2000) Threatened birds of the world, BirdLife International & Lynx Edn., Cambridge, UK.
- Stewart, P. (1969) Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull.Soc.Hist.Nat Afrique Nord*, 59 : 23-36.
- Stewart, P. (1975) Un nouveau diagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hist.Nat Afrique Nord*, 65 : 239-345.
- Turn, J.(1981) Manual of methods in aquatic environment research. Part 8. Ecological assessment of pollution effects. FAO Fisheries Technical Paper, 209: 71 pp.
- Suárez, F., Martínez, C., Herranz, J. & Yanes, M.(1997) Conservation status and management requirements of pin-tailed sandgrouse *Pierocles alchala* and blackbellied sandgrouse *Pierocles orientalis* in Spain. *Biological Conservation*, 82: 73-80.
- Sutherland, W.J.(2006) Ecological Census Techniques. Second Edition, Cambridge University press, Cambridge.
- Thévenot, M., Vernon, R., & Bergier, P. (2003) The birds of Morocco. The Natural History Museum, UK.
- Thiollay, J.M.(1990) Comparative diversity of temperate and tropical forest birds communities: the influence of habitat heterogeneity. *Acta Oecologica*. 11: 887-911
- Thiollay, J.M.(1992) The influence of selective logging on bird species diversity in a Guianan rain forest. *Conservation biology*, 6: 47-63.

- Thiollay, J.M.(2004) Large bird declines with increasing human pressure in savanna woodlands (Burkina Faso).** *Biodiversity and Conservation*, 15 : 2085-2108.
- Thiollay, J.M. & Mostefai, N.(2004) Peuplement ornithologique de l'Ouest algérien: observation inédites en période de nidification. *Alauda*, 4: 335-337.
- Tinthoin, R.(1948) Les aspects physiques du Tell oranais. Thèse Doctorat ès Lettres, Univ. Oran.
- Tomialojc, L., Wesolowski, T. & Walankiewicz, W.(1984) Breeding bird community of a primeval temperate forest (Bialowieza National Park, Poland). *Acta Ornithologica* 20:241-310
- Tucker, G.(1997) Priorities for bird conservation in Europe: the importance of the farmed landscape. In *Farming and birds in Europe: the common agricultural policy and its implications for bird conservation* (Ed. Pain & M.W. Pienkowski), pp. 79-116. Academic Press, San Diego, CA.
- Tucker, G.M., Evans, M.I.(1997) *Habitats for Birds in Europe: A Conservation Strategy for the Wider Environment*. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Turner, I.M. & Corlett, R.T.(1996) The conservation value of small isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution*, 11: 330-333.
- Valiela, I. (1995) *Marine Ecological Progress*. Springer-Verlag, New York.
- Verner, J.(1984) The guild concept applied to management of bird populations. *Environmental Management*, 8: 1-14.
- Wiens, J.A. (1989) *The ecology of bird communities I: foundations and patterns*. Cambridge University Press.
- Wilcove, D.S., McLellan, C.H. & Dobson, A.P.(1986) Habitat fragmentation in the temperate zone. In *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity* (Ed. M.E. Soulé), pp. 237-256. Sinauer Associates, Sunderland Massachusetts, USA.
- Wilcox, B.A.(1980) Insular ecology and conservation. In Conservation biology: An Ecological Evolutionary Perspective. (Ed. M.E. Soulé & B.A. Wilcox), pp. 95-117. Sinauer Associates., Sunderland, Massachusetts, USA.**
- Wilcox, B.A.(1984) In situ conservation of genetic resources: determinants of minimum area requirements. In National parks: conservation and development. (Ed. J.A.M. McNeely, K.R.), pp. 639-647. Smithsonian Institution Press., Washington, D.C.**
- Wilson, E.O. (1988a) Biodiversity National Academy Press., Washington,DC.**
- Wilson, E.O.(1988b) The current state of biological diversity. In: Biodiversity (Ed. E.O. Wilson), pp. 3-18. National Academic Press, Washington, D.C.**
- Wilson, E.O. (1992) *The Diversity of Life* Allen Lane The Penguin Press, USA.

Wilson, E.O. (2005) A quelle vitesse ces espèces disparaissent-elles? Actes de la Conférence internationale: Biodiversité science et gouvernance. Paris 24-28 janvier.

Wilson, E.O. & Peter, F.M. (1998) Biodiversity National Academy Press, Washington, DC.

Yeatman-Berthelot, D. & Jarry, G.(1994) Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France Société ornithologique de France, Paris.

Wilson, J.D., Morris, A., Arroyo, B.E., Clark, S.C. & Bradbury, R.B. (1999) A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agric. Ecosyst. Environ*, 75: 13-30.

WRI / IUCN / TJNEP. (1992) Global Biodiversity Strategy: Guidelines for action to save study and use Earth's biotic wealth sustainably and equitably. Washington D.C.

