Diversité des oiseaux de la cédraie du Djurdjura (est de l'Algérie)

Abdenour Moussouni – Zoubir Boubaker

Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une essence forestière endémique des montagnes d'Afrique du Nord. Il constitue l'essence noble des forêts de l'Algérie et du Maroc (M'Hirit, 1994). Il forme actuellement sept blocs distincts, dont quatre dans les montagnes marocaines et trois dans les montagnes algériennes (l'Atlas tellien, l'Ouarsenis et les Aurès).

En plus de ses caractéristiques sylvicoles (bois d'œuvre, huile aromatique) et écologiques (résistance au feu, rusticité et tolérance aux différents stress) qui font de lui une essence de base pour la reconstitution et la revalorisation du patrimoine forestier, le Cèdre de l'Atlas par les différentes formations qu'il constitue, offre des habitats favorables pour une faune très diversifiée.

Le Cèdre de l'Atlas a suscité l'intérêt de plusieurs chercheurs algériens notamment en matière de sylviculture (Nedjahi, 1988), d'écologie et de phytosociologie (Abdessemed, 1981 ; Meddour, 1994 ; Yahi *et al.*, 2008 ; Yahi et Djellouli, 2010), de génétique (Krouchi, 2010) et d'entomologie (Sbabdji *et al.*, 2009).

En Algérie, en l'état actuel de nos connaissances, aucun travail ne s'est intéressé aux cédraies en tant que réservoir d'une biodiversité faunistique en général et ornithologique en particulier. Les recherches ornithologiques menées depuis plusieurs années (Moali, 1999 ; Benyacoub, 1993 ; Bellatreche, 1994 ; Boubaker, 2012) se sont surtout orientées vers l'étude de l'écologie des espèces d'oiseaux dans différents milieux naturels sans pour autant s'intéresser à des peuplements forestiers particuliers.

L'intérêt porté à l'étude des oiseaux réside dans le fait que leurs caractéristiques écologiques et leur sensibilité aux modifications des habitats (Blondel, 1975) font des espèces de ce groupe taxonomique de bons indicateurs biologiques (Drapeau *et al.*, 2001 ; Brooks *et al.*, 2008 ; Rodrigues *et al.*, 2012).

La présente étude constitue une première approche qui s'intéresse à l'avifaune d'une formation forestière endémique de l'Afrique du Nord. Elle se propose de décrire, d'un point de vue qualitatif et quantitatif, le peuplement d'oiseaux reproducteurs que l'on rencontre dans la cédraie du Djurdjura et de lever le voile sur l'éventuelle originalité de l'avifaune du Cèdre par rapport à celle d'autres formations forestières.

ZONE D'ÉTUDE

La cédraie du Djurdjura, d'une superficie de 2 940 ha, est située au sein du parc national du Djurdjura, dans l'est de l'Algérie (figure 1, p. 422). Elle est formée principalement de deux types de peuplements : une cédraie pure qui occupe 80 % de la superficie totale, dans laquelle on peut

trouver quelques pieds dispersés de Chêne vert (*Quercus rotundifolia*), d'Érable (*Acer obtusatum* et *Acer monspessulanum*), de Pin d'Alep (*Pinus halepensis),* de Chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) et d'If (*Taxus baccata*), et une cédraie mixte (Cèdre et Chêne vert) qui représente 20 % du total de la cédraie.

Figure 1 **LOCALISATION DE LA CÉDRAIE DU DJURDJURA**

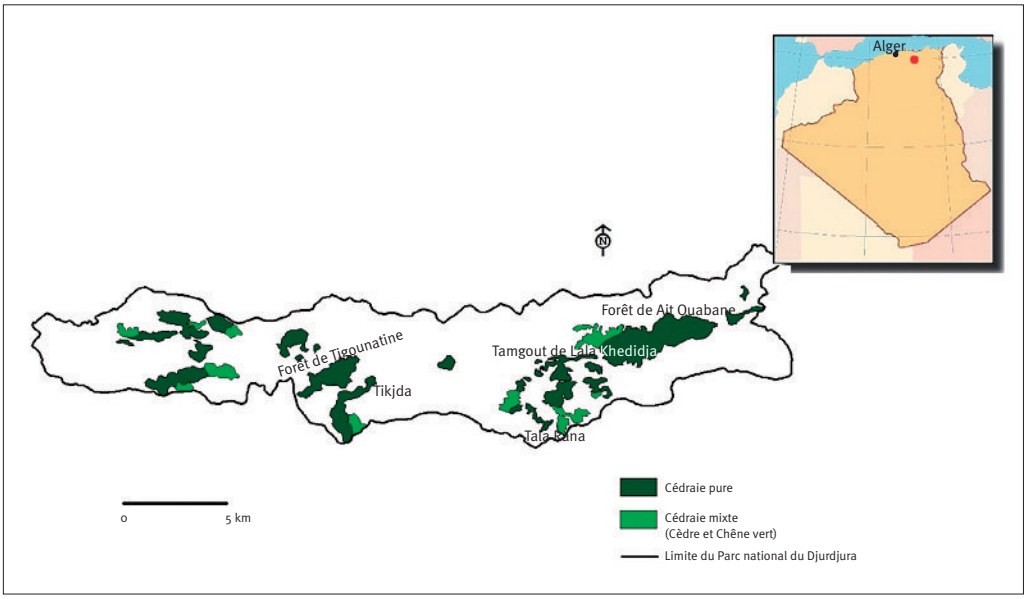


Photo 1 Vue générale de la cédraie du Djurdjura

© A. Moussini

La région du Djurdjura subit un régime thermique méditerranéen et montagnard caractérisé par un hiver froid où les températures sont souvent en dessous de 0 °C. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 15 °C.

L'étude a été réalisée dans les cédraies de Tigounatine et Tikjda, qui appartiennent au versant sud du Djurdjura entre 1 400 et 1 900 m d'altitude, sur des calcaires dolomitiques. Les affleurements rocheux sont importants et couvrent 10 à 60 % du sol. Le Cèdre se rencontre à l'état pur ou en mélange avec le Chêne vert. La hauteur des arbres

varie de 6 à 20 m avec des recouvrements de 70 %. La strate arbustive est composée de *Quercus rotundifolia, Berberis hispanica, Crataegus laciniata, Rosa sicula, Rosa canina, Lonicera kabylica, Daphne laureola subsp. latifolia, Ruscus aculeatus* (Meddour, 2010).

MÉTHODOLOGIE

Habitats retenus

Nous avons identifié deux types d'habitats en fonction de la composition des essences : une cédraie pure et une cédraie mixte à Chêne vert.

