



HAL
open science

L'influence des reboisements sur les communautés d'oiseaux, l'exemple du Mont Ventoux

J. Blondel

► **To cite this version:**

J. Blondel. L'influence des reboisements sur les communautés d'oiseaux, l'exemple du Mont Ventoux. *Annales des sciences forestières*, 1976, 33 (4), pp.221-245. <10.1051/forest/19760403>. <hal-00882139>

HAL Id: hal-00882139

<https://hal.science/hal-00882139v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

L'INFLUENCE DES REBOISEMENTS SUR LES COMMUNAUTÉS D'OISEAUX L'EXEMPLE DU MONT VENTOUX (1)

J. BLONDEL

*Laboratoire d'Écologie et de Phytosociologie,
Université des Sciences et Techniques du Languedoc,
5, rue Auguste Broussonet,
34000 Montpellier*

RÉSUMÉ

Un diagnostic écologique des communautés d'oiseaux a été réalisé dans douze formations forestières spontanées et artificielles du Mont Ventoux. L'analyse des résultats a révélé que :

— 51 espèces d'oiseaux soit 61 p. 100 de l'avifaune nicheuse totale du massif ont été recensées dans les forêts. L'examen de la répartition des espèces dans les différentes formations montre que les reboisements ont « reconstruit » une avifaune forestière qui n'est pas fondamentalement différente de celle des forêts spontanées ;

— le milieu le plus riche et le plus diversifié est la Cédraie. En moyenne, les forêts du Ventoux, qu'elles soient spontanées ou artificielles contiennent des communautés d'oiseaux variées et équilibrées (tabl. 4) ;

— la richesse et la diversité des peuplements d'oiseaux sont étroitement fonction de la diversité de structure de la végétation (fig. 1). Les oiseaux réagissent de la même façon à ce paramètre, que la formation soit spontanée ou artificielle ;

— plus le paysage forestier est varié, plus la communauté contient des espèces rares et exigeantes dans le choix de leur habitat (= faible largeur de niche). Dans les monocultures équiennes de conifères dont la structure de la végétation est très simplifiée, on ne trouve en revanche que quelques espèces banales et uliquistes ;

— les coefficients de ressemblance entre les différentes communautés sont élevés et ne permettent pas d'isoler les reboisements des formations spontanées. Huit formations dont cinq sont spontanées (Hêtraie-Sapinière, Pîneraie de Pins sylvestres, Pîneraie spontanée de Pins à crochets, boisements mixtes de Chênes pubescents × Pins sylvestres et chênaie de Chênes pubescents) et trois artificielles (Pîneraie de Pins noirs, Cédraie, Pîneraie artificielle de Pins à crochets) forment un ensemble homogène relié au niveau de similitude de 0,75 qui est très élevé.

On en conclut que les formations sylvatiques naturelles et artificielles du Ventoux contiennent des communautés riches et variées dont beaucoup ont été indirectement « reconstituées »

(1) Ce travail a été subventionné par la Délégation générale à la Recherche scientifique et technique, contrat n° 74-70-100 et par le Centre national de la Recherche scientifique, Action thématique programmée « Dynamique des Populations », Décision n° 1893. Il a été réalisé avec l'amicale collaboration de Paul du MERLE, animateur de l'Action concertée D.G.R.S.T. « Équilibres et Lutte biologique » dans le Ventoux.

par l'homme. On discute ensuite quelques mécanismes de l'occupation de l'espace par les oiseaux en s'appuyant sur le cas du milieu le plus riche, la Cédraie et sur celui du plus pauvre, la Pîneraie artificielle de Pins à crochets. L'argumentation permet de conclure que le succès des aménagements forestiers est d'autant meilleur qu'il a pour effet d'augmenter la diversité de structure de la végétation (traitement en futaie jardinée) ainsi que celle du cortège floristique spontané.

On souligne enfin la différence fondamentale qui existe entre *forêts de production* et *forêts de protection*, ce qui amène nécessairement à insister sur le fait que les résultats exposés ne sont valables que dans le cas spécifique du Ventoux.

I. — INTRODUCTION

En 1959, FERRY avait attiré l'attention des biologistes et forestiers sur les modifications que l'action du sylviculteur apporte aux populations d'oiseaux. Pour la première fois en France dans ce domaine, la mesure objective se substituait à l'intuition et ouvrait la voie à l'exploration scientifique chiffrée de l'impact des aménagements forestiers sur les avifaunes naturelles. Cette œuvre de précurseur allait susciter un très grand nombre de travaux portant sur l'affinement des méthodes et sur l'étude approfondie de la composition et de la dynamique des peuplements d'oiseaux en fonction de la structure de la forêt et des modifications qu'elle subit le long des révolutions forestières (cf. FERRY et FROCHOT, 1970, 1974 ; BLONDEL, *et al.*, 1973). Mis à part quelques travaux plus ou moins détaillés (YAPP, 1962 ; NOIRFALISE, 1964 ; PIKULA, 1967 ; WILLIAMSON, 1970, 1972 ; EYBERT, 1972) dont aucun ne se rapporte à la région méditerranéenne, nous manquions toutefois d'études précises sur l'incidence des reboisements, notamment des enrénements, sur l'avifaune sylvatique. Or, de tous les aménagements forestiers, ce sont probablement ces derniers qui ont été l'objet ces dernières années des discussions les plus animées entre les naturalistes et les gestionnaires de nos forêts. Il nous a donc paru intéressant d'étudier cette question dans cet admirable champ d'expérience que constitue le Mont Ventoux grâce à un protocole rigoureux d'échantillonnage et d'analyse que nous venons précisément de mettre au point dans le dessein de formuler un *diagnostic écologique de l'environnement* à partir des communautés d'oiseaux (BLONDEL, 1975).

Le Mont Ventoux est un puissant anticlinal construit dans les couches calcaires du Crétacé inférieur et orienté d'ouest en est. Le pli, très dissymétrique, présente un versant nord beaucoup plus redressé que le versant sud dont la pente régulière (20 p. 100 en moyenne) présente des conditions particulièrement favorables à l'étude de l'étagement de la végétation : « Le Ventoux, par la succession remarquable de ses étages et séries de végétation, peut être considéré comme la montagne la plus représentative des Préalpes du Sud, et ce, malgré la dégradation de certaines de ces séries » (BARBERO et QUEZEL, 1975). Ce versant qui présente en outre l'intérêt de contenir les plus beaux massifs de reboisement a constitué depuis plusieurs années le théâtre de nos observations car nous nous trouvons dans une situation particulièrement favorable où nous pouvions comparer les peuplements d'oiseaux des reboisements à ceux des formations spontanées. Ces forêts qui appartiennent à la commune de Bédoin depuis que le Seigneur des Baux lui en a fait don au XIII^e siècle

se développent sur quelque 6 300 ha entre le Piémont (400 m) et le sommet (1 912 m) et sont soumises au Régime forestier.

Comme chacun sait, le Ventoux est, avec l'Aigoual (cf. NÈGRE, 1931) l'un des plus illustres exemples français de reconstitution d'une couverture forestière digne de ce nom après que la hache, les essarts, le feu et les excès du pâturage en aient supprimé la plus grande partie. Au milieu du siècle dernier, la moitié inférieure du versant sud n'était qu'un « désert de pierres » (MAURY, 1960). Ce fut la « région du Thym et des Lavandes complètement dépourvue d'arbres » (MARTINS, 1838) qui témoigne de l'éradication de la forêt entre les cotes 550 m et 1 150 m comme on peut le voir sur la coupe saisissante publiée par cet auteur et reproduite dans les travaux de MAURY (*loc. cit.*) et de GCBERT et PAUTOU (1969) entre autres. Après de multiples cris d'alarme dont les premiers furent vainement lancés dès 1549, deux dates marquantes jalonnent l'histoire de la forêt de Bédoin : la soumission au Régime forestier de 4 473 ha le 3 juin 1830 et surtout le décret du 22 mars 1861 qui lança les opérations de reboisement dans le dessein d'enrayer la disparition des sols et dont l'historique est retracée par MAURY (1960).

Le plus gros de l'effort eut lieu entre 1861 et 1873 où l'on reboisa 2 500 ha mais les opérations se poursuivirent à un rythme variable jusqu'à la Seconde Guerre mondiale ; de nouveaux programmes sont actuellement en cours d'élaboration. Comme le souligne MAURY (*loc. cit.*) les travaux furent entrepris avec un bon sens, une opiniâtreté et un souci d'économie et d'efficacité qui forcent notre admiration et que récompensèrent largement les magnifiques résultats dont nous bénéficions aujourd'hui.