Zamora, J., Verdii, J.R. & Galante, E.(2007) Species richness in Mediterranean agroecosystems: Spatial and temporal analysis for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 134: 113-121.

## ANNEXES

## ANNEXE II: Oiseaux nicheurs contactés dans l'ensemble des 14 milieux étudiés

| Famille           | Nom commun                   | Nom scientifique                      | Phéno-<br>-logie | Catégorie<br>trophique | Guilde     |
|-------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------------|------------|
| Phasianidae       | Perdrix gabra                | <i>Alectoris barbara</i>              | S                | Granivore              | Terrestre  |
|                   | Caille des blae              | <i>Coturnix coturnix</i>              | S                | Granivore              | Terrestre  |
| Otididae          | <i>Outarde houhara</i>       | <i>Chlaryndotis undulata</i>          | S                | Granivore              | Terrestre  |
| Burhinidae        | (Edicnème criard             | <i>Burhinus oediconemus</i>           | S                | Insectivore            | Terrestre  |
| Glareolidae       | Courvite isabelle            | <i>Cursorius cursor</i>               | S                | Insectivore            | Terrestre  |
| Pteroclididae     | Ganga couronné               | <i>Pterocles coronatus</i>            | S                | Granivore              | Terrestre  |
|                   | Ganga cala                   | <i>Pterocles aichata</i>              | S                | Granivore              | Terrestre  |
|                   | Ganga unibande               | <i>Pterocles orientalis</i>           | S                | Granivore              | Terrestre  |
| Columbidae        | Pigeon ramier                | <i>Columba palumbus</i>               | S                | Frugivore              | Terrestre  |
|                   | Tourterelle des bois         | <i>Streptopelia turtur</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 Levallant             | <i>Picus vaillantii</i>               | S                | Insectivore            | Arboricole |
|                   | Torcol fourmilier            | <i>Jynx torquilla</i>                 | S                | Insectivore            | Arboricole |
| Alaudidae         | Sirli de Dupont              | <i>Chersophila duponti</i>            | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Alouette calandrelle         | <i>Calandrella brachydactyla</i>      | M                | Mixte                  | Terrestre  |
|                   | Alouette pispolette          | <i>Calandrella rufescens</i>          | S                | Mixte                  | Terrestre  |
|                   | Alouette calandre            | <i>Melanocorypha calandra</i>         | S                | Mixte                  | Terrestre  |
|                   | Alouette des champs          | <i>Galerida cristata</i>              | S                | Mixte                  | Terrestre  |
|                   | Cochevis huppé               | <i>Galerida theklae</i>               | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Cochevis de Thékia           | <i>Lullula arborea</i>                | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Alouette lulu                | <i>A. lauda arvensis</i>              | S                | Mixte                  | Terrestre  |
|                   | Alouette bilophe             | <i>Eremophila alpestris</i>           | S                | Mixte                  | Terrestre  |
| Ammomane élégante | <i>Animornanes cincturus</i> | S                                     | Mixte            | Terrestre              |            |
| Pycnonotidae      | Bulbul des jardins           | <i>Pycnonotus barbatus</i>            | S                | Mixte                  | Arboricole |
| Troglodytidae     | Troglodyte mignon            | <i>Troglodytes troglodytes</i>        | S                | Insectivore            | Buisson    |
| Turdidae          | Rossignol Philomèle          | <i>Luscinia megarhynchos</i>          | M                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Rougegorge familier          | <i>Erithacus rubecula</i>             | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Tarier pâtre                 | <i>Saxicola torquata</i>              | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Rougequeue de Moussier       | <i>Phoenicurus moussieri</i>          | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Traquet motteux              | <i>Oenanthe oenanthe</i>              | M                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Traquet oreillard            | <i>Oenanthe hispanica</i>             | M                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Traquet du désert            | <i>Oenanthe deserti</i>               | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Traquet deuil                | <i>Oenanthe lugens</i>                | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Traquet à tête grise         | <i>Oenanthe moesta</i>                | S                | Insectivore            | Terrestre  |
|                   | Merle noir                   | <i>Turdus murela</i>                  | S                | Mixte                  | Buisson    |
|                   | Grive draine                 | <i>Turdus viscivorus</i>              | S                | Mixte                  | Arboricole |
| Sylviidae         | Bouscarle de Cetti           | <i>Cettia cetti</i>                   | S                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Hypolaïs pâle                | <i>Hippolais pallida</i>              | M                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Hypolaïs plyglotte           | <i>Ilippolaispolyglotta</i>           | M                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Fauvette grisette            | <i>Sylvia communis</i>                | M                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Fauvette à tête noire        | <i>Sylvia atricapilla</i>             | S                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Fauvette mélanocéphale       | <i>Sylvia melanocephala</i>           | S                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Fauvette Orphée              | <i>Sylvia hortensis</i>               | M                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Fauvette à lunette           | <i>Sylvia conspicillata</i>           | S                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Fauvette passerinette        | <i>Sylvia cantillans</i>              | M                | Insectivore            | Buisson    |
|                   | Pouillot de Bonelli          | <i>Phylloscopus bonelli</i>           | M                | Insectivore            | Arboricole |
|                   | Pouillot véloce              | <i>Phylloscopus collybita</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 speculigera</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        | <b>Grimpère</b> des jardins  | <i>Certhia brachydactyla</i>          | S                | <b>Insectivore</b>     | Arboricole |

| Famille      | Nom commun                | Nom scientifique                       | Phéno-<br>-logie | Catégorie<br>trophique | Guilde     |
|--------------|---------------------------|--|------------------|------------------------|------------|
| Lamidae      | Tchagra à tête noire      | <i>Lanius excubitor</i>                | S                | Insectivore            | Buisson    |
|              | Pie-grièche méridionale   | <i>Lanius meridionalis algeriensis</i> | S                | Carnivore              | Terrestre  |
|              | Pie-grièche à tête rousse | <i>Lanius senator</i>                  | M                | Carnivore              | Terrestre  |
| Corvidae     | Geai des chênes           | <i>Garrulus glandarius</i>             | S                | Mixte                  | Arboricole |
| Oriolidae    | Loriot d'Europe           | <i>Oriolus oriolus</i>                 | M                | Insectivore            | Arboricole |
| Passerides   | Moineau souldie           | <i>Petronia petronia</i>               | S                | Granivore              | Terrestre  |
| Fringillidae | Pinson des arbres         | <i>Fringilla coelebs</i>               | S                | Mixte                  | Arboricole |
|              | Serin cmi                 | <i>Serinus serinus</i>                 | S                | Granivore              | Terrestre  |
|              | Linotte mélodieuse        | <i>Carduelis cannabina</i>             | S                | Granivore              | Terrestre  |
|              | Chardonneret élégant      | <i>Carduelis carduelis</i>             | S                | Granivore              | Terrestre  |
|              | Verdier d'Europe          | <i>Carduelis chions</i>                | S                | Gra-frugivore          | Arboricole |
|              | Grosbec casse-noyaux      | <i>Coccothraustes coccothraustes</i>   | S                | Gra-frugivore          | Arboricole |
|              | Bec-croisé des sapins     | <i>Loxia curvisota</i>                 | S                | Granivore              | Arboricole |
| Emberizidae  | Bruant proyer             | <i>Miliaria calandra</i>               | S                | Granivore              | Terrestre  |
|              | Bruant fou                | <i>Emberiza cia</i>                    | S                | Granivore              | Terrestre  |
|              | Bruant zizi               | <i>Emberiza cinclus</i>                | S                | Granivore              | Terrestre  |

M: migrateur S : sédentaire

### ANNEXE III: Oiseaux de la région de Tlemcen

| Famille           | Nom français             | Nom vernaculaire                   | Habitat         | TT | Ph   | Sj |
|-------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------|----|------|----|
| Podicipedidae     | Grèbe huppé              | <i>Podiceps cristatus</i>          | Zones humides   | N  | S    |    |
|                   | Grèbe à cou noir         | <i>Podiceps nigricollis</i>        | „               | N  | S    |    |
|                   | Grèbe castagneux         | <i>Podiceps ruficollis</i>         |                 | N  | S    |    |
| Phalacrocoracidae | Grand cormoran           | <i>Phalacrocorax carbo</i>         |                 | NN | MI-1 | P  |
| Ardeidae          | Crabier chevelu          | <i>Ardeola ralloides</i>           |                 | NN | VA   |    |
|                   | <i>Bihorcau gris</i>     | <i>Nycticorax nycticorax</i>       |                 | NN | VP   | P  |
|                   | Héron garde-boeuf        | <i>Bubulcus ibis</i>               | champs          | N  | S    |    |
|                   | Grande aigrette          | <i>Ardea alba</i>                  | Zones humides   | NN | W    | P  |
|                   | Aigrette garzctte        | <i>Egretta garzetta</i>            | „               | NN | MI-I | P  |
|                   | Héron cendré             | <i>Ardea cinerea</i>               |                 | N  | S    |    |
| Threskiornithidae | Spatule blanche          | <i>Platalea leucorodia</i>         | „               | NN | W    | P  |
|                   | Ibis falcinelle          | <i>Plegadisfalcinellus</i>         |                 | NN | VP   | P  |
| Ciconiidae        | Cigogne blanche          | <i>Ciconia ciconia</i>             | Milieus urbains | N  | MH   | P  |
| Phoenicopteridae  | Flamant rose             | <i>Phoenicopus ruber</i>           | Zones humides   | NN | MH   | P  |
| Anatidae          | Oie cendrée              | <i>Anser anser</i>                 |                 | NN | MH   | P  |
|                   | Tadorne de Belon         | <i>Tadorna tadorna</i>             | „               | NN | MI-I | P  |
|                   | Tadorne casarca          | <i>Casarca ferruginca</i>          | „               | N  | S    | P  |
|                   | Canard colvert           | <i>Anas platyrhynchos</i>          |                 | N  | S    |    |
|                   | Canard chipeau           | <i>Anas strepera</i>               |                 | NN | MH   |    |
|                   | Canard siffleur          | <i>Anas penelope</i>               |                 | NN | MN   |    |
|                   | Sarcelle d'hiver         | <i>Anas crecca</i>                 |                 | NN | MH   |    |
|                   | Sarcelle d'été           | <i>Anas guerguedula</i>            |                 | NN | W    |    |
|                   | Canard pilet             | <i>Anas acuta</i>                  |                 | NN | MH   |    |
|                   | Canard souchet           | <i>Anas clypeata</i>               |                 | NN | MH   |    |
|                   | Sarcelle marbrée         | <i>Marmaronetta angustirostris</i> |                 | NN | W    |    |
|                   | Nette rousse             | <i>Netta rufina</i>                |                 | NN | W'   |    |
|                   | Fuligule morillon        | <i>Aythya jltigula</i>             |                 | NN | MN   | P  |
|                   | Fuligule milouin         | <i>Aythya ferina</i>               |                 | NN | MN   |    |
|                   | Fuligule nyroca          | <i>Aythya nyroca</i>               |                 | NN | MN   | P  |
|                   | Erismaure à tête blanche | <i>Oxyura leucocephala</i>         |                 | NN | MI-I | *  |
| Accipitridae      | Balbusard pêcheur        | <i>Pandion haliaetus</i>           | „               | N  | S    | P  |
|                   | Milan noir               | <i>Milvus migrans</i>              | Milieus mixtes  | N  | ME   | P  |
|                   | Milan royal              | <i>Milvus milvus</i>               |                 | NN | W    | P  |
|                   | Elanion blanc            | <i>Elanus caeruleus</i>            |                 | N  | S    | P  |
|                   | Circaète Jean-le-blanc   | <i>Circaetus gallicus</i>          |                 | N  | W    | P  |
|                   | Vautour percnoptère      | <i>Neophron percnopterus</i>       | Milieus ouverts | N  | ME   | P* |
|                   | Vautour fauve            | <i>Gyps/lilvus</i>                 | falaises        | N  | S    | P  |
|                   | Busard des roseaux       | <i>Circus aeruginosus</i>          | Zones humides   | N  | S    | P  |
|                   | Busard cendré            | <i>Circus pygargus</i>             | Milieus mixtes  | N  | ME   | P  |
|                   | Epervier d'Europe        | <i>Accipiter nisus</i>             | „               | NP | S    | P  |
|                   | Buse féroce              | <i>Buteo rufinus</i>               | „               | N  | S    | P  |
|                   | Bondrée apivore          | <i>Pernis apivorus</i>             | Forêts feuillus | NN | VP   | P  |
|                   | Aigle de bonelli         | <i>Hieraaetus fasciatus</i>        | Forêts          | N  | S    | P  |
|                   | Aigle botté              | <i>Hieraaetus pennatus</i>         |                 | N  | ME   | P  |
|                   | Aigle royal              | <i>Aquila chysaetos</i>            | Montagnes       | N  | S    | P  |
|                   | Aigle impérial           | <i>Aquila heliaca</i>              | Milieus mixtes  | NP | S    | P  |
|                   | Aigle ravisseur          | <i>Aquila nipalensis</i>           | steppes         | NP | S    | P  |
| <b>Falconidae</b> | <b>Faucon lanicr</b>     | <i>Falco biarmicus</i>             |                 | N  | S    | P  |
|                   | <b>Faucon pèlerin</b>    | <i>Falco peregrinus</i>            | Milieus mixtes  | N  | S    | P  |