La cédraie pure se trouve sur des pentes moyennes de l'ordre de 25 % avec une exposition dominante nord-ouest. Le recouvrement général de la végétation est de 80 %, les strates arbustive et herbacée présentent des recouvrements respectifs de 10 % et 50 %. La densité moyenne des arbres est de 380 tiges par hectare. Notons la présence de quelques tiges de Chêne vert dans certaines stations mais en très faible pourcentage (moins de 5 %).

La cédraie mixte à Chêne vert, caractérisée par des pentes moyennes de 30 %, s'étend sur des expositions nord-est et nord-ouest. Le recouvrement général est de 80 % en moyenne. Le recouvrement de la strate arbustive est de 14 % alors que la strate herbacée couvre 52 % de la surface totale. La densité moyenne des arbres avoisine 260 tiges par hectare. Le pourcentage de feuillus est de l'ordre de 20 %.

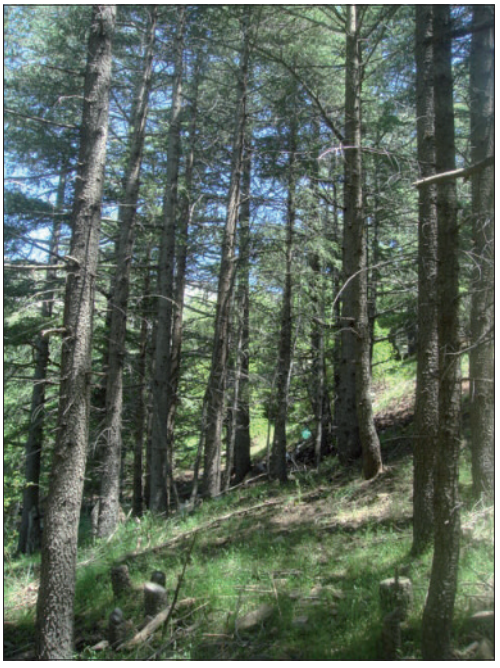


Photo 2 La cédraie pure du Djurdjura
© Z. Boubaker

Photo 3 La cédraie mixte à Chêne vert du Djurdura
© Z. Boubaker

Dénombrement des oiseaux

La méthode utilisée pour le dénombrement des oiseaux est celle des échantillonnages fréquentiels progressifs (EFP) (Blondel, 1975). Cette méthode consiste à réaliser un seul et unique sondage sur chaque station. L'observateur relève pendant une durée de 15 à 20 minutes le nom de toutes les espèces qu'il contacte, quelle que soit leur abondance. Il s'agit donc d'un relevé plutôt qualitatif. Cependant, le calcul des fréquences nous permet d'avoir les abondances relatives des espèces.

La méthode des EFP est souvent retenue pour sa souplesse. En effet, le fait de noter les espèces selon leur présence-absence permet l'application de cette méthode à tous les groupes d'oiseaux et d'allonger la durée de travail sur terrain par rapport aux autres méthodes de dénombrement des oiseaux (Blondel, 1975).

Les relevés ont été effectués durant la période allant du 15 avril au 15 juin 2012. Nous avons réalisé 76 relevés EFP dont 40 dans la cédraie pure et 36 dans la cédraie mixte à Chêne vert.

Analyse et traitements des données

Pour l'étude des oiseaux, nous avons calculé les paramètres suivants :

— La richesse totale S du peuplement qui correspond au nombre total d'espèces contactées dans un écosystème.

— La richesse ponctuelle qui est le nombre total des espèces contactées par relevé.

— La richesse moyenne *s* qui donne le nombre moyen d'espèces par relevé. Elle présente l'avantage d'autoriser la comparaison statistique des richesses de plusieurs peuplements et le calcul d'un coefficient de variabilité qui mesure le degré d'homogénéité du peuplement ($T = 100\ s/S$).

— La fréquence d'occurrence qui est l'estimation de la probabilité de contacter une espèce dans un milieu donné. Elle est exprimée par le rapport entre le nombre de relevés où l'espèce est contactée sur le nombre total de relevés, rapporté à 100.

La richesse patrimoniale de nos cédraies a été évaluée en prenant en compte le statut de protection des espèces d'oiseaux recensées en se référant aux textes législatifs nationaux de l'Algérie, à la liste rouge de l'UICN et la convention de Berne.

Pour saisir toutes les facettes de la biodiversité avienne de nos cédraies, nous avons mesuré les diversités biogéographique (DB), taxonomique (DT) et fonctionnelle (DF).

Pour la diversité biogéographique (DB) nous avons retenu les différents types fauniques établis par Voous (1960) et regroupés par Blondel *et al.* (1978) en cinq ensembles (méditerranéen ; holarctique et ancien monde ; paléarctique et paléomontagnard ; européen ; européo-turkestanien).

La diversité taxonomique (DT), qui traduit la variété des espèces dans une communauté, se rapporte à la représentation de taxons de rang inférieur au sein d'un niveau taxonomique supérieur (Jastrzębska *et al.*, 2011). Dans notre cas, elle est exprimée par le nombre d'espèces par famille.

La diversité fonctionnelle (DF) est définie comme la mesure des différences fonctionnelles entre les espèces d'une communauté ou d'un écosystème (Petchey et Gaston, 2002 ; Díaz *et al.*, 2007). Elle est mesurée à partir des traits fonctionnels qui décrivent les rôles que jouent les différents organismes dans leur écosystème (Petchey et Gaston, 2006 ; Flynn *et al.*, 2009). Sa plus simple expression est la présence de certains groupes fonctionnels dans une communauté (Petchey et Gaston, 2006). Les groupes fonctionnels ou guildes fonctionnelles (Wilson, 1999 ; Blondel, 2003 ; Bishop et Myers, 2005) peuvent être définies comme des groupes d'espèces qui ont la même fonction (trait) dans l'écosystème, en fournissant les mêmes services écosystémiques (Cardoso *et al.*, 2011).

Les espèces d'oiseaux ont été ainsi affectés à des groupes fonctionnels sur la base de leur régime alimentaire (insectivore, granivore, polyphage). Des groupements similaires ont été utilisés pour la classification fonctionnelle des oiseaux (Tilman, 2001 ; Philpott *et al.*, 2009 ; De Souza *et al.*, 2013).

L'ensemble des diversités (biogéographique, taxonomique et fonctionnelle) ont été calculées par la formule de Shannon-Weaver à l'échelle du point de relevé. Il s'agit donc d'une diversité ponctuelle (Blondel, 1979) :

$$H = -\sum_{i=1}^{C} pi \log_2 p_i$$

où p_i représente la proportion de chaque famille dans le cas de la diversité taxonomique, la proportion de chaque catégorie trophique dans le cas de la diversité fonctionnelle et la proportion de chaque catégorie biogéographique dans le cas de la diversité biogéographique, et où C est le nombre total des catégories.

Pour la comparaison des différents paramètres entre les deux cédraies, nous avons utilisé le test non paramétrique de Kruskal-Wallis au seuil de signification α = 0,05. La distribution des paramètres retenus a été représentée schématiquement par les diagrammes de Tukey.

Comparaison avec d'autres milieux forestiers

Dans l'objectif de situer nos cédraies dans un contexte local et régional, nous avons comparé la liste des espèces contactées avec celles recensées dans d'autres habitats. Il s'agit d'une zénaie (Slimani, 2007), une pineraie et une suberaie (Benyacoub, 1993) et la cédraie du mont Ventoux (Blondel *et al.*, 1978).

La zénaie de Yakouren, localisée dans la wilaya de Tizi-Ouzou à l'est d'Alger, est une futaie régulière d'un recouvrement général de 80 %. La hauteur moyenne des arbres est de 18 m. Elle s'étend sur des altitudes de 500 à 850 m.

La pineraie et la suberaie sont localisées à l'extrême est de l'Algérie dans la région d'El Kala. La pineraie à *Pinus pinaster* présente un recouvrement allant de 40 à 70 % et une hauteur moyenne des arbres de 7 m. La suberaie présente une hauteur moyenne de 8 m avec des recouvrements qui varient de 50 à 60 %. Ces deux formations se localisent à basse altitude.

La cédraie du mont Ventoux (France) est un reboisement qui date de 1862 (Ripert et Boisseau, 1994). Elle est localisée à une altitude moyenne de 1600 m (Blondel *et al.*, 1978). Cette formation est composée d'une mosaïque de larges bouquets purs et équiennes ; elle est aménagée en futaie par parquets. La hauteur dominante des arbres avoisine 20 m (Toth, 1994).

Les différents relevés ornithologiques ont été transformés en premier lieu en données de présence-absence afin de standardiser et d'homogénéiser tous les résultats avec ceux de la présente étude.

Pour la comparaison, nous avons retenu la richesse totale et la richesse moyenne et nous avons calculé la diversité alpha (intrahabitat) ou encore diversité *microcosmique* par la formule de Shannon-Weaver. Cette diversité mesure le niveau de complexité du peuplement (Blondel, 1979) du point de vue taxonomique, fonctionnel et biogéographique.

Nous avons aussi calculé l'équitabilité qui est le rapport (en pourcentage) entre la diversité observée et la diversité maximale ($E = H/H_{max}$), elle mesure le degré de réalisation de la diversité maximale potentielle (Blondel, 1975). La diversité maximale ($H_{max} = \log_2 S$) est la valeur maximale théorique que prend la diversité H lorsque l'équirépartition des espèces dans le peuplement est atteinte.

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été réalisée pour mesurer le degré de similitude entre peuplements en utilisant la méthode du saut minimum et le coefficient de communauté de Jaccard (Legendre et Legendre, 1998).

RÉSULTATS

Les 76 relevés de type EFP effectués dans la cédraie du Djurdjura nous ont permis de contacter 27 espèces aviennes dont 21 sédentaires et 6 migratrices (tableau I, p. 427). Les deux types de cédraies présentent des richesses totales et moyennes voisines (tableau II, p. 428). Néanmoins, sur l'ensemble des espèces recensées, 20 espèces sont communes aux deux cédraies. Trois espèces ne sont présentes que dans la cédraie mixte, il s'agit du Loriot d'Europe (*Oriolus oriolus*), de la Grive draine (*Turdus viscivorus*) et de la Rubiette de Moussier (*Phoenicurus moussieri*). La cédraie pure, quant à elle, se distingue par la présence du Verdier d'Europe (*Carduelis chloris*), de la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*), de la Fauvette mélanocéphale (*Sylvia melanocephala*) et du Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*). Les peuplements d'oiseaux des deux cédraies semblent plus ou moins hétérogènes ($T < 0{,}50$).

Les fréquences des espèces sont présentées dans la figure 2 (p. 428). Les espèces les plus fréquentes dans les deux cédraies sont le Grimpereau des jardins, le Roitelet triple bandeau et le Rouge-Gorge familier.

Les fréquences du Geai des chênes, du Gobe-mouche noir et du Pic épeiche sont plus importantes dans la cédraie mixte ($\alpha = 0{,}05$, test de Kruskal-Wallis) alors que la Mésange noire et le Pinson des arbres semblent plus fréquents dans la cédraie pure ($\alpha = 0{,}05$, test de Kruskal-Wallis).

Richesse et diversités ponctuelles

L'ensemble des espèces recensées se répartissent sur 12 familles dont les Turdidés et les Sylviidés sont les mieux représentés (tableau I, p. 427). La première famille est représentée par 4 espèces au niveau de la cédraie pure et 3 espèces dans la cédraie mixte alors que les Sylviidés sont mieux représentés dans la cédraie pure (5 espèces) par rapport à la cédraie mixte (3 espèces).

L'examen de la structure trophique du peuplement d'oiseaux dans les deux cédraies (tableau I, p. 427) montre une dominance des espèces à régime insectivore avec respectivement 12 et 14 espèces pour la cédraie mixte et la cédraie pure.

Les oiseaux de nos cédraies présentent différents types fauniques (tableau I, p. 427) avec une dominance des espèces européennes et paléarctiques. Les espèces méditerranéennes sont au nombre de quatre.

Les dispersions de la richesse (figure 3, p. 429), de la diversité fonctionnelle et de la diversité biogéographique montrent une variabilité plus importante au niveau de la cédraie mixte (figure 4, p. 429) alors que la diversité taxonomique montre des valeurs plus homogènes au niveau de cette cédraie. Les différences entre les deux cédraies ne sont significatives que pour la diversité taxonomique (test de Kruskal-Wallis, $\alpha = 0{,}05$).

Importance patrimoniale des cédraies

Parmi les espèces contactées dans la présente étude (tableau I, p. 427), sept bénéficient d'un statut de protection à l'échelle nationale algérienne selon le décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées en Algérie.