À chaque étage de végétation ont été choisies avec discernement les essences les plus aptes à donner de bons résultats : du Chêne vert et du Pin d'Alep aux étages inférieurs au Pin à crochets dans les zones les plus élevées (tabl. 1). Soulignons au passage la sagacité de ces reboiseurs qui n'ont pas hésité à remettre à leur place les Feuillus détruits par l'homme : Chêne vert (3 000 ha), Chêne pubescent dont MARTINS (1838) disait qu'il était « presque éliminé » et même le Hêtre.

Bref, de Bédoin au sommet du Ventoux, lorsque le temps est clair, l'observateur peut embrasser du regard ce manteau forestier aujourd'hui rétabli et distinguer les différents massifs à la couleur d'ensemble que confèrent au paysage les essences dominantes qui se relaient du j érémont à la ceinture subsommitale de Pins à crochets. L'étagement des formations forestières est analogue sur le versant nord mais la raideur de la pente qui téléscopie les étages et la masse dominante des Pins noirs d'Autriche rendent le spectacle moins saisissant.

Si l'ampleur des reboisements complique la tâche du Botaniste désireux de reconstituer les séries de végétation spontanées (BARBERO *et al.*, 1976), il faut reconnaître que pour les études que nous avons menées, la coexistence de forêts spontanées et de vieux reboisements nous plaçait dans une situation quasi expérimentale faisant du Ventoux ce « laboratoire naturel de choix » (BARBERO *et al.*, *loc. cit.*) auquel rêve le naturaliste.

La végétation naturelle du Ventoux, très étudiée, a récemment été l'objet de plusieurs synthèses dont il nous suffira ici de citer celle de BARBERO *et al.* (1976) réalisée dans le cadre du même contrat « Équilibres et lutte biologiques » et à laquelle le lecteur se reportera utilement pour plus amples renseignements. Ces auteurs reconnaissent 8 séries de végétation que se partagent un « complexe méditerranéen »

et un « complexe méditerranéen ». Les séries sylvatiques et leurs faciès de dégradation peuvent être regroupés en 5 étages. Nous nous contenterons pour les besoins de notre argumentation d'indiquer au regard de ces étages les principales formations spontanées qui s'y rapportent ainsi que les reboisements qui ont été effectués (tabl. 1).

TABLEAU I

*Étagement schématique des principales formations forestières
et des reboisements au Mont Ventoux*
(situation en adret sauf pour la Hêtraie-Sapinière)

Étages de végétation (sensu BARBERO <i>et al.</i>)	Formations spontanées	Reboisements	Repères altitudinaux (mètres)
Méditerranéen	<i>Ch. vert</i> × <i>Pin d'Alep</i>		500-500
	Chêne vert		550-600
	<i>Ch. vert</i> × <i>Ch. pubescent</i>	CV ↑	500-700
	Chêne pubescent	↓	600-900
Supraméditerranéen	Chêne pubescent	PM ↑	800-1 300
	<i>Ch. pub.</i> × <i>Pin sylvestre</i>	C ↑	900-1 400
	<i>Hêtraie mésophile</i>	↓	1 200-1 500
Montagnard-méditerran.	<i>Hêtraie-Sapinière</i>	PN ↓	1 200-1 600
	<i>Pins sylvestres</i>	PS ↑	1 400-1 600
	<i>Pins à crochets</i>	↓	1 500-1 800
		PC ↑	

Notes : 1. La dénomination des formations ne correspond pas nécessairement aux séries climatiques définies par BARBERO *et al.* (1976).

2. Les formations dont le nom est en italiques ont été l'objet d'une diagnose ornithologique. CV = Chêne vert ; PA = Pin d'Alep ; PM = Pin maritime ; CP = Chêne pubescent ; C = Cèdre ; PN = Pin noir d'Autriche ; PS = Pin sylvestre ; PC = Pin à crochets.

A ces reboisements entrepris sur une grande échelle, rappelons pour mémoire que d'autres essences ont été plantées plus ou moins à titre d'essai : l'Épicéa notamment ainsi que quelques Mélèzes et Pins cembro. Bien que dans certains cas, il soit difficile aujourd'hui de délimiter franchement les formations spontanées des reboisements, notamment pour certaines Chênaies et Pinaies de Pins d'Alep, 3 des 12 formations étudiées sont des résineux entièrement artificiels (Cédraie, Pinaie de Pins noirs, Pinaie de Pins à crochets), 5 sont spontanées ou subspontanées (*Hêtraie-Sapinière*, *Hêtraie mésophile*, Pinaie de Pins à crochets, Pinaie de Pins sylvestres, bois mixtes de Chênes pubescents et Pins sylvestres, ces derniers étant d'ailleurs des faciès à Pins sylvestres de dégradation de la Chênaie pubescente, BARBERO, *in litt.*). Les 4 autres représentent pour l'ornithologue un ensemble bien différent : ce sont des Feuillus et/ou Conifères de basse et moyenne altitude et la structure simplifiée de la végétation les isole nettement du groupe franchement sylvatique des étages supraméditerranéen, montagnard et oroméditerranéen.

Les résultats que nous allons exposer ne sauraient préjuger de ce qui peut se passer ailleurs. Ils doivent donc être considérés comme strictement spécifiques à la situation du Ventoux. Tout au plus, certaines conclusions auxquelles nous aboutirons pourront-elles avoir une portée plus générale. Nous insistons sur ce point.

2. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous ne nous étendrons pas sur le protocole d'échantillonnage qui a été développé ailleurs (BLONDEL, 1975). Précisons simplement que nous avons procédé à un *échantillonnage stratifié* de l'ensemble du versant sud et que les deux principaux critères retenus pour définir chaque strate d'échantillonnage sont la *structure de la végétation* et l'identité de la première ou des deux premières *espèces végétales dominantes*. Les documents utilisés pour définir, recenser et circonscrire les différentes strates ont été les cartes phytogéographiques de GOBERT et PAUTOU (1969) et de BARBERO *et al.* (*inédit*) complétées par des mesures et observations sur le terrain. Ces opérations destinées à définir des milieux de référence qui soient aussi *homogènes* que possible nous ont conduit à retenir les douze formations mentionnées en italiques sur le tableau 1. Au sein de chacune, un *échantillonnage probabiliste* a été effectué pour fixer les *stations* où eurent lieu les relevés d'avifaune permettant d'établir la diagnose de chaque communauté.

Les précautions dont nous sommes entourés pour définir les milieux puis les stations nous autorisent à admettre que les résultats recueillis dans chaque formation sont représentatifs du peuplement d'oiseaux qu'elle abrite et nous n'aborderons pas ici les délicats problèmes d'homogénéité de l'échantillon qui dépasseraient le cadre de cette note.

Les relevés d'avifaune ont été effectués par la méthode des *Échantillonnages fréquentiels progressifs* (BLONDEL, 1975) qui permet, au terme de N relevés élémentaires, de mesurer : *a*) le nombre S d'espèces contactées au moins une fois ; *b*) la fréquence centésimale de chaque espèce i , définie comme le rapport du nombre de fois où l'espèce a été contactée FA_i au nombre total de relevés : $FC_i = 100 FA_i / N$.

Au total, 182 relevés ont été répartis sur l'ensemble des douze milieux, soit une moyenne de 15,2 relevés par milieu.

Les paramètres utilisés dans cette étude sont :

S : Richesse du milieu (nombre total d'espèces) ;

\bar{s} : Richesse moyenne, c'est-à-dire le nombre moyen d'espèces contactées à chaque relevé ;

FC : Fréquence centésimale de chaque espèce ;

H' : Diversité informatique du peuplement qui est une mesure de la probabilité de contact de l'espèce i dans la collection T d'individus que se partagent les S espèces. Les trois types de diversité informatique : *alpha*, *bêta* et *gamma* que nous utiliserons seront définis plus loin ;

J' : Équirépartition qui est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale qui serait réalisée si toutes les espèces présentaient les mêmes effectifs ($0 < J' < 1$).

Nous reportons le lecteur à notre précédent travail (BLONDEL, *loc. cit.*) pour plus amples renseignements sur la nature de ces paramètres et sur les relations d'ordre qui existent entre eux.

3. — RÉSULTATS

3. 1. — *Richesse totale du territoire et nature de l'avifaune*

Les chiffres sont résumés sur le tableau 2. Les 12 formations sylvatiques représentent toutes ensemble un « univers forestier » contenant 51 espèces qui ont fourni 1 760 contacts se répartissant de façon variable entre les espèces (de 1 contact à 151). La diversité informatique de cet ensemble ou *diversité gamma* H'_γ est 4,93, chiffre dont la signification apparaîtra plus loin par comparaison avec d'autres diversités.