| Famille          | Nom français                  | Nom vernaculaire               | Habitat              | Tk | Ph   | Sj |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|----|------|----|
|                  | Faucon de Barbarie            | <i>Falco pelegrinoides</i>     | Milieux ouverts secs | N  | S    | P  |
|                  | Faucon crécerelle             | <i>Falco tinnunculus</i>       | Milieux mixtes       | N  | S    | P  |
| „                | Faucon crécerellette          | <i>Falco naumani</i>           | falaises             | N  | S    |    |
| Phasianidae      | Perdrix gabra                 | <i>Alectoris barbara</i>       | Milieux mixtes       | N  | S    |    |
| „                | Caille des blés               | <i>Coturnix coturnix</i>       | Milieux ouverts      | N  | S    |    |
| Tumidae          | Turnix mugissant              | <i>Turnix sylvatica</i>        |                      | NP | S    | P  |
| Rallidae         | Râle de genêts                | <i>Crex crex</i>               | Zone humide          | NN | VP   | P  |
| „                | Gallinule poule d'eau         | <i>Gallinula chloropus</i>     |                      | N  | S    |    |
|                  | Foulque macroule              | <i>Fulica atra</i>             | „                    | N  | S    |    |
|                  | Foulque caronculée            | <i>Fulica cristata</i>         |                      | N  | S    |    |
| Gruidae          | Grue cendrée                  | <i>Grus grus</i>               |                      | NN | MN   | P  |
| Otididae         | Outarde houbara               | <i>Chlamydotis undulata</i>    | Steppes              | N  | S    |    |
|                  | Outarde canepetière           | <i>Tetrax tetrax</i>           |                      | NN | VA   | p  |
| Recurvirostridae | Echasse blanche               | <i>Himantopus himantopus</i>   | Zone humide          | N  | MI-i | P  |
| „                | Avocette élégante             | <i>Recurvirostra avosetta</i>  | „                    | N  | MH   | P  |
| Burhinidae       | OEdienème criard              | <i>Burhinus oedienemus</i>     | Steppes              | N  | S    |    |
| Glareolidae      | Courvite isabelle             | <i>Cursorius cursor</i>        | „                    | N  | S    |    |
| „                | Glaréole à collier            | <i>Glareolapratincola</i>      | „                    | NP | ME   | P  |
| Charadriidae     | Pluvier guignard              | <i>Charadrius morinellus</i>   |                      | NN | MI-I |    |
|                  | Grand gravelot                | <i>Charadrius hiaticula</i>    | Zone humide          | NN | MI-I |    |
|                  | Petit gravelot                | <i>Charadrius dubius</i>       | „                    | N  | ME   |    |
| le               | Gravelot à collier interrompu | <i>Charadrius alexandrinus</i> | „                    | N  | S    |    |
| „                | Pluvier doré                  | <i>Pluvialis aprinaria</i>     |                      | NN | VP   |    |
|                  | Vanneau huppé                 | <i>Vanellus vanellus</i>       |                      | NN | VP   |    |
| Scolopacidae     | Bécasseau variable            | <i>Calidris alpina</i>         |                      | NN | W    |    |
|                  | Bécasseau cocorli             | <i>Calidris ferruginea</i>     |                      | NN | VA   |    |
|                  | Bécasseau sanderling          | <i>Calidris alba</i>           | „                    | NN | VA   |    |
|                  | Bécasseau temminck            | <i>Calidris temminckii</i>     | „                    |    | VA   |    |
|                  | Bécasseau minute              | <i>Calidris minuta</i>         | „                    |    | W    |    |
|                  | Combattant varié              | <i>Philomachus pugnax</i>      |                      | NN | W    |    |
|                  | Bécassine des marais          | <i>Gallinago gallinago</i>     |                      |    | W    |    |
|                  | Bécasse des bois              | <i>Scolopax rusiicola</i>      | Milieux ouverts      | NN | MH   |    |
|                  | Barge à queue noire           | <i>Limosa limosa</i>           | Zone humide          | NN | MI-I |    |
|                  | Courlis cendré                | <i>Numenius arguata</i>        |                      | NN | W    |    |
|                  | Courlis à bec grêle           | <i>Numenius tenuirostris</i>   | „                    | NN | VA   | *  |
|                  | Chevalier arlequin            | <i>Tringa erythropus</i>       |                      | NN | W    |    |
| „                | Chevalier gambette            | <i>Tringa totanus</i>          | „                    | NN | W    |    |
|                  | Chevalier stagnatile          | <i>Tringa stagnatilis</i>      |                      | NN | VA   |    |
| „                | Chevalier aboyeur             | <i>Tringa nebularia</i>        |                      | NN | W    |    |
|                  | Chevalier sylvain             | <i>Tringa glareola</i>         |                      | NN | MI-I |    |
|                  | Chevalier cul-blanc           | <i>Tringa ochropus</i>         | „                    | NN | MN   |    |
|                  | Chevalier guinette            | <i>Tringa hypoleucos</i>       |                      | NN | MI-I |    |
|                  | Tournepierre à collier        | <i>Arenaria inierpres</i>      |                      | NN | MN   |    |
| Laridae          | Goéland d'audouin             | <i>Larus audouinii</i>         |                      | NN | MI-I | P  |
|                  | Goéland railleur              | <i>Larus genei</i>             |                      | NN | W    |    |
|                  | Mouette rieuse                | <i>Larus ridibundus</i>        |                      | NN | MH   |    |
| et               | Goéland leucophée             | <i>Larus cachinnans</i>        |                      | N  | S    |    |
|                  | Goéland brun                  | <i>Larus fuscus</i>            |                      | NN | MI-I |    |
| Sternidae        | Sterne naine                  | <i>Sterna albifrons</i>        |                      | NN | W    | P  |
|                  | Sterne caugck                 | <i>Sterna sandvicensis</i>     | „                    | NN | MH   |    |
|                  | Sterne hansel                 | <i>Gelochelidon nilotica</i>   | „                    | NN | W    | P  |

| Famille       | Nom français                | Nom vernaculaire                 | Habitat                  | R  | Ph   | Sj |
|---------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------|----|------|----|
|               | Guifette leucoptère         | <i>Chlidonias leucopterus</i>    | „                        | NN | VA   |    |
|               | Guifette moustac            | <i>Chlidonias hybrida</i>        |                          | NN | W    |    |
|               | Guifette noire              | <i>Chlidonias figer</i>          | „                        | NN | VP   |    |
| Pteroclididae | Ganga couronnée             | <i>Pterocles coronatus</i>       | Steppe                   | N  | S    |    |
|               | Ganga cata                  | <i>Pterocles aichata</i>         | „                        | N  | S    |    |
|               | Ganga unibande              | <i>Pterocles orientalis</i>      | Milieus ouverts          | N  | S    |    |
| Columbidae    | Pigeon biset                | <i>Columba livia</i>             | Falaises                 | N  | S    |    |
|               | Pigeon colombin             | <i>Colombin oenas</i>            | Forêts, bois             | N  | S    | P  |
|               | Pigeon ramier               | <i>Columba palumbus</i>          | <sup>99</sup>            | N  | S    |    |
|               | Tourterelle turque          | <i>Streptopelia decaoto</i>      | Milieus urbains          | N  | S    |    |
|               | Tourterelle des bois        | <i>Sireptopelia turtur</i>       | Forêts, bois             | N  | ME   |    |
|               | Tourterelle maillée         | <i>Streptopelia senegalensis</i> | Steppes                  | N  | S    |    |
| Cuculidae     | Coucou gris                 | <i>Cuculus canorus</i>           | Forêts, bois             | N  | ME   | P  |
| Strigidae     | Chevêche d'athéna           | <i>Athene noctua</i>             | Milieus mixtes           | N  | S    | P  |
|               | Petit-duc scops             | <i>Otus scops</i>                |                          | N  | ME   | P  |
|               | Grand-duc d'Europe          | <i>Buto buto</i>                 | „                        | N  | S    | P  |
|               | Hibou moyen-duc             | <i>Asio otus</i>                 |                          | N  | S    | P  |
|               | Chouette hulotte            | <i>Strix aluco</i>               | „                        | N  | S    | P  |
| Tytonidae     | Effraie des clochers        | <i>Tyto alba</i>                 | Milieus ouverts          | N  | S    | P  |
| Caprimulgidae | Engoulevent d'Europe        | <i>Caprimulgus europaeus</i>     | <sup>59</sup>            | N  | ME   |    |
| Apodidae      | Martinet des maisons        | <i>Apus affinis</i>              | Milieus urbains          | N  | S    | P  |
|               | Martinet à ventre blanc     | <i>Apus melba</i>                | Montagnes                | N  | ME   |    |
|               | Martinet noir               | <i>Apus apus</i>                 | Milieus urbains          | N  | ME   |    |
|               | Martinet pâle               | <i>Apus pallidus</i>             | „                        | N  | ME   |    |
| Upupidae      | Huppe fasciée               | <i>Upupa epops</i>               | Milieus ouverts          | N  | S    | P  |
| Meropidae     | Guêpier d'Europe            | <i>Merops apiaster</i>           | „                        | N  | ME   | P  |
| Coraciidae    | Rollier d'Europe            | <i>Coracia garrulus</i>          | Bois clairs              | N  | ME   | P  |
| Picidae       | Pic de Levailant            | <i>Picus vaillantii</i>          | forêts                   | N  | S    | P  |
|               | Torcol fourmilier           | <i>Jynx torquilla</i>            | Chênaie, bocage          | N  | S    | P  |
| Alaudidae     | Alouette lulu               | <i>Lullula arborea</i>           | Milieus ouverts          | N  | S    |    |
|               | Alouette des champs         | <i>Alauda arvensis</i>           |                          | N  | S    |    |
|               | Cochevis huppé              | <i>Galerida cristata</i>         |                          | N  | S    |    |
|               | Cochevis de Thékla          | <i>Galerida theklae</i>          |                          | N  | S    |    |
|               | Alouette calandrelle        | <i>Calandrella brachydactyla</i> | Champs, steppe           | N  | M    |    |
|               | Alouette pispette           | <i>Calandrella rufescens</i>     | Steppes                  | N  | S    |    |
|               | Ammomanes élégante          | <i>Ammomanes cincturus</i>       |                          | N  | S    |    |
|               | Sirli de Dupont             | <i>Chersophila duponti</i>       |                          | N  | S    |    |
|               | Alouette calandre           | <i>Melanocorypha calandra</i>    | Champs, steppe           | N  | S    |    |
|               | Alouette bilophe            | <i>Eremophila bilopha</i>        | steppes                  | N  | S    |    |
| Hirundinidae  | Hirondelle de rocher        | <i>Ptyonoprogne rupestris</i>    | Montagnes                | N  | S    |    |
|               | Hirondelle de fenêtre       | <i>Delicnon urbica</i>           | Milieus urbains          | N  | ME   |    |
|               | Hirondelle rustique         | <i>Hirundo rustica</i>           |                          | N  | ME   |    |
| Motacillidae  | Pipit des arbres            | <i>Anthus trivialis</i>          | Bois clairs              | NN | VP   |    |
|               | Pipit rousseline            | <i>Anthus campestris</i>         | Milieus ouverts secs     | NN | ME   |    |
|               | Bergeronnette grise         | <i>Motacilla alba</i>            | Milieus ouverts          | NN | MI-I |    |
|               | Bergeronnette des ruisseaux | <i>Motacilla cinerea</i>         | Cours d'eau              | N  | S    | —  |
|               | Bergeronnette printanière   | <i>Motacillaflava</i>            | Milieus ouverts          | N  | ME   |    |
| Pycnonotidae  | Bulbul des jardins          | <i>Pycnonotus barbatus</i>       | Milieus mixtes           | N  | S    |    |
| Turdidae      | Rosignol Philomèle          | <i>Luscinia megarhynchos</i>     | Forêts, buissons         | N  | ME   |    |
|               | Agrobate roux               | <i>Agrohatas galactores</i>      | Milieus mixtes           | N  | ME   | —  |
|               | Rougegorge familier         | <i>Erithacus rubecula</i>        | Forêts, haies            | N  | S    |    |
|               | Tarier pâle                 | <i>Saxicola torquata</i>         | Milieus ouverts, friches | N  | S    | —  |

| Famille       | Nom français               | Nom vernaculaire                      | Habitat                 | R  | Ph   | Sj  |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----|------|-----|
|               | Tarier des près            | <i>Saxicola rubetra</i>               | „                       | NN | VP   |     |
| „             | Rougequeue noir            | <i>Phoenicurus ochruros</i>           | Milieux mixtes          | NN | MH   |     |
| 59            | Rouge queue de Moussier    | <i>Phoenicurus moussieri</i>          | Forêts dégradées        | N  | S    |     |
|               | Rougequeue à front blanc   | <i>Phoenicurus phoenicurus</i>        | Bois clair, jardin      | NN | VP   |     |
|               | Traquet motteux            | <i>Oenanthe oenanthe</i>              | Milieux ouverts         | N  | ME   |     |
|               | Traquet oreillard          | <i>Oenanthe hispanica</i>             |                         | N  | ME   |     |
|               | Traquet du désert          | <i>Oenanthe deserti</i>               | steppes                 | N  | S    |     |
|               | Traquet deuil              | <i>Oenanthe lugens</i>                | Milieux ouverts         | N  | S    |     |
|               | Traquet à tête grise.      | <i>Oenanthe moesta</i>                | steppes                 | N  | S    |     |
|               | Traquet rieur              | <i>Oenanthe leucura</i>               | Falaises                | N  | S    |     |
|               | Monticoic bleu             | <i>Monticola solitarius</i>           | Falaises, villes        | N  | S    |     |
|               | Merle noir                 | <i>Turdus murela</i>                  | Milieux mixtes          | N  | S    |     |
|               | Grive mauvis               | <i>Turdus iliacus</i>                 | Forêts, parcs           | NN | MH   |     |
|               | Grive musicienne           | <i>Turdus philomelos</i>              | „                       | NN | MI-I |     |
|               | Grive draine               | <i>Turdus viscivorus</i>              | „                       | N  | S    |     |
| Sylviidae     | Rousserolle effarvatte     | <i>Acrocephalus scirpaceus</i>        | Zones humides           | N  | ME   |     |
|               | Bouscarle de Cetti         | <i>Cettia cetti</i>                   | Cours d'eaux            | N  | S    |     |
|               | Cisticole des joncs        | <i>Cisticola juncidis</i>             | Milieux ouverts         | N  | S    |     |
| „             | Hypolais pâle              | <i>Hippolais pallida</i>              | Buissons, parcs         | N  | I ME |     |
|               | Hypolais polyglotte        | <i>Hippolais polyglotta</i>           | Matorral haut           | N  | ME   |     |
|               | Fauvette grisette          | <i>Sylvia communis</i>                | Buissons, haies         | N  | ME   |     |
|               | Fauvette à tête noire      | <i>Sylvia atricapilla</i>             | „                       | N  | S    |     |
|               | Fauvette mélanocéphale     | <i>Sylvia melanocephala</i>           | „                       | N  | S    |     |
|               | Fauvette orphée            | <i>Sylvia hortensis</i>               | Matorral, vergers       | N  | ME   |     |
|               | Fauvette pitchou           | <i>Sylvia undata</i>                  | Matorral, buisson       | N  | S    |     |
|               | Fauvette à lunette         | <i>Sylvia conspicillata</i>           | „                       | N  | S    |     |
|               | Fauvette passerinette      | <i>Sylvia cantillans</i>              | „                       | N  | ME   |     |
|               | Pouillot de bonelli        | <i>Phylloscopus bonelli</i>           | Forêts                  | N  | ME   |     |
|               | Pouillot véloce            | <i>Phylloscopus collybita</i>         | Forêts, parcs           | N  | MH   |     |
|               | Pouillot titis             | <i>Phylloscopus trochilus</i>         | Forêts                  | NN | VP   |     |
|               | Roitelet triple-bandeau    | <i>Regulus ignicapilla</i>            | „                       | N  | S    |     |
| Muscicapidae  | Gobemouche gris            | <i>Muscicapa striata</i>              | Forêts, boccages        | N  | ME   |     |
|               | Gobemouche noir de l'Atlas | <i>Ficedula hypoleuca speculigera</i> | Chênaies                | N  | ME   |     |
| Paridae       | Mésange charbonnière       | <i>Parus major</i>                    | Milieux mixtes          | N  | S    |     |
| _____         | Mésange bleue ul amarine   | <i>Parus ultramarinus</i>             |                         | N  | S    |     |
| Certhiidae    | Grimpereau des jardins     | <i>Certhia brachydactyla</i>          | Pinèdes                 | N  | S    |     |
| Troglodytidae | Troglodyte mignon          | <i>Troglodytes troglodytes</i>        | Forêts, parcs           | N  | S    |     |
| Laniidae      | Tchagra à tête noire       | <i>Tchagra senegala</i>               | Buissons, lisières      | N  | S    |     |
|               | Pie-grièche méridionale    | <i>Lanius meridionalis</i>            | Milieux ouverts         | N  | S    |     |
|               | Pie-grièche à tête rousse  | <i>Lanius senator</i>                 | Milieux ouverts         | N  | ME   | ___ |
| Corvidae      | Geai des chênes            | <i>Garrulus glandarius</i>            | Chênaies                | N  | S    | ___ |
|               | Pie bavarde                | <i>Pica pica</i>                      | Haies, bosquets         | N  | S    |     |
|               | Crave à bec rouge          | <i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>         | Falaises                | N  | S    | P   |
|               | Choucas à bec jaune        | <i>Pyrhocorax graculus</i>            | „                       | N  | S    | ___ |
|               | Grand corbeau              | <i>Corvus corax</i>                   | „                       | N  | S    | ___ |
|               | Corbeau brun               | <i>Corvus ruficollis</i>              | Steppes                 | N  | S    |     |
| Oriolidae     | Loriot d'Europe            | <i>Oriolus oriolus</i>                | Forêts, parcs           | N  | ME   | P   |
| Sturnidae     | Etourneau sansonnet        | <i>Sturnus vulgaris</i>               | Milieux mixtes          | NN | MIT  | ___ |
|               | Etourneau unicolore        | <i>Sturnus unicolor</i>               |                         | N  | S    | P   |
| Passeridae    | Moineau soulcie            | <i>Petronia petronia</i>              | Milieux ouverts         | N  | S    |     |
|               | <b>Moineau</b> espagnol    | <i>Passer hispaniolensis</i>          | <b>Milieux ouverts</b>  | N  | S    | ___ |
|               | <b>Moineau</b> domestique  | <i>Passer domesticus</i>              | <b>Villes, boccages</b> | N  | S    | ___ |

| Famille      | Nom français          | Nom vernaculaire                     | Habitat         | R  | Ph | Sj |
|--------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------|----|----|----|
| Fringillidae | Pinson des arbres     | <i>Fringilla coelebs</i>             | Forêts, vergers | N  | S  |    |
|              | Serin cmi             | <i>Serinus serinus</i>               |                 | N  | S  | P  |
|              | Linotte mélodieuse    | <i>Carduelis cannabina</i>           | Milieus ouverts | N  | S  |    |
| „            | Tarin des aulnes      | <i>Carduelis spinus</i>              | Ripisylves      | NN | MH |    |
|              | Chardonneret élégant  | <i>Carduelis carduelis</i>           | Milieus ouverts | N  | S  | P  |
|              | Verdier d'Europe      | <i>Carduelis chions</i>              | Bois, vergers   | N  | S  |    |
|              | Grosbec casse-noyaux  | <i>Coccothraustes coccothraustes</i> | chênaie         | N  | S  | P  |
|              | Roselin githagine     | <i>Rhodopechys githaginea</i>        | steppes         | N  | S  |    |
|              | Bec-croisé des sapins | <i>Loxia curvirostra</i>             | pinèdes         | N  | S  | P  |
| Emberizidae  | Bruant proyer         | <i>Miliaria calandra</i>             | Milieus ouverts | N  | S  |    |
|              | Bruant fou            | <i>Emberiza cia</i>                  | Montagnes       | N  | S  |    |
|              | Bruant zizi           | <i>Emberiza cinlus</i>               |                 | N  | S  |    |

Significations des abréviations utilisées dans le tableau:

R: reproduction (nidification) Ph : phénologie Sj : statut juridique

N : nicheur NP : nicheur potentiel NN : non nicheur

S : sédentaire MH : migrateur hivernant ME: migrateur estivant

VP: visiteur de passage VA : visiteur accidentel

P: espèce protégée par la législation algérienne P\* : espèce protégée figurant sur liste rouge UICN