COURRIER SCIENTIFIQUE
DU PARC NATUREL REGIONAL DE LA FORET D'ORIENT

Biodiversité en Forêt d'Orient

Evolution de la flore forestière en liaison avec les traitements sylvicoles en Forêt d'Orient

Peuplement entomologique du taillis-sous-futaie et de la futaie régulière

Gestion forestière et avifaune : influence de la conversion du taillis-sous-futaie en futaie régulière

1994

n° 18

SYNDICAT MIXTE POUR L'AMÉNAGEMENT ET LA GESTION
DU PARC NATUREL RÉGIONAL DE LA FORÊT D'ORIENT

COURRIER SCIENTIFIQUE
DU PARC NATUREL RÉGIONAL DE LA FORÊT D'ORIENT

1994 - N° 18

MAISON DU PARC - 10220 PINEY (FRANCE) - TÉL. 25.43.81.90

Edité par le Parc naturel régional de la Forêt d'Orient - Maison du Parc - 10220 PINEY - Tél. 25.43.81.90
Imprimerie NÉMONT S.A. Bar-sur-Aube Dépôt légal : 4e trimestre 1994 - Imprimé en France

SOMMAIRE

CARLES (P.-J.). Office national des Forêts. Biodiversité en Forêt d'Orient 7

DIDIER (B.) & ROYER (J.-M.). Etude de l'évolution de la flore forestière en liaison avec les traitements sylvicoles en Forêt d'Orient (Forêt domaniale du Temple, Aube)..... 11

LEBLANC (P.). Etude sur le peuplement entomologique du taillis-sous-futaie et de la futaie régulière (Forêt d'Orient, Aube)..... 47

THIOLLAY (J.-M.), CARRE (F.) & FAUVEL (B.). Gestion forestière et avifaune : influence de la conversion du taillis-sous-futaie en futaie régulière..... 69

Couverture : Sous-bois, Forêt d'Orient (S. COMBELLES photo)

OBJET DE LA REVUE

Le Courrier scientifique du Parc naturel régional de la Forêt d'Orient publie les travaux réalisés dans le domaine des sciences naturelles et humaines sur le territoire du Parc. C'est aussi une tribune et un outil de communication pour les membres du Comité scientifique.

COMPOSITION DU COMITÉ SCIENTIFIQUE DU PARC NATUREL RÉGIONAL DE LA FORÊT D'ORIENT

Président :
THIOLLAY (Jean-Marc)
Directeur de recherches au Centre natn. de la Recherche scient.
Laboratoire d'Ecologie, Ecole normale supérieure
46, rue d'Ulm 75230 Paris Cedex 05

Vice-Président :
TOMASSON (Raymond)
Président de la Société archéologique de l'Aube
Le Grand Tertre 10390 Clérey

Membre de droit :
GALLEY (Robert), ancien Ministre
Député-maire
Hôtel de Ville 10000 Troyes

BELLENOUE (Stéphane)
Membre de l'Association des amis du Parc
7 bis, Quai Saint-Georges
10140 Vendeuvre-sur-Barse

Membres :
COLLETTE (Claude)
Président de l'Association géologique auboise
11, rue du 11 Novembre 10300 Sainte-Savine

JONET (Bruno)
Géographe
Rue des Cannes 10200 Fontaine

GUITTET (Jean)
Maître de conférences des Universités
Laboratoire d'Ecologie végétale, Bât. 362
Université de Paris-Sud-Orsay
91405 Orsay Cedex

LEBLANC (Pascal)
Musée d'Histoire naturelle
1, rue Chrestien de Troyes 10000 Troyes

MÉTAYE (Roger)
Membre correspondant du Muséum natn. d'Histoire nat.
307, rue du Faubourg Croncels 10000 Troyes

RIOLS (Christian)
Membre du Centre ornithologique Champagne-Ardenne
Maison forestière du Geneleau
Trois Fontaines 51340 Pargny

ROCHE (Michel)
Professeur agrégé d'Histoire
10500 Petit Mesnil

RONDET (Pierre)
Maître de conférences des Universités
Laboratoire de Biologie végétale, Bât. 2
Université Pierre et Marie Curie
Quai Saint-Bernard 75005 Paris

ROYER (Jean-Marie)
Professeur agrégé de Sciences naturelles
42 bis, rue Mareschal
52000 Chaumont

THIREAU (Michel)
Sous-directeur, Zoologie : Reptiles et Amphibiens
Muséum natn. d'Histoire nat.
25, rue Cuvier 75005 Paris

VIETTE (Pierre)
Ancien président du comité scientifique
10200 Montier en l'Isle

YON (Daniel)
Evolution des systèmes naturels et mofifiés
Muséum natn. d'Histoire nat.
36, rue Geoffroy Saint-Hilaire 75005 Paris

Membres associés :
FAUVEL (Michel)
10200 Couvignon

MAILLARD (Michel)
Président de l'AGURNA
30 C, bd Victor Hugo 10000 Troyes

Office National des Forêts

BIODIVERSITÉ EN FORÊT D'ORIENT

L'Etat, par la Direction de l'Espace rural et de la Forêt, ainsi que l'Office National des Forêts, gestionnaire des Forêts de l'Etat et des collectivités publiques, se préoccupent du maintien et de l'amélioration de la diversité biologique que le régime forestier a préservé depuis plusieurs siècles.

1. Objectif de l'Etude

En Forêt d'Orient et notamment dans la réserve naturelle en cours de création, la valeur des milieux est reconnue puisqu'ils figurent à l'inventaire des ZNIEFF.

Traditionnellement, ces forêts de Champagne humide étaient traitées en taillis-sous-futaie.

Afin d'optimiser la production de bois d'œuvre, particulièrement de chênes, dont la qualité est recherchée, il a été décidé d'orienter la gestion sylvicole vers un traitement en futaie régulière, qui convient bien aux essences présentes.

Ce passage d'une structure à l'autre nécessite la mise en œuvre d'un traitement dit de "conversion" étalé dans le temps.

Cette conversion est engagée depuis 100 ans en forêt domaniale du Temple et depuis 10 à 15 ans dans les forêts des collectivités voisines.

L'objet de l'étude engagée est d'étudier l'impact de ce mode de gestion sur la biodiversité du milieu forestier et de formuler des recommandations pour l'améliorer et permettre la conservation des espèces remarquables.

2. Démarches entreprises

Un protocole d'étude a été mis au point en étroite concertation avec le Parc naturel régional de la Forêt d'Orient, et les études ont été effectuées avec la collaboration des meilleurs spécialistes du secteur :

Flore forestière par MM. Jean-Marie Royer et Bernard Didier du Groupe régional Etude Faune, Flore et Ecosystèmes.

Peuplement entomologique par Pascal Leblanc, Président de l'AGURNA (Association de Gestion et de Recherche sur la Nature).

Ornithologie par Jean-Marc Thiollay, directeur de Recherche au Centre national de Recherche scientifique, avec la participation de Francis Carré et Bruno Fauvel de l'Office national des Forêts.

Les observations n'ont pu se dérouler au maximum que sur une année, ce qui a été jugé un peu court notamment pour les inventaires de la faune, plus sensible aux variations climatiques annuelles.

De même, les secteurs d'échantillonnages retenus par les diverses spécialités ne sont pas complètement superposables : les zones d'observation pour l'avifaune sont très étendues alors que celles prospectables par une seule personne décrivant l'entomofaune sont très localisées.

Pour ces raisons, des tendances ont pu seulement être dégagées, ce qui a quand même permis de formuler des recommandations.

3. Les Résultats

Les comptes rendus des spécialistes sont reproduits ci-après.

Le taillis-sous-futaie (TSF) présente, sur l'ensemble de la surface qu'il occupe une bonne diversité biologique, souvent la meilleure rencontrée.

Cette observation est due, selon les trois spécialistes, à la co-existence en un même lieu de différentes essences d'âges divers, formant plusieurs strates : les espèces végétales sciaphiles côtoient des espèces plus héliophiles (notamment après la coupe du taillis) et les espèces animales prospectent différents niveaux : les Oiseaux et les Insectes "cavernicoles" se réfugient dans des vieux arbres.

La futaie adulte actuelle (100 ans environ) présente une richesse analogue, mais sa structure paraît encore héritée de celle du TSF, ce qui limite les conclusions.

Les fourrés issus de la régénération naturelle introduisent une nouvelle dimension : la flore herbacée s'y développe à partir des sommières, les Oiseaux que l'on y rencontre sont plus typiques des boqueteaux et des haies actuels que de la forêt traditionnelle (les "forestières" subsistent discrètement).

Les gaulis et les perchis dans lesquels le chêne est l'essence quasi exclusive, ne présentant que deux strates, sont les plus pauvres.

Les espèces héliophiles strictes disparaissent et les espèces sciaphiles ne sont pas encore présentes.

4. Recommandations

Une abondance d'espèces ligneuses dominantes (fruitiers forestiers, pin sylvestre, tilleul, feuillus divers... en mélange avec les chênes) induit une grande variabilité biologique : il convient donc de préserver cette diversité.

La répartition spatiale des peuplements d'âge divers doit être équilibrée : des parcelles âgées proches de parcelles en régénération peuvent accueillir les espèces (Insectes, Oiseaux, Flore) qui disparaîtront momentanément des jeunes peuplement ; cette mesure permettrait une véritable rotation biologique.

Dans les grands gaulis et perchis, il convient de favoriser le développement d'une troisième strate (fruiticée).

Mesures particulières.

– Préservation du lierre (Insectes et Oiseaux).

– Conservation sur coupe de quelques troncs creux, de quelques tas de rémanents pour favoriser les espèces lignicoles ainsi qu'un à deux très vieux arbres par 10 ha.

– Abandon en l'état de quelques ornières de débardage dans des terrains humides pour le préservation de la flore hydrophile et des Amphibiens, très spécifiques.

– Protection des grands nids le plus longtemps possible pour éviter le dérangement des rapaces notamment.

5. Conclusion provisoire

La mise en œuvre d'une telle étude dans un temps aussi court, a permis d'établir un premier point de comparaison entre le traitement en futaie et le traitement en taillis-sous-futaie dans la partie de la Champagne humide située en Forêt d'Orient.

Les observations montrent qu'il existe actuellement une étape délicate de transmission de la diversité biologique avec les jeunes peuplements de la futaie (gaulis et perchis).

Déjà plusieurs recommandations doivent permettre de réduire cette difficulté.

Il paraîtrait cependant utile de poursuivre les observations dans les très jeunes formations pour mieux comprendre comment, à travers les changements importants de structure, la variété biologique peut se perpétuer et même s'amplifier.

P.-J. CARLES,
Chef du Service départemental
de l'Office National des Forêts de l'Aube.

Etude de l'évolution de la flore forestière en liaison avec les traitements sylvicoles en Forêt d'Orient (Forêt domaniale du Temple) (Aube)

par Bernard DIDIER & Jean-Marie ROYER

SOMMAIRE

Introduction :

Les groupements végétaux forestiers présents dans le massif. 13

Inventaire des espèces par stade d'évolution des peuplements. 16

Conclusions :

Evolution de la flore lors du traitement en taillis-sous-futaie. 21

Evolution de la flore lors du traitement en futaie. 21

Comparaison de l'influence des deux types de traitement sur la flore. ... 23

Propositions de règles de gestion susceptibles d'être intégrées dans les plans de gestion des forêts traitées en futaie régulière..... 46

INTRODUCTION

LES TYPES FORESTIERS PRÉSENTS DANS LE MASSIF

La végétation forestière de la Forêt d'Orient (forêts domaniale, communales et privées) reste peu étudiée même si la flore est par ailleurs bien connue suite aux investigations des botanistes locaux (Briard, Hariot et Guyot, Ployé, Prin). Les seuls travaux relatifs aux groupements végétaux restent ceux de Rameau et Royer (forêts acidiphiles) et de Guittet et Schmitt (tous types).

Ces derniers dénombrent trois associations forestières répandues dans le massif et quatre sous-associations, soit six types que nous donnons ici (modifiés) :

– 1° Hêtraie-Chênaie acidiphile du *Quercion robori-petreae*, avec la Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*), la Molinie (*Molinia caerulea*), la Germandrée scorodoine (*Teucrium scorodonia*), la Callune (*Calluna vulgaris*). Elle est très localisée à quelques sommets de buttes.

– 2° Chênaie-Charmaie mésotrophe du *Carpinion*, avec la Fétuque hétérophylle (*Festuca heterophylla*), la Néottie (*Neottia nidus-avis*), l'Epipactis pourpre (*Epipactis purpurata*), la Laiche fausse-brize (*Carex brizoides*), la Laiche à nombreuses racines (*Carex umbrosa*), la Mélique uniflore (*Melica uniflora*). Elle est très commune en Forêt d'Orient.

Quatre types sont à distinguer en son sein :

– Sous-ass. mésoacidiphile montrant le passage au groupement 1°. Très répandue.

– Sous-ass. acidicline, dépourvue d'éléments particuliers. Répandue.

– Sous-ass. mésoneutrophile, avec la Primevère élevée (*Primula elatior*), le Lamier jaune (*Lamium galeobdolon*), la Vesce des haies (*Vicia sepium*), le Brachypode des bois (*Brachypodium sylvaticum*). Rare.

– Sous-ass. neutrophile et mésohygrophile, avec les mêmes, et en plus la Ficaire (*Ficaria verna*), la Renoncule tête d'or (*Ranunculus auricomus*), la Potentille faux-fraisier (*Potentilla fragariastrum*), le Troène (*Ligustrum vulgare*). Le Chêne

pédonculé remplace le Chêne sessile. Montre le passage au n°3. Plus rare et localisée dans les fonds de vallons.

– 3° Aulnaie-Frênaie riveraine de l'*Alno-Padion*, en bordure linéaire des ruisseaux, avec la Fougère-femelle (*Athyrium filix-femina*), la Fougère de Borrer (*Dryopteris borreri*), la Laiche penchée (*Carex maxima*), la Laiche espacée (*Carex remota*), la Prêle d'hiver (*Equisetum maximum*).

Choix des parcelles étudiées

Il va de soit que l'étude de l'évolution de la flore n'a de sens que dans un cadre bien défini. Il est illusoire de tirer une conclusion valable de la comparaison de différents stades de la conversion en futaie et de l'évolution du taillis, si l'on néglige la détermination des groupements forestiers. En d'autres termes, on ne peut comparer que ce qui est comparable, le Quercion avec le Quercion et le Carpinion avec le Carpinion.

Un choix délicat dû être opéré dès le départ de l'étude : fallait-il étudier l'évolution dynamique de la flore au niveau de la totalité des groupements de la forêt ou bien se limiter à ceux qui sont les plus fréquents ?

Un échantillonnage de différents types forestiers en fonction de la gestion nous fût proposé. Une analyse rapide a montré que les études comparatives devaient se limiter au seul Carpinion (Chênaie-Charmaie mésotrophe), les deux autres types étant trop peu représentés dans l'échantillonnage pour que des conclusions valables puissent être dégagées. Cela ne signifie pas que ces types soient négligeables à l'échelle du massif (*cf.* conclusions finales).

Les relevés de végétation ont ainsi été effectués dans la Chênaie-Charmaie mésotrophe. La plupart d'entre eux proviennent des deux sous-types dominants, acidicline et mésoacidiphile. Néanmoins, lorsque l'échantillonnage s'est révélé insuffisant quelques relevés complémentaires ont été effectués dans le Carpinion mésoneutrophile.

Nombre et emplacement des relevés

Le nombre de relevés par stade d'évolution des peuplements est de l'ordre de onze ou douze suivant les stades. Soixante-dix-huit relevés ont été réalisés au total.

La localisation des relevés est donnée par les tableaux joints. Pour chaque relevé sont indiqués : le numéro de la parcelle, le type de traitement, les recouvrements arborescent, du taillis, arbustif, les arbres et arbustes dominants, le nombre d'espèces herbacées.

Méthode de prise des relevés

La méthode d'investigation de la flore et des groupements végétaux utilisée ici est la méthode phytosociologique classique (dite sigmatiste). Elle consiste à relever des ensembles de plantes réunies en une station donnée, nommés individus d'association. Chaque relevé est effectué sur une surface homogène (même sol, même relief, même exposition, même traitement) ; il se fait sur une surface minimale variable, définie selon le type de groupement végétal étudié (en forêt de 300 à 800 m^2).

Le relevé de végétation ainsi défini comporte la totalité des espèces reconnaissables (séparées selon les strates herbacée, arbustive inférieure, arbustive supérieure, arborescente) ; un coefficient semi-quantitatif d'abondance-dominance traduit l'importance de chaque espèce. Les coefficients utilisés sont les suivants :

– 5 : recouvrement de l'espèce supérieur à 75 % de la surface.

– 4 : recouvrement de l'espèce compris entre 50 % et 75 % de la surface.

– 3 : recouvrement de l'espèce compris entre 25 % et 50 % de la surface.

– 2 : recouvrement de l'espèce compris entre 5 % et 25 % de la surface.

– 1 : recouvrement de l'espèce inférieur à 5 % de la surface.

– + : recouvrement de l'espèce très faible.

Un autre coefficient, d'importance secondaire, est ajouté en seconde position ; il introduit une échelle de sociabilité à 5 niveaux traduisant l'aptitude d'une espèce à former des peuplements :

– 5 : peuplements très denses.

– 4 : petites colonies.

– 3 : groupes étendus.

– 2 : groupes restreints.

– 1 : individus isolés.

INVENTAIRE DES ESPÈCES PAR STADE D'ÉVOLUTION DES PEUPLEMENTS (T.S.F.)

Taillis-sous-futaie

TAILLIS-SOUS-FUTAIE JEUNE

Le tableau 1 donne la composition floristique de ce stade. Huit relevés ont été effectués, trois d'entre eux provenant de la forêt privée de "La Lune" et les autres de parcelles voisines, ce stade étant devenu très rare en Forêt d'Orient.

Le Chêne sessile (*Quercus sessiliflora*) constitue à lui seul la strate arborescente, le taillis est presque inexistant ; dans la strate arbustive s'observent en abondane le Bouleau (*Betula verrucosa*), le Tremble (*Populus tremula*), le Noisetier (*Corylus avellana*), de nombreux rejets de Charme (*Carpinus betulus*) et de Tilleul à feuilles cordées (*Tilia cordata*). Les Ronces (*Rubus fruticosus*) sont assez régulièrement présentes mais peu abondantes.

Dans la strate herbacée, diversifiée avec l'afflux de la lumière, dominent le Lierre (*Hedera helix*), le Muguet (*Convallaria maialis*) et dans une moindre mesure la Fétuque hétérophylle (*Festuca heterophylla*), la Luzule poilue (*Luzula pilosa*) et la Luzule des forêts (*Luzula sylvatica*). Des espèces liées à l'ensoleillement, suite à l'ouverture, sont assez fréquentes comme la Laiche pâle (*Carex pallescens*), le Jonc aggloméré (*Juncus conglomeratus*), le Bugle rampant (*Ajuga reptans*) et l'Agrostide des chiens (*Agrostis canina*).

TAILLIS-SOUS-FUTAIE D'AGE MOYEN

Le tableau 2 donne la composition floristique de ce stade. Douze relevés ont été effectués dans différentes parcelles.

Le Chêne sessile (*Quercus sessiliflora*) domine totalement la strate arborescente. Le taillis bien développé est constitué pour l'essentiel de Charme (*Carpinus betulus*), de Tilleul à feuilles cordées (*Tilia cordata*) ; le Sorbier torminal (*Sorbus torminalis*), le Tremble (*Populus tremula*), le Bouleau (*Betula verrucosa*) et le Hêtre

(*Fagus sylvatica*) sont régulièrement disséminés. Dans la strate arbustive s'observent, outre les précédents, le Noisetier (*Corylus avellana*), les deux Aubépines (*Crataegus monogyna* et*Cr. oxyacantha*) et le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*). Les Ronces (*Rubus fruticosus*) sont encore régulièrement présentes mais peu abondantes.

Dans la strate herbacée dominent le Lierre (*Hera helix*), le Muguet (*Convallaria maialis*) et, dans une moindre mesure, la Luzule poilue (*Luzula pilosa*) et la Luzule des forêts (*Luzula sylvatica*). Les espèces nouvelles sont rarissimes : on peut noter l'Orchidée saprophyte, Néottie nid-d'oiseau (*Neottia nidus-avis*), favorisée par la reconstruction de la litière. Les espèces liées à l'ensoleillement, dû à l'ouverture, ont pratiquement disparu. La diversité spécifique décroît.