Un inventaire normalisé de l'avifaune nicheuse totale du Ventoux (cf. BLONDEL, 1975) nous a permis de déterminer pour l'ensemble du massif 84 espèces nicheuses certaines. Avec 51 espèces, notre « univers forestier » comporte donc plus de la moitié des espèces (61 p. 100) et une très grande majorité des individus (plus de 80 p. 100). En effet plusieurs espèces nicheuses sont très rares au Ventoux car elles habitent

TABLEAU 2

Fréquences centésimales et amplitude d'habitat (cf. texte) des 51 espèces d'oiseaux dans les différentes formations forestières du Mont Ventoux

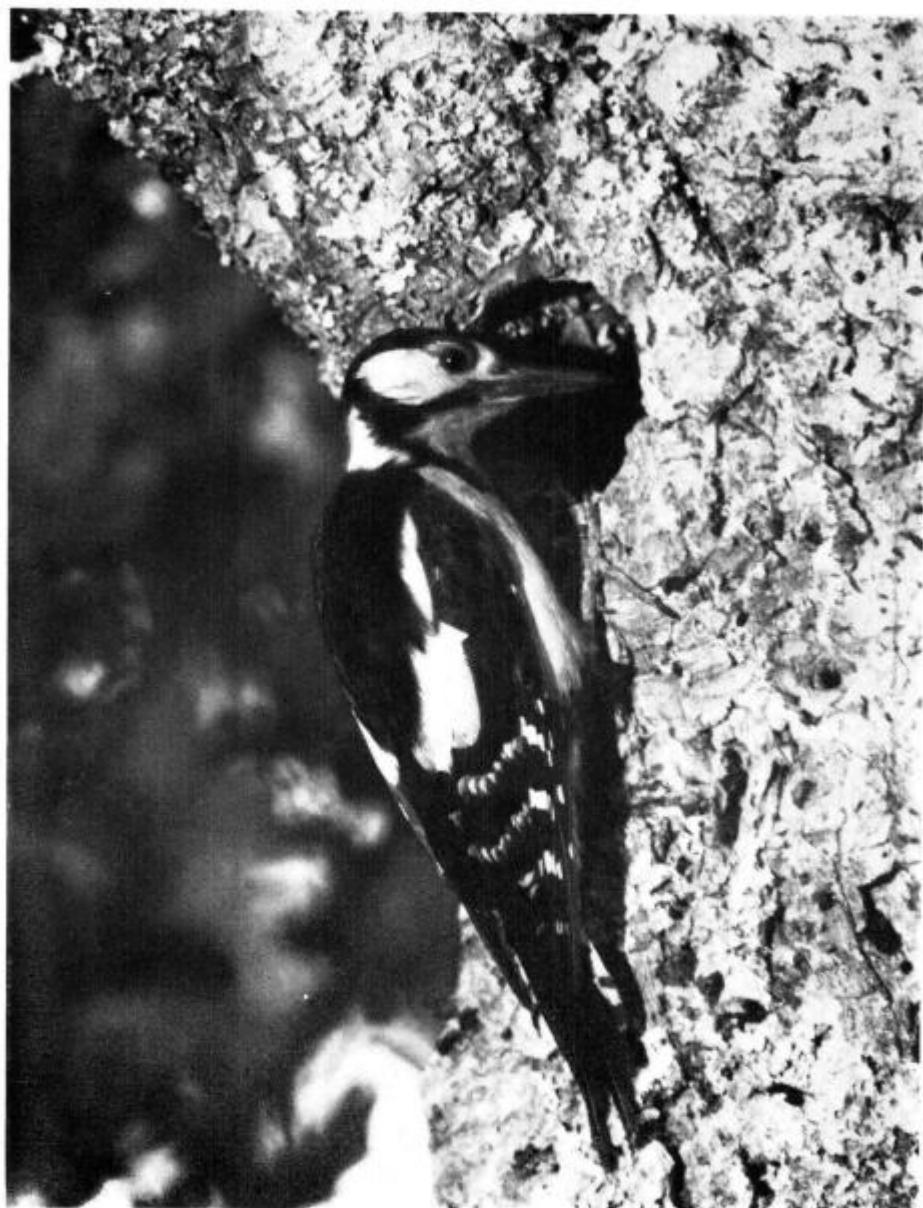
Espèces	Groupe 1 Formations spontanées des étages montagnard et oroméditerranéen				Groupe 2 Reboisements des étages supramédit. à oromédit.			Groupe 3 Formations spontanées et reboisements des étages méditerranéen à supraméditerranéen					Amplitude d'habitat (AHF)
	Hêtre-Sapinière	Hêtre	Pins à crochets spontanés	Pins sylvestres spontanés	Cédrale	Pins noirs	Pins à crochets en reboisement	Chênes pubescents	Chênes pubescents × Chênes verts	Chênes verts	Pins d'Alep	Chênes pubescents × Pins sylvestres	
Épervier.....	6		10	6	6								1,60
Autour.....			6	30	9								1,66
Circaète.....								6					1,00
Pigeon ramier.....	12			15	9						10	10	2,80
Tourterelle.....				6							80		2,32
Coucou.....	53	21		39	32	13		9	43	37	90		4,07
Pic vert.....									6				1,00
Pic épeiche.....	24		50	40	30	50							2,77
Pic noir.....	29			20	3								1,66
Alouette lulu.....								43	50	50			1,62
Cornelle noire.....									12	10			1,21
Pie.....									6	50	10		1,37
Geai.....	41		6	54	27	13	45	56	50	60	30		7,52
Mésange charbonnière.....		7	6	10	36	18	18	81	87	20			4,92
Mésange bleue.....	6	28			9		36	25	25				6,17
Mésange noire.....	95		81	90	65	100	80	54			10	70	6,40
Mésange huppée.....	53		87	50	54	59	67	18			90	40	6,52
Mésange nonnette.....	6	21		10	3			9				10	3,26
Mésange à longue queue.....				25				27	25	37			2,15
Sittelle.....	18	14		9	41								1,98
Grimpereau des jardins.....	82	21	56	60	82	95	13		6		40	50	7,11
Troglodyte.....	76	21	87	100	70	82	67	36				90	6,52
Grive draine.....	6	7	19	30	21	18							3,30
Grive musicienne.....	6			30									1,13
Merle.....	65	57	56	30	100	41	27	82	87	100	100	60	11,36
Rouge-queue à front blanc.....	6		12	10	6					25			2,57
Rossignol.....				15				9	68	100			1,80
Rouge-gorge.....	100	93	100	100	97	73	93	91	37	12	100	80	11,13
Traquet oreillard.....									18	37			1,19
Fauvette à tête noire.....	92	14	54	80	91	41	60	73	68	62	10	100	10,59
Fauvette grisette.....												20	1,00
Fauvette orphée.....								9	50	37			1,51
Fauvette mélanocéphale.....									18	25	90		1,45
Fauvette passerinette.....								27	81	100	10	10	2,27
Fauvette pitchou.....									18	50	30	10	1,99
Pouillot véloce.....	29	7	50	90	61	23	20	82	18			80	6,98
Pouillot de bonelli.....	12		12	25				45	87	50	40	10	5,69
Roitelet huppé.....	24			30	25								1,61
Roitelet triple bandeau.....	71		56	70	45	54	7				10	20	4,85
Accenteur mouchet.....	12		94	30	36		60	36	6			50	4,77
Pipit des arbres.....				10									1,00
Verdier.....				30					18			10	1,56
Chardonneret.....				15					6		50		1,41
Linotte.....				9	4			9					1,58
Venturon.....	12		15			27							1,58
Serin cini.....				12					37	37	90		1,94
Bouvreuil.....	29			40	3	4							1,74
Beccroisé.....	12		62	10	18	59	47					10	3,07
Pinson.....	100	64	100	100	100	100	93	100	25	50	100	100	11,47
Bruant zizi.....								9	18	87			1,36
Bruant fou.....			31					18	12		20	50	2,63



Fauvette pitchou : oiseau des milieux buissonnants bas : garrigues et landes



Huppe : oiseau des lisères, clatrières et vieux vergers



Pic épeiche : oiseau typiquement forestier,
ce Pic est un bon indicateur du niveau de développement de la forêt

des biotopes très peu représentés ou marginaux par rapport à l'ensemble du massif : biotope rupestre (Hibou grand-duc, Hirondelle de rochers), milieux cultivés et/ou habités du Piémont (Moineaux, Hirondelle de cheminée), etc. Un examen critique de la liste des espèces permet de faire la distinction entre les oiseaux qui habitent les milieux non franchement forestiers : milieux herbacés, milieux buissonnants, lisières, clairières, etc. de ceux qui sont spécifiquement sylvatiques. Les premiers



Fauvette grisette : espèce méditerranéenne, assez commune dans les clairières de l'étage supra-méditerranéen du Ventoux

sont au nombre de 13 ; ce sont certaines Fauvettes, les Traquets, les Bruants, etc. alors que tous les autres sont des oiseaux forestiers au sens strict c'est-à-dire pour qui l'arbre en tant que tel n'est pas un élément plus ou moins fortuit du paysage mais une composante nécessaire de l'habitat activement recherchée par l'oiseau parce qu'il s'y nourrit, y niche ou y chante (Mésanges, Pics, Roitelets). Ce premier constat permet déjà d'affirmer que *le Ventoux a recouvré, un siècle après les premiers efforts de reboisement une avifaune proprement forestière* que nous allons maintenant étudier plus en détail.

Pour les besoins de l'argumentation, nous pouvons découper cet « univers forestier » en trois groupes et examiner la façon dont les espèces s'y distribuent :

— *Groupe I* : formations spontanées d'altitude moyenne à élevée, résineuses, mixtes ou caducifoliées des étages montagnard et oroméditerranéen : Hêtraie-Sapinière, Hêtraie mésophile, Pineraie de Pins à crochets spontanée, Pineraie de Pins sylvestres.

— *Groupe 2* : formations artificielles de résineux des étages supraméditerranéen à oroméditerranéen (Cédraie, Pîneraie de Pins noirs, Pîneraie artificielle de Pins à crochets).



Troglodyte : espèce forestière habitant les strates basses de la végétation

— *Groupe 3* : formations spontanées ou artificielles de feuillus et/ou de résineux des étages méditerranéen à supraméditerranéen : Chênaies de Chênes verts, de Chênes pubescents, Chênaies mixtes, Pîneraies de Pins d'Alep, Bois mixtes de Chênes pubescents et de Pins sylvestres.

Une première approche d'ordre qualitatif consiste à comparer les peuplements des reboisements du 2^e groupe avec ceux des deux autres (tabl. 3).

TABLEAU 3

Répartition de l'avifaune forestière du Ventoux par groupes de formations (cf. texte)

Groupes de formations	1	2	3
1	2		
2	9	0	
3	1	7	12
1-2-3	20		

Sur les 51 espèces, deux seulement n'ont été rencontrées que dans les formations spontanées du premier groupe : ce sont la Grive musicienne, espèce médio-européenne en limite d'aire au Ventoux qui n'habite que les Pinaies de Pins sylvestres et la Hêtraie-Sapinière du versant nord et le Pipit des arbres, espèce de lisière et des clairières, voire des prés-bois, dont quelques couples ont été dénombrés dans les Pinaies claires de Pins sylvestres. Aucune espèce n'a été trouvée exclusivement dans les reboisements de Conifères mais 12 sont exclusives du 3^e groupe. Parmi celles-ci, 11 ont été trouvées dans les taillis de Chênes verts et de Chênes pubescents



Fauvette mélanocéphale : oiseau typiquement méditerranéen, cette Fauvette habite les garrigues chaudes du pied du Ventoux

des étages méditerranéen et supraméditerranéen qui méritent à peine la dénomination de forêt. Ce sont en fait des oiseaux des milieux buissonnants dont le meilleur exemple est celui des Fauvettes méditerranéennes (Fauvettes orphée, mélanocéphale, passerinette, pitchou). Cinq autres (Circaète, Pic vert, Pie, Corneille, Bruant zizi) réagissent fortement à l'altitude et ne dépassent pas la cote 650 m en-deçà de laquelle ne se trouve aucun reboisement du 2^e groupe. Signalons au passage ce phénomène, que nous ne discuterons pas ici, d'une réduction progressive du nombre d'espèces par unité de surface avec l'altitude. La relation inverse est hautement significative avec $r = -0,91$, $P < 0,001$. La richesse spécifique décroît en moyenne de 0,8 espèce pour un gain de 200 m en dénivelée. Bref, l'effet de l'altitude et la structure de la formation s'allient pour individualiser nette-

ment ce 3^e groupe de formations par rapport aux deux autres. Nous en verrons plus loin les conséquences à l'aide des coefficients d'affinité cénotique (analyse inter-habitats des peuplements).

Nous voyons par contre sur le tableau 3 que 9 espèces sont communes aux groupes 1 et 2, 7 espèces aux groupes 2 et 3 et surtout 20 aux groupes 1, 2 et 3. Cela signifie qu'il existe un important brassage d'espèces puisque 36, soit plus de 70 p. 100 du total des espèces rencontrées dans l'une et/ou l'autre des formations spontanées se retrouvent dans les reboisements. D'où cette conclusion importante : *globalement, les formations résineuses artificielles abritent à peu de chose près le même cortège d'espèces que les formations spontanées.*

3. 2. — Les caractères collectifs propres à chaque peuplement analyse intra-habitats

L'inventaire réalisé dans chaque milieu nous permet d'aller un peu plus loin et d'examiner les caractères collectifs des communautés (tabl. 4).

TABLEAU 4

*Caractères collectifs des peuplements d'oiseaux
des douze formations forestières*

	HS	Hm	PCs	PS	C	PN	PCr	CP	CV-CP	CV	PA	CP-PS
<i>S</i> ...	28	43	21	23	35	21	15	22	28	23	23	22
\bar{s} ...	10,6	3,8	10,2	10,5	12,4	9,4	6,9	8,4	9,9	11,6	11,2	9,3
H_x' ...	4,29	3,23	4,03	4,15	4,63	4,01	3,58	4,06	4,38	4,33	4,12	4,05
<i>J'</i> ...	0,89	0,87	0,92	0,92	0,90	0,91	0,92	0,91	0,91	0,96	0,91	0,91

Note : Signification des sigles comme sur le tableau 1 avec en outre : HS = Hêtraie-Sapinière ; Hm = Hêtraie mésophile ; PCs = Pîneraie de Pins à crochets spontanée ; PCr = Pîneraie de Pins à crochets en reboisement.

S = Richesse totale ; \bar{s} = Richesse moyenne ; H_x' = Diversité informatique ; *J'* = Équirépartition.

3. 21. Le nombre d'espèces de chaque communauté.

Le milieu le plus riche est la Cédraie avec 35 espèces alors que le plus pauvre est la Hêtraie mésophile du versant sud qui en contient deux fois moins. D'une façon générale, avec une moyenne de 23,7 espèces, les reboisements du groupe 2 ne sont pas moins riches que les formations naturelles du groupe 1 qui en comptent en moyenne 21,2 ni que celles du groupe 3 qui en comptent 23,6. On constate même que les reboisements paraissent plus riches que les formations spontanées. En fait, cela est dû aux performances exceptionnelles de la Cédraie que nous discuterons plus loin. Si nous raisonnons avec les richesses moyennes, nous avons un moyen de savoir si les différences constatées sont significatives. C'est ainsi que l'application du test *t* de Student nous révèle que des trois formations résineuses artificielles, seule la Cédraie est significativement plus riche que chacune des 4 formations du groupe 1 ($P < 0,001$). Par contre, les Pins à crochets en reboisement abritent les

communautés les plus pauvres ; leur richesse moyenne est statistiquement moindre que celle des formations spontanées sauf celle de la Hêtraie mésophile. Quant à la comparaison des nombres d'espèces des formations résineuses artificielles avec ceux des formations du groupe 3, elle présente moins d'intérêt parce que les différences d'altitude dont nous avons évoqué plus haut l'importance oblitérent en partie les résultats et parce que ces formations appartiennent à des étages de végétation fort différents.



Circæte Jean-le-blanc : rare et localisé,
cet Aigle exclusivement herpétophage niche souvent dans les grands pins

3. 22. *La diversité des communautés.*

Tout comme nous avons calculé la diversité d'ensemble de l'univers forestier ($H'_\gamma = 4,93$), nous pouvons aussi définir dans chaque formation une diversité alpha H'_α ou *diversité intra-habitat*. Elle exprime la quantité d'information contenue dans chaque peuplement, en quelque sorte son niveau de complexité. Sans entrer dans les détails sur la nature et les propriétés de cet indice, disons simplement qu'à nombre d'espèces égal, plus l'indice est élevé, plus on a de chances que chaque oiseau observé appartienne à une espèce différente. Autrement dit, plus H'_α est élevé, plus la communauté est variée et plus le nombre de niches réalisées y est grand. Les valeurs de H'_α consignées dans le tableau 4 montrent qu'aucun milieu n'est plus diversifié que l'ensemble de l'univers puisque H'_α est toujours inférieur à H'_γ : en moyenne, chaque formation apporte une contribution à la diversité d'ensemble du Ventoux, ce qui recoupe notre précédente conclusion sur le brassage des espèces dans les forêts du massif. Elles montrent aussi que les reboisements ne sont pas

moins diversifiés que les formations spontanées : 4,13 pour les premiers et 4,07 pour les secondes. On note même que, tout comme pour la Richesse, c'est la Cédraie qui détient le record, ce qui était d'ailleurs prévisible car on sait que la diversité et la richesse sont hautement corrélées (BLONDEL, 1975). Cela signifie que la répartition d'ensemble des individus entre les différentes espèces est bien *équilibrée*. On peut mesurer ce degré d'équilibre en calculant l'indice d'équirépartition J' qui est une mesure du degré de réalisation de la diversité maximale potentielle. Les valeurs de J' sont très élevées puisqu'elles oscillent entre 0,87 et 0,96. A titre de comparaison, l'indice d'équirépartition est bien plus bas dans les milieux physionomiquement simples comme les pelouses sommitales du Ventoux ($J' = 0,65$) ou les milieux très dégradés comme certaines garrigues de Chênes Kermès ($J' = 0,52$).

En résumé, les chiffres prouvent que *les forêts du Ventoux, qu'elles soient spontanées ou artificielles contiennent des communautés d'oiseaux diversifiées et équilibrées.*

3. 23. La diversité des peuplements en fonction de la structure de la forêt.

Dans un précédent travail (BLONDEL *et al.*, 1973) nous avons montré qu'il existe une relation linéaire entre la diversité des peuplements d'oiseaux et celle de la structure de la forêt, exprimée par un indice qui rend compte du degré de complexité de la répartition dans l'espace des éléments de végétation (masses de feuillage et branches). La méthode permettant de chiffrer l'indice de diversité de la végétation consiste à mesurer par l'analyse combinatoire les probabilités d'occurrence de la végétation dans des compartiments de l'espace limités par des « strates » dont les planchers sont conventionnellement fixés à des intervalles d'amplitude croissante de raison 2 : 0,25 m, 0,50 m, 1 m etc.

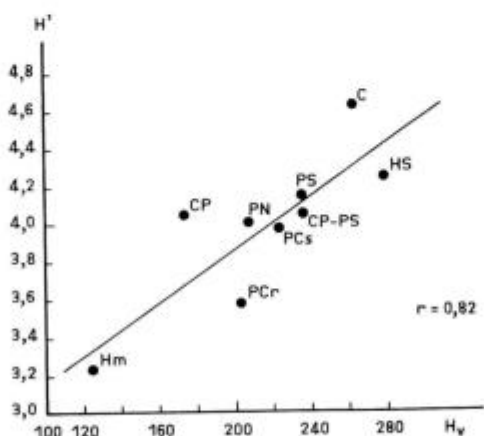


FIG. 1. — Relation entre la diversité informationnelle des peuplements d'oiseaux, H' et celle de la structure de la végétation, H_v (formations sylvatiques des étages supraméditerranéen, montagnard et oroméditerranéen). La signification des lettres est indiquée sur les tableaux 1 et 2.

Relation between information-theoretical diversity H' and diversity of structure of the vegetation (only for the woodlands of supra-mediterranean to oro-mediterranean stages). The meaning of symbols is given in tables 1 and 2.

Appliquée au cas du Ventoux, la méthode a permis de confirmer cette relation, la diversité des peuplements d'oiseaux étant directement proportionnelle à celle de la structure de la végétation : $r = 0,82$, ($P < 0,001$, fig. 1). La position des reboi-

sements par rapport à la droite de régression n'étant pas différente de celle des formations spontanées, on peut conclure que, considérés collectivement, les oiseaux réagissent de la même façon aux différentes formations forestières à structure simple de la végétation, avifaune peu diversifiée (Hêtraie mésophile, Pinaie artificielle de Pins à crochets) ; à structure complexe, avifaune riche et variée (Hêtraie-Sapinière, Cédraie) peu importe que cette végétation soit spontanée ou artificielle.

3. 3. — *Le partage de l'espace forestier entre les différentes espèces : analyse inter-habitats*

Chacune des 51 espèces recensées dans l'ensemble des forêts du Ventoux peut être caractérisée par sa fréquence totale à l'échelle de l'« univers forestier » et par sa fréquence propre à chaque formation. L'analyse des distributions des fréquences spécifiques revient à faire une analyse inter-habitats des mécanismes d'occupation de l'espace forestier. Nous le ferons à deux niveaux : celui des espèces considérées individuellement et celui des communautés envisagées dans leur ensemble.

3. 31. *Le partage de l'espace à l'échelle des espèces.*

Nous avons dressé les profils écologiques des 51 espèces sur l'ensemble des formations et calculé l'amplitude d'habitat $AH_F (= c H'_x)$ réalisée par chacune le long de ce profil. La façon dont on calcule l'amplitude d'habitat (les Anglo-Saxons disent « largeur de niche ») est exposée ailleurs (BLONDEL, 1975) et nous ne reviendrons pas sur les fondements mathématiques de cet indice qui dérive, lui aussi, de la théorie de l'information. Rappelons simplement ce qui nous intéresse ici, à savoir que l'indice varie entre 1 lorsque l'effectif total de l'espèce se trouve dans une seule classe d'habitat (une seule formation) et le nombre total de classes, soit 12 dans le cas présent, si l'espèce présente les mêmes effectifs dans chacune (équité parfaite). Autrement dit, un oiseau dont $AH_F = 1$ est un *spécialiste* parfait puisqu'il ne se trouve que dans un seul milieu alors qu'un oiseau dont $AH_F = 12$ serait un *généraliste* parfait, indifférent à la nature de la forêt.

Les amplitudes d'habitat sont indiquées sur le tableau 2 au regard de chaque espèce. Elles conduisent à d'intéressantes conclusions :

— Quatre espèces seulement ont une amplitude d'habitat de 1 ; elles n'ont donc été rencontrées que dans un seul milieu ; ce sont la Fauvette grisette, le Circaète, le Pic vert et le Pipit des arbres. Or, toutes présentent des fréquences très faibles (entre 6 et 27), soit qu'elles aient été sous-échantillonnées du fait de leur rareté (Circaète), soit plutôt qu'elles ne soient pas vraiment forestières (Fauvette grisette, Pipit des arbres) soit enfin qu'elles réagissent fortement aux altitudes inférieures (Pic vert). Bref, toutes ont de bonnes raisons d'être marginales dans le cortège d'oiseaux du Ventoux.

— À l'opposé, 4 espèces (Merle, Rouge-gorge, Fauvette à tête noire, Pinson) ont une amplitude supérieure à 10 ; à peu de chose près, elles peuvent être considérées comme ubiquistes car on les trouve dans tous les milieux forestiers français dont elles constituent le fond de l'avifaune, qu'il s'agisse de forêts de plaine ou de montagne, de feuillus ou de résineux.

— Toutes les autres présentent une amplitude d'habitat moyenne. Leur examen ne permet pas *a priori* d'établir une classification particulière.

Par contre, si l'on calcule *par formation* la moyenne des amplitudes d'habitat des espèces qui la peuplent, on a le moyen de préciser un *degré de spécialisation* de l'avifaune (tabl. 5).

TABLEAU 5

*Moyenne des amplitudes d'habitat des espèces
dans les 12 formations forestières du Ventoux*

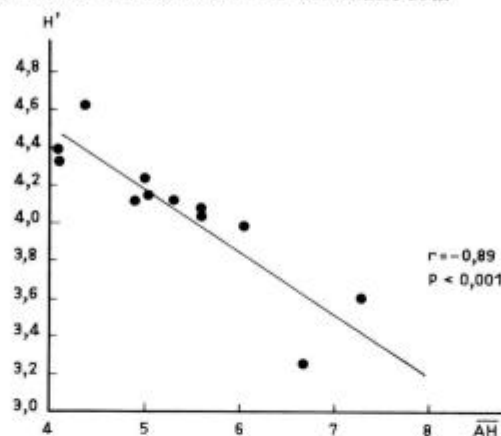
Formation	Amplitude moyenne d'habitat
Hêtraie-Sapinière	4,98
Hêtraie mésophile	6,64
Pineraie spontanée de Pins à crochets	6,03
Pineraie de Pins sylvestres	5,05
Cédraie	4,38
Pineraie de Pins noirs	5,59
Pineraie artificielle de Pins à crochets	7,25
Chênaie de Chênes pubescents	5,28
Chênaie mixte de Ch. verts et Ch. pubescents	4,10
Chênaie de Chênes verts	4,10
Pineraie de Pins d'Alep	4,88
Bois mixtes de Ch. pubescents et Pins sylvestres	5,58

Il ressort de ce tableau que parmi les formations sylvatiques d'altitude, c'est la Cédraie qui possède le cortège le plus spécialisé ou plutôt qui comporte le plus d'espèces exigeantes dans le choix de leur habitat comme le Pic noir, l'Autour, la Sittelle, le Roitelet huppé et le Bouvreuil par exemple qui ont tous une faible amplitude d'habitat. A l'inverse, c'est la Pineraie de Pins à crochets en reboisement qui possède le cortège le moins spécialisé. Tout se passe comme si ce dernier milieu dont la structure est simple et peu diversifiée n'était en mesure d'accueillir que les espèces les moins difficiles dans la sélection de leur habitat, c'est-à-dire les ubiquistes, notamment les 4 espèces énumérées plus haut.

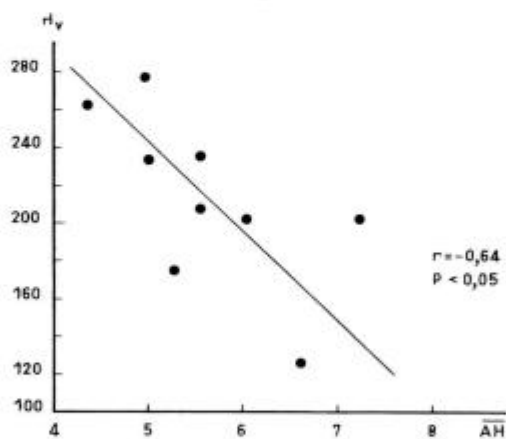
Dans le cas général, nous avons trouvé une relation inverse entre le nombre d'espèces qui peuplent une formation et l'amplitude moyenne de leur habitat ($r = -0,82$, $P < 0,001$, fig. 2 a). Autrement dit, les premières espèces à coloniser le milieu sont les plus banales, celles que l'on trouve partout, puis au fur et à mesure que le peuplement devient plus complexe, il s'y ajoute de nouvelles espèces plus spécialisées ou plus rares. La relation démontrée plus haut entre la diversité du peuplement d'oiseaux et celle de la structure de la forêt permet de dire que plus le paysage forestier est diversifié, plus il est apte à accueillir les espèces rigoureuses dans le choix de leur habitat. La démonstration peut en être apportée par le calcul du coefficient de corrélation entre l'amplitude moyenne d'habitat et la diversité de structure du paysage végétal ; nous avons trouvé $r = -0,64$ ($P < 0,05$, fig. 2 b).

L'exemple des formations de Pins à crochets est très démonstratif de ce phénomène parce qu'elles sont représentées au Ventoux sous leur forme spontanée et en reboisements. L'amplitude moyenne d'habitat des espèces des Pineraies spontanées est de 6,03 alors qu'il atteint 7,25 dans les reboisements (différence significative au

seuil de 5 p. 100). Sont en effet éliminées de ces derniers les espèces qui ont besoin pour s'installer de certaines caractéristiques de la forêt absentes des reboisements : troncs, espaces dégagés, sous-bois, etc. qui permettent dans les Pineraies spontanées l'implantation d'espèces assez exigeantes comme l'Autour, le Pic épeiche, le Rouge queue à front blanc, le Pouillot de Bonelli et le Bruant fou.



a



b

FIG. 2. — a : relation entre la diversité informationnelle H' des peuplements d'oiseaux et l'amplitude d'habitat moyenne des espèces AH ; b : relation entre la structure de la végétation H_v et l'amplitude d'habitat moyenne AH (étages supraméditerranéen, montagnard et oro-méditerranéen) ; cf. texte.

relation between information-theoretical diversity H' of bird communities and mean niche breadth (AH) of the species ; b : relation between diversity of structure of the vegetation and mean niche breadth of the species (supra-mediterranean to oro-mediterranean stages) ; cf. text.

3. 32. Le partage de l'espace à l'échelle des communautés.

Les données quantitatives que nous avons acquises nous permettent de chiffrer le niveau de ressemblance entre deux communautés. Des différents coefficients d'affinité disponibles, nous avons choisi le plus performant d'entre eux : la diversité

bêta, H'_β qui est notre troisième type de diversité ou *diversité inter-habitat*. Cette diversité exprime la quantité d'information apportée par la différence de *structure* (et non pas seulement de composition) entre deux peuplements. Elle varie entre 1 (les 2 communautés sont totalement différentes et ne possèdent aucune espèce en commun) et 0 (toutes les espèces sont communes aux deux peuplements et y présentent les mêmes effectifs). Cet indice se calcule par la formule : $H'_\beta = H'_{\alpha_{12}} - 0,5 (H'_{\alpha_1} + H'_{\alpha_2})$. Le niveau de ressemblance est donc $1 - H'_\beta$. Les valeurs de ces coefficients propres aux 12 formations prises 2 à 2 figurent sur le tableau 6.

TABLEAU 6

Coefficients d'affinité ($1 - H'_\beta$) des 12 formations sylvatiques du Mont Ventoux, prises deux à deux

	HS	Hm	PCs	PS	C	PN	PCr	CP	CV-CP	CV	PA
HS	—										
Hm	0,51	—									
PCs	0,82	0,48	—								
PS	0,88	0,47	0,85	—							
C	0,87	0,50	0,80	0,79	—						
PN	0,89	0,56	0,85	0,80	0,82	—					
PCr	0,75	0,60	0,85	0,73	0,64	0,78	—				
CP	0,68	0,56	0,72	0,66	0,74	0,62	0,70	—			
CV-CP	0,39	0,28	0,37	0,32	0,56	0,33	0,28	0,67	—		
CV	0,35	0,25	0,26	0,23	0,47	0,27	0,22	0,57	0,89	—	
PA	0,57	0,43	0,58	0,52	0,62	0,55	0,57	0,56	0,65	0,62	—
CP-PS	0,80	0,54	0,85	0,78	0,78	0,75	0,81	0,85	0,50	0,35	0,55

La valeur moyenne des 66 coefficients obtenus est de 0,60 ce qui est assez élevé et confirme nos conclusions précédentes sur le brassage des avifaunes de l'univers forestier du Ventoux. Plus intéressant est de chercher à savoir si les reboisements en conifères se ressemblent davantage entre eux qu'avec les formations spontanées. La moyenne des coefficients de similitude des trois reboisements est de 0,75 et celle de chacun des reboisements avec les 4 peuplements du groupe 1 (HS, Hm, PS, PCs) est respectivement de 0,72 pour la Cédraie, 0,78 pour la Pineriaie de Pins noirs et 0,73 pour les Pins à crochets en reboisement. Ces valeurs étant très voisines, on en conclut que les reboisements n'ont pas « sélectionné » un type d'avifaune qui les individualiserait par rapport aux autres forêts.

Les relations « inter-peuplements » qu'expriment ces coefficients d'affinité peuvent être visualisées de façon synthétique et démonstrative par la construction d'un *dendrogramme de communauté* (fig. 3, cf. par exemple DAGET, 1975 pour la façon dont on construit un dendrogramme). Ainsi apparaît une hiérarchie qui rend compte en quelque sorte des « parentés » entre ces différentes forêts tout comme le ferait un arbre généalogique. Ce dendrogramme conduit à plusieurs commentaires ; nous nous limiterons à ceux-ci :

— ainsi qu'on pouvait s'en douter au vu de ce qui précède, les trois reboisements ne forment pas un lot à part ;

— ainsi qu'il était suggéré par nos précédentes discussions, le dendrogramme sépare nettement les trois formations de l'étage méditerranéen des formations supraméditerranéennes et montagnardes et isole la Hêtraie mésophile, probablement en raison de la grande pauvreté de ce milieu ;

— huit milieux reliés au niveau de similitude 0,75 forment un ensemble homogène plus particulièrement *les six forêts résineuses de montagne artificielles et spontanées* dont les coefficients de similitude sont compris entre 0,77 pour la branche qui les supporte et 0,89 entre la Hêtraie-Sapinière et la Pîneraie de Pins noirs.

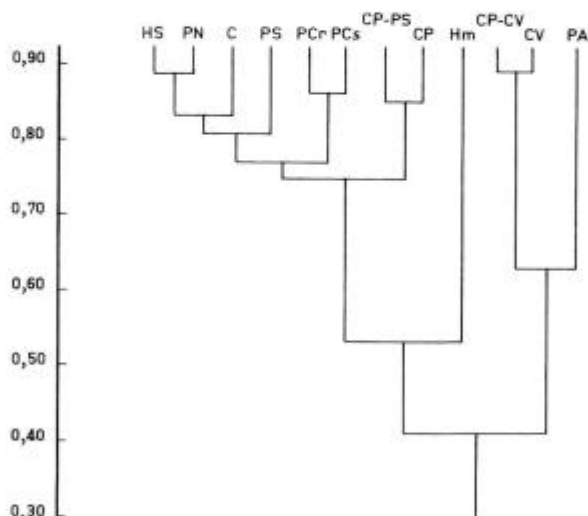


FIG. 3. — Dendrogramme de communautés exprimant les niveaux de ressemblance des 12 peuplements (cf. texte)

Community dendrogram showing the ecological relationships of the 12 bird communities (cf. text)

4. — DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats dont nous venons de faire état nous amènent à reconnaître objectivement que les travaux de reboisement ont reconstruit au Ventoux des communautés d'oiseaux probablement assez voisines de ce qu'elles devaient être avant les mutilations dont elles ont été victimes. Il est malheureusement très difficile de savoir

quelle serait la nature authentiquement spontanée de ces peuplements car la plupart des forêts françaises ont été exploitées depuis si longtemps que le stade climacique a presque partout disparu, nous privant de ce fait d'éléments de comparaison.

Pour vivre et se reproduire dans un milieu, l'oiseau a une série d'actes nécessaires à accomplir. Les plus évidents sont : 1° la recherche de la nourriture dans un environnement végétal qui soit adapté à ses techniques de chasse et qui contienne une nourriture suffisante ; 2° l'activité vocale qui est nécessaire à la défense du territoire et à la cohésion du groupe familial ; cette activité exige un poste de chant convenable ; 3° l'acte de la reproduction proprement dit qui nécessite des matériaux de construction du nid et un site de nidification approprié. Ces activités se déroulent dans le décor forestier et au moyen de lui mais selon des modalités différentes suivant chaque espèce. On dit que chacune occupe l'espace écologique à sa propre manière. Plus cet espace écologique est varié, plus il y aura de manières possibles de l'occuper, plus il y aura de *niches écologiques*, donc d'espèces différentes. Nous avons démontré ce phénomène par la relation entre la diversité de structure de l'espace forestier (H_v) et la diversité des peuplements d'oiseaux (H').

Prenons l'exemple de la forêt où les deux diversités, celle de la végétation et celle des peuplements d'oiseaux sont les plus élevées : la Cédraie. Un siècle après le noyau initial d'une quarantaine d'ha semé par l'inspecteur TICHADOU, la forêt couvre aujourd'hui plus de 300 ha. C'est une « futaie jardinée mélangée par larges bouquets entrecoupés de taches très denses et très vigoureuses de semis, fourrés, gaulis et perchis » (ARRIGHT, 1972) dans laquelle on trouve quatre générations d'arbres. « Le massif est une véritable forêt subspontanée dont les strates inférieures arbustive, herbacée et muscinale restent celles des massifs voisins de Chênes pubescents » (GOBERT et PAUTOU, 1969) avec une représentation importante de Buis, Érable opale, Amélanchier, Cytise, Coronille, etc.

Toutes les conditions d'une ambiance forestière favorable aux oiseaux sont réunies : présence de feuillus et de conifères, coexistence de buissons et de très grands arbres, port de ces derniers dont les grosses branches présentent un angle d'attache ouvert avec le tronc et qui sont séparées par de vastes espaces libres où les oiseaux peuvent circuler, écorce crevassée où les insectes trouvent refuge, structure du feuillage favorable à la nidification de plusieurs espèces, etc.

Bref, la diversité floristique et la diversité de structure de la forêt créent dans la Cédraie la gamme complète des habitats de notre avifaune forestière qui comporte des grands Rapaces arboricoles (Autour), des oiseaux qui creusent leur loge dans les arbres (Pic noir et épeiche), des espèces de buissons (Fauvettes, Pouillots), des espèces qui se nourrissent et nichent dans les branches mortes dont le rôle est important (Rouge queue à front blanc, Mésange huppée) et tout le cortège des oiseaux qui nichent et se nourrissent dans les arbres (Mésanges, Sittelles, Grimpereaux, Fringilles) en se partageant l'espace suivant des normes précises qu'il serait trop long de discuter ici. Soulignons que la coexistence de feuillus et de conifères augmente la diversité d'ensemble parce qu'aux espèces liées au feuillus qui ne sont pas éliminées (Mésange bleue, Pouillots) s'ajoutent des espèces caractéristiques des conifères qu'attirent le Cèdre ainsi que les Pins noirs et Pins sylvestres qui s'y trouvent en mélange. C'est le cas des Mésanges huppée et noire et surtout du Roitelet huppé, du Venturon et du Bec-croisé absents des Chênaies de Chênes pubescents voisines.

Tout cela explique pourquoi la Cédraie du Ventoux est le milieu forestier le

plus riche que nous ayons eu l'occasion d'étudier en France méditerranéenne et probablement parmi les plus riches de France. L'ornithologue ne peut que joindre sa voix à tous ceux qui ont vigoureusement plaidé la cause du Cèdre en région méditerranéenne (cf. TOTH, 1972).

A l'opposé, les monocultures équiennes de conifères sont beaucoup plus pauvres en raison de la faible diversité de structure de la végétation et de l'appauvrissement du cortège floristique qui réduisent considérablement le nombre de niches écologiques. Ces tristes boisements monotones et sombres où les arbres plantés trop serrés ne laissent pas pénétrer la lumière sous les houppiers bas et jointifs éliminent en priorité les espèces plus délicates dans le choix de leur habitat comme nous l'avons montré par la relation inverse entre l'amplitude d'habitat des espèces et la diversité de la structure de la forêt. Plus la physionomie du décor forestier devient simple et homogène, plus l'avifaune se banalise car il ne subsiste plus que *quelques espèces très ubiquistes* que l'on rencontre partout car elles sont capables de s'accommoder d'une forte altération de leur habitat. La démonstration en est apportée ici par les peuplements des reboisements en Pins noirs bien plus pauvres que ceux de la Cédraie et surtout par ceux des Pîneraies de Pins à crochets que nous avons eu la chance de pouvoir comparer avec ceux des formations spontanées de la même essence (cf. *supra*). Si de tels boisements sont parfois nécessaires pour reconstituer un sol et préparer le retour d'une véritable forêt, ils ne devraient toujours être qu'un stade transitoire dans l'histoire forestière d'une région.

Reçu pour publication en juillet 1976.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier tout particulièrement MM. C. FERRY, B. FROCHOT et J. PARDÉ qui ont bien voulu relire le manuscrit et y apporter d'intéressantes suggestions ainsi que P. ISENMANN qui a traduit le résumé allemand.

SUMMARY

THE ECOLOGICAL INCIDENCE OF REAFFORESTATION ON BREEDING BIRD COMMUNITIES ; THE CASE OF MONT VENTOUX (SOUTH OF FRANCE)

An ecological diagnosis of breeding bird communities has been carried out in twelve native and artificial forests in the Mont Ventoux (south of France). The results show that :

— 51 species, namely 61 p. 100 of the breeding avifauna of the mountain actually breed in woodland landscape. The distribution of these species in the different kinds of forests show that artificial coniferous stands have rebuilt a woodland avifauna which is not significantly different from that of spontaneous ones.

— Most of woodland bird communities of the Mont Ventoux are rich and well balanced as well in spontaneous as in artificial forests (table 4) but the Cedar stands are the richest and the most diversified, the reasons for which are discussed.

— The richness and Shannon's diversity are nicely correlated with the diversity of structure of the vegetation (fig. 1) in both spontaneous and artificial woods.

— The more the structure of vegetation is complex, the more the bird community include species which are rare and/or severe in habitat selection (narrow niche breadth). Where the structure of vegetation is very simple as in coniferous monocultures, we find but few species that are very common anywhere and ubiquitous (large niche breadth).

— The coefficients of similitude between communities devised by the calculation of beta-diversity are very high and do not allow to keep apart spontaneous stands from artificial ones. Eight forests among which 5 are spontaneous and 3 artificial make up a very homogeneous set linked together at the 0.75 level which is very high (fig. 3, Community dendrogram).

It is concluded that both natural and artificial forests in the Mont Ventoux have rich and diversified bird communities, many of them having been rebuilt indirectly by man. Some mechanisms of habitat selection are discussed as well for the rich Cedar stands as for the relatively poor artificial *Pinus uncinata* woods.

The more forestry management increase the diversity of structure of vegetation, the more it will be successful for birds. It is pointed out that these results are concerned with the specific case of Mont Ventoux but cannot be generalized elsewhere in France without care.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine ökologische Untersuchung an Vogelgemeinschaften an zwölf Stellen in spontanen und künstlich angepflanzten Wäldern des Ventoux-Massivs, eines Vorläufers der Alpen in Süd-Frankreich, hat Folgendes ergeben :

51 Arten d.h. 61 p. 100 der Brutvogelarten wurden in den Wäldern dieses Massivs gezählt. Die Verteilung der Arten in den verschiedenen Waldgesellschaften zeigen, dass die Aufforstungen eine Vogelgemeinschaft herausgebildet haben, die sich nicht grundlegend von der Vogelgemeinschaft der spontanen Wälder unterscheidet.

— Der reichste und vielseitigste Wald ist der Zedernwald. Im Durchschnitt, wie es Tabelle 4 zeigt, sind die Vogelgemeinschaften der spontanen und künstlich angepflanzten Wälder des Ventoux-Massivs reichhaltig und ausgeglichen.

— Die Reichhaltigkeit und die Diversität der Vogelgemeinschaften stehen eng in Beziehung mit der Diversität der Struktur der Vegetation (Abb. 1). Die Vögel reagieren in einem natürlichen oder in einem künstlich angelegtem Wald ähnlich.

— Je reichhaltiger die Waldlandschaft, je mehr enthält sie seltene und anspruchsvolle Arten. In einförmigen Nadelwäldern mit vereinfachten Strukturen, befinden sich nur allgemeinverbreitete Arten.

— Es ist nicht möglich eine Vogelgemeinschaft eines spontanen Waldes von einer eines künstlich aufgeforsteten Waldes zu unterscheiden. Acht Waldgesellschaften, darunter fünf spontane (Buchen-Tannen-, Kiefern-, Hakenkiefern-, Flaumeichen-, Kiefern-, und Flaumeichenwald) und drei künstliche (Schwarzföhren-, Hakenkiefern- und Zedernwald) bilden hier ein gleichartiges Milieu.

Es wird daraus geschlossen, dass die spontanen und künstlichen Waldgesellschaften des Ventoux-Massivs reichhaltige und vielartige Vogelgemeinschaften aufweisen, einige unter ihnen wurden indirekt vom Menschen « wiederhergestellt ». Einige Probleme der Raumbesetzung durch Vögel werden anhand der reichsten Waldgesellschaft (Zedernwald) und der ärmsten W. (künstlich aufgeforsteter Hakenkiefernwald) erörtert. Die Schlussfolgerung lautet, dass der Erfolg einer Waldnutzung umso grösser ist, je vielfältiger die Strukturdiversität der Pflanzengemeinschaften ist.

Die grundsätzliche Verschiedenheit zwischen einem Nutzwald und einem Schutzwald wird unterstrichen, insofern sich die hier dargestellten Schlussfolgerungen nur auf das spezifische Beispiel des Ventoux-Massivs beziehen.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARRIGHI J., 1972. Forêt communale de Bédoin. Doc. polycopié, O. N. F. Avignon, 8 p.
 BARBERO M., DU MERLE P., QUEZEL P., 1976. Les peuplements sylvatiques du Mont Ventoux (Vaucluse). *Documents phytosociologiques*, 15-18, 1-14.
 BARBERO M., QUEZEL P., 1975. Végétation culminale du Mont Ventoux, sa signification dans une interprétation phytogéographique des Préalpes méridionales. *Ecologia Mediterranea*, 1, 1-33.

- BLONDEL J., 1975. L'analyse des peuplements d'oiseaux, élément d'un diagnostic écologique. I. — La méthode des *Échantillonnages fréquents progressifs* (R. F. P.). *La Terre et la Vie*, 1975, **4**, 533-589.
- BLONDEL J., FERRY C., FROCHOT B., 1973. Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, **41**, 63-84.
- DAGET Ph., 1975. Aspects structurels de la végétation herbacée de l'aire P. B. I. du Solling (Allemagne). C.N.R.S.-C.E.P.E., Doc. n° 61.
- EYBERT M. C., 1972. Étude de l'avifaune nicheuse d'un massif forestier à enrésinement croissant. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **275**, 1815-1818.
- FERRY C., 1959. Études quantitatives sur les oiseaux forestiers. *Revue forestière française*, **3**, 173-185.
- FERRY C., FROCHOT B., 1970. L'avifaune nidificatrice d'une forêt de Chênes pédonculés en Bourgogne : étude de deux successions écologiques. *La Terre et la Vie*, **24**, 153-250.
- FERRY C., FROCHOT B., 1974. L'influence du traitement forestier sur les oiseaux. In : PESSON P. *Écologie forestière*, Gauthiers-Villars, Paris, 309-326.
- FROCHOT B., 1975. Influence de l'exploitation forestière sur la reproduction des oiseaux. *Bull. Soc. Zool. de France*, **100**, 77-84.
- GOBERT J., PAUTOU G., 1969. Feuille de Vaison-la-Romaine (XXX-40), contribution à l'étude botanique du Ventoux. *Doc. Carte vég. Alpes*, VII, 145-194.
- MARTINS C. F., 1838. Essai sur la topographie botanique du Mont Ventoux, en Provence. *Ann. Sc. Nat.*, 2^e série, 10.
- MAURY P., 1966. Le reboisement de la forêt de Bédoin et son enseignement. *Ann. École Nat. E. et F.*, **17**, 119-149.
- NÈGRE M., 1931. Les reboisements du Massif de l'Aigoual. *Bull. Soc. Et. Sci. nat. Nîmes*, 135 p.
- NOIRFALISE A., 1964. Conséquences écologiques de la monoculture des Conifères dans la zone des Feuillus de l'Europe tempérée. *Rapp. Conseil de l'Europe*, 36 p.
- PIKULA J., 1967. Die Bestände der Vogelpopulationen einer sekundären Gesellschaft mit überwiegender Fichte. *Zool. Listy*, **16**, 173-182.
- TOTH J., 1970-1972. Historique du Cèdre sur le Mont Ventoux. *Bull. Soc. Et. Sci. nat. Vaucluse*, 51-75.
- WILLIAMSON K., 1970. Birds and modern forestry. *Quart. J. For.*, **64**, 345-355.
- WILLIAMSON K., 1972. The conservation of Bird life in the new coniferous forests. *Forestry*, **45**, 87-100.
- YAPP W. B., 1962. *Birds and woods*. Oxford Univ. Press.

ANNEXE

(nom latin des espèces citées dans le texte)

Épervier	<i>Accipiter nisus.</i>
Autour	<i>Accipiter gentilis.</i>
Circaète	<i>Circaetus gallicus.</i>
Hibou grand-duc	<i>Bubo bubo.</i>
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus.</i>
Tourterelle	<i>Streptopelia turtur.</i>
Coucou gris	<i>Cuculus canorus.</i>
Pic-vert	<i>Picus viridis.</i>
Pic-épeiche	<i>Dendrocopos major.</i>
Pic-noir	<i>Dryocopus martius.</i>
Alouette lulu	<i>Lullula arborea.</i>
Hirondelle de rochers	<i>Riparia rupestris.</i>
Hirondelle de cheminée	<i>Hirundo rustica.</i>
Cornelle noire	<i>Corvus corone.</i>
Pie	<i>Pica pica.</i>
Geai	<i>Garrulus glandarius.</i>

Mésange charbonnière	<i>Parus major.</i>
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus.</i>
Mésange noire	<i>Parus ater.</i>
Mésange huppée	<i>Parus cristatus.</i>
Mésange nonnette	<i>Parus palustris.</i>
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus.</i>
Sittelle	<i>Sitta europaea.</i>
Grinapereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla.</i>
Troglodyte	<i>Troglodytes troglodytes.</i>
Grive draine	<i>Turdus viscivorus.</i>
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos.</i>
Merle	<i>Turdus merula.</i>
Rouge queue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus.</i>
Rossignol	<i>Luscinia megarhynchos.</i>
Rouge-gorge	<i>Erithacus rubecula.</i>
Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica.</i>
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla.</i>
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis.</i>
Fauvette orphée	<i>Sylvia hortensis.</i>
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala.</i>
Fauvette passerinette	<i>Sylvia cantillans.</i>
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata.</i>
Pouillot vélocé	<i>Phylloscopus collybita.</i>
Pouillot de bonelli	<i>Phylloscopus bonelli.</i>
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus.</i>
Roitelet triple bandeau	<i>Regulus ignicapillus.</i>
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis.</i>
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis.</i>
Verdier	<i>Carduelis chloris.</i>
Chardonneret	<i>Carduelis carduelis.</i>
Linotte	<i>Carduelis cannabina.</i>
Venturon	<i>Carduelis citrinella.</i>
Serin cini	<i>Serinus canaria.</i>
Bouvreuil	<i>Pyrrhula pyrrhula.</i>
Beccroisé	<i>Loxia curvirostra.</i>
Pinson	<i>Fringilla coelebs.</i>
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus.</i>
Bruant fou	<i>Emberiza cia.</i>
Moineau domestique	<i>Passer domesticus.</i>
Moineau friquet	<i>Passer montanus.</i>