Tableau I **Liste des espèces recensées dans la cédraie avec leurs statut phénologique, régime trophique, origine biogéographique et statut de protection**

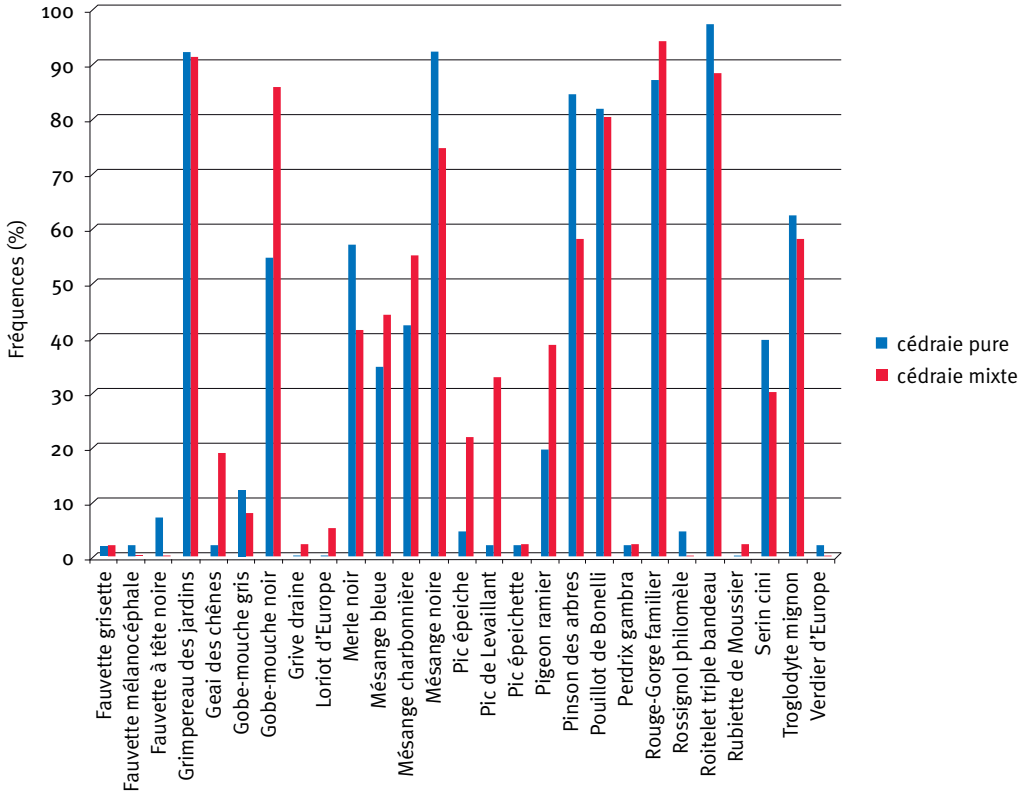
Famille	Nom français	Nom scientifique	Statut phénologique (1)	Régime trophique (2)	Type faunique (3)	Statut de protection (4)
Certhiidés	Grimpereau des jardins	*Certhia brachydactyla*	S	I	E	PM, B2
Columbidés	Pigeon ramier	*Columba palumbus*	S	G	ET	PM
Corvidés	Geai des chênes	*Garrulus glandarius*	S	P	P	A, PM
Fringillidés	Pinson des arbres	*Fringilla coelebs*	S	G	E	PM, B3
	Serin cini	*Serinus serinus*	S	G	M	A, PM, B2
	Verdier d'Europe	*Chloris chloris*	S	G	ET	PM, B2
Muscicapidés	Gobe-mouche gris	*Muscicapa striata*	ME	I	ET	PM, B2
	Gobe-mouche noir	*Ficedula hypoleuca*	ME	P	E	PM, B2
Oriolidés	Loriot d'Europe	*Oriolus oriolus*	ME	I	HAM	A, PM, B2
Paridés	Mésange bleue	*Parus caeruleus*	S	I	M	PM, B2
	Mésange charbonnière	*Parus major*	S	I	P	PM, B2
	Mésange noire	*Parus ater*	S	I	P	PM, B2
Phasianidés	Perdrix gambra	*Alectoris barbara*	S	G	M	PM, B3
Picidés	Pic épeiche	*Dendrocopos major*	S	I	P	A
	Pic de Levaillant	*Picus vaillantii*	S	I	M	A, PM, Br3
	Pic épeichette	*Dendrocopos minor*	S	I	P	A, PM, B2
Sylviidés	Fauvette grisette	*Sylvia communis*	ME	I	ET	PM, B2
	Fauvette mélanocéphale	*Sylvia melanocephala*	S	I	M	PM, B2
	Fauvette à tête noire	*Sylvia atricapilla*	S	I	E	PM, B2
	Pouillot de Bonelli	*Phylloscopus bonelli*	ME	I	E	PM, B2
	Roitelet triple bandeau	*Regulus ignicapilla*	S	I	HAM	A, PM, B2
Troglodytidés	Troglodyte mignon	*Troglodytes troglodytes*	S	I	HAM	PM, B2
Turdidés	Grive draine	*Turdus viscivorus*	S	P	ET	PM, B3
	Merle noir	*Turdus merula*	S	P	P	PM, B3
	Rouge-Gorge familier	*Erithacus rubecula*	S	P	E	PM, B2
	Rossignol philomèle	*Luscinia megarhynchos*	ME	I	E	PM, B2
	Rubiette de Moussier	*Phoenicurus moussieri*	S	P	M	A, PM, B3

(1) Statut phénologique. S : sédentaire, ME : migrateur estivant.
(2) Régime trophique. I : insectivore, G : granivore, P : polyphage.
(3) Type faunique. P : paléarctique, E : européen, ET : européo-turkestanien, M : méditerranéen, HAM : holarctique et ancien monde.
(4) Statut de protection. A : loi algérienne, PM : préoccupation mineure sur la liste rouge de l'UICN, B : convention de Berne et ses annexes 1, 2 et 3.

Tableau II **Richesse aviaire des cédraies étudiées**

Paramètres	Cédraie pure	Cédraie mixte
Nombre de relevés	36	40
Richesse totale	24	23
Richesse moyenne	9,1	9,5
Homogénéité (T)	0,38	0,41

Figure 2 **FRÉQUENCES DES ESPÈCES DANS LES DEUX CÉDRAIES RETENUES**



L'ensemble des espèces recensées sont considérées comme des espèces à préoccupation mineure selon la liste rouge de l'UICN. Vingt-cinq espèces sont protégées par la convention de Berne, dont dix-neuf classées dans l'annexe 2 et six espèces dans l'annexe 3 de la convention.

Comparaison avec d'autres milieux

L'examen du tableau III (p. 430) fait apparaître que les deux cédraies du Djurdjura présentent les richesses moyennes les plus faibles alors que la pinède, malgré un nombre de relevé plus faible (vingt), enregistre la richesse moyenne la plus élevée (13,05 espèces) suivi de près par la cédraie du Ventoux avec une richesse moyenne de 12,1 espèces.

Figure 3 **VARIATION DE LA RICHESSE PONCTUELLE**

Figure 4 **VARIATION DES DIVERSITÉS FONCTIONNELLE (DF), TAXONOMIQUE (DT) ET BIOGÉOGRAPHIQUE (DB)**

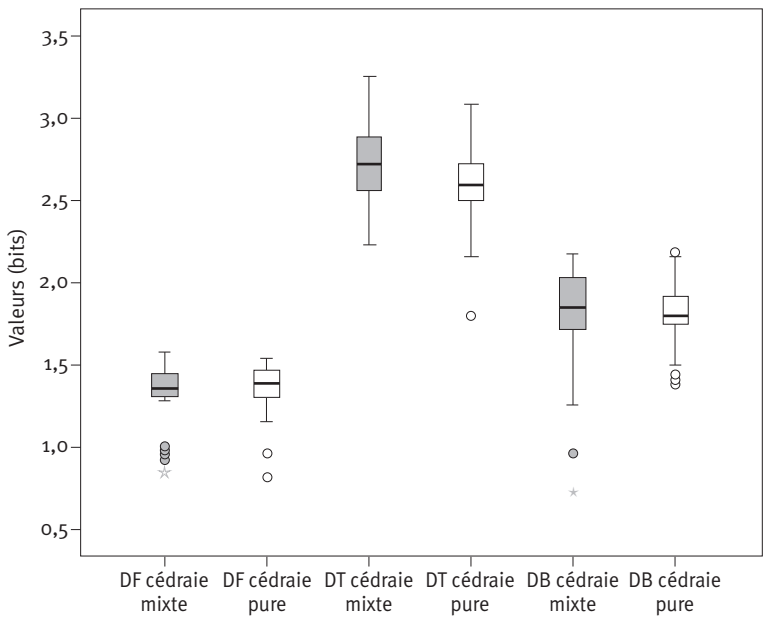


Tableau III **Comparaison de l'avifaune des deux cédraies avec d'autres milieux**

Paramètre	Cédraie pure	Cédraie mixte	Zénaie	Pinède	Suberaie	Cédraie Ventoux
Nombre de relevés	36	40	45	20	20	32
Richesse totale	24	23	25	26	27	33
Richesse moyenne	9,125	9,472	11,55	13,05	13,10	12,1
Diversité spécifique	3,91	4,01	4,23	4,34	4,31	4,58
Équitabilité	0,85	0,89	0,91	0,92	0,91	0,91
Diversité fonctionnelle	1,37	1,45	1,36	1,42	1,31	1,38
Diversité taxonomique	2,84	3,38	3,59	3,09	2,94	3,27
Diversité biogéographique	2,12	2,16	2,27	2,55	2,39	1,80

Les différents milieux présentent relativement des diversités spécifiques et fonctionnelles voisines quoique les diversités spécifiques de nos deux cédraies semblent légèrement plus faibles. Les indices d'équitabilité des différents milieux sont du même ordre de grandeur et se rapprochent de 1. La cédraie pure présente la diversité taxonomique la plus faible. Concernant la diversité biogéographique c'est le mont Ventoux qui présente la plus faible valeur.

La comparaison des différents milieux basée sur l'indice de similitude de Jaccard (tableau IV, ci-dessous ; figure 5, p. 431) montre que les ressemblances les plus élevées existent d'une part entre la cédraie pure et mixte du Djurdjura (74,1 %) avec 20 espèces communes et entre la

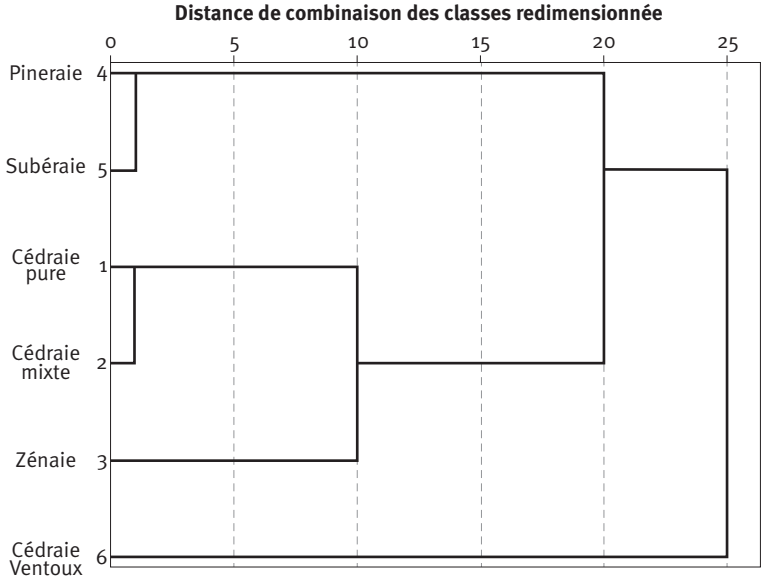
Tableau IV **Matrice de proximité de Jaccard**

Observation	Input du fichier matrice					
	Cédraie pure (Djurdjura)	Cédraie mixte (Djurdjura)	Zénaie (Yakouren)	Pinède (El Kala)	Cédraie (Ventoux)	Suberaie (El Kala)
Cédraie pure (Djurdjura)	1,000					
Cédraie mixte (Djurdjura)	0,741	1,000				
Zénaie (Yakouren)	0,633	0,655	1,000			
Pinède (El Kala)	0,563	0,400	0,457	1,000		
Cédraie (Ventoux)	0,425	0,366	0,415	0,513	1,000	
Suberaie (El Kala)	0,529	0,378	0,432	0,742	0,452	1,000

pineraie et la suberaie de la région d'El Kala (74,2 %) avec 23 espèces communes. La proximité entre les cédraies du Djurdjura et la zénaie de Yakouren est également assez élevée (65 %). Nous avons noté 17 espèces communes entre ces trois milieux. L'ensemble des cinq forêts algériennes présente 18 espèces communes. Les indices reliant le mont Ventoux aux autres milieux sont les plus faibles. Le Ventoux semble donc présenter une communauté avienne différente des autres milieux.

On note que neuf espèces sont communes à toutes les formations. Il s'agit du Grimpereau des jardins, du Pigeon ramier, du Pinson des arbres, de la Mésange bleue, de la Mésange charbonnière, du Pic épeiche, du Merle noir, du Rouge-Gorge familier et du Troglodyte mignon.

Figure 5 **DENDROGRAMME DE SIMILITUDE**



DISCUSSION

Le peuplement d'oiseaux nicheurs de la cédraie du Djurdjura a été estimé à 27 espèces par la méthode des EFP. Elles sont pour la plupart des espèces forestières exploitant les troncs, les vieux arbres ou les hautes frondaisons (Grimpereau des jardins, Roitelet triple bandeau, Gobe-mouche noir, Rouge-Gorge familier, Pouillot de Bonelli, Grive draine, Pigeon ramier, Troglodyte) (Blondel *et al.*, 1970).

Le taux élevé des espèces sédentaires, la présence d'espèces migratrices et la grande diversité taxonomique témoignent de l'abondance et la diversité des ressources alimentaires voire de l'importance de la capacité d'accueil de notre milieu. La cédraie du Djurdjura semble offrir des conditions favorables (nourriture, climat, habitat, etc.) qui permettent la stabilité d'un grand nombre d'espèces nicheuses et la disponibilité de niches vacantes permettant l'installation des espèces migratrices.

Par ailleurs, la présence de certaines espèces de Picidés reflète l'état de notre cédraie et son stade dynamique. Ce groupe d'oiseaux est souvent considéré comme un excellent indicateur biologique. En effet, les pics sont en général spécialisés en ressources forestières. Ils sont souvent étroitement liés à certains stades de la dynamique forestière comme les gros arbres et le bois mort (Pavlik, 1996 ; Smith, 1997 ; Mikusiński et *al*., 2001).

La distribution des espèces en fonction de leurs régimes trophiques montre une certaine similitude avec les résultats de Thévenot (1982) pour la cédraie marocaine. Les deux milieux sont caractérisés par la dominance des espèces insectivores.

Du point de vue biogéographique, l'avifaune de la cédraie du Djurdjura est à dominance boréale. Ceci concorde avec les résultats obtenus par Blondel *et al*. (1978) et Thévenot (1982) qui ont noté que l'avifaune des milieux ligneux étudiés est composée en majorité d'éléments d'origine boréale, parmi lesquels domine le type européen. Cette diversité est due à la situation stratégique de la région méditerranéenne aux confins des masses continentales eurasienne et africaine et à proximité de la grande ceinture semi-aride encerclant le bassin méditerranéen de l'Atlantique à la mer Caspienne (Blondel *et al*., 1978).

En effet, les espèces d'origine méditerranéenne ont tendance à diminuer en faveur des espèces d'origine boréale lorsque la végétation devient plus structurée et complexe (Blondel, 1984). Il est vrai qu'il n'existe pas d'espèces caractéristiques des formations forestières propres à la région méditerranéenne voire à l'Afrique du Nord, exception faite pour le Pic de Levaillant (*Picus vaillantii*) (Blondel, 1999).

Les fréquences du Geai des chênes, du Gobe-mouche noir et du Pic épeiche sont plus importantes dans la cédraie mixte. Ce sont là des espèces ubiquistes avec une préférence pour les forêts mixtes (Muller, 1986). Cependant, dans les Aurès, le Gobe-mouche noir semble fréquenter exclusivement les cédraies (Isenmann et Moali, 2000). La Mésange noire et le Pinson des arbres sont plus fréquents dans la cédraie pure. La première espèce est connue pour être spécialiste des résineux (Muller, 1986 ; Guélin et Guélin, 1987) avec une préférence pour le Cèdre (Isenmann et Moali, 2000). La fréquence élevée du pinson, considéré comme espèce ubiquiste (Muller, 1986 ; Diaz, 2006), pourrait être due à d'autres facteurs du milieu.

Les différents critères calculés (richesse et diversités taxonomique, biogéographique et fonctionnelle) ont montré une variabilité plus importante dans la cédraie mixte. Ceci est probablement le reflet d'une hétérogénéité spatiale des ressources et des conditions abiotiques qui influencent les oiseaux et les interactions qui les régissent.

Le peuplement d'oiseaux de la cédraie mixte s'est montré plus diversifié que celui de la cédraie pure. En effet, il est connu que c'est la composition de la forêt et notamment l'essence dominante résineuse ou feuillue qui constitue le premier facteur de sélection de l'habitat pour les oiseaux des forêts âgées (Muller, 1986).

Les quelques différences de structure et de composition du peuplement avien entre les deux cédraies, quoiqu'elles ne soient statistiquement significatives, pourraient trouver leur explication dans le fait que les peuplements forestiers mixtes sont plus riches que les peuplements purs (Jansson et Andren, 2003 ; Diaz, 2006). Chaque communauté végétale fournit un environnement différent pour les oiseaux selon le microclimat, la structure (dimensions, branches, taille et arrangement des feuilles) et les ressources alimentaires (graines, bourgeons, fruits, feuillages, insectes et autres invertébrés) (Rotenberry, 1985 ; Deppe et Rotenberry, 2008).

L'intérêt patrimonial de la cédraie du Djurdjura a été mis en évidence par la présence de sept espèces bénéficiant d'un statut de protection à l'échelle algérienne et vingt-cinq espèces protégées par la convention de Berne. Bien qu'il s'agisse d'une cédraie qui est classée parc national,

des efforts supplémentaires doivent être déployés d'une part pour déterminer le statut de ces espèces aviennes pour une éventuelle protection à l'échelle nationale et d'autre part pour la conservation de leurs habitats.

L'étude de la similitude des peuplements d'oiseaux des différentes forêts retenues montre qu'il s'agit d'une affinité géographique. Les forêts les plus proches géographiquement présentent les peuplements aviens les plus similaires. En effet, nos deux cédraies et la forêt de Yakouren se situent dans le secteur biogéographique de la Grande Kabylie, alors que la subéraie et la pineraie d'El Kala appartiennent au secteur numidien. La cédraie du Ventoux se trouve bien isolée des forêts précédentes.

Les espèces communes aux cinq forêts algériennes sont pour la plupart des espèces sylvatiques. Il ne semble pas y avoir d'espèces caractéristiques des cédraies. Ceci concorde avec les résultats de Blondel (1999).

CONCLUSION GÉNÉRALE

La description des communautés d'oiseaux à travers différents traits biologiques des espèces (biogéographie, taxonomie, régime trophique, phénologie) constitue une approche directement fonctionnelle.

La cédraie du Djurdjura se présente comme un écosystème important pour une faune avienne caractérisée par l'abondance des espèces forestières. La diversité des niches écologiques a permis la cohabitation d'espèces sédentaires et migratrices. La dominance des espèces boréales montre que notre cédraie se rapproche des forêts tempérées d'Europe. La présence d'espèces d'intérêt patrimonial témoigne de son intérêt dans la conservation de la diversité avienne.

Les résultats obtenus fournissent une base d'informations pour des applications directes dans la prise de décision en matière de conservation de la faune avienne et de la cédraie du Djurdjura. En effet, il est souhaitable d'apporter plus d'intérêt à la cédraie du Djurdjura ainsi qu'à toutes les autres cédraies d'Algérie en tant que réservoirs d'une biodiversité importante qui mérite sans aucun doute des actions urgentes de gestion et de conservation en réponse aux différentes menaces que subissent ces écosystèmes.

En considérant la courte durée des inventaires, les espèces aviennes observées ne représentent qu'une liste incomplète de l'avifaune de la cédraie du Djurdjura. Des études ultérieures sont nécessaires pour une analyse plus poussée de l'avifaune, car la plasticité des cèdres quant à leur structure forestière, leur amplitude altitudinale et bioclimatique permet bien des variantes.

Abdenour MOUSSOUNI – Zoubir BOUBAKER
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE AGRONOMIQUE
Département de Foresterie et Protection de la Nature
Avenue Hassan Badi
EL HARRACH, ALGER (ALGÉRIE)
(mous.abdenour@yahoo.fr)
(z_boubaker1@yahoo.fr)

BIBLIOGRAPHIE

ABDESSEMED (K.). — Le Cèdre de l'Atlas dans les massifs de l'Aurès et du Belezma : Étude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement. — Marseille : Faculté Saint-Jérôme, 1981. — 199 p. (Thèse de docteur ingénieur).

BELLATRECHE (M.). — Écologie et biogéographie de l'avifaune forestière nicheuse de la Kabylie des Babors (Algérie). — Université de Bourgogne, 1994. — 154 p. (Thèse de doctorat).

BENYACOUB (S.). — Écologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-est algérien). — Université de Bourgogne, 1993. — 287 p. (Thèse de doctorat d'État).

BISHOP (J.A.), MYERS (W.L.). — Associations between avian functional guild response and regional landscape properties for conservation planning. — *Ecological Indicators*, n° 5, 2005, pp. 33-48.

BLONDEL (J.). — L'Analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique. I. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (EFP). — *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, vol. 29, 1975, pp. 533-589.

BLONDEL (J.). — Avifaune forestière méditerranéenne. Histoire des peuplements. — *Aves*, vol. 21, n° 4, 1984, pp. 209-226.

BLONDEL (J.). — Biogéographie et écologie. — Paris : Masson, 1979. — 173 p.

BLONDEL (J.). — Guilds or functional groups: does it matter? — *Oikos*, n° 100, 2003, pp. 223-231.

BLONDEL (J.). — Peuplements d'oiseaux des cédraies méditerranéennes. — *Forêt méditerranéenne*, vol. 20, n° 4, 1999, pp. 191-197.

BLONDEL (J.), DAVID (P.), LEPART (J.), ROMANE (F.). — L'Avifaune du mont Ventoux, essai de synthèse biogéographique et écologique. — *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, vol. 32, n° 1, 1978, pp. 111-145.

BLONDEL (J.), FERRY (C.), FROCHOT (B.). — La Méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par « stations d'écoute ». — *Alauda*, n° 38, 1970, pp. 55-71.

BOUBAKER (Z.). — Cartographie et prédiction de la répartition de l'avifaune nicheuse du Parc national de Gouraya (Wilaya de Béjaia) : Géostatistique et analyse spatiale. — Alger : École nationale supérieure agronomique, 2012. — 220 p. (Thèse de doctorat d'État).

BROOKS (T.M.), COLLAR (N.J.), GREEN (R.E.), MARSDEN (S.J.), PAIN (D.J.). — The science of bird conservation. — *Bird Conservation International*, 18, 2008, pp. S2-S12.

CARDOSO (P.), PEKÀR (S.), JOCQUÉ (R.), CODDINGTON (J.A.). — Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. — *PLoS one,* vol. 6, n° 6, 2011. e21710. doi: 10.1371/journal.pone.0021710.

DE SOUZA (D.M.), FLYNN (D.F.B.), DECLERCK (F.), ROSENBAUM (R.K.), DE MELO LISBOA (H.), KOELLNER (T.). — Land use impacts on biodiversity in LCA: proposal of characterization factors based on functional diversity. — *International Journal of Life Cycle Assessment*, n° 18, 2013, pp. 1231-1242.

DEPPE (J.L.), ROTENBERRY (J.T.). — Scale-dependent habitat use by fall migratory birds: vegetation structure, floristics, and geography. — *Ecological Monographs*, vol. 78, n° 3, 2008, pp. 461-487.

DIAZ (L.). — Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. — *Forest Ecology and Management*, n° 223, 2006, pp. 54-65.

DÍAZ (S.), LAVOREL (S.), CHAPIN III (F.S.), TECCO (P.A.), GURVICH (D.E.), GRIGULIS (K.). — Functional diversity at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. pp. 81-91. *In*: Terrestrial ecosystems in a changing world / J.G. Canadell, D. Pataki, L. Pitelka (eds). — Springer Verlag, 2007.

DRAPEAU (P.), LEDUC (A.), SAVARD (J.P.L.), BERGERON (Y.). — Les oiseaux forestiers, des indicateurs des changements des mosaïques forestières boréales. — *Le Naturaliste Canadien*, 125, 2001, pp. 41-46.

FLYNN (D.F.B.), GOGOL-PROKURAT (M.), NOGEIRE (T.), MOLINARI (N.), TRAUTMAN RICHERS (B.), LIN (B.) *et al.* — Loss of functional diversity under land-use intensification across multiple taxa. — *Ecology Letters*, n° 12, 2009, pp. 22-33.

GUÉLIN (F.), GUÉLIN (R.). — L'Avifaune nicheuse d'une pessière-hêtraie de la chaîne des Puys. — *Le Grand Duc*, n° 30, 1987, pp. 1-11.

ISENMANN (P.), MOALI (A.). — Oiseaux d'Algérie – Birds of Algeria. — Paris : Société d'études ornithologiques de France, 2000. — 336 p.

JANSSON (G.), ANDREN (H.). — Habitat composition and bird diversity in managed boreal forests. — *Scandinavian Journal of Forest Research*, n° 18, 2003, pp. 225-236.

JASTRZĘBSKA (M.), WIESŁAW (M.), JASTRZĘBSKI (W.P.), KOSTRZEWSKA (M.K.). — Taxonomic diversity and distinctness indices in assessment of weed communities. — *Acta agrobotanica*, vol. 64, n° 4, 2011, pp. 251-258.

KROUCHI (F.). — Étude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en peuplement naturel (Tala-guilef, Djurdjura nord-ouest, Algérie). — Université Mouloud-Mammeri (Tizi-Ouzou), Algérie, 2010. — 154 p. (Thèse de doctorat d'État).

LEGENDRE (P.), LEGENDRE (L.F.J.). — Numerical ecology. — Amsterdam: Elsevier, 1998. — 852 p.

MEDDOUR (R.). — Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie djurdjuréenne. — Université Mouloud-Mammeri (Tizi-Ouzou), Algérie, 2010. — 461 p. (Thèse de doctorat).

MEDDOUR (R.). — La Cédraie de l'Atlas blidéen (Algérie). Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique, Actes du Séminaire international sur le Cèdre de l'Atlas, Ifrane (Maroc). — *Annales de la Recherche forestière Maroc*, vol. 27, n° 1, 1994, pp. 105-127.

M'HIRIT (O.). — Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) : présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva mediterranea « le cèdre ». — *Annales de la Recherche forestière Maroc*, vol. 27 (spécial), 1994, pp. 3-21.

MIKUSIŃSKI (G.), GROMADZKI (M.), CHYLARECKI (P.). — Woodpeckers as indicators of forest bird diversity. — *Conservation biology*, n° 15, 2001, pp. 208-217.

MOALI (A.). — Déterminisme écologique de la répartition des oiseaux le long d'un transect altitudinal en Kabylie (Algérie). — Université Mouloud-Mammeri (Tizi-Ouzou), Algérie, 1999. — 220 p. (Thèse de doctorat).

MULLER (Y.). — Écologie des oiseaux nicheurs de la forêt de Haguenau (Alsace). Comparaison des peuplements aviens de quatre formations boisées âgées. — *Ciconia*, vol. 10, n° 2, 1986, pp. 69-90.

NEDJAHI (A.). — La Croissance et la productivité du Cèdre de l'Atlas à Chréa. — *Annales de la Recherche forestière Algérie*, 2, 1988, pp. 23-58.

PAVLIK (S.). — Habitat distribution of woodpeckers (*Aves*, *Picidae*): Beech and oak forests. — *Biologia* (Bratislava), vol. 51, n° 2, 1996, pp. 213-217.

PETCHEY (O.L.), GASTON (K.J.). — Dendrograms and measuring functional diversity. — *Oikos*, n° 116, 2007, pp. 1422-1426.

PETCHEY (O.L.), GASTON (K.J.). — Functional diversity (FD), species richness, and community composition. — *Ecology Letters*, n° 5, 2002, pp. 402-411.

PETCHEY (O.L.), GASTON (K.J.). — Functional diversity: back to basics and looking forward. — *Ecology Letters,* n° 9, 2006, pp. 741-758.

PHILPOTT (S.M.), SOONG (O.), LOWENSTEIN (J.H.), PULIDO (A.L.), LOPEZ (D.T.), FLYNN (D.F.B.), DECLERCK (F.). — Functional richness and ecosystem services: bird predation on arthropods in tropical agroecosystems. — *Ecological Applications*, n° 19, 2009, pp. 1858-1867.

RIPERT (C.), BOISSEAU (B.). — Écologie et croissance du Cèdre de l'Atlas en Provence. — *Annales de la Recherche forestière Maroc*, n° 27, 1994, pp. 155-171.

RODRIGUES (P.), TRISTAO DA CUNHA (R.). — Birds as a tool for island habitat conservation and management. — *American Journal of Environmental Sciences,* vol. 8, n° 1, 2012, pp. 5-10.

ROTENBERRY (J.T.). — The Role of habitat in avian community composition: Physiognomy or floristics? — *Oecologia*, vol. 67, n° 2, 1985, pp. 213-217.

SBABDJI (M.), OLDACHE (E.H.), HADDAD (M.), KADIK (B.), LAMBS (L.). — Cedar tree growth (*Cedrus atlantica* Manetti) in Chrea National Park, Algeria, and the influence of defoliation by the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.). — *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, vol. 64, n° 4, 2009, pp. 323-332.

SLIMANI (CH.). — Écologie de l'avifaune nicheuse de la forêt de Yakouren (Wilaya Tizi-Ouzou). — Alger : École nationale supérieure agronomique, 2007. — 57 p. (Mémoire d'ingénieur).

SMITH (K.W.). — Nest site selection of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* in two oak woods in Southern England and its implications for woodland management. — *Biological Conservation*, n° 80, 1997, pp. 283-288.

THÉVENOT (M.). — Contribution à l'étude écologique des Passereaux forestiers du Plateau Central et de la Corniche du Moyen Atlas (Maroc). — *L'Oiseau et R.F.O.,* vol. 52, n° 1/2, 1982, pp. 21-86 et 97-152.

TILMAN (D.). — Functional diversity. *In*: Encyclopaedia of biodiversity / S.A. Levin (eds.). — San Diego: Academic Press, 2001. —pp. 109-120.

TOTH (J.). — Le Cèdre de l'Atlas en France : Croissance et production dans les dispositifs anciens. — *Annales de la Recherche forestière Maroc*, n° 27, 1994, pp. 321-335.

VOOUS (K.H.). — Atlas of European Birds. — Amsterdam, London: Nelson, 1960. — 284 p.

WILSON (J.B.). — Guilds, functional types and ecological groups. — *Oikos,* n° 86, 1999, pp. 507-522.

YAHI (N.), DJELLOULI (Y.), DE FOUCAULT (B.). — Diversités floristique et biogéographique des cédraies d'Algérie. — *Acta Botanica Gallica*, 155, n° 3, 2008, pp. 389-402.

YAHI (N.), DJELLOULI (Y.). — Groupements forestiers et préforestiers à *Cedrus atlantica* Manetti d'Algérie : état des connaissances et dynamique des syntaxons. — *Revue forestière française*, vol. LXII, n° 3-4 spécial « Phytosociologie et gestion durable des milieux naturels », 2010, pp. 309-316.

DIVERSITÉ DES OISEAUX DE LA CÉDRAIE DU DJURDJURA (EST DE L'ALGÉRIE) (Résumé)

Le présent travail se propose d'étudier la composition et la structure du peuplement d'oiseaux de la cédraie du Djurdjura localisée dans l'est algérien. Nous avons réalisé 76 relevés par la méthode des échantillonnages fréquentiels. Le peuplement des oiseaux nicheurs a été estimé à 27 espèces dominées par des espèces forestières. Les valeurs des différentes diversités (taxonomique, biogéographique et fonctionnelle) ont montré une variabilité plus importante au niveau de la cédraie mixte, ce qui témoigne d'une importante capacité d'accueil. L'avifaune de notre cédraie est à dominance boréale. L'intérêt patrimonial se traduit par la présence d'espèces protégées à l'échelle nationale et internationale. La classification ascendante hiérarchique a montré que l'affinité des peuplements d'oiseaux entre différents milieux forestiers retenus (cédraie, zénaie, suberaie, pineraie) est due au rapprochement géographique de ces derniers.

DIVERSITY OF BIRDS IN THE CEDAR FOREST OF DJURDJURA (EASTERN ALGERIA) (Abstract)

This study aims to describe the avian structure and composition of the Djurdjura cedar forest in the East of Algeria. We conducted 76 surveys by the frequency sampling method. The avian breeding population was estimated to comprise 27 species, mostly sylvan. The values of various diversities (taxonomic, biogeographic and functional) showed greater variability in the mixed cedar forest, exhibiting a considerable carrying capacity. The avifauna of our cedar forest is mainly boreal. Patrimonial value of our site is reflected by the presence of protected species at the national and international level. Hierarchical classification showed that avian affinity between different forests (dominated by cedar; mirbeck's oak; cork oak; Aleppo pine) is due to geographical proximity.