TAILLIS-SOUS-FUTAIE AGÉ

Le tableau 3 donne la composition floristique de ce stade. Onze relevés ont été effectués dans différentes parcelles.

Le Chêne sessile (*Quercus sessiliflora*) domine encore la strate arborescente, mais on note aussi d'autres essences (Hêtre, Tilleul, Tremble). Le taillis bien développé est constitué pour l'essentiel de Charme (*Carpinus betulus*), de Tilleul à feuilles cordées (*Tilia cordata*) et parfois de Tremble (*Populus tremula*) ; le Sorbier torminal (*Sorbus torminalis*), le Bouleau (*Betula verrucosa*) et le Hêtre (*Fagus sylvatica*) sont régulièrement disséminés. Dans la strate arbustive s'observent encore le Noisetier (*Corylus avellana*), les deux Aubépines, ainsi que le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*). Les Ronces (*Rubus fruticosus*) sont toujours régulièrement présentes et parfois abondantes.

La strate herbacée est mieux fournie que dans les stades précédants. Avec le Lierre (*Hedera helix*), le Muguet (*Convallaria maialis*), la Luzule poilue (*Luzula pilosa*), la Luzure des forêts (*Luzula sylvatica*), d'autres espèces, sciaphiles, se développent : l'Anémone des bois (*Anemone nemorosa*), le Millet (*Milium effusum*), la Laiche à nombreuses racines (*Carex umbrosa = polyrhyzza*), la Gesse des montagnes (*Lathyrus montanus*), la Mélique uniflore (*Melica uniflora)*, la Néottie nid-d'oiseau (*Neottia nidus-avis*), etc. L'Epipactis pourpre (*Epipactis purpurata*), rare orchidée pauve en chlorophylle, caractéristique de ce stade n'apparaît pas dans les relevés, effectués avant sa sortie. Les Fougères (*Dryopteris filix-mas, Dr. carthusiana*) sont bien développées. On note aussi, à la faveur des chablis ou d'exploitations ponctuelles, la réapparition de quelques espèces de lumière absentes du stade moyen.

Traitement en futaie

Stade Fourrés

Le tableau 4 donne la composition floristique de ce stade. Douze relevés ont été effectués en différents endroits.

La strate arborescente et le taillis sont inexistants.

La strate arbustive est très largement constituée de Chênes (*Quercus sessiliflora*), mais aussi çà et là (*Qu. pedunculata*). Le Charme (*Carpinus betulus*), sous forme de rejets et de semis, est bien représenté. Les autres espèces sont peu fréquentes et peu abondantes : Bouleau (*Betula verrucosa*), Tremble (*Populus tremula*), Noisetier (*Corylus avellana*), Tilleul à feuilles cordées (*Tilia cordata*), Marsault (*Salix caprea*). Les Ronces (*Rubus fruticosus*) comme le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*) sont régulièrement présents et abondants.

La strate herbacée est très diversifiée mais les espèces sont souvent peu recouvrantes. Seul, le Lierre (*Hedera helix*) présente un recouvrement notable. Les autres espèces sont irrégulièrement présentes et peu recouvrantes ; les plus communément rencontrées sont le Muguet (*Convallaria maialis*), la Luzule poilue (*Luzula pilosa*) et la Luzule des forêts (*Luzula sylvatica*), puis l'Anémone des bois (*Anemone nemorosa*), le Millet (*Milium effusum*), la Laiche à nombreuses racines (*Carex umbrosa*), etc. Les espèces liées à l'ensoleillement sont très abondantes entre les fourrés et contribuent à une forte augmentation du nombre spécifique : Laiche pâle (*Carex pallescens*), Eupatoire (*Eupatorium cannabinum*), Jonc aggloméré (*Juncus conglomeratus*), Houlque (*Holcus lanatus*), etc.

Stade Gaulis

Le tableau 5 donne la composition floristique de ce stade. Douze relevés ont été effectués, en différents endroits.

Le taillis est maintenant développé. Il est constitué presque exclusivement de Chênes (*Quercus sessiliflora*, mais aussi çà et là *Qu. pedunculata*). Seuls, quelques Hêtres (*Fagus sylvatica*) les accompagent.

La strate arbustive est maintenant dominée par le Charme (*Carpinus betulus*), les Chênes, le Hêtre et dans une faible mesure le Tilleul à feuilles cordées (*Tilia*

cordata). Les autres espèces sont peu fréquentes et peu abondantes : Sorbier torminal (*Sorbus torminalis*), Noisetier (*Corylus avellana*), Aubépine (*Crataegus monogyna*). Les Ronces (*Rubus fruticosus*) comme le Chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*) sont régulièrement présents et plus ou moins abondants.

La strate herbacée reste très diversifiée ; le recouvrement moyen de chaque espèce augmente par rapport au stade du fourré. Le Lierre (*Hedera helix*) présente toujours un recouvrement notable et, avec lui, le Muguet (*Convallaria maialis*), la Luzule poilue (*Luzula pilosa*), la Luzule des forêts (*L. sylvatica*), la Fougère mâle (*Dryopteris filix-mas*). Les autres espèces sont encore irrégulièrement présentes et peu recouvrantes. Les espèces liées à l'ensoleillement restent abondantes et se développent au niveau des layons : Laiche pâle (*Carex pallescens*), Laiche à pilules (*Carex pilulifera*), Jonc aggloméré (*Juncus conglomeratus*), Germandrée scorodoine (*Teurcrium scorodonia*), etc. Certaines régressent par rapport au stade antérieur (Eupatoire par exemple).

Stade Perchis

Le tableau 6 donne la composition floristique de ce stade. Onze relevés ont été effectués en différents endroits.

Les Chênes (*Quercus sessiliflora*, avec quelques *Qu. pedunculata*) atteignent maintenant une taille suffisante pour se situer en strate arborescente. Le taillis comprend outre quelques Chênes, des Hêtres (*Fagus sylvatica*), de nombreux Charmes (*Carpinus betulus*) et Sorbiers torminaux (*Sorbus trominalis*), ainsi que quelques Tilleuls (*Tilia cordata*).

La strate arbustive est maintenant réduite. Elle contient surtout le Charme, le Hêtre, le Sorbier torminal, le Noisetier (*Corylus avellana*), les Aubépines (*Crataegus monogyna* et *Cr. oxyacantha*). Les Ronces (*Rubus fruticosus*) comme le chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*) sont encore présents et plus ou moins abondants.

La strate herbacée reste bien diversifiée ; le recouvrement moyen de chaque espèce diminue nettement par rapport au stade du gaulis. Les espèces les plus fréquentes sont le Muguet (*Convallaria maialis*), le Lierre (*Hedera helix*), la Luzule poilue (*Luzula pilosa*), la Luzule des forêts (*L. sylvatica*), la Fougère mâle (*Dryopteris filix-mas*), la Fougère spinuleuse (*Dr. carthusiana*), la Laiche des bois (*Carex sylvatica*). Les espèces liées à l'ensoleillement subsistent et restent abon-

dantes au niveau des layons : Laiche pâle (*Carex pallescens*), laiche à pilules (*C. pilulifera*), Jonc aggloméré (*Juncun conglomeratus*), Germandrée scorodoine (*Teucrium scorodonia*), etc.

Stade de la futaie submature

Le tableau 7 donne la composition floristique de ce stade. Onze relevés ont été effectués en différents endroits. La futaie submature de la Forêt d'Orient résulte d'un aménagement particulier du taillis-sous-futaie : il faut donc prendre, sous certaines réserves, les résultats des comptages d'espèces.

Les Chênes (*Quercus sessiliflora*, avec quelques *Qu. pedunculata*) constituent avec quelques Hêtres la strate arborescente. Le taillis, moyennement développé, contient encore une bonne part de Charmes (*Carpinus betulus*) ainsi que quelques Hêtres, Sorbiers torminaux (*Sorbus torminalis*) et Tilleuls (*Tilia cordata*).

La strate arbustive est extrêmement réduite, avec le Charme, le Hêtre, le Sorbier torminal, le Noisetier (*Corylus avellana*), le Houx (*Ilex aquifolium*). Les Ronces (*Rubus fruticosus*) comme le chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*) sont présents mais très peu recouvrants.

La strate herbacée est moins diversifiée mais le recouvrement moyen des principales espèces est plus important. Les espèces sciaphiles dominent nettement avec le Muguet (*Convallaria maialis*), la Luzule des forêts (*Luzula sylvatica*), la Luzule poilue (*L. pilosa*), la Laiche à nombreuses racines (*Carex umbrosa*), l'Anémone des bois (*Anemone nemorosa*), le Lierre (*Hedera helis*), la Fougère mâle (*Dryopteris filixmas*), la Fougère spinuleuse (*Dr. carthusiana*), la Fougère femelle (*Athyrium filix-femina*), le Millet (*Milium effusum*), la Mélique uniflore (*Melica uniflora*), l'Epipactis pourpre (*Epipactis purpurata*, absente des relevés, *cf. supra*). Les espèces liées à l'ensoleillement ont disparu ou se réfugient le long des lignes forestières.

CONCLUSIONS

EVOLUTION DE LA FLORE LORS DU TRAITEMENT EN TAILLIS-SOUS-FUTAIE

La dynamique de la flore en liaison avec le traitement en taillis-sous-futaie a été évoqué précédemment avec l'analyse de chacun des stades (jeune, moyen, âgé).

Le traitement en taillis-sous-futaie ne provoque pas de variation sur la variété des espèces ligneuses au cours du temps, au nombre respectivement de 22, 19 et 20 (d'après l'échantillonnage). Il joue surtout sur la représentation des espèces dans l'espace (coefficient d'abondance-dominance).

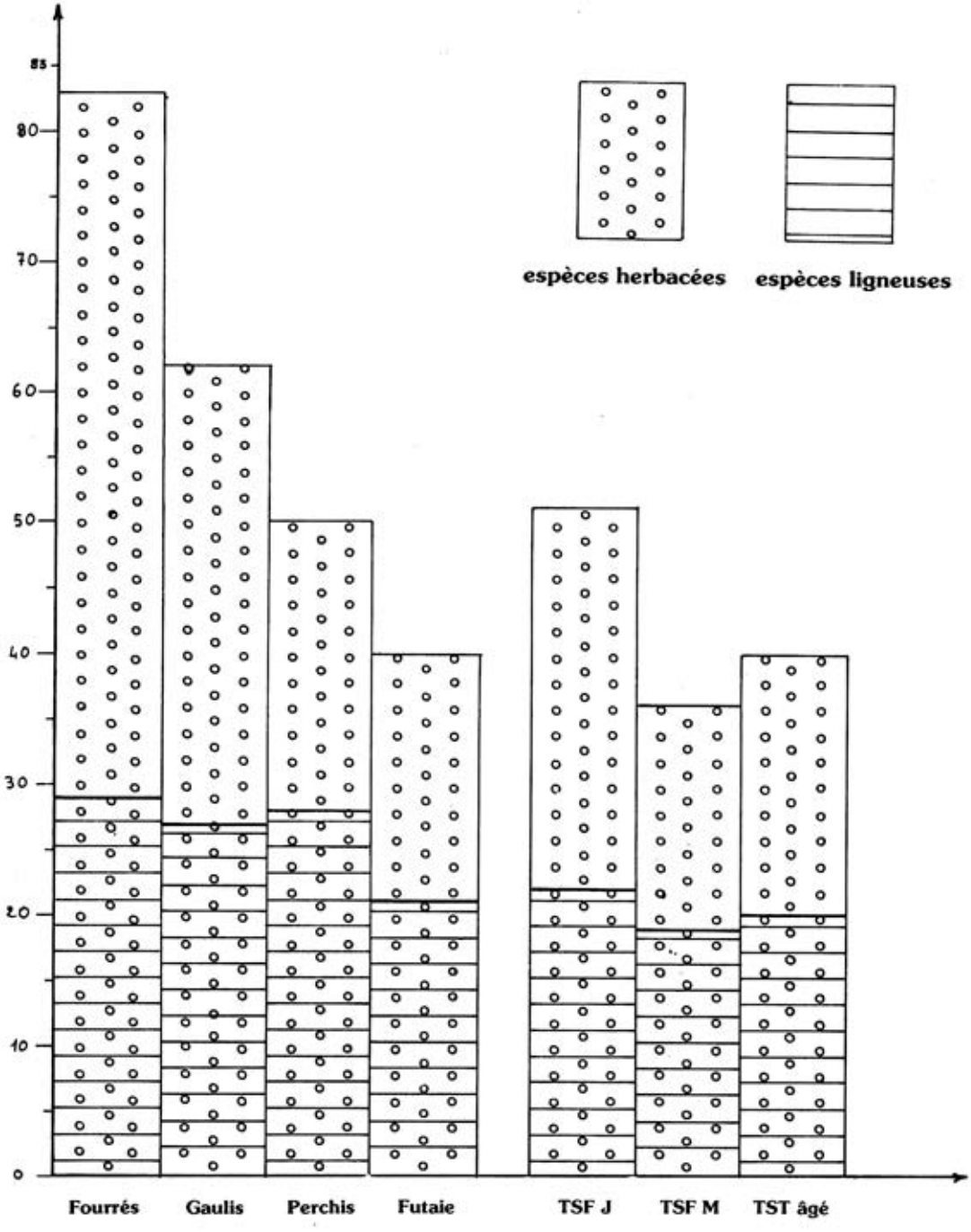
Par contre, il modifie le nombre des espèces herbacées avec le temps : leur nombre passe de 51 en moyenne (stade jeune) à 26 (stade moyen, nombre faible dû certainement à l'échantillonnage) puis à 35 (stade âgé). La diminution globale du nombre d'espèces s'explique surtout par la disparition des espèces non forestières, inféodées à la lumière : espèces des coupes, des lisières et clairières, qui réapparaissent partiellement dans le stage âgé (ouvertures liées aux chablis et aux exploitations ponctuelles).

EVOLUTION DE LA FLORE LORS DU TRAITEMENT EN FUTAIE

La dynamique de la flore en liaison avec le traitement en futaie a été évoqué précédemment avec l'analyse de chacun des stades (fourrés, gaulis, perchis, futaie submature).

Le traitement en futaie provoque une certaine variation du nombre des espèces ligneuses dont le nombre diminue de vingt-neuf à vingt-et-un, avec l'élimination progressive des pionnières comme le Saule marsault (*Salix caprea*).

Comme pour le traitement en taillis-sous-futaie mais de façon plus continue, le nombre des espèces herbacées diminue avec le temps : leur nombre passe de 83 (stade fourrés) à 62 (stade gaulis), à 50 (stade perchis) puis à 40 (stade futaie submature). Cette diminution s'explique à nouveau par la disparition des espèces non forestières, inféodées à la lumière : espèces des coupes, des lisières et clairières, des chemins larges qui réapparaissent à la faveur de la coupe rase précédant le stade fourrés.



Variation du nombre d'espèces en fonction du type de traitement

Comparaison de l'influence des deux types de traitement sur la flore

Les différences floristiques selon les deux types de traitement sont peu marquées. Il est impossible de dégager l'existence d'espèces particulières à tel ou tel type de traitement. Par contre, le traitement influe de façon importante sur l'abondance-dominance relative de plusieurs espèces.

Globalement, la futaie héberge un peu plus d'espèces ligneuses que le taillis-sous-futaie. Toutefois, les deux stades terminaux renferment le même nombre d'espèces, soit environ 20. Les premiers stades du traitement en futaie sont plus riches en espèces ligneuses pionnières qui disparaissent ensuite. L'abondance-dominance de certaines espèces décroît sensiblement dans la futaie, ainsi celle du Tilleul à petites feuilles, arbre caractéristique de la forêt de Champagne humide, comme celle du Charme. D'autres espèces, comme le Bouleau et le Tremble, disparaissent des derniers stades de la futaie.

De même le nombre d'espèces herbacées est moins important dans le cas du taillis-sous-futaie que dans le cas de la futaie. Mais à nouveau celà est le fait surtout des premiers stades, le nombre d'espèces herbacées étant beaucoup plus élevé dans les stades fourrés (83) et gaulis (62) que dans le stade jeune TSF (51). Celà s'explique par les ouvertures beaucoup plus grandes qui permettent l'implantation de nombreuses espèces non forestières. Les stades terminaux recensent les mêmes nombres spécifiques d'herbacées, soit 40 espèces, avec un léger avantage pour la futaie. On y trouve les mêmes espèces sciaphiles, toutes forestières, avec des dominances semblables. Seules les Fougères semblent mieux développées dans le cadre de la futaie alors que le Lierre y est moins recouvrant.

Si l'influence de la conversion du taillis en futaie sur la biodiversité paraît faible à partir de l'analyse des tableaux comparatifs, il est difficile d'extrapoler ces résultats à un avenir lointain. En effet, la conversion est un phénomène récent en Forêt d'Orient. Les stades de futaie submature étudiés dérivent de taillis-sous-futaie vieillis et non de l'évolution d'un perchis : les relevés effectués dans ces conditions ne reflètent pas obligatoirement l'évolution à venir. Par ailleurs, la conversion joue de façon importante sur l'abondance de certaines espèces, surtout ligneuses : il est probable que certaines d'entre elles régressent fortement et même disparaissent après plusieurs cycles successifs de futaie régulière.

Tableau des relevés phytosociologiques des différents stades

① T.S.F. jeune

		acidicline				mn		méso-acidiphile		
Numéro de relevé		1	2	3	4	5		6	7	8
Recouvrement des différentes strates (en %)										
– Strate arborescente supér. :	A	20	20	45	25	20		25	45	40
– " " inf. (taillis)	T		5					4	2	4
– Strate arbustive	a	75	70	60	80	80		75	50	55
– Strate herbacée	h	80	75	45	55	15		40	85	50
ARBRES										
Quercus sessiliflora	A	11			21	12		23	23	11
	t									
	a				+			+2	+2	
	h							+	23	+
Quercus pedunculata	A	12	R	11	+	21		11	+	
	T									
	a			12	22				6	
Fagus sylvatica	A	+	+	+2						
	T					+		R		
	a					+		+		
	h					+		+	11	
Tilia cordata	A									
	T		+		+				+	
	a	12	+2	12	12	22		22	12	
	h	+								
Carpinus betulus	T	11	+		+	+		+	+	
	a	22	33	32	32	43		34	32	32
Populus tremula	A		+			13				
	T									
	a	13	+	12	23			12	+2	12
Betula verrucosa	A		+2		+2					
	T									
	a	33	12	22	12	+		+	12	12
Sorbus torminalis	T									
	a	+							11	+

du TRAITEMENT EN TAILLIS SOUS FUTAIE (T.S.F.)

② T.S.F. moyen

acidicline											ma	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
40	30	15	60	45	60	45	60	60	30		45	40
55	55	70	40	35	20	50	35	45	70		50	70
15	3	5	5	5	7	20	20	4	3		2	5
12	5	20	8	15	5	15	20	17	55		2	30
23	22	+	33	32	44	22	32	31	11		33	32
	R			+	+	+					12	12
	R			+3								
				+3		+	+3	+				
	12								21		+	
11												
+	11		R	+	+	11	+	12	+			
	11		+2	11	+			12			+	+
+	+	+	+2		11	+	+	11	+		+2	
R	+			R				+				
	+		+			11	22	21	+			+
22	12	22	22	22	12	33	32	22	33		+2	12
	+	+	+	+2	+	11	+2		+			+
+	+	+		+								
32	32	33	23	22	12	22	22	22	32		33	42
	+	+	+	+	+	11	11	+			+	+
	+										R	
+3	+3	+			+	+	R		+			R
R					+	+2			+			
											R	R
11	R	22					R				+	
		+2	+	+	+	+	+	R			11	11
		+	+	+	R						+	11

③ T.S.F. âgé

acidicline								mn		méso-acidiphile		
21	22	23	24	25	26	27		28		29	30	31
30	5	50	15	15	35	30		5		25	15	30
55	80	40	75	75	75	55		85		60	65	60
40	10	30	5	4	75	2		4		20	5	4
45	40	60	30	40	35	75		35		45	60	65
22	+	22	+	+	23	21		R		21	12	21
	+											+2
+	R	+										
+												
12	R	11	+	21	11	+						
+2												
+		+										
						11				13	+	11
	+		+		+	+				22	+	+
+	+	+	+	+	+	+				13	+	12
				+								12
+	+	11			+	+						+
32	22	22	12	32	32	32		33		+2	22	33
+		+2		+	+	+		+		+2		+
23		+			12	+2		+				13
22	22	23	32	+2	33	12		22		33	22	22
+		+			+					+2	+	+
+		+2		+2								+
+	32		33	23	22	+		23		+	23	13
R		+		+	+	+					+	
	+											
	21		+			R		13		22	12	12
			+			+				+	+	+
			+			+				+		

① T.S.F. jeune

		acidicline				mn		méso-acidiphile		
Numéro de relevé		1	2	3	4	5		6	7	8
Prunus avium	T					+				
	a		+2			11				
Acer campestre	T									
	a									
ARBUSTES										
Crataegus monogyna		+		+		+		R	+	+
Crataegus laevigata			+	+	+					
Corylus avellana		12	12		12				+	+2
Ilex aquifolium										
Mespilus germanica		R								
Malus sylvestris									+	
Salis caprea		+	+		+	13		+		
LIANES ET ARBRISSEAUX										
Hedera helix	T+a					+				
	h	33	33	+3	33	13		12	12	13
Lonicera periclymenum	a	+	+		11			+	+	+
	h	+	12	22	12			+	+3	23
Rubus fruticosus		12	+	11		22		12	12	+2
Rosa arvensis		12	+							
ESPÈCES HERBACÉES										
Convallaria majalis		23	+2	12	34	+3				13
Luzula pilosa		22	12	12	+			+2	+	+
Dryopteris filix-mas		+	+2		+					
Dryopteris carthusiana		+2	+2	+	+					
Luzula sylvatica				+2		13		23	34	
Anemone nemorosa			22			24				+
Milium effusum		+2	12	+						
Carex umbrosa										
Neottia nidus-avis										
Carex sylvatica		11			12	+2				
Deschampsia coespitosa		+	22	12						
Veronica officinalis			+							+2
Melica uniflora		+				R				
Polygonatum multiflorum					+2					

② T.S.F. moyen

acidicline											ma	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
	R											
			+2									
		R			R	R	+	R	+		R	
+			+	+		+2	+		+		R	+
+	+	+			+	+		+			+	+
	R		+	+		R		R	+			
			+2	+3	+2	+2						
		R	+2								+2	+
+	+		+	+	+	+		+				
12	12	12	12	22	12	11	23	22	23		+	+2
									+		+	
	+	R	R	R	R	+2	R	+	+2		+	+
22	+2	11	+	13	11	22	21	11	11		+	+
+3	+2	12	R			13		+2	34		R	+2
R	+					+	+	R	+			R
12		11				12	+2	12	+			
11		+2				+2	+2	+				
	+			+2		+3		12	13			23
									34		R	33
R									11			
+2									12			
			R		R	R	+					+
							R					
R									+2			
		R					+		+			
									+3			
			R									

③ T.S.F. âgé

acidicline								mn		méso-acidiphile		
21	22	23	24	25	26	27		28		29	30	31
								+				
								+				
R	R											
	R					R		R		R		
+	R	+		+	+	+		R		+	+	
+	+	+	11	+	11	R		+		+	+	
R	+			+		+				+2	+	11
			+			+					+	+
						+				+	+	+
					+						+	
+	11		+		11			+				
13	13	12	23	23	22	23		22		+2	22	23
+			+			+				+		
23	+3	+	+	R		22		+		+	13	12
33	12	23	+	11	44	11		12			+	13
					+3							
13	+2	13	12	23	+2	34		+		33	33	34
+	+	+		+2	+	12				+2	12	+2
+2	12	12	+2	12	11	12		11		11	+	+
+	+2	+	+	+2	+	+		+		+	+	
+3		+2	R	+	+	33		+		13	23	23
33	34	+	+2	34	+2					+3	13	
11	+	11		+3	+	11				R	+	+2
22	+2	22	R	+2	11	12		R			+2	
		R		R	R			+3			R	+
R	+	+		+	+	R						
R	R	+		+2		+2						
	R					R						+
12		12			+3	+3						13
R	+	+2			R	R				+		

① T.S.F. jeune

	acidicline				mn	méso-acidiphile		
Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8
Festuca heterophylla	12	+2	+2	+2			13	22
Poa nemoralis		+2	t	+	+		+2	
Lamium galeobdolon	+2							
Stellaria holostea		+2	r					
Scrofularia nodosa	+	+						
Euphorbia amygdaloides					+			
Primula elatior								
Athyrium filix-femina	+	12						
Potentilla sterilis		r	+2		r			
Brachypodium sylvaticum								+
Vinca minor								
ESPÈCES DE LUMIÈRE ou ± FAVORISÉES PAR LA LUMIÈRE								
Carex pilulifera	+		12	r		12	12	22
Carex pallescens	+2	+	11	+	r	+		+
Hypericum pulchrum	R	+	+	R			R	+
Juncus conglomeratus	+	+			+	+	+	+
Stachys officinalis	R	+						
Pteridium aquilinum								
Teucrium scorodonia	+		+2	+			+	12
Fragaria vesca	+2		+2			+		+2
Poa trivialis								
Agrostis canina	+		+2					+2
Ajuga reptans	+2	+2	+					
Luzula multiflora		+						+2
Juncus effusus	+		+2					
Luzula forsteri					R	+2		
Melampyrum pratense		+						
Holcus lanatus	+							+2
Carex flacca					+	+2		

Autres espèces (espèces dites accidentelles) : Prunus spinosa (Relevé n° 3), Ligustrum vulgare (R. 22), Viburnum opulus (R. 3), Salix aurita (R. 8), Frangula alnus (R. 30), Epilobium montanum (R. 22), Arum maculatum (R. 22), Ranunculus auricomus (R. 22), Molinia coerulea (R. 3), Holcus mollis (R. 18), Carex brizoides (R. 18), Carex remota (R. 26), Carex elongata (R. 3), Rumex nemorosus (R. 2 et 3), Festuca gigantea (R. 26), Veronica montana (R. 26), Hieracium

② T.S.F. moyen

acidicline											ma	
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20
									+2			
									+			
									+2			
									+			
	R					R						
									+			
			R									
	R											

③ T.S.F. âgé

acidicline								mn		méso-acidiphile		
21	22	23	24	25	26	27		28		29	30	31
				+								
						R						
		R		+2								31
+		+3			R							
	+	R										
		+3			R							R
R	+				R							
R										R		
												R
								13				
						R					R	
						R						31
						R				23	+3	12
					+							
						+						

lachenalii (R. 8), Viola reichenbachiana (R. 5) ; espèces de lumière et de coupe : Calluna vulgaris (R. 8), Solidago virgaurea (R. 2), Arrhenatherum elatius (R. 2), Stachys sylvatica (R. 1), Eupatorium cannabinum (R. 2), Galeopsis tetrahit (R. 22), Agrostis stolonifera (R. 3), Anthoxanthum odoratum (R. 7)

mn = mésoneutrophile
ma = mésoacidiphile

Tableau des relevés phytosociologiques des

		④ Fourrés												⑤					
		acidicline										mn	ma	acidicline					
Numéro de relevé		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Recouvrement des différentes strates (en %)																			
– Strate arborescente supér. :	A									(25)	(70)								
– " " inf. (taillis)	T												70	70	50	55	60	65	70
– Strate arbustive	a	85	90	95	85	95	90	85	70	85	75	85	30	55	60	75	55	25	60
– Strate herbacée	h	8	15	10	15	15	45	50	80	41	60	9	45	25	50	35	30	55	40
ARBRES																			
Quercus sessiliflora	A									+	33								
	T												45	44	12		44	44	44
	A									11	11					34			
Quercus pedunculata	T														33				
			45		44			13		11	13		22	11			22	12	32
Quercus sessil.	a	44				44			+							12			
Quercus ped.	a		+3	55			33			11	+3	33							+
Fagus sylvatica	A																		
	T													+	+				
	a	+				11		+			+			11	+		11	+	R
Tilia cordata	A																		
	T																		
	a	+	+2	+	+2			22	12	22	12			22	32	+	+2	11	22
	h								+										
Carpinus betulus	T																		
	a	23	22	13	23	33	33	12	22	44	22	13	11	32	23	12	33	22	23
Sorbus torminalis	T									R				+					
	a				11			R					+		12		+2	+	11
	h		R																
Betula verrucosa	T																		+
	a	+			+2	11		12	+	+	+	+	+				R		+
Populus tremula	T																		
	a	+		+3	+	+	+2	34		+	13	+	+						+2
Malus sylvestris	T																		
	a	+											R	+2		+			+

différents stades du TRAITEMENT EN FUTAIE

Gaulis

			méso acidiphile		
19	20	21	22	23	24
80	60	60	70	65	65
40	60	70	60	80	40
25	70	80	8	15	25
55		44	44	44	45
	44				
+2		+	+		
12		32	12	12	+
	11				
		+	+		
			+		+
+		R	+	+	11
22	+2	12	22	21	+
			+		
+2					
23	32	22	33	22	32
+	11	+	+		R
	+				
R	(+)		+		
			+		+
R	(+)				
	+				
+	+	(+)	+		+2

⑥ Perchis

acidicline							méso acidiphile			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
60	60	70	60	50	50	55	40	65	60	55
45	35	8	20	45	20	15	45	3	10	0
8	45	65	60	15	75	75	8	20	60	30
5	6	20	30	8	40	25	10	60	45	90
		44	43	+	34			44	33	33
	44	11				33	32	+	+	
44	11			33						
	+			+		11	+			
+	+									
+3				+		+				
	+				+					
		+	+3	+	+	+		+		
		+		+	11	R	+	+	+	+
		R								
			22				R	+	+	
			22							
33	22		11	33	22	11	32	+	12	
12	22	33	+	12	22	44	12	11	32	21
+	21	+	+		12	+	12	+	+	R
+	+		+	R	11	11	+	12		+
	+2									+
								(+)		
						(+)				
+		+								
	+			R	+					+

⑦ Futaie submature

acidicline							méso acidiphile			
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
55	55	65	65	50	70	55	60	80	65	60
35	40	30	25	45	15	35	30	15	10	25
15	5	1	2	5	1	5	6	5	5	10
65	50	8	60	60	45	15	10	55	60	70
11	33		44			33	44	54	+	
	+	44		34	44		+			34
33	+					11			43	22
	+								11	
+			12				+	+		
	+		12	12		R	12	22		+
+		R	+	11	+	R	11	11	R	
+	+									+
12	12		12	32						
+3	+		+	+2	+		22	R		+
11	+3						+			
22	22	22	22	22	22	23	+	R	+2	12
	+		+	+		+	+12		+	+
+	+	R		+		+3		+	+2	+2
+							+			+
+										
		+		R					R	
R										
R										
			R	R	+			R		+

		④ Fourrés												⑤					
		acidicline										mn	ma	acidicline					
Numéro de relevé (*rappel*)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Prunus avium	T													11	11		+		
	a		R		+	+							+	+	+			R	
Acer campestre	T														R				
	a		R	+			+					12			+2	R			
Pyrus communis	T																		
	a																		
Sorbus domestica	A/T																		
	a												+						
Fraxinus excelsior	a														R				
ARBUSTES																			
Corylus avellana		12	12	+	+2		+		+			12				22			12
Crataegus monogyna					11		+	+	+		+	+	R	+	+	+	R	R	
Ilex aquifolium											+	+2				+			+2
Crataegus laevigata			R						+			12			+	+			
Salix caprea		+	+	+	+	+	+	+	+		+	22					R		
Prunus spinosa							+				R			+	+2		+		
Frangula alnus						R							+			R	R	R	
Viburnum opulus																	R	R	
Ligustrum vulgare															+				
Cornus sanguinea												+2				R			
Salix aurita		R				R	+												
Salix cinerea				+2				R	R			+							
LIANES ET SOUS ARBRISSEAUX																			
Lonicera periclymenum	a	11	+		23	+				+		+3	11	+	+	21	11	+	+
	h	12	R		12			+3	+	12	+3	+2	22	12	12	22	21	23	23
Hedera helix	T/a										+								
	h	+2	22	13	22	13	+	13	11	33	12	12	12	13	32	12	12	22	22
Rubus fruticosus		+	+	12	22	23	13	44	43	33	33	12	22	+2	+	33	+	12	33
Rosa arvensis					+				+2		+2	+2		+2	+2	+2			
ESPÈCES HERBACÉES																			
Convallaria majalis		+3	R		+2	(+2)	(+2)		+2	23	+2	+	22	12	+2		R		
Luzula sylvatica						(+)		+2	+2	12	+2		+2	12	R		+3	24	+3
Dryopteris filix-mas			+					+2	+2	+	+	+	+	+	22	22	+2		
Dryopteris carthusiana				+		+	+	R		+		+	+	+	+	+	+2	+	+

Gaulis

			méso acidiphile		
19	20	21	22	23	24
					+
				R	
12	23	12	12	11	+
	+				R
				+	
	+			+	R
					+
					R
+					
+	+	11	+	12	12
13	12	34	+2	+2	
				+	+
22	22	33	+	12	13
12	+	33	11	44	11
			+		
13	44	23	+		+2
+3	23	+3	+3	+3	13
13	+	+	12	+2	+
+2	+		+	+	

⑥ Perchis

acidicline							méso acidiphile			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	R	11								
	+	+			R					
+										
	+									
	R									
	R									
+	+	22	11		+	12	+	+	22	11
+	11	11	11	+	11	11		+	+	
+	R	+3	+		+			+		
+		+	+		+	+				
				+2	12	+2				
								R		
		+				R				
		+	+							
		R			+					
	+	+		+	+	+		+	+	+
+2	12	12	+2	+	23	22	+2	22	22	33
		+								
R	+	12	11	+2				+	12	
+2	23	33	33	11	44	22	12	23		+2
(+)	+2	12	+2		12	+2	+			
+	(+)	+3	23	+		+2	+3	33	23	13
	(+3)		+2	+			13	22		
+	+	22	+		+	+		+	+	+
+		+		(+)	+	+		(+)		12

⑦ Futaie submature

acidicline							méso acidiphile			
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	R									
+	+					R			+	+2
+	+									
+2	+2			+3	+	+2	11	R		
+			R	R						
										+
		+				R				
+2										
				R						+
+	12	(+)	+	13	12	+	+	+2	33	22
							+		+	
+	13	+	+2	12	+	+	+2		+	
11	12	+	+	+	+	+	11	+	+	+
+			R							
+	13	13	+	34	34	12	+	34	23	33
+2	+	(+)	33	12	13	+3	12	23	+2	+2
+	+	(+)	+2	+	+					
+2	+	+2		+	+2	+			+2	+

	④ Fourrés												⑤					
	acidicline										mn	ma	acidicline					
Numéro de relevé (*rappel*)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Espèces herbacées (*suite*)																		
Carex pilulifera	(+)			+	+		+		+	+					(+)	R	R	+
Carex umbrosa							32	32	22	33		R	+2	+2		+2	+	
Luzula pilosa	(+)			11	(+)		+	+	11	+2	12		-	+		+2	+	11
Milium effusum			12	+	(+)	11	(+)	11	+	+	+	+	+	+		+		
Carex pallescens	(+)		+	(+)	(+2)	(12)	+	+2	+	+2		(+)			(+)			
Athyrium filix-femina		+			+				+			+2		12		+		+
Carex sylvatica			+				+	12		+	+		+					
Anemone nemorosa			11	+			12	13	+	23	+		+2					
Deschampsia coespitosa					(+)	+2	+2	+2					+	+				
Scrofularia nodosa						(+)	+		+	+	+		+			+		
Veronica officinalis					(+)		+2		+2	+2		+				(+)		
Melica uniflora								23					+2					
Euphorbia amygdaloides							+	13			22		11	+				
Melampyrum pratense					(+)			+				+						
Stellaria holostea						(+)	+	+2	(+)			(+)						
Epilobium montanum					(+)		+			+	+		R	R		(+)		
Poa nemoralis						+			R	+2	+		+2					
Circea lutetiana		(+2)	(+)										+3					
Lamium galeobdolon			+								11		+					
Festuca heterophylla				13						R								(+)
Hieracium laevigatum																		
Primula elatior											+	(+2)						
Potentilla sterilis								+				R						
Polygonatum multiflorum								+2								+2		
Lathyrus montanus													+					
Solidago virgaurea																(+)		
Vicia sepium								+			+							
Rumex nemorosus					(+)	+					+3							
Carex pendula					+	(+)					+							
ESPÈCES DE LUMIÈRE																		
ou ± favorisées par la lumière																		
Teucrium scorodonia	(+)			+		23				+2	+	12						22
Hypericum pulchrum	(+)			R	(+)		22			12		+			(+)	(+)	R	+

Gaulis

			méso acidiphile		
19	20	21	22	23	24
+	+	+2	+2	R	
			+		+2
+	12	12	+	+	+
	+				(+)
+		+		(+)	+
(+)				(R)	
(+)			R	(+)	
			R	(+)	
			R		R
					+
					+
		+2			
	+2	+			
	11	+	(+)		R
(+)				(+)	
			(+)		
+2	+2	23	+2	(+2)	
(+)	(+)	12	R	+2	R

⑥ Perchis

acidicline							méso acidiphile			
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
+	+	+			+2	+2	+	+		+2
			+2	+2	+2		+2			
R	(+)			11			+	+		+
			+2							12
	(+)	+		(+)		(+)				+
	(+)	+	+			+				12
R	+	+2	+			R		R		R
+2	(+)	+	+2	12						
R				R				+		(+)
R				(+)	+	+				
			13	+		+		+2	+	
	(+)				+			11		+
								R		
(+)	+		+					+2		
			+							
+	(+)							+		
(+)	(+)	+	+	(+)	+2	+2		12	+	12
R	(+)	R		(+)	+		R	+	+	

⑦ Futaie submature

acidicline							méso acidiphile			
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
		(+)		(R)			R	+		
12	22	+2	12	12	+	+2	+2	+2	+2	13
12	11	(+)	+	+	+	R			11	+2
11	+	+	+	+	+		R		+	
		(+)								
12	12	+		+		+				
	+									
33	34	+	+	32	33				23	34
+2	+	+2	+2	+2						
R										
22	+2		+2	+2			+			
11	+			+						
			+				R		+2	+
+2	+2								+	+2
				40						
33	+									
R										
	R									
	+									
+										
			R							
R	+									
				(R)					+2	R
		(+)								

	④ Fourrés												⑤					
	acidicline										mn	ma	acidicline					
Numéro de relevé (*rappel*)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Espèces herbacées (*suite*)																		
Juncus conglomeratus				+	(22)	11	12	22	+2	+	+	R				+		
Holcus lanatus	(+)	(+2)		+	(22)	(22)	+2		+	12		(+)				+		+2
Molinia coerulea												12				+3		
Pteridium aquilinum					+							23		R				
Agrostis tenuis				12	(+2)	(12)	+2		+2	+2		+						+
Holcus mollis	(+)	(+2)				(23)						(+2)				+3		
Poa trivialis					(12)	(+2)	+2	+		12				+				
Brachypodium sylvaticum	(+)	R				+	+2			12								
Eupatorium cannabinum	(+)		R		(+)	+	13	+2	R		+	(+)						
Fragaria vesca	(+)				(+)			+		+	+	+						
Carex flacca	(+)			+2														
Ajuga reptans						+		+										
Epipactis groupe helleborine							+			+			R		+			
Galeopsis tetrahit			R		+					R								
Calamagrostis epigeios							+3			+								+
Hypericum hirsutum						+	+	11		+	+							
Lampsana communis			+				+					(+)						
Stachys officinalis																		
Lotus uliginosus								+										
Dactylis glomerata							+2			12								
Epilobium angustifolium	(+)				+	+												
Luzula multiflora	(+)						12			12								

Autres espèces relevées (espèces généralement de fréquence très faible)

- Arbres : Castanea sativa (Relevé n° 30, 34)
- Arbustes : Mespilus germanica (R. 22,1), Ribes rubrum (R. 13), Sorbus aucuparia (R. 10), Rosa canina (R. 6, 11), Rubus idaeus (R. 5, 7, 10), Calluna vulgaris (R. 12)
- Espèces herbacées forestières : Luzula forsteri (R. 4, 21), Neottia nidus avis (R. 17), Carex brizoides (R. 31), Carex remota (R. 6 et 19), Festuca gigantea (R. 7, 8, 10), Campanula trachelium (R. 7 et 8), Geum urbanum (R. 3 et 8), Viola reichenbachiana (R. 8 et 22), Adoxa moschatellina (R. 6), Stachys sylvatica (R. 16), Veronica montana (13, 26, 37), Geranium robertianum (R. 3, 6, 7)
- Espèces herbacées des milieux non forestiers (non strictement forestiers) et des prairies : Juncus effusus (R. 6, 22, 23), Glechoma hederacea (R. 6), Anthoxanthum odoratum (R. 5 et 12), Agrostis canina (R. 12, 18, 21), Brachypodium pinnatum (R. 16), Cardamine pratensis (R. 8, 36, 37), Angelica sylvestris (R. 13), Galium palustre (R. 12, 19, 22), Lysimachia vulgaris (R. 19), Galium

Gaulis

				méso acidiphile		
19	20	21	22	23	24	
+	R	+			(+)	
(+)		+2	+	(+)		
		R			(+)	
	+2		+		23	
(+)					(+)	
(+)	R				(+)	
(+)			(+)	+2		
					R	
			R	(R)		
(+)			(+)			
					+	
				(+)		
(+)						
(+)						
			R			

⑥ Perchis

acidicline						méso acidiphile				
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
(+)		+				(+)	(+)	(+)	+	+2
		R				(+)	(+)			(+)
R	R			+	+2	+	12	12	+	44
		R	R		+2			+	23	+3
	(+)				+		+	12	+	+2
							(+)	+3	+	
(+)	R				+2	+			+	(+)
						(+)				
						(+)				
+2	+2	12		+	12	+			+	
(+)				(+)						
						(+)				
					+2					(+)
				(+)						
				(+)						(+)
									R	
										(+)

⑦ Futaie submature

acidicline							méso acidiphile			
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
									+	
					R		+		34	23
				+			+	+		
		(+)							+	+3
+										
R										
			R							
	R								+	+

uliginosum (R. 19), Urtica dioïca (R. 3, 16), Ranunculus repens (R. 8, 12, 19), Poa annua (R.23), Agrostis stolonifera (R. 29), Lythrum salicaria (R. 31, 35), Epilobium tetragonum (R. 6, 12, 31), Scutellaria minor (R. 35), Carex leporina (R. 10), Taraxacum dens-leonis (R. 8), Epilobium parviflorum (R. 8), Hypericum tetrapterum (R. 8), Juncus inflexus (R. 1), Heracleum sphondylium (R. 2), Galium aparine (R. 3 et 6), Juncus tenuis (R. 6), Lychnis flos-cuculi (R. 5 et 8).

REMARQUES :

R dans le tableau désigne une espèce représentée seulement par un seul pied dans le relevé.

(+) Les parenthèses sont utilisées pour différencier les espèces, généralement de lumière, localisées à la périphérie de l'aire du relevé effectué, situées dans les cloisons, layons, trouées ou micro-clairières.

mn = mésoneutrophile

ma = mésoacidiphile

Liste des relevés et

Numéro de relevé	Massif forestier	Numéro de parcelle	Type de traitement, stade	Recouvrement arborescent A (Ar dominant, Ar dominé)
1	F.D. du Temple	24	T.S.F. âgé	30 %
2	" "	24	T.S.F. âgé	A < 5 %
3	F.D. Larivour (Grds sillons)	68	T.S.F. moyen, dense	A < 50 %
4	F.D. Larivour (Grds sillons)	67	F. Fourré dense	0
5	F.D. Grand Orient	45	F. Gaulis	0
6	" "	53	T.S.F. moyen	A 40-45 %
7	" "	53	" "	30 %
8	" "	53	" "	10 à 15 %
9	" "	54	" "	45 %
10	" "	55	" "	55 %
11	" "	55	" " assez clair	45 %
12	" "	55	" " ⇒ futaie	45 %
13	" "	46	F. Gaulis assez gros	0
14	F.D. du Temple	23	F. submature	50 à 55 %
15	" "	30	" "	55 %
16	" "	30	" "	65 %
17	" "	39	" "	65 %
18	" "	31	" "	70 %
19	" "	31	" "	60 %
20	" "	38	" "	55 %
21	" "	34	Gaulis	0
22	" "	34	Gaulis	0
23	" "	34	Gaulis	0
24	" "	34	Gaulis	0
25	" "	33 (hors sélection)	F. submature	65 %
26	" "	33	F. Gaulis clair	—
27	" "	24	T.S.F. âgé	50 %
28	" "	24	" "	40 %
29	" "	18	F. Jeune fourré	—

de leur emplacement

Recouvrement tailles T	Recouvrement arbustif a 1 (2 à 6 m)	a 2 (0,5 à 2 m)	Arbres dominants ou arbustes dominants et total esp. ligneuses L et esp. herbacées H.	
50 à 55 %	2 %	40 %	Chêne sessile et pédonculé 2-2 - Tilleul 3-2	L=12 H=18
80 %	10 %		Tremble 3-2, Bouleau 2-1 Tilleul	L=15 H=20
≥ 50 %	2 %		Chêne sess. 3-3, Charme 3-3, Alis. torm 1-1	L=13 H=5
0	85 %		Chêne 4-4, Charme 2-3, Noisetier 1-2	L=14 H=4
70 %		60 %	Chêne sess. 4-4, Charme 3-3, Tilleul 2-2	L=12 H=20
55 %	15 %		Chêne sess. 2-3, Charme 3-2, Tilleul 2-2	L=12 H=9
55 %	2 %		Chêne sess. 2-2, Charme 3-2, Hêtre 1-1	L=11 H=11
70 à 75 %	< 5 %		Ch. sess. 1-2, Charme 3-3, Boul., Till. 2-2	L=12 H=6
45 à 50 %	20 %		Chêne sess. 2-2, Tilleul 3-3, Charme 2-2	L=11 H=9
40 à 45 %	< 5 %		Chêne sess. 3-3, Charme 2-3, Tilleul 2-2	L=12 H=6
35 %	5 %		Chêne sess. 3-2, Tilleul 2-2, Charme 2-2	L=10 H=3
20 %	6 %		Chêne sessile 4-4	L=9 H=4
60 à 65 %	30 %		Chêne sess. 4-4, Charme 2-2, Tilleul 2-1	L=10 H=11
40 %	< 5 %		Chêne sess. 3-3, Charme 2-2, Tilleul 1-2	L=9 H=25
35 %	15 à 20 %		Chêne sess. 3-3, Charme 2-3, Tilleul 1-2	L=13 H=23
10 %	< 5 %		Chêne pédonculé 4-3	L=8 H=14
30 %	1 %		Chêne sessile + pédonculé	L=7 H=9
15 à 20 %	1 %		Chêne sess. + pédonc. 4-4, Charme 2-2	L=7 H=12
25 %	10 %		Chêne sess. + pédonc. 3-3, Charme 2-2	L=10 H=15
30 à 35 %	5 %		Chêne sessile 3-3, Charme 2-3	L=7 H=10
70 à 75 %	55 %		Chêne sess. 4-4, Charme 3-3, Tilleul 2-2	L=13 H=24
65 à 70 %	35 à 40 %		Chêne sessile 4-5, Hêtre 1-1	L=15 H=13
60 %	55 %		Chêne sess. 4-4, Charme 3-3, Hêtre 1-1	L=13 H=20
50 %	60 à 65 %		Chêne pédonc. 3-3, Tilleul 3-2, Charme 2-3	L=15 H=15
25 %	2 %		Chêne sessile 4-4, Charme 2-2, Hêtre et Tilleul 1-2	L=7 H=15
60-65 %	25 %		Chêne sess. 4-4, Charme 2-2, Tilleul 1-1	L=10 H=9
40 %	30-35 %		Chêne sess. + pédonc. 3-2, Tilleul 2-2	L=9 H=19
50 %	50 %		Chêne sess.+pédonc. 3-3, Till. 3-3, Ronces 4-4	L=13 H=33
—	70 %		Charme 2-2, Tilleul1-2, Roncee 4-3	L=10 H=36

Numéro de relevé	Massif forestier	Numéro de parcelle	Type de traitement, stade	Recouvrement arborescent A (Ar dominant, Ar dominé)
30	Forêt privée "La Lune" (Le Petit Orient)	—	T.S.F. jeune	20-25 %
31	" "	—	T.S.F. jeune	15-20 %
32	" "	—	" "	45 %
33	F.D. Grand Orient	70	T.S.F. âgé	15 %
34	" "	70	" "	< 5 %
35	" "	63	" "	25-30 %
36	" "	62	" " mais peu dense	25-30 %
37	" "	62	T.S.F. âgé et dense	20 %
38	" "	63	T.S.F. âgé	15 %
39	" "	63	" "	30 %
40	" "	45	Gaulis élevé	—
41	" "	46	F. Gaulis asez clair	—
42	F.D. du Temple	23	F. très jeune fourré	—
43	" "	26	F. résultat de l'élimination du taillis	70 %
44	" "	19	F. fourrés denses	25
45	" "	24	T.S.F. âgé	35
46	Forêt privée du Temple à l'ouest de la parcelle 2 de la F.D.	—	T.S.F. moyen	30-35 %
47	F.D. du Temple	72	F. Fourrés	—

Recouvrement tailles T	Recouvrement arbustif a 1 (2 à 6 m)	a 2 (0,5 à 2 m)	Arbres dominants ou arbustes dominants et total esp. ligneuses L et esp. herbacées H.
2 %	70-75 %		Chêne sess. .2-3, Charme 3-4, Till. 2-2, Tremble 1-2 (+6 dans les trouées) L=10 H=12
4 %	80 %		Tilleul 2-2, Chêne sess. 1-2, Charme 4-3, Merisier 1-1, Tremble 1-3 L=9 H=14
42 %	45-55 %		Chêne sess. .2-3, Charme 3-2, Alister torm. 1-1, Bouleau 1-2, L=11 H=9
75 %	5 %		Charme 3-2, Tremble 3-3, Tilleul 1-2 L=11 H=8
85 %	< 5 %		Till. 3-3, Tremb. 2-3, Charme 2-2, Boul. 1-3 L=10 H=9
60 %	20 %		Ch. sess. 2-1, Charm. 3-3, Boul. 2-2, Hêtre 2-2 L=13 H=11
55 %	2 %		Tilleul 3-2, Chêne sess. 2-1, Charme 1-2, Hêtre 1-1 L=15 H=20
70-75 %	4 %		Tilleul 3-2, Tremble 2-3, Ch. sess. + péd. 2-1 L=9 H=17
65 %	3 %		Till. 2-2, Tremb. 2-3, Char. 2-2, Ch. sess. 1-2 L= H=
60 %	4 %		Tilleul 3-3, Charme 2-2, Chêne sessile 2-1, Hêtre 1-1, Tremble 1-3 L=10 H=16
55 %	55-60 %		Chêne sess. + pédonculé 4-4, Charme 3-2, Noisetier 2-3, Alisier terminal 1-1 L=10 H=14
55-60 %	15 %	75	Chêne sess. + pédonculé 3-4, Noisetier 2-2, Ronce 3-3 (+3 dans les ouvertures) L=14 H=4
—	85 %		Ronce 4-4, Tremb. 3-4, Till. 2-2, Charme 1-2 L=12 H=34
0	75 %		Chêne sess. 3-3, Ch. pédonculé 1-1, Charme 2-2, Ronce 3-3 L=15 H=34
0	85-90 %		Char. 4-4, Till. 2-2, Ch. péd. 1-1, Ronce 3-3 L=8 H=20
70-75 %	75 %		Char. 3-3, Till. 3-2, Tremb. 2-2, Ch. sess. 2-3 L=10 H=19
70 %	3 %		Tilleul 3-3, Charme 3-2, Ch. pédonculé 2-1, Chêne sessile 1-1 L=10 H=55
—	95 %		Chêne sess. + pédonculé 4-4, Charme 3-3, Ronces 2-3, Hêtre 1-1 L=12 H=8 [H=8 (sous couvert) et 25 dans les bandes gyrobroyées]

Numéro de relevé	Massif forestier	Numéro de parcelle	Type de traitement, stade	Recouvrement arborescent A (Ar dominant, Ar dominé)
48	F.D. de Larivour	58	F. Fourrés bas ± denses	—
49	" "	58	F. Fourrés bas denses sans trouées	—
50	" "	59	F. Fourrés denses	—
51	" "	64	F. Fourrés	—
52	" "	66	F. Fourrés denses	—
53	F.D. du Temple	93	F. Perchis	60-65 %
54	" "	93	F. Perchis	60 %
55	" "	93	F. Perchis	70 %
56	" "	91	F. Perchis	60 %
57	F.D. du Temple	91	F. Perchis	65 %
58	" "	89	" "	40 %
59	" "	87	F. Perchis avec beaucoup de taillis	50 %
60	" "	95	F. Perchis éclairci	45-50 %
61	" "	97	F. Perchis	55 %
62	Forêt privée du Petit Orient hors parcelles retenues	—	T.S.F. jeune	40 %
63	" " (La Lune)	—	" "	20 %
64	" "	—	T.S.F. très jeune	45 %
65	" "	—	T.S.F. jeune	20 %
66	" "	—	T.S.F. jeune très dense	25 %
67	" "	—	T.S.F. moyen	35-40 %

Recouvrement tailles T	Recouvrement arbustif a 1 (2 à 6 m)	a 2 (0,5 à 2 m)	Arbres dominants ou arbustes dominants et total esp. ligneuses L et esp. herbacées H.
—	90-95 %		Chêne pédonculé 3-3, Charme 2-3, Ronce 1-3 L=12 H=14 [H= 14 sous couvert et 21 dans les trouées]
—	> 95 %		Chêne pédonculé 5-5, Charme 1-3, Ronce 1-2 L=9 H=13
—	> 90 %		Chêne sessile 5-5, Charme 2-2, Noisetier 1-2 L=16 H=5 [H= 5 et 6 dans les trouées, les bandes]
—	85 %		Ch. pédonc. 3-3, Saule mars. 2-2, Charme 1-3 L=16 H=26
—	80-90 %		Ch. sess. 4-4, Char. 2-3, Chèvr. 2-3, Ronce 2-2 L=13 H=15
40-45 %	8 %		Ch. sess. + pédonc. 4-4, Charme 3-3, [H=15 + 7 dans les trouées)] L=13 H=15
30-35 %	45 %		Ch. sess. 4-4, Charme 2-2, Alisier torminal 2-1 [H=8 (+ 12 dans les trouées)] L=13 H=15
8 %	60-65 %		Ch. sess. 4-4, Char. 3-3, Noiset. 2-2, Ronce 3-3 L=17 H=15
20 %	55-60 %		Ch. sess. 4-3, Till. 2-2, Charme 1-1, Ronce 3-3 L=14 H=14
3 %	20 %		Chêne sess. 4-4, Charme 1-1, Alisier torminal 1-2, Ronce 2-3 L=11 H=19
45-50 %	8 %		Ch. sess. + pédonc. 3-2, Charme 3-2, Alis. torm. 1-2 [H=10 (+4 dans les trouées)] L=9 H=10
45 %	15 %		Ch. pédonc. 3-3, Charme 3-3, Ronces 1-1, [H=11 (+11 dans les trouées)] L=10 H=11
0	20 %		Ch. sess. 3-3, Charme 2-2, Alisier torm. 1-2 L=17 H=15
10-15 %	75 %		Ch. sess. + péd. 3-3, Charme 4-4, Ronce 2-2 L=13 H=13
0	60 %		Charme 9-2, Ch. sess. + péd. 3-1, Bouleau 1-2, Tremble 1-2 L=11 H=19
5 %	75 %		Bouleau 3-3, Ch. sess. + péd. .2-1, Charme 1-1 L=13 H=25
0	60 %		Charme 3-2, Ch. péd. .2-2, Boul. 2-2, Till. 1-2 L=11 H=25
0	70 %		Charme 3-2, Ch. péd. .1-2, Boul. 1-2, Nois. 1-2 [H=29 (+3 dans les trouées)] L=13 H=29
0	85 %		Charme 3-2, Ch. sess. .2-1, Tremb. 2-3, Till. 1-2 L=9 H=12
70	< 5		Chêne sess. 3-2, Charme 4-2, Tilleul 1-2, Alisier torm. 1-1 L=12 H=6

Numéro de relevé	Massif forestier	Numéro de parcelle	Type de traitement, stade	Recouvrement arborescent A (Ar dominant, Ar dominé)
68	F.D. Grand Orient	37	F. Gaulis	—
69	" "	37	" "	—
70	" "	54	T.S.F. moyen	55 %
71	" "	53	" "	60 %
72	" "	45	F. Gaulis	0
73	F.D. du Temple	75	F. Fourrés denses	—
74	" "	52	F. Futaie submature	60 %
75	F.D. du Temple	51	F. Futaie submature	80 %
76	" "	50	" " "	50 %
77	" "	97	F. Perchis	60 %
78	" "	97	" "	55 %

Recouvrement tailles T	Recouvrement arbustif a 1 (2 à 6 m)	a 2 (0,5 à 2 m)	Arbres dominants ou arbustes dominants et total esp. ligneuses L et esp. herbacées H.
55	70 %		Ch. sess. 4-4, Charme 2-2, Till. 1-2, Ronce 3-3 L=9 H=16
65	60 %		Ch. sess. 4-4, Charme 2-3, Till. 2-2, Ronce 3-3 L=12 H=12
35	20 %		Ch. sess. 3-2, Till. 3-2, Charme 2-2, Ronce 2-1 L=10 H=8
45	4 %		Ch. sess. 3-1, Till. 2-2, Charme 2-2, Hêtre 1-2 [H=7 (15 dans les trouées)] L=9 H=7
80	40 %		Ch. sess. 5-5, Charme 2-3, Tilleul 2-2, Ronce 1-2 [H=11 (-16 dans les trouées)] L=12 H=11
70	30 %		Ch. sess. 5-5,Charm. 1-1, Ronce 2-2, Chèvref. 1-1 [H=18 (+20 dans les trouées, clairières)] L=10 H=18
30	6 %		Ch. sess. 4-4, Till. 2-2, Hêtre 1-2, Houx 2-1 L=7 H=10
15	5 %		Chêne sess. 5-4, Hêtre 2-2, Houx 2-1 L=7 H=8
45	5 %		Ch. sess. + péd. 3-4, Tilleul 3-2, Charme 2-2 L=11 H=16
10	60 %		Ch. sess. 3-3, Charme 3-2, Noisetier 2-2 L=11 H=16
0	30 %		Ch. sess. 3-3, Charme 2-1, Noisetier 1-1 [H=18 (+10 dans les trouées)] L=9 H=15

PROPOSITIONS DE RÈGLES DE GESTION SUSCEPTIBLES D'ÊTRE INTÉGRÉES DANS LES PLANS DE GESTION DES FORÊTS TRAITÉES EN FUTAIE RÉGULIÈRE

1°) Ne pas modifier la composition floristique des thallwegs (rives des ruisseaux plus ou moins intermittants, fonds des vallons étroits). Ces sites particuliers sont peuplés par des groupements forestiers linéaires rares à l'échelle du massif, riches en espèces végétales peu courantes : Prêle d'hiver, Dryopteris de Borrer, Laiche espacée. Les espèces ligneuses sont surtout le Chêne pédonculé, le Frêne, le Tremble et l'Aulne glutineux.

2°) Conserver une certaine diversité au niveau arborescent. Dans le cadre de la futaie, le Chêne sessile (et dans une moindre mesure le Chêne pédonculé) est favorisé et omniprésent. Mais il est important de conserver d'autres espèces au niveau arborescent, non seulement le Hêtre et le Sorbier torminal qui présentent un intérêt économique, mais aussi des espèces de moindre intérêt (économique) comme le Tilleul à feuilles cordées (caractéristique de ce type forestier où il trouve son optimum), le Charme, et même quelques Trembles et Bouleaux. Les rares Châtaigniers, Sorbiers domestiques, Sorbiers des oiseleurs, Merisiers et Erables champêtres présents dans les fourrés, perchis et gaulis doivent être systématiquement conservés. De la même façon, il faut conserver les arbustes fruitiers, Pommier sauvage, Poirier sauvage, ainsi que le Houx et les Aubépines.

La diversité de la flore ligneuse joue un très grand rôle sur la mycoflore, la flore lichénique et muscinale, l'entomofaune et aussi sur l'avifaune.

3°) Il ne semble pas que la conversion en futaie modifie de façon significative la flore herbacée (*cf. supra*). D'une façon générale, la fermeture continue du milieu forestier conduit à chaque cycle à une réduction de la biodiversité. Le conseil que l'on peut formuler est d'éviter de vouloir reboiser systématiquement tous les vides et de laisser évoluer sans intervention humaine les rares espaces clairiérées des stades terminaux : c'est là que trouvent refuge les espèces de lumière des stades antérieurs (avec les chemins les plus larges).

Etude sur le peuplement entomologique du taillis-sous-futaie et de la futaie régulière (Forêt d'orient, Aube)

par Pascal LEBLANC

Introduction. — Durant l'année 1992, l'ONF a fait appel à quelques spécialistes afin de réaliser une étude de la faune et de la flore de certaines parcelles de futaie et de taillis-sous-futaie dans le massif forestier de la Forêt d'Orient (Aube). Trois sujets de recherches seulement furent retenus : la Botanique, l'Entomologie (Coléoptères) et l'Ornithologie.

Différentes parcelles, offrant tous les stades des deux modes de culture, ont été choisis. Après quelques visites sur le terrain et discussion avec mes collègues botanistes, j'ai soustrait de l'étude, les 14 parcelles du bois du Chardonneret, les 7 parcelles du bois de Larivour et les 5 parcelles sur la commune de Radonvilliers. Ceci a permis de limiter les distances de déplacement, le temps de travail et de rentrer, ainsi, dans le cadre financier et chronologique de la mission confiée par l'ONF.

Limites et problèmes d'une telle mission. — Une étude entomologique n'est jamais complète, quelque soit le temps passé, mais sa précision suit une courbe logarithmique. En général, on l'effectue au moins sur deux années pour éviter les phénomènes d'exception (abondance annuelle exceptionnelle d'une espèce, facteurs climatiques défavorables, etc...).

Sur une surface vaste comme celle désignée, les choix d'endroits, de méthode, de date et de techniques de récoltes, reflètent souvent, en plus des résultats, la personnalité du chercheur.

Il n'était pas concevable sur une surface d'environ 350 ha de tout parcourir, tout explorer, à différentes période de l'année, aussi des choix arbitraires ont du être effectués.

Il aurait été nécessaire, afin d'obtenir des résultats plus complets, de disposer d'une deuxième saison de récolte.

Systématique. — Les quatre familles étudiées appartiennent à l'Ordre des Coléoptères et présentent donc les mêmes stades de métamorphose :

L'œuf pondu sur un support favorable par la femelle donne une jeune larve qui après plusieurs mues se nymphose et donne un insecte adulte (imago) qui assurera la reproduction et la dissémination de l'espèce.

Le choix des familles a été effectué en fonction de leur rapport avec le bois ou les arbres, de leur relative facilité d'observation et pour l'une, d'un caractère particulier : l'aptérisme.

1. — ELATERIDAE

La famille des Elateridae se divise en une douzaine de sous-familles dans l'Aube et comprend un peu plus de cinquante espèces, 29 ont été trouvées dans les zones étudiées, quelques captures ne sont pas mentionnées parce que ce sont des espèces inféodées aux résineux.

L'imago vit de quelques semaines à trois ou quatre mois, le développement larvaire dure de quelques mois à un an et demi. Les œufs sont pondus par la femelle sur le support favorable à la larve (bois, sciure ou terre) qui y pénètre dès l'éclosion de l'œuf.

Le bois n'est jamais la nourriture directe des larves mais leur sert de support, de terrain de chasse, ou d'abri pour les diapauses.

Suivant les sous familles et les espèces, on rencontre les adultes et les larves à différents endroits :

Les larves des Ampedinae, des Melanotinae, des Denticollinae et d'une partie des Athoinae vivent dans les souches, les cavités des arbres ou dans les troncs décomposés où elles chassent les larves (en particulier des Scarabaeidae). Les adultes se rencontrent sur le bois coupé (tas, troncs en attente de transport, etc...) ou sur le feuillage des arbres au voisinage de leur lieu de développement. On les prend à vue ou au battage, ils viennent aussi aux pièges lumineux et ont été trouvés quelques fois dans les pièges à Scolytes de l'ONF.

Les larves des Agrypinae, des Agriotinae, des Ctenicerinae, des Adrastinae et de l'autre partie des Athoinae vivent dans le sol, les adultes se rencontrent à vue ou au battage sur les branches et les feuilles. Le *Cidnopus parvulus* remonte très haut dans les branches comme en témoigne sa capture régulière au piège aérien.

D'autres sous-familles sont signalées dans l'Aube, mais n'ont pas été trouvées durant cette étude, c'est le cas des Elaterinae et les Cardiophorinae dont les larves vivent dans les cavités des arbres.

2. — SCARABAEOIDEA

La superfamille des Scarabaeoidea comprend plusieurs familles qui ont des mœurs très différentes : phytophagie, coprophagie, saprophagie, etc... Pour cette étude, le choix s'est porté sur une seule famille qui a une action directe sur le bois puisque ses représentants vivent dans la partie pourrie des arbres et servent souvent d'aliments aux Elateridae. Il s'agit de la famille des Cetoniidae.

Deux genres et deux espèces existent dans l'Aube, d'autres pourraient y exister, mais n'ont pas encore été observés du fait des difficultés à les rechercher.

3. — CARABIDAE

Les Carabes adultes vivent en général quelques mois (5 à 18 mois) durant la belle saison, mais passent l'hiver en diapause et réapparaissent l'année suivante. Ils pondent durant cette période. Les œufs éclosent au printemps ou en été, puis la larve grandit et se transforme en nymphe avant l'hiver ou plus rarement au printemps de l'année suivante.

Cette famille comprend trois tribus dans l'Aube : les Calosomini, les Cychrini et les Carabini.

La première tribu comprend deux espèces auboises ailées et principalement arboricoles. Elles vivent au détriment des chenilles processionnaires, l'une est fort rare dans l'Aube et n'a été signalée qu'à deux reprises, l'autres est plus commune mais n'a été signalée jusqu'à maintenant qu'en forêt d'Othe. Elles ont été exclues de cette étude.

La tribu des Cychrini comprend deux espèces dans l'Aube, une est particulièrement commune (*Cychrus caraboides*) notamment dans le massif Aumont-Rumilly mais semble absente de la forêt d'Orient. Elle est remplacée par *Cychrus attenuatus* qui y est commune à l'inverse de la situation précédente.

La dernière tribu comprend de nombreux genres et plus de 45 espèces en France. Dans l'Aube, 10 espèces sont recencées. Trois (*Carabus convexus, C. monilis* et *C. purpurascens*) n'ont pas encore été capturées dans les limites du Parc, une quatrième, C. *cancellatus,* n'a pas été observée durant l'étude mais doit y exister, puisqu'elle vit dans le bois de Bidan et à Rouilly-Sacey. Les autres ont toutes été trouvées une fois au moins.

Ces Carabes sont tous aptères sauf *C. granulatus*, ils sont donc de bons indicateurs de milieu. Ils sont adaptés à la course et peuvent parcourir plusieurs dizaines de mètres par nuit. Cette adaptation leur vaut un fort pouvoir colonisateur et facilite les migrations quand le biotope se modifie et n'est plus favorable.

4. — CERAMBYDIDAE

La famille des Cerambycidae, en grande partie tropicale, est composée pour cette raison de nombreux genres comprenant en France chacun assez peu d'espèces.

Ses représentants vivent principalement dans le bois, de préférence mourant ou déjà mort, exceptionnellement certaines larves se développent dans le sol (au détriment de racines), dans le bois sain ou dans des objets travaillés.

Le cycle biologique est assez long : de un à plus de quatre ans, et se passe principalement sous forme larvaire, le stade imaginal ne durant que quelques semaines.

Vingt-neuf espèces ont été mentionnées dans cette étude, quelques autres inféodées aux résineux n'ont pas été signalées.

On peut grossièrement les séparer en deux groupes synthétiques liés au lieu de récolte :

Le premier groupe comprend des espèces floricoles à l'état adulte, mais dont les larves se développent dans le bois mort fraîchement coupé, les branches mourantes des arbres ou le bois pourri.

Le deuxième groupe se compose d'espèces xylophages sous leur forme larvaire et imaginal, on rencontre les adultes « à vue » sur le bois, quelquefois au piège ou sur les fleurs.

La larve vit au dépend du bois coupé ou mourant, mais quelques unes peuvent s'attaquer à du bois sain si nécessaire (*Rhopalopus*).

Zone étudiée. — La surface primitivement proposée était trop vaste et trop parcellée pour la durée accordée à l'étude, il a donc été nécessaire de la réduire. L'étude a porté sur 16 groupes (39 parcelles numérotées) comportant au moins un représentant de chaque type.

FUTAIE RÉGULIERE :

- fourré - parcelles 18, 25, 26, 71, 72, 75
- gaulis - parcelles 34, 37, 45, 46
- perchis - parcelles 87, 89, 91, 93, 95 ,97
- futaie - parcelles 3, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 36, 38, 39, 50, 51, 52

FUTAIE-SOUS-FUTAIE :

- jeune - parcelle 1
- moyen - parcelles 2, 4, 53, 54, 55
- âgé - parcelles 24, 62, 63,

Description des parcelles. — Elles se situent dans deux grands espaces :

A) PETIT ET GRAND ORIENT (COMMUNE DE PINEY)

- Parcelle 1 : Parcelle triangulaire avec une pointe partant du Rond-Point de la Lune et une base limitée par la ligne nommée chemin du chêne au chapon. Surface approximative 20 ha.

C'est une formation en taillis-sous-futaie jeune et relativement dense, la circulation est plutôt difficile si l'on excepte les quelques accès aménagés. Les recherches entomologiques ne sont pas faciles et ne sont productives qu'en lisière. La forte densité de végétation oblitère l'ensoleillement et la faune est rare.

Cette parcelle a été visitée à 5 reprises : 1 fois en janvier 1993 - 4 fois en mai et juin 1993.

Deux séries de pièges aériens et terrestres ont été posés, malheureusement la fréquentation de ce site et la présence de Sangliers n'ont pas permis l'obtention de l'intégralité des résultats. Un des pièges aériens ayant été détruit par des visiteurs curieux et des pièges terrestres par les Sangliers.

- Parcelle 4 : Parcelle rectangulaire délimité par une route (D 43), la ligne Nord-Sud partant du Rond-Point de la Lune, et par une ligne venant de la plage de Géraudot et longeant le lac. Surface approximative : 4,7 ha.

Il s'agit d'un taillis-sous-futaie moyen d'accès facile. Une grande mare existe au milieu, ce qui fausse les résultats et a nécessité de délimiter une zone tampon de 10 mètres de large.

De même, la zone sublittorale du lac a elle aussi été délaissée.

Elle a été visité 5 fois : - 2 chasses d'hiver (janvier 1993) - 3 chasses à vue et battage (avril et juin 93), des pièges aériens et terrestres ont complété l'étude.

Malheureusement et pour les mêmes raisons que précédemment, une partie des résultats n'a pu être obtenue.

- Parcelle 37 :Surface polygonale située entre la RD 37 et le lac de la Forêt d'Orient, près du Pavillon Saint-Charles. Surface approximative : 9,5 ha.

Elle est composée d'un gaulis servant d'étude pour l'ONF. La végétation y est dense et rend la circulation et l'étude difficiles, mais la présence de lignes régulières et nombreuses facilite les observations.

Elle a été étudiée en 1993 comme les autres parcelles, mais a fait l'objet de nombreuses récoltes annuelles depuis 1989. Du bois coupé en tas ou des cimes laissées à l'abandon favorisent grandement la présence d'espèces remarquables. Elle donne un aperçu plus complet de la faune peuplant ce type de boisement. Sa comparaison avec d'autres parcelles est à faire avec prudence.

- Parcelles 45 et 46 : situées entre la RD 78 et la ligne Lombart - Grouault. Surface approximative : 23 ha.

Parcelle en gaulis dense et difficilement pénétrable, végétation serrée laissant peu de passage au soleil. Faune pauvre. Visites en hiver et en mai. Pièges terrestres en partie détruits par les Sangliers. Un ruisseau et une zone marécageuse traversent ces parcelles et n'ont pas été étudiées.

- Parcelles 62, 63 et 70 : situées le long de la RD 78 et bordées d'un côté par le début de la ligne des Comtes de Champagne. Surface approximative : 25,5 ha.

Zone en taillis-sous-futaie âgé, facilement pénétrable et très aérée, composée d'arbres de grande taille au feuillage difficilement accessible, et trop ombragée pour donner de bons résultats au piégeage. En bout de la parcelle 62 se trouvent des tas de bois qui offrent un attrait tout particulier pour les Cerambycidae et qui ont permis d'observer quelques espèces qui n'ont pas été vues dans les parcelles 63 et 70. Elles ont été bien visitées en hiver (décembre 1992, janvier et février 1993), et deux fois au printemps (mai et juin 1993). Le piègeage terrestre n'a pas été effectué parce que les captures hivernales suffisaient. Il n'a pas été trouvé nécessaire de poser des pièges aériens.

- Parcelle 3 : située le long de la RD 78 et composée d'une partie du bois de la Pisserotte et du bois de la Routelle. Surface approximative : 17,5 ha.

Futaie submatûre facilement pénétrable, comportant souvent des tas de bois attirant les Cérambycidés et les Elatéridés.

Différentes visites en hiver et en été ont donné un bon aperçu de la faune, en revanche le piégeage terrestre a subit l'activité des Sangliers et les pièges aériens n'ont rien donné par suite de la couverture végétale et de l'orientation de la parcelle.

- Parcelles 53, 54, 55 : Ces parcelles se situent entre la ligne Napoléon et la ligne Lombart-Goubault. Entre le lieu-dit bois de la Pissotte et la ligne des Comtes de Champagne. Surface approximative : 32 ha.

Taillis-sous-futaie moyen d'accès facile et présentant de nombreux arbustes bas, cependant la couverture végétale est assez dense et la faune aérienne est pauvre et nulle dans les pièges.

B) FORET DU TEMPLE (COMMUNES D'AMANCE ET DE RADONVILLIERS)

(Commune d'Amance)

- Parcelles 20, 23, 30, 31, 36, 38 et 39 : Groupe important de parcelles comprises dans la forêt du Temple entre la queue du bassin Temple-Auzon et la route forestière du Temple. Surface approximative : 56,5 ha.

Futaie submatûre offrant un accès facile. Présence de nombreux biotopes potentiels (souches, branches et troncs morts). Faune du sol riche et facilement observable. Faune aérienne difficilement accessible, ne répondant peu ou pas aux pièges par suite d'une pénétration faible des rayons solaires, mais certainement riche. Une zone sublittorale n'a pas été étudiée dans les parcelles 20 à 23, ni un ruisseau en bordure de la parcelle 31.

Visites nombreuses en hiver (décembre 1992 et janvier 1993), au printemps et en été (avril, juin et juillet 1993). Pièges terrestres presque tous détruits par les Sangliers.

- Parcelle 34 : Même localisation que les précédentes. Surface approximative : 10,5 ha.

Gaulis très dense et difficilement accessible, qui possède cependant de nombreux restes ligneux (souches, branches) pouvant assurer des abris nombreux pour la faune entomologique (surtout les Carabiques). Faune aérienne pauvre et difficile d'étude, sauf sur les lisières qui délivrent des espèces floricoles.

Visites en décembre 1992, en juin et en juillet 1993. Pièges terrestres procurant une espèce non recensée par la chasse classique.

- Parcelles 18, 25, 26 : Même localisation que les précédentes. Surface approximative : 33,5 ha.

Fourrés, mais couverture de futaie encore en partie en place, phénomène faussant les observations pour les Insectes aériens et qui reflète plus la faune de la futaie que celle du fourré. Il existe ainsi de nombreux arbres présentant des caries ou des cavités qui doivent receler une faune particulière.

Malheureusement, leur observation est difficile par suite de la hauteur des arbres et nécessiterait une étude plus longue et l'attente de la coupe de ces arbres.

Visites en hiver (décembre 1992 et janvier 1993), au printemps (mai) et en été (juillet). Pose de pièges terrestres et aériens.

- Parcelle 24 : Même localisation que les précédentes. Elle se situe dans le lieu-dit les quarante arpents. Surface approximative : 4,5 ha.

Taillis-sous-futaie âgé, pénétration facile, nombreux biotopes à Insectes. L'étude de la faune terrestre est facile et a été faite en décembre 1992 et par piégeage.

La faune aérienne n'a pas pu être observée dans son intégralité parce que difficilement accessible, le piégeage n'a apporté que peu de complément.

- Parcelles 71, 72, 75 : Elles sont situées en forêt du Temple le long de la route des foulons (parcelles 71 et 72) et le long de la ligne de la Viotte (parcelle 75). Surface approximative : 25 ha.

Parcelle classée en fourré par l'ONF mais qui présente plus les caractéristiques d'une futaie que d'un fourré. La présence de vieux arbres et surtout la coupe organisée durant l'hiver 1992-93 dans la parcelle 71 a permi l'étude des Coléoptères de la futaie. Les troncs laissés sur place, en particulier les parties avec cavités, ont donné des espèces "cavernicoles" (*Potosia fieberi*, *Ampedus nigroflavus*, etc...).

La faune du sol a été perturbée par les travaux de coupe et de débardage et semble plus pauvre que celle des autres parcelles, le piégeage aurait pu apporter quelques compléments, mais les Sangliers et peut-être l'Homme ont eu raison des pièges terrestres. Les pièges aériens ont livré quelques bonnes espèces, mais les conditions climatiques n'ont pas permis d'obtenir toutes les espèces qui doivent exister dans ce type de biotope (visites en janvier, avril, mai et juin 1993).

- Parcelles 87, 89, 91, 93, 95, 97 : Groupe de parcelles situées le long de la route forestière des Grands Bars au lieu-dit du Buisson rond. Surface approximative : 37 ha.

Perchis clair et facilement pénétrable, nombreux arbres de taille moyenne qui facilitent l'étude des Insectes aériens par battage, présence de résineux sur pied et coupés qui apportent des espèces particulières non incluses dans cette étude. Le sol offre moins d'humidité que dans les autres parcelles et est plus pauvre en espèces terrestres.

En bout de la parcelle 87 une petite prairie pourrait abriter certaines espèces spécifiques : *Carabus cancellatus*, Elatéridés des prairies, etc...), elle n'a pas été incluse dans l'étude.

Cette zone a été visitée une fois en hiver (janvier) et deux fois au printemps (mai et juin).

COMMUNE DE RADONVILLIERS

- Parcelles 50, 51, 52 : Elles sont situées le long de la ligne des ventes Godard, au lieu-dit l'Eperon. Surface approximative : 34,5 ha.

Futaie submatûre, d'accès facile, mais dont les arbres les plus intéressants sont inacessibles (trop haut). La présence d'arbustes bas permet d'obtenir cependant la faune habituelle prise au battage. La faune entomologique terrestre est classique.

La pose de pièges n'a rien donné pour les aériens, mauvais ensoleillemen, et les terrestres,destruction par les Sangliers.

Elles ont été visitées en décembre 1992, en mai et en juin 1993.

- Parcelle 2 : Parcelle à l'extrémité N.-E. de la forêt du Temple, près de l'étang de Frouasse et contre la ligne de Charlieu. Surface approximative : 10,5 ha.

Taillis moyen d'accès relativement facile, offrant une faune terrestre et aérienne classique.

Une visite en hiver (janvier) et deux au printemps (mai et juin).

Techniques de chasse

CHASSE D'HIVER

Elle consiste en une recherche systématique ou extensive dans les différents abris qui servent de cachette pour les Coléoptères.

Il faut arracher la couche de mousse et gratter la partie pourrie du bois. Les souches, les troncs couchés en partie décomposés offrent de bons biotopes, on y trouve les Carabidae (surtout *C. auronitens*, *A. nemoralis*, *H. problematicus* et *C. attenuatus*), des Scarabéidés (*Cetonia*) mais aussi des Elatéridés (*Ampedus* non « microcavernicoles », *Cidnopus parvulus*, *Melanopus rufipes*).

La terre emprisonnée dans les racines des chablis offre aussi les Carabidae mais régulièrement les *Anostirus castaneus* et *purpurascens*.

On rencontre aussi ces Insectes sous les écorces qui se détachent facilement.

C'est également l'hiver qu'il faut rechercher les cavités basses ou hautes des vieux arbres. Le moment le plus favorable est lors de la coupe des arbres parce que la recherche est plus aisée. On découvre des Elatéridés (*Ampedus*), des Cetoniidae (*Potosia*) et dans les vieilles futaies de nombreux Coléoptères inféodés à ces biotopes particuliers. Ils existent certainement, pour la plupart, dans l'Aube mais ils n'ont jamais été recherché, ils se rencontrent en futaie artistique de la forêt de Fontainebleau et certaines cavités auboises offrent les mêmes caractéristiques.

Les recherches en hiver 1992-1993 dans ces cavités n'ont procuré que peu d'espèces et des études plus longues apporteraient certainement de bons résultats.

Chasse de printemps et d'été

Dès les premiers rayons de soleil, les Coléoptères sortent de leurs abris hivernaux, ils recherchent très rapidement de la nourriture puis cherchent à se reproduire.

Les Carabes, nocturnes, restent discrets, mais l'on peut en trouver en soulevant des abris divers, pierres, écorces, etc... Cette recherche n'est pas très productive et le piégeage reste la meilleure méthode pour le recensement des espèces.

Les premiers Elatéridés sortis se rencontrent contre les tiges, accrochés après les bourgeons en cours d'ouverture, ils se tiendront plus tard sur les feuilles, souvent au soleil. On peut les prendre «à vue» en inspectant les branches mais la meilleure technique reste le battage. Elle consiste à frapper avec une canne les branches en ayant préalablement placer sous elles une toile.

Les Insectes tombent, souvent par simple peur et sont récupérés.

Quand la température augmente, les Coléoptères s'activent et se déplacent plus, on les prend alors au vol.

Les espèces du bois sont légèrement plus tardives que les autres, on ne commence à les rencontrer que vers mai, elles arpentent alors les troncs et les bûches au soleil et se déplacent en vol d'un endroit à l'autre. On les capture par la même méthode que les précédentes.

Enfin, certaines espèces se rencontrent sur les fleurs, Aubépine, Marguerites, etc... On les capture «à vue».

La procédure utilisée se rapproche de celle du transect utilisé en botanique, dans une parcelle donnée une prospection linéaire est effectuée avec récoltes systématiques sur les biotopes rencontrés.

Cela donne un bon aperçu de la structure de la zone concernée et limite le travail du collecteur.

PIÉGEAGE

Au printemps, mais surtout en été, on utilise la méthode du piégeage pour certaines espèces peu accessibles ou nocturnes. Elle consiste en une bouteille en PVC dont le tiers supérieur est coupé et retourné vers le corps de la bouteille, un système de suspension permet de l'accrocher dans les arbres avec une perche de 6 mètres (R. Allemand & H. P. Aberlenc, 1991, *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 64 : 293-305), ou sans se système d'attache de l'enterrer à ras du sol.

Les pièges aériens sont remplis d'un mélange d'eau, de vin ou de vinaigre avec du sel. Quelquefois ils sont simplement appâtés avec des fruits mûrs. Les pièges terrestres sont remplis de vinaigre salé.

Ceux du sol procurent toutes les espèces de Carabes, les aériens des Elatéridés (*Ampedus*, *Cidnopus*, *Athous*, etc...) et les années favorables des Cetoniidae (*Cetonia*, *Potosia*, etc...).

La venue des espèces au piège aérien est variable et demande des conditions climatiques favorables :

Il faut que la température dépasse 20°, même la nuit pour les espèces nocturnes, il faut aussi que cette température soit atteinte durant la période d'apparition de l'espèce, quelquefois en mai.

Ces températures sont rarement atteintes au printemps et la présence de nombreuses espèces ne venant qu'au piège n'est pas démontrée.

Pour être les plus attractifs, les pièges doivent être exposés au soleil (orientaton S.E. - S.O.) dans des endroits dégagés, ce qui les rend alors très visibles et entraîne souvent leurs destructions par les curieux.

Pour ces deux types, les pièges sont placés de façon régulière (batterie de 4 à 10 pièges, espacés de 10 mètres et alignés).

Commentaires sur les espèces (*cf.* tableau de synthèse)

1. CERAMBYCIDAE

Les *Rhagium* ont des mœurs en grande partie xylophages. Les larves se développent sous les écorces des branches ou des troncs de feuillus (2 autres espèces vivent dans les résineux). Elles n'attaquent pas le bois sain mais les femelles choisissent comme lieu de ponte des bois fraîchement coupés ou des bois déjà âgés d'un an ou deux. L'une des deux espèces se rencontre aussi en avril et mai sur les fleurs

(Aubépines notamment). Le type d'exploitation ne modifie en rien leur présence, mais elles seront plus abondantes quand leurs lieux de ponte sont nombreux (coupes, affouages) et restent durant les moments de ponte (mai à juin). Ces espèces sont donc présentes dans les lieux présentant ces caractères attractifs. Dans les fourrés, les taillis ou les futaies débarassés de leurs branches la présence des *Rhagium* est difficilement décelable.

Espèces floricoles

(*Dinoptera collaris*, *Cortodera humeralis*, *Grammoptera ruficornis*, *Allosterna tabacicolor*, *Anoplodera sexguttata*, *Pachytodes cerambyciformis*, *Leptura maculata*, *Brachyleptura fulva*, *Strangalia aurulenta*, *Stenurella nigra*, *Stenurella melanura*). Ces espèces vivent à l'état larvaire dans le bois, principalement le bois coupé, frais ou pourri, le diamètre nécessaire est variable (quelques centimètres à une dizaine). On les rencontre principalement sous forme adulte sur les fleurs où elles se nourrissent et s'accouplent. Les femelles recherchent à nouveau le bois au moment de la ponte. On rencontre ces espèces dans tous les biotopes qui possèdent des fleurs ou des arbustres fleurissant durant leur période d'apparition. Le type de la parcelle importe peu, seule la présence des bois en tas, couché au sol ou encore fixé à du bois vivant est nécessaire. Ce support existe presque partout et ces espèces sont donc largement répandues.

Si elles ne sont pas signalées dans une parcelle c'est certainement qu'elles ont des exigences écologiques plus strictes : *Cortodera humeralis*, par exemple, se développe dans le Chêne et l'adulte ne fréquente presque que les fleurs de Chêne ou que les visites de l'entomologiste n'ont pas été faites au bon moment. Cette dernière espèce n'a été observée que dans la parcelle 37 qui a été grandement prospectée.

Espèces xylophages

Elles n'ont pas toutes les mêmes exigences et le même mode de vie. Elles ont comme point commun d'avoir des larves xylophages et des adultes également xylophages, bien que certaines puissent être trouvées sur certaines fleurs (*Clytus arietis* : Aubépines, Ombellifères, *Tetrops praeusta* : Aubépine, Pommiers, Bourdaine). Les larves vivent dans le bois affaibli (*Rhopalopus femoratus*) ou déjà mort (autres espèces). Leur écologie et leur éthologie sont cependant différentes :

Pyrrhidium sanguineum vit le jour sur les troncs ou les branches coupées, il est beaucoup plus rare sur les hautes branches. Sa période d'apparition est précoce (avril, quelquefois mars) et son cycle de développement est d'un an. Il peut se rencontrer

dans toutes les parcelles ayant subit des travaux l'année précédente, et surtout si du bois est resté une année en place.

Phymatodes testaceus a à peu près les mêmes mœurs, mais il est nocturne et son observation est plus difficile, même si l'espèce est commune en général. Il n'a été observé que dans deux lieux (parcelles 37 et 45-46) parce qu'aucune prospection nocturne systématique n'a été effectuée.

Poecilium alni, *Eupogonocherus hispidus*, *E. hispidulus*, *Exocentrus adpersus*, *E. lusitanicus*, *Leiopus nebulosus* se cachent le jour sur le bois coupé ou les branches et branchettes mortes sur pied. Le diamètre n'a pas besoin d'être important (1 ou 2 cm suffisent). Le cycle de développement est d'un an. On les rencontre en général l'année suivant les travaux effectués dans toutes les parcelles, des fourrés aux futaies, et même si les bois utilisables sont retirés ces espèces peuvent se contenter des arbres couchés naturellement, des houppiers ou des morceaux de branches laissés sur le terrain. Elles ont été trouvées dans les parcelles étudiées où les supports décrits existaient.

Mesosa curculionoides, *Aphelocnema nebulosa* vivent de jour dans les mêmes biotopes que *P. sanguineum* ou *Ph. testaceus*, mais le cycle de développement dure deux ou trois ans et nécessite pour que ces espèces soient observables et abondantes que le bois coupé ou que les restes des travaux subsistent sur le terrain plusieurs années. C'est le cas de la parcelle 37.

Stenostola ferrea espèce diurne vit plutôt sur les branches mortes encore fixées au tronc. Elle affectionne le Tilleul et n'est commune que dans les parcelles où se trouvent des rejets avec des branches mortes d'un diamètre compris entre 3 et 10 centimètres. Elle n'été trouvée que dans les parcelles 1, 53-55 et 37.

Les Clytes (*Rusticoclytus rusticus*, *Xylotrechus antilope*, *Clytus arietis*, *Plagionotus arcuatus*) se développent en un an dans les branches ou les troncs coupés ; les adultes vivent le jour sur ces mêmes biotopes ; ils sont véloces et volent facilement ; leur propagation est ainsi aisée. Certains ont des essences privilégiées (par exemple, le Peuplier pour *R. rusticus*) ou sont ubiquistes (*Cl. arietis*).

2. CETONIIDAE

Deux espèces ont été trouvées, l'une facilement par ses mœurs floricoles, l'autre à éthologie plus particulière n'a été vue que dans une zone (parcelles 71-72).

Cetonia aurata se rencontre partout en forêt, mais dans notre région elle ne

vient que peu au piège aérien et il faut alors la chercher sur les fleurs (Aubépines, Cornouillers, Marguerites, etc.).

Mais toutes les parcelles n'ont pas procuré cette espèce par manque de plantes ou d'arbustes en fleurs attractifs au moment de la visite.

Ces larves vivent dans les souches ou les troncs plus ou moins décomposés.

Potosia fieberi n'a pas les mêmes mœurs. L'espèce dans les caries et les cavités hautes des arbres et n'est observée que rarement. L'adulte se rencontre aussi sur les fleurs, mais préfère celles des arbres et est donc plus difficile à atteindre. Elle n'a été observée que dans une seule parcelle de futaie âgée (mentionnée en fouillis par l'ONF) parce que celle-ci présente de vieux arbres et qu'une coupe, effectuée pendant l'hiver 1992-93, a permis d'accéder à trois ou quatre cavités. Dans une seule, il a été trouvé deux nymphes avortées en coque de cette espèce et les restes de deux Elateridae.

D'autres espèces de Cetoniidae existent aussi dans ce type de biotope, mais réclament des cavités âgées (plus de 50 ans) qui sont rarissimes dans nos forêts, les arbres cariés étant coupés systématiquement.

3. ELATERIDAE

Dans cette famille, les espèces ont des mœurs différentes.

Les *Anostirus purpureus* et *A. castaneus* ont des larves aux mœurs souterraines. Leurs nymphoses s'effectuent également dans le sol, en particulier les racines des chablis. Les adultes se rencontrent ensuite sur les arbres et les arbustes. Le type des parcelles importe peu. Seule la présence de ces chablis semble nécessaire. A chaque fois qu'une parcelle recèle un chablis *A. purpureus* est normalement présent. *A. castaneus* vit de la même manière, mais semble moins abondant.

La larve de l'*Agrypinus murinus* vit dans le sol, l'adulte se rencontre sur les plantes basses et les arbustes, les différents biotopes semblent lui convenir et il n'a pas été noté de différences sensibles entre les stations. Les formations jeunes semblent lui convenir particulièrement.

Les *Cidnopus parvulus* et *C. pilosus* ont un peu les mêmes mœurs que l'espèce précédente, mais *C. parvulus* est très commun et se rencontre à tous les niveaux (l'hiver dans les souches, l'été sur les plantes basses, les arbustes et même au piège aérien) ce qui témoigne de sa présence dans les branches des arbres. *C. pilosus* est beaucoup localisé (parcelle 37), mais doit exister aussi ailleurs.

Les *Agriotes* (*acuminatus*, *pallidulus* et *pilosellus*), le *Dalopius marginatum*, l'*Adrastus rachifer*, les *Selastomosus bipustulatus* et *nigricornis* et le *Prosternon tesselatus* ont aussi des larves vivant dans le sol, les adultes se trouvent sur les branches et branchettes des arbustes, leur présence doit être généralisée mais leurs observations dans une parcelle ou une autre est fonction des supports qui les attirent, elles paraîtront donc plus fréquentes par endroit.

Les stades moyens des parcelles sont les plus fréquentés mais une étude particulière serait nécessaire.

Le genre *Athous*, avec cinq espèces, a des mœurs différentes suivant les besoins de leurs larves. Certaines vivent dans les cavités au détriment des larves de Cétoines, mais elles n'ont pas été rencontrées durant l'étude. D'autres vivent dans le sol et sont moins tributaires des techniques forestières.

Les adultes se rencontrent au battage des arbustres et quelques-uns viennent au piège aérien. Ils sont normalement bien répandus dans tous les stades de nos forêts, mais sont plus ou moins abondant (l'espèce la plus fréquente étant *A. haemorroidalis*, la plus rare *A. bicolor*).

Le *Stenagostus villosus* a une larve qui vit au détriment d'autres larves dans les branches élevées des arbres, elle a été vue une seule fois (parcelles 18 à 25). L'adulte se tient dans les mêmes biotopes et est difficilement observable. La meilleur technique est le piégeage lumineux qui donne de bons résultats autour du Pavillon Saint-Charles près de la parcelle 37. Mais qui n'a pas été utilisée durant cette étude. Elle est typique des parcelles âgées.

Le *Denticollis linearis* a un peu les mêmes mœurs, mais se tient plus bas en forêt, il fréquente les branches et branchettes basses et se prend avec les autres espèces au battage.

Melanopus rufipes vit sous sa forme larvaire dans le bois pourri, ses larves se nourrissant de larves de Scarabaeidae, l'adulte a les mêmes habitudes que *St. villosus* et se prend au piège lumineux, il est rare dans d'autres conditions.

Enfin, les *Ampedus* ont des larves carnivores qui chassent les larves de Cetoniidae et de Scarabaeidae dans le bois pourri ou les cavités des arbres. La plupart des espèces se prennent l'hiver dans les souches et les troncs et sont plus ou moins largement répandue. *A. pomorum* et *A. corsicus* vivant surtout dans les Bouleaux et les Peupliers sont présents presque partout. *A. nigerrimus* et *A. elonga-*

tulus, qui se développent de préférence dans les souches ou les troncs présentant de la carie rouge caractéristique, sont plus localisés et semblent affectionner surtout les parcelles âgées mais cela vient peut-être de la facilité à repérer ces biotopes dans les endroits accessibles. *A. nigroflavus* est le plus difficile à capturer, les deux exemplaires trouvés durant l'étude l'ont été sous forme de débris dans une cavité de Chêne qui abritait aussi des coques de *Potosia*. Il n'a pas pu être déceler ailleurs.

La présence plus régulière dans une tranche d'âge est fonction des espèces, mais il n'a pas été possible avec les éléments obtenus de définir plus clairement les exigences de chaque espèce.

4. CARABIDAE

Sept espèces ont été capturées. Certaines sont largement répandues dans tous le massif forestier de la Forêt d'Orient et mêmes dans toutes les forêts de l'Aube : *Archicarabus nemoralis*, *Chrysocarabus auronitens*, *Hadrocarabus problematicus*, leur abondance varie simplement avec l'humidité des biotopes, *A. nemoralis* étant le plus exigeant, puis *Chr. auronitens* et, enfin, *H. problematicus*. Elles sont présentes dans presque toutes les parcelles, mais pourront temporairement avoir des populations réduites si les conditions deviennent difficiles : par exemple diminution de l'humidité dans une coupe totale ou destruction de la couverture végétale (Ronces notamment). Leur vélocité leur permet cependant de reconquérir une zone si les conditions optimales se réinstallent.

Carabus auratus est normalement une espèce de lieux dégagés (prairies, cultures ou clairières). Elle trouve quelquefois dans les zones boisées des espaces qui lui conviennent et où elle se maintient quelques années. Il existe même des populations devenues sylvicoles, mais cela n'a pas été observé dans l'Aube pour l'instant. Elle n'a été trouvée qu'une seule fois près du Rond-Point de la Lune dans une petite zone dégagée.

Carabus granulatus est plus franchement hygrophile que les autres espèces. Il est typique des Peupleraie, des bords de ruisseaux, des zones marécageuses, etc... mais remonte un peu dans les zones avoisinantes et a ainsi été capturé plusieurs fois durant l'étude.

Procrustes coriaceus est rare dans notre département, il se rencontre principalement dans les prairies, mais comme pour *C. auratus*, il s'aventure aussi dans les zones boisées. Il n'a été trouvé qu'un seul exemplaire, au piège, dans la parcelle 34.

Cychrus attenuatus a un corps adapté à la chasse aux Escargots. Le rétrécissement et l'allongement de la partie antérieure de son corps lui permet de rentrer en partie dans les coquilles pour en dévorer l'habitant. Il est bien répandu en Forêt d'Orient dans les zones possédant assez d'humidité pour que ses proies soient présentes. Il semble négliger les parcelles trop jeunes et préférer nettement les futaies submatûres.

Le tableau suivant résume les préférences de ces espèces dans l'Aube. Une septième espèce, *Carabus cancellatus* est également mentionnée.

Espèces	Futaie	Taillis / s/Futaie	Taillis	Fourrés	Zones ouvertes	Zones marécageuses	Bords de ruisseau
P. coriaceus	+			+	++		
C. granulatus						++	+
C. cancellatus					++	+	
H. problematicus	++	++	+				++
C. auronitens	++	++	+				++
A. nemoralis	+	++	++	+			+
C. auratus	+				++		+
C. attenuatus	++	+	+				++

Tableau simplifié des préférences écologiques auboises de certains Carabidés.

Conclusion. — Malgré la faible durée de l'étude et les mauvaises conditions météorologiques du printemps, 64 espèces ont pu être observées en 1993. Trois autres antérieurement récoltées ont été ajoutées.

Il est très probable qu'une dizaine d'espèces nouvelles pourront être encore ajoutées à cette liste, notamment si des occasions de recherche dans les cavités hautes des Chênes se présentaient.

Le tableau de synthèse ne fait pas ressortir de différence notoire au niveau de la faune entomologique entre les deux types de gestion.

L'ensemble des espèces forme une mosaïque mouvante. Les fluctuations des populations sont variables dans le temps : périodes journalières (attraction périodique d'une zone possédant un bon ensoleillement), hebdomadaire ou mensuelle (floraison d'une espèce) ou annuelle (présence de tas de bois). Les observations valables à un moment donné ne le seront peut-être plus à un autre.

L'âge des arbres, lui, a plus d'importance et conditionne l'abondance de telle ou telle espèce, mais il faut être prudent et un complément d'étude serait nécessaire.

Le stade jeune semble le plus pauvre, au point de vue de la faune forestière, en revanche des ouvertures pratiquées pour le suivi des fourrés les premières années permettent l'installation d'une flore plus variée et donc la présence des espèces moins forestières.

Le stade moyen est riche en espèces forestières, d'autant plus que les techniques culturales laissent des biotopes de reproduction.

En espèces forestières plus classiques, la futaie est légèrement plus pauvre que les stades moyens, mais cela est certainement dû aux difficultés d'observations dans les strates hautes et elle possède un cortège d'espèces «cavernicoles» spécifiques, d'étude difficile dont l'importance n'a pas encore été révélée.

En revanche, les techniques et habitudes culturales ont une influence directe (suppression de biotopes, diminution de l'humidité, augmentation de la lumière, etc...). La faune, par de minimigrations, compense assez bien ces événements à condition que les espèces puissent retrouver plus loin un même biotope favorable.

Une espèce ne disparaît en général que par la destruction définitive de son biotope ou par sa modification quasi totale (coupe et destruction d'un arbre abri, coupe à blanc d'une parcelle, etc...).

Le fait de privilégier une ou deux essences au détriment des autres peut entraîner aussi une augmentation d'une ou plusieurs espèces, mais surtout une diminution de la biodiversité du peuplement, quelques espèces étant inféodées à une essence plus secondaire (Bouleau, Tremble, etc...).

Mais, il faut compter sur le formidable pouvoir d'adaptation des espèces d'Insectes. Elles peuvent ainsi attendre dans des conditions extrêmes des changements qui leurs seront favorables, ou se rabattre quelques temps sur des essences différentes si leur nourriture venait à manquer ou, enfin, attaquer des arbres sains s'il ne subsiste pas d'arbres morts, ou inversement.

Type	Taillis/s/futaie						Futaie régulière											Observations sur les espèces
Etat	I	Moyen			Agé		Fourré			Gaulis			P	Futaie				
N° Parcelles / Espèces													87 - 97	3	20 - 23	30		
Cerambycidae :																		
Rhagium sycophanta				×				×	×	×				×			×	Espèces du bois
mordax	×		×					×		×								rarement floricoles
Dinoptera collaris	×	×	×		×				×	×			×	×		×	×	
Cortodera humeralis										×								
Grammoptera ruficornis	×	×	×					×	×	×		×	×	×		×	×	
Allosterna tabacicolor	×	×	×					×	×	×		×	×	×			×	Espèces
Anoplodera sexguttata	×	×							×	×		×	×				×	
Pachytodes cerambyciformis	×	×			×			×	×	×		×	×	×			×	
Leptura maculata		×	×	×	×					×	×	×	×	×		×	×	floricoles
Brachyleptura fulva					×				×	×								
Strangalia aurulenta										×							×	
Stenurella melanura	×	×	×		×				×	×	×	×	×	×			×	
nigra		×	×		×			×	×	×	×	×	×	×			×	
Pyrrhidium sanguineum				×				×		×	×							
Phymatodes testaceus										×	×							
Poecilium alni			×	×				×	×	×	×			×				
Rusticoclytus rusticus									×	×	×		×	×				
Clytus arietis	×		×	×	×			×	⊠	×	×	×	×	×		×	×	Espèces
Xylotrechus antilope								×		×	×			×				
Plagionotus arcuatus			×	×				×	×	×	×		×	×			×	
Mesosa curculionoides										×								
Aphelocnemia nebulosa										×								xylophages
Eupogonocherus hispidus	×		×					×	×	×	×		×	×				
hispidulus				×						×	×		×	×				
Leiopus nebulosus	×		×	×	×			×	×	×	×		×	×		×		
Exocentrus adpersus	×							×		×	×		×	×				
lusitanicus				×				×			×							
Tetrops praeusta	×										×							
Stenostola ferrea	×			×							×							
Cetonidae :																		
Cetonia aurata	×		×				×			×			×					Adultes floricoles
Potosia fieberi								×										larves terreau et bois
Elateridae :																		Larves dans le sol
Agrypinus murinus	×				×			×	×	×			×	×		×		adultes sur végétaux
Ampedus nigerrimus					×	×	×			×								
cinnabarinus								×	×									
pomonae							×			×								Larves dans le bois

Type	Taillis/s/futaie						Futaie régulière										Observations sur les espèces
Etat	I	Moyen			Agé		Fourré			Gaulis			P	Futaie			
N° Parcelles / Espèces													87 - 97	3	20 - 23	30	
Ampedus corsicus					×	×	×	×	×	×	×			×			
pomorum	×			×	×	×	×		×	×	×						×	adultes sur les
nigroflavus								×									végétaux et le bois
elongatulus											×						
sanguinolentus				×				×		×	×			×		×	
Melanopus rufipes					×						×						
Cidnopus pilosus											×						Larves dans le sol
parvulus	×		□	×	×	×		⊠	⊠	×			×	×		×	×	adultes sur végétaux
Stenagostus villosus							×										Larves et adultes dans le bois
Athous hirtus	×				×				×	×				×		×	×	
haemorrhoidalis	×		⊠	×			×	⊠	⊠	×	×		×	×		×		
vittatus	×		×	×			×	×	⊠	×	×		×	×		×		
subfuscus			×						×	×			×	×				
bicolor			×		×					×							
Anostirus purpureus			×		×					×							
castaneus					×					×							Larves dans le sol
Selastomosus bipustulatus										×							
nigricornis										×				×			
Prosternon tesselatus									×	×	×			×			adultes sur végétaux
Agriotes acuminatus	×		×						×	×						×	
pallidus	×									×							ou le bois
pilosellus			×					×		×				×			
Dalopius marginatus	×		×					×	×	×	×		×	×		×	×
Adrastus rachifer										×							
Denticollis linearis				×	×			×	□	×	×		×	×			Larves et adultes dans le bois
Carabidae :																	
Chrysocarabus auronitens			×		×	×	×	×			×		□	×		×	×
Archicarabus nemoralis	⊠	□	×	×	×	⊠	×	×	×		×		□	×		□	×	Larves et adultes
Hadrocarabus problematicus	×	□		×	×	×	×	×	×	×	×			×		□		
Carabus granulatus				×	×	×	□	×		×	×					□		terrestres
auratus			×														
Procrustes coriaceus												□					
Cychrus attenuatus				×	×				□	×	×	□				×	×

⊠ Espèce capturée directement
□ Espèce capturée au piège

Gestion forestière et avifaune

Influence de la conversion du taillis-sous-futaie en futaie régulière

par Jean-Marc THIOLLAY, Francis CARRE & Bruno FAUVEL

INTRODUCTION

La sylviculture, et plus généralement la gestion des forêts dans les pays tempérés où ne subsistent pratiquement que des boisements très modifiés par l'action anthropique, a une influence prépondérante sur la faune et la flore, en particulier sur l'avifaune qui est souvent utilisée comme indicateur.(WILLIAMSON, 1970, AHLE'N, 1975, FREEDMAN *et al.*, 1981, BIBBLY *et al.*, 1989, PETTY & AVERY, 1990, LEBRETON & CHOISY, 1991, MITCHELL, 1991, NIETFIELD & TELFER, 1991, CANNELL *et al.*, 1992, MORRISON, 1992, MULLER, 1993).

Tout aménagement d'une forêt en vue de la production de bois conduit à une succession de stades de croissance allant d'une régénération à une coupe finale. Ces successions, qui varient selon le mode de gestion et qui parfois miment des processus naturels, de même que les mosaïques forestières qu'elles créent, ont donné lieu à des synthèses générales telles que celles de GLOWACINSKI &VEINER (1983), BLONDEL & FARRE (1988), HELLE & MONKKONEN (1990), PETTY & AVERY (1990), RAIVO & HAILA (1990) ou SMITH (1992). De nombreuses études nord américaines ont analysé les variations de composition et de structure de l'avifaune en fonction de l'âge des parcelles sur un cycle de régénération forestière. Certaines partaient d'une repousse sur d'anciens champs cultivés (KRICHER, 1973, SHUGART & JAMES, 1973). D'autres s'intéressaient plutôt aux conséquences sur l'avifaune des méthodes de sylviculture et d'exploitation forestière (WEBB, 1977, CRAWFORD *et al.*, 1981, NIEMI & HANOWSKI, 1984, STEFFEN, 1984). En revanche, peu de ces recherches en Amérique du Nord ont inclus une succession complète des stades de régénération (CONNER *et al.*, 1979, DICKSON & SEEGELQUIST, 1979, PROBST, 1979, PROBST *et al.*, 1992). En Europe, les analyses avifaunistiques de succcessions forestières abondent, que ce soit dans les conifères (par exemple HELLE, 1985a, POTTI, 1985, CARRASCAL & TELLERIA, 1990) ou les feuillus

(GLOWACINSKI, 1975, WALICZKY, 1991). L'étude très détaillée de la dernière forêt primaire d'Europe moyenne (TOMIALOJC *et al.*, 1984, BOROWSKI & OKOLOW, 1988), qu'on peut considérer comme un exemple de stade climacique ultime, éclaire particulièrement les tendances observées le long des successions artificielles.

Plus comparables encore avec notre travail sont les réponses du peuplement d'oiseaux le long des successions forestières dans l'est de la France, soit dans les plantations de conifères (LEBRETON & PONT, 1987, LEBRETON *et al.*, 1987, MULLER, 1985 et 1988) soit dans les forêts naturelles de feuillus (FERRY & FROCHOT, 1970, FROCHOT, 1971, BLONDEL *et al.*, 973, MULLER, 1990 et 1993). Ces études, et une sensibilisation croissante du public aux problèmes de conservation de la biodiversité, ont amené l'Office National des Forêts, qui gère parmi les plus belles forêts françaises, à prendre en compte cette dimension biodiversité dans ses plans d'aménagement. En Champagne humide notamment, où la forêt feuillue a de tout temps joué un rôle économique, et où le taux de boisement (32 %) est supérieur à la moyenne française, les changements de la politique forestière, esquissés depuis un siècle, tendent à s'accélérer. En effet, la plupart des forêts étaient autrefois gérées en taillis sous futaie qui produisaient beaucoup de bois de feu. Or ce dernier marché a considérablement régressé au profit des bois d'œuvre pour la production desquels les sols de Champagne humide sont spécialement favorables. L'objectif actuel des forestiers est donc de convertir le plus possible de taillis sous futaie en futaie régulière de chênes où la production de bois d'oeuvre de qualité est très supérieure à celle du taillis sous futaie. Or, cette évolution est susceptible de modifier substantiellement la physionomie des massifs forestiers puisqu'elle introduit un type de succession différent de celui du taillis sous futaie. De plus, elle tend à produire des peuplements, certes d'essences indigènes, mais monospécifiques et equiennes,.caractéristiques généralement associées à une perte de biodiversité.

Les résultats de ces changements sur l'avifaune pouvaient déjà être déduits des études précédemment citées, mais aucune d'elles n'avait encore été menée spécifiquement dans ce but. L'objectif du présent travail est donc de comparer le peuplement d'oiseaux

de la série du taillis sous futaie à celui des principaux stades de la futaie régulière sur les mêmes sites afin de mesurer les changements induits par le passage d'un mode de gestion à l'autre en termes de conservation et d'optimisation de la biodiversité. Cette demande de l'Office National des Forêts de l'Aube, sur proposition du Parc Naturel Régional de la Forêt d'Orient, a couvert simultanément, sur les mêmes parcelles, la composition floristique (DIDIER & ROYER, sous presse) et certaines familles de coléoptères représentatifs (LEBLANC, sous presse). Le but était d'abord d'obtenir une image globale des deux successions à une échelle assez large pour que les conclusions aient une valeur suffisamment générale, d'où le choix de ne pas restreindre l'échantillonnage à une station trop particulière et de ne retenir des résultats que les faits saillants pouvant déboucher sur des recommandations concrètes de gestion. Une analyse plus fine, recherchant les causes précises des changements observés, serait maintenant souhaitable afin de mieux argumenter les mesures préconisées. Enfin, il n'était question de ne comparer entre eux que les deux grands types de gestion pratiqués dans la région et non pas de les mettre en balance avec d'autres modes de sylviculture éventuellement expérimentés ailleurs et qui pourraient peut-être se révéler plus riches, tels que les futaies jardinées ou irrégulières dites "pied à pied" ou "proche de la nature" (COT, 1992) ou *a fortiori* la gestion "réserve biologique intégrale".

SITE ET MILIEUX D'ETUDE

La région étudiée se situe en Champagne humide, à l'est du Bassin Parisien, dans le département de l'Aube, au nord-est de Troyes, dans le Parc Naturel Régional de la Forêt d'Orient. Entre la Champagne crayeuse à l'ouest et les plateaux calcaires jurassiques du Barois à l'est, cette dépression plate à sol imperméable sur affleurements du crétacé inférieur (surtout Albien) est célèbre pour ses étangs et ses grands lacs artificiels. A une altitude comprise entre 100 et 150 m, cette zone est à la limite des influences océaniques et continentales. La pluviométrie annuelle moyenne est de 680 mm, avec moins de 20 jours de neige par an (et pratiquement aucun durant l'hiver séparant les

deux printemps d'étude). Elle est assez également répartie au cours de l'année avec 44 à 72 mm de pluie chaque mois. Les températures moyennes mensuelles varient de 1°7 C en janvier à 18°0 C en juillet et on enregistre 60 à 70 jours de gelée par an.

Ces conditions relativement clémentes et l'humidité d'un sol profond et mal drainé favorisent la croissance d'une forêt à base de chênes qui compte parmi les plus belles et les plus hautes futaies de feuillus de plaine en France (30 chênes de 60 cm de diamètre mesurés lors de l'abattage faisaient tous au minimum 25 à 27 m de hauteur). La densité des sangliers, cerfs et chevreuils est très élevée et, parmi les carnivores, celle des renards, martres et chats sauvages est également remarquable. De juin à août, l'abondance des moustiques en sous-bois traduit probablement l'humidité et la richesse générale de cette forêt en invertébrés.

En raison des contraintes de choix, de surface et d'espacement des relevés, les points d'écoute ont dû être répartis sur une grande partie d'un massif forestier groupant les forêts du Temple, du Grand Orient et du Chardonneret sur les communes de Rouilly-Sacey, Géraudot, Piney et Radonvilliers, soit une distance de 13 km séparant les points les plus extrêmes. Ce massif, géré dans sa grande majorité par l'Office National des Forêts, était traditionnellement traité en taillis sous futaie pour une production importante de bois de feu. Afin de l'orienter essentiellement vers une production de bois d'oeuvre, une conversion progressive en futaie régulière de chênes, avec régénération naturelle, a été entreprise à partir de 1885 en forêt du Temple où la conversion de 540 ha sera complète en 2006. Quelques-unes des parcelles échantillonnées sont issues de reboisements effectués sur d'anciennes pâtures abandonnées entre 1848 et 1880. Sur les 54.168 hectares boisés du département de l'Aube, 15.000 ha sont soumis au régime forestier et donc en cours ou susceptibles d'être convertis à terme en futaie régulière (PINEL, 1990).

Deux types de stations à sol et à composition floristique sensiblement différents ont dû être échantillonnés faute de trouver assez de parcelles de tous les stades dans un seul type de station. Néanmoins, ces faciès ont une grande similitude de structure et d'avifaune et ils ont donc été regroupés d'autant plus qu'ils sont tous deux

caractéristiques de la région. Il s'agit respectivement : 1/ d'une chênaie sessiliflore acidiphile où le hêtre devrait avoir une place plus importante que celle qu'il occupe aujourd'hui en raison des traitements, 2/ d'une chênaie-charmaie neutrophile naturellement riche en Tilleul à petites feuilles. Les chênes, surtout sessiphiles et parfois pédonculés, dominent largement la strate arborée et sont pratiquement la seule essence qui subsiste à partir de 50 cm de diamètre (voir APP. 1 pour la liste et la proportion des principales essences). Le charme domine le plus souvent le taillis et le Tilleul est par endroit important. Toutes les autres essences sont soit localisées, soit très secondaires, soit toujours de petite taille car éliminées ensuite. Différentes associations végétales intemédiaires sur sols méso-acidiphile ou neutro-acidicline existent également. Les types de stations ont été décrits en détail par PINEL (1990). L'étude botanique associée à ce projet a fourni pour chaque stade des coefficients d'abondance-dominance et de distribution (sociabilité) de toutes les espèces arborées, arbustives et herbacées (DIDIER & ROYER, sous presse). Des inventaires forestiers complets sur certaines parcelles (archives ONF, Aube) donnent le nombre de chênes à l'hectare. Enfin un relevé exhaustif de tous les arbres et arbustes a été effectué sur une parcelle de 14,37 ha en réserve couvrant les deux types de formations contigues, acidiphiles et neutrophiles (GUITTET, 1993).

Le taillis sous futaie (TSF) est formé d'une futaie plus ou moins claire de grands arbres, dits de "réserve", pour la production de bois d'œuvre, surmontant un taillis, exploité surtout pour le bois de feu ou localement pour la pâte à papier, et coupé ou éclairci environ tous les 25 ans. Trois stades ont été distingués en fonction de l'âge du taillis : TSF jeune = 5 à 10 ans ; TSF moyen = 25 à 25 ans ; TSF âgé = 30 à 50 ans. Le diamètre de tiges et la hauteur moyenne du taillis augmentent régulièrement du premier au dernier stade mais davantage proportionnellement que l'accroissement des arbres de futaie. La proportion de chênes croît considérablement avec la taille des arbres, de 4 % dans les classes de diamètres 10-20 cm, à 27 % dans les classes 30-40 et 100 % à partir de 60 cm (APP. 1). Le sous-bois tend donc avec l'âge à devenir beaucoup moins dense, mais plus sombre (FIG. 1) en raison de la fermeture de la strate moyenne (voûte du taillis)

et, à un moindre degré, des cimes de la futaie. Les densités moyennes de chênes de plus de 15 cm restent compris entre 78 et 91 à l'hectare dans tous les stades du TSF (extrêmes : 49 à 102), tandis que la parcelle entièrement inventoriée par GUITTET (1993) comptait en moyenne, toutes espèces confondues, 199 arbres d'un diamètre supérieur à 15 cm par hectare pour un total de 4.260 tiges de 1 cm au moins, la surface terrière de l'ensemble étant de 25 à 33 m^2/ha selon les endroits.

Les relevés botaniques effectués dans un seul des deux types de stations, à raison de 11 échantillons par stades, ont permis d'identifier 24 espèces ligneuses, tous diamètres confondus (DIDIER & ROYER, sous presse). Leur nombre est stable dans les trois stades de TSF (autour de 11 en moyenne, avec des extrêmes de 9 à 15). Il n'est pas significativement supérieur (9 à 17) dans les trois premiers stades de la futaie régulière (cf. ci-dessous) et même sensiblement inférieur dans le stade mature (7 à 13, moyenne 8,3). Le nombre d'espèces herbacées est partout compris entre 5 et 33. La richesse moyenne en herbacées dans le TSF est inférieure en milieu de succession (7,9 contre 17,3 et 19,3 en stades jeune et âgé). Elle baisse en revanche régulièrement du début à la fin dans le traitement en futaie (de 25,5 à 14,3).

La futaie régulière (FR) est obtenue normalement à partir d'une régénération naturelle après une coupe complète des derniers grands chênes qui ont assuré l'ensemencement. Environ tous les 5 ans dans les premiers stades, des coupes d'éclaircissement, ou dépressages, éliminent les essences indésirables et les tiges médiocres pour favoriser la croissance des plus beaux arbres. L'objectif théorique est d'obtenir un peuplement pur de chênes avec la meilleure densité possible d'arbres hauts, droits de même âge et de fort diamètre. En pratique, quelques pieds d'autres essences sont souvent conservés pour des raisons économiques, et aussi maintenant en raison d'un souci croissant de conservation d'un minimum de biodiversité. Quatre stades ont été choisis dans la succession de la FR, selon la dénomination des forestiers :

1/ le fourré, repousse dense et basse (2 à 4 m au plus) encore peu ou pas sélectionnée, d'un âge moyen de 3 à 8 ans ;

2/ le gaulis, où les arbres atteignent 10 à 20 cm de diamètre et 10 à 16 m de hauteur.

Le sous bois peut être occupé par une repousse dense ou éclairci et encombré d'arbustes coupés et de tas de bois laissés sur place selon le temps écoulé depuis la dernière coupe d'éclaircissement. Les parcelles étudiées étaient âgées de 15 à 30 ans et comportaient en général 2.500 à 3.000 arbres/ha ;

3/ le perchis, qui ressemble à une jeune futaie, atteignant souvent 20 m de haut, où 64 % des arbres ont un diamètre supérieur à 15 cm et où plus de 92 % de ces derniers sont des chênes (APP. 1). Les parcelles échantillonnées avaient entre 45 et 90 ans et comptaient 617 ± 65 arbres/ha.

4/ la futaie, stade ultime du traitement forestier, est le milieu qui abrite les gros arbres et la plus forte proportion de chênes entre 70 et 100 cm de diamètre (1,2 % contre 0,2 % dans le TSF). Les plus vieux atteignaient 200 ans et plus de 30 m de haut. Les parcelles échantillonnées dataient de 110 à 150 ans et contenaient en moyenne 116 arbres/ha (63 à 153). La proportion de chênes dans le peuplement arboré (APP. 1) était en général beaucoup plus élevée dans la FR que dans le TSF. En gaulis, plus de 97 % des arbres de 10-20 cm de diamètre (seule classe existante) étaient des chênes contre 63 % en perchis et 1,9 % en futaie. En perchis, 98 % des arbres de 30-40 cm étaient des chênes contre 75,4 % dans les parcelles de futaie étudiées où 100 % des arbres de taille supérieure (inexistants dans les perchis) étaient des chênes.

Seuls les relevés de fourré et de gaulis ainsi que la moitié des échantillons de perchis étaient issus d'un traitement de futaie dès le début (semi-naturel). La moitié des stades dits de perchis et la majorité sinon la totalité des futaies matures étaient le résultat d'une conversion plus ou moins achevée d'anciens TSF en FR. Ces derniers perchis ou futaies étaient donc probablement plus riches en espèces d'arbres et/ou peut-être d'une structure plus diversifiée que des futaies régulières menées comme telles depuis le début, futaies dont aucun exemple n'existe encore dans le massif étudié.

METHODES D'ETUDE

Le but était d'estimer l'abondance de chaque espèce, dans chacun des stades considérés. C'est la méthode classique des Indices Ponctuels d'Abondance qui a été

employée (BLONDEL *et al.*, 1970). Un point d'écoute était choisi au hasard dans une parcelle aussi uniforme que possible, à plus de 100 m de toute bordure avec une parcelle appartenant à un stade différent et à au moins 200 m de toute lisière extérieure du massif forestier. Toute présence de conifères était évitée de même que les parcelles ayant subi un traitement sylvicole depuis moins de deux ans ou présentant un relief ou d'autres caractéristiques particulières non représentatives de la moyenne des forêts et du stade considéré dans la région. Ces contraintes (évitement d'un effet de lisière, représentativité physionomique) restreignaient évidemment le caractère aléatoire du choix des points d'écoute et en augmentant la dispersion géographique.

Chaque point était occupé pendant 20 minutes au cours desquelles étaient positionnés sur un plan tous les oiseaux vus ou entendus, ainsi que leur sexe, âge et comportement, dans un rayon d'au maximum 100 m tout autour de l'observateur. L'objectif étant de connaître le nombre minimum de couples différents installés à l'intérieur de cette surface d'environ 3 hectares, les données les plus importantes à mentionner étaient les mâles chanteurs, les nids occupés et les adultes nourrissant des jeunes. Un couple était noté chaque fois qu'étaient observés un mâle chanteur ou une femelle et un mâle non chanteur ou un nid occupé ou un à plusieurs jeunes volants nourris par au moins un adulte. Bien entendu, les données différentes pouvant se reporter à un même couple n'étaient pas cumulées. De même les déplacements possibles des chanteurs au cours de la période des 20 minutes faisaient l'objet d'une attention particulière et en pratique seul le nombre maximum de chanteurs entendus quasi simultanément à une distance estimée de sûrement moins de 100 m était pris en compte. Lorsqu'un individu adulte, seul, sans comportement particulier de nicheur était observé, il était compté pour un demi-couple. Les oiseaux traversant seulement le secteur d'écoute ou quittant manifestement la zone pendant la période du relevé n'étaient pas comptés. Enfin les espèces nocturnes, aériennes ou marginales ou groupes d'oiseaux qui, en début de printemps, étaient encore des hivernants attardés ou des migrateurs de passage, non retrouvés nicheurs par la suite, ont été éliminés. Ce fut le cas notamment de tous les

contacts de Bécasse, *Scolopax rusticola*, Grive mauvis, *Turdus iliacus*, Roitelet huppé, *Regulus regulus*, et Pinson du nord, *Fringilla montifringilla*.

Selon le principe des I.P.A., chaque relevé a été effectué en deux séances, l'une entre le 15 mars et le 30 avril, l'autre entre le 1er mai et le 15 juin, pour une détection optimale respectivement des sédentaires, chanteurs précoces et des migrateurs tardifs qui tiennent une place importante (Pouillot siffleur, Loriot, etc...). C'est l'effectif maximum de chaque espèce à l'une des deux séances qui a été retenu. Les points de comptage étaient distants d'au moins 250 m afin d'éviter tout recouvrement des zones d'écoute et d'assurer l'indépendance des relevés sucessifs. Les séances ont toujours eu lieu par beau temps, ou parfois par temps nuageux mais en l'absence de vent et de pluie. Seule la période optimale des chants a été utilisée c'est-à-dire entre l'aube et 09 h 30. Vingt relevés ont été efectués dans chacun des 7 stades choisis soit 140 relevés au total. Tous ont été faits par le même observateur (JMT) sauf ceux du stade fourré (par FC) et les relevés précoces de 10 points d'écoute en stade "perchis" (par BF). Tous les relevés de mars-avril ont été réalisés en 1993 et ceux de mai-juin ont été répartis en 1992 et 1993. Tous les relevés de végétation ont été faits en dehors des comptages d'oiseaux, de juin à septembre 1993.

Bien qu'une étude botanique complète ait été menée sur certaines parcelles dans le cadre du même projet et que quelques inventaires forestiers aient été déjà disponibles, les mesures suivantes de végétation ont été faites à l'emplacement particulier de chaque relevé dans le but de caractériser sommairement la structure et la composition de la végétation arborée (APP. 1). Dans un rayon de 5 m autour du point de relevé, le pourcentage moyen de couverture de la végétation (feuillage, branches et troncs) était visuellement estimé dans les trois principales strates autour de 1, 10 et 20 m, c'est-à-dire le taux de couverture maximum à une hauteur quelconque entre 0,5 et 2 m, entre 6 et 14 m et entre 15-25 m respectivement. L'estimation était arrondie à la dizaine la plus proche (= 1 à 10) pour ne pas exagérer la précision. De plus, les 100 premiers arbres d'un diamètre de plus de 5 cm à 1,20 m de hauteur tout autour du point de relevé étaient identifiés et leur diamètre mesuré puis classé par tranches de 10 cm (1 = 6 à 15 cm, 2 = 16 à 25, 3 = 26 à 35, ...,

10 = 96 à 105 cm). Le nombre d'arbres morts n'a finalement pas été retenu en raison de leur rareté et de la quasi-absence d'arbres morts sur pied de diamètre supérieur à 15 cm. Les analyses statistiques sur le peuplement d'oiseaux ont été réalisées à partir du tableau de 52 espèces (en abondance et en fréquence d'apparition) x 140 relevés (groupés en 7 milieux) résumé dans l'appendix 2. Les différences entre les nombres moyens d'espèces (richesse) ou de couples (abondance) par relevé d'un milieu à l'autre ont été analysées à l'aide du test U de Mann-Whitney. Pour les comparaisons inter ou intraspécifiques entre milieux, l'analyse de variance non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisée dans le cas des abondances. Les différences de fréquence d'apparition dans les relevés entre espèces ou entre milieux au sein d'une même espèce ont été appréciées par des tests de chi-carré avec correction de Yates ou, pour les échantillons trop petits (cas fréquent) par un test de probabilité exacte de Fisher (SOKAL & ROHLF, 1981). Tous les niveaux minimum de signification retenus ont été de 5 %.

RESULTATS

Les analyses englobent dans un premier temps toutes les espèces et comparent les différents stades des deux successions. Or cette approche doit être nuancée par quelques remarques préliminaires. Les trois stades de la série du TSF forment un ensemble relativement homogène en raison de la présence permanente d'une futaie de grands arbres et ils se distinguent surtout par le développement du sous-étage (taillis). En revanche, dans la série de FR, les deux premiers stades n'ont pas de grands arbres et seuls les stades perchis et futaie sont vraiment comparables au TSF. C'est pourquoi le fourré, qui n'a pas d'équivalent en TSF, renferme 10 espèces d'oiseaux (sur les 52 de l'ensemble des relevés, APP. 2) qui n'ont été vues que dans ce stade et ne sont connues par ailleurs en "forêt" que dans ce type d'ouverture. Les trois seules autres espèces observées dans un stade unique, le jeune TSF (Colvert, Bondrée, Mésange boréale), n'y sont pas en fait exclusivement liées, bien qu'elles évitent les boisements trop fermés. Enfin toutes les espèces considérées sont nicheuses, certaines dans les milieux où elles ont été notées,

sinon sur les sites mêmes des relevés, sauf 9 espèces (le tiers du total) relevées une seule fois dans le fourré et peut-être aussi certaines espèces dans le gaulis (Pic épeiche, Sittelle, ...) en raison du manque de sites de nids pour ces espèces dans les milieux non arborés

Structure et composition du peuplement avien

La richesse spécifique est ici mesurée d'abord par le nombre total d'espèces rencontrées dans un milieu, puis par le nombre moyen d'espèces par relevés, et enfin par le nombre d'espèces les plus régulières dans le stade considéré, les trois valeurs étant corrélées (TAB. I). Le jeune TSF apparaît significativement comme le milieu le plus riche de tous en espèces. Il est suivi par les TSF moyen et âgé qui sont très sembables au perchis et à la futaie. Viennent ensuite le fourré nettement moins riche et enfin le gaulis, 2,5 fois plus pauvre que le jeune TSF avec lequel pourtant il devrait être le plus comparable comme stade de succession.

Le nombre de relevés étant limité, on peut penser que le nombre d'espèces effectivement présentes dans chaque stade est en fait supérieur à la richesse totale trouvée (TAB. I). En fonction des 2 à 6 espèces notées une seule fois dans chacun des stades étudiés, on peut calculer (par la formule de "Jacknife" estimation de BALTANAS, 1992) que 1,9 à 5,7 espèces supplémentaires selon les cas devraient être ajoutées aux richessses totales obtenues si l'échantillonnage avait été exhaustif. Néanmoins de telles espèces susceptibles d'apparaître lorsqu'on accroît la taille de l'échantillon ne seraient ici qu'accidentelles ou rares et peu représentatives du stade considéré. Elles n'auraient donc que peu d'intérêt dans le cadre de la comparaison des deux types de successions qui nous occupe. De même la courbe aire/espèces (augmentation du nombre d'espèces contactées avec l'accumulation du nombre de relevés) ne montre pas toujours ici un plateau dans les derniers relevés à cause de l'apparition aléatoire d'espèces accidentelles dans le stade considéré et qui donc n'augmentent guère la valeur biologique du milieu en termes de conservation.

L'abondance totale des oiseaux, mesurée par le nombre de couples notés à chaque point d'écoute, est significativement plus élevée dans le jeune TSF que dans tous les

autres milieux, sauf la futaie (TAB. I). Perchis et TSF moyen ou âgé viennent ensuite à égalité (statistiquement non différents) avec une densité d'oiseaux environ 5 à 10 % inférieure à celle des deux milieux précédents. De nouveau, le fourré est presque deux fois plus pauvre que le jeune TSF et le gaulis est encore plus pauvre (65 % moins d'oiseaux que dans le jeune TSF). L'indice de diversité de Shannon, qui associe à la fois le nombre d'espèces et leur abondance relative, résume et même souligne plus encore les tendances évoquées ci-dessus (TAB. I) : décroissance régulière mais faible du TSF jeune à la futaie (- 5,2 %) et au TSF âgé (- 1,4 % supplémentaire), plus forte ensuite entre le TSF et le fourré (- 10,6 %) puis le gaulis (- 8,8 % supplémentaires). L'indice de dominance est en général d'autant plus faible que le peuplement est plus diversifié. C'est pourquoi il est minimal en TSF jeune, sensiblement plus élevé en TSF âgé et en futaie, puis il augmente plus fortement dans le perchis et plus encore en gaulis (TAB. II). La biomasse totale évolue dans le même sens (TAB. I) : elle est 12 % plus élevée dans le TSF jeune que dans les TSF moyens et âgés, ces derniers étant identiques à la futaie. Le perchis abrite une biomasse inférieure de 7 % à celle de la futaie en raison d'un déficit de pigeons, de pics et de grives. Enfin la biomasse avienne est minimale dans les gaulis et fourrés, atteignant le quart environ de celle de la futaie.

Les espèces peuvent être classées selon deux grands critères : leur abondance globale sur l'ensemble des stades étudiés et l'étendue de leur distribution dans les deux successions réunies. Cette dernière a été mesurée par l'amplitude d'habitat $AH = (\sum p_i^2)^{-1}$ où p_i est la proportion des effectifs totaux de l'espèce dans le stade i. Cette amplitude varie ici de 1 à 7 (nombre de stades). Nous avons distingué (APP. 2) les espèces étroitement localisées (notées dans 1 à 3 stades seulement et/ou $AH \leq 2,6$) des espèces répandues dans 4 à 7 milieux ($AH \geq 3,9$). Bien qu'on puisse s'attendre à une certaine corrélation entre abondance et largeur d'habitat, il est intéressant de voir que, parmi les espèces rares (0,5 à 10 couples notés au total sur l'ensemble des relevés), 19 sont localisées (surtout en fourrés) contre 2 répandues (Tourterelle, Pic cendré). Parmi les espèces d'abondance intermédiaire (entre 11 et 52 couples trouvés), 5 sont localisées contre 12 répandues. Enfin les 14 espèces abondantes (> 67 couples comptés) sont toutes

très répandues et 6 d'entre elles sont même contactées régulièrement dans tous les milieux. Les espèces rares ne dépassent pas en moyenne 0,4 couple par relevé dans aucun habitat alors que les espèces abondantes ont une densité moyenne supérieure à 0,4 couple par relevé dans 88 % des milieux où elles apparaissent.

Le degré de similitude entre les peuplements de chacun des stades pris deux à deux a été calculé par l'indice de Sorensen C = 2J/(a+b), où J est le nombre d'espèces communes aux 2 peuplements et a et b le total des espèces dans chaque peuplement. La valeur est ensuite exprimée en pour cent. L'ensemble des 3 stades du TSF abrite 42 espèces contre 37 pour les 3 stades arborés de la FR avec 35 espèces communes aux deux successions dont la similitude globale est de 88,6 %. Les différents stades du TSF entre eux sont également très semblables (81,7 à 95,1 %) de même que le perchis et la futaie (85,7 %). En revanche, fourré et gaulis diffèrent considérablement de tous les autres milieux et aussi entre eux (34 à 65 % de ressemblance).

Sur nos 52 espèces, il y a 17 espèces de grands migrateurs, 6 espèces qui hivernent dans la région, mais peu ou pas en forêt et 29 espèces plus ou moins sédentaires bien que certaines fluctuent beaucoup l'hiver en forêt (Ramier, Rougegorge, Grive musicienne, Pinson). La proportion, en abondance numérique, des migrateurs ou non résidents, est identique dans les 5 stades arborés (25 à 34 %, sans différence significative entre les deux successions). Seul le fourré a une proportion de migrateurs (63 %) double de celle de tous les autres milieux. Tous les migrateurs, sauf la Tourterelle, sont des insectivores, dont les plus nombreux sont les fauvettes et les pouillots. Les espèces les plus sédentaires sont liées aux arbres, à leurs fructifications et aux invertébrés du bois, des écorces et du feuillage (Pics, Sittelle, Grimpereau, mésanges, Gros-bec).

Groupes indicateurs et espèces sensibles

L'analyse générale du peuplement pris dans son ensemble est trop globale.car elle ne tient pas compte des réactions très différentes de chaque espèce aux changements du milieu. C'est donc au niveau des caractéristiques spécifiques que doit être analysée l'évolution du peuplement. Pour plus de simplicité, les 52 espèces seront divisées en

groupes fonctionnels, ou regroupements d'espèces présentant des analogies d'habitat et de régime alimentaire.

1/ Les rapaces diurnes, dont toutes les espèces nicheuses n'ont pas été vues lors de relevés, ont des tailles de territoires trop grandes pour être contactés régulièrement dans ce type de comptage. La Buse et la Bondrée, qui l'ont été ici, sont très bien représentées partout en forêt, au moins dans les futaies, les coupes récentes et les allées. Notons de plus que les rapaces nocturnes, trop peu visibles le jour, n'ont pas été inclus mais que l'un d'entre eux, la Chouette Hulotte, *Strix aluco*, est peut-être plus abondante dans ces forêts que tous les autres rapaces réunis. Le Colvert enfin est un nicheur assez fréquent dans les ronciers à proximité des mares, des petits cours d'eau et des bas-fonds mais il est trop irrégulier et trop peu forestier pour être pris en compte.

2/ Trois espèces particulières occupent une place à part. Le Roitelet triple bandeau, ailleurs plutôt lié aux conifères, est ici régulier dans des futaies exclusivement feuillues où il semble attaché au voisinage des arbres à lierre (*Hedera helix*) qui offrent à peu près le seul feuillage persistant. En saison de nidification, il se tient spécialement dans le haut des grands arbres. C'est la plus petite espèce, exclusivement insectivore, de notre peuplement. Son cousin, le Roitelet huppé, *Regulus regulus*, niche uniquement dans les plantations de résineux mais se rencontre partout l'hiver en forêt, avec les rondes de mésanges jusqu'en avril. Ce dernier n'a donc pas été inclus dans nos relevés.

Un insectivore plus gros, le Gobemouche gris, tient aussi une place à part, étant la seule espèce qui capture ses proies presqu'uniquement au vol. Il se tient toujours assez haut dans les grands chênes et sa relative rareté explique seule sans doute qu'il n'ait pas été vu dans la futaie dont il est pourtant caractéristique. L'Etourneau enfin niche partout en forêt, même loin des lisières, dans les trous d'arbres alors qu'il se nourrit essentiellement hors de la forêt, sauf en cas de pullullation de chenilles, ou dans les larges allées herbeuses. C'est un compétiteur important pour les sites de nids des autres espèces cavernicoles.

3/ La guilde la plus abondante et la plus omniprésente est constituée par les Mésanges bleue, charbonnière et nonette, ainsi que par le Pinson, espèce dominante dans

tous les stades avec de grands arbres (TAB. II). Les Mésanges bleue et charbonnière ont des abondances et des fréquences très semblables (pas de différences significatives) entre tous les milieux sauf dans le fourré où leurs densités sont 15-20 fois plus faibles et dans le gaulis où la Mésange bleue est 3 fois moins abondante que la Mésange charbonnière. La Nonette est partout très significativement moins nombreuse que les deux espèces précédentes, mais sa présence régulière la rend tout aussi caractéristique des stades arborés. Ces 4 espèces constituent 27 à 33 % des oiseaux recensés en TSF, perchis et futaie. Leur rareté en fourré et leur petit nombre en gaulis traduisent l'absence des grands arbres auxquels elles sont liées. Elles sont insectivores en période de reproduction et consomment essentiellement des chenilles du feuillage dans les strates moyennes ou élevées (nombreuses observations).

4/ Les insectivores du sous-bois sont représentés par 3 espèces abondantes et caractéristiques des forêts hautes. Tous nichent et se nourrissent au sol ou à moins de 2 m de hauteur. Leur abondance cumulée augmente régulièrement avec la taille et la densité des arbres, du gaulis (1,85 couples/relevé) à la futaie (4 couples) comme au cours de la croissance du TSF (1,95 à 3,55 couples). Le Troglodyte aime plutôt les futaies ouvertes et son abondance est très liée à la présence des tas de branches qui sont laissés lors des coupes. Utilisés comme refuges, sites de nids et dortoirs, ces tas de bois sont plus nombreux dans la série de FR que dans le TSF en raison d'une plus grande fréquence des coupes partielles où les branchages ne sont pas brûlés. Le Rougegorge préfère lui les sous-bois les plus humides. Son abondance n'est pas significativement différente entre les deux derniers stades des deux successions. Le Pouillot siffleur enfin est typique des futaies hautes à voûte fermée. Il est donc très significativement plus nombreux dans les stades les plus âgés des deux successions.

5/ A l'inverse, les taillis bas et denses mais dominés par une futaie claire ou absente sont habités par un ensemble de 13 insectivores qui sont soit exclusivement liés au stade fourré (Locustelle, Hypolaïs, Rougequeue, Rossignol, 2 Fauvettes) soit associés à des ouvertures avec quelques grands arbres et qui débordent donc dans les jeunes stades du TSF et de la FR. Parmi ces derniers, le Pipit des arbres et l'Accenteur sont très localisés,

la Mésange à longue queue et la Fauvette des jardins sont répandues mais jamais abondantes, le Pouillot fitis est typique du premier stade de chaque succession, tandis que le Pouillot véloce et la Fauvette à tête noire sont présents partout mais diminuent des stades les plus jeunes aux plus âgés.

6/ Les gros Turdidés forment une guilde particulière. Ils se tiennent souvent haut (du moins en futaie), nichent à mi-hauteur et se nourrissent d'invertébrés de la litière et de petits fruits. Le Merle noir est en général le plus commun, la Grive musicienne intermédiaire et la Grive draine la moins nombreuse, mais les 3 espèces sont bien répandues avec un minimum très significatif dans les stades jeunes et un maximum aux stades les plus âgés des deux successions. Leur comportement farouche, surtout quand ils descendent au sol, contraste avec leurs habitudes en milieux non forestiers et ressemble fort à une défense contre les prédateurs, qui sont nombreux. En raison de leurs poids plus élevé que les groupes précédents, ils représentent, des stades les plus jeunes aux plus âgés, 6 à 12 % de la biomasse totale.

7/ Le groupe le plus typiquement forestier est constitué par les insectivores des écorces et du bois mort qui sont particulièrement abondants ici. Le Grimpereau figure dans les 4 espèces dominantes des stades matures des deux successions. La Sittelle est elle aussi omniprésente mais partout significativement moins nombreuse que le Grimpereau. Chacune des deux espèces a la même abondance (pas de différence significative) dans les deux derniers stades de chaque succession. En revanche, le groupe des pics marque une différence nette entre les deux séries. En TSF moyen et âgé, il y a en moyenne par relevé respectivement 1,3 et 1,6 pics de 6 espèces pesant 107 et 150 g contre 1,1 et 1,5 pics de 4 espèces pesant 87 et 130 g en perchis et futaie. Ces différences sont significatives et montrent une diminution sensible du nombre, de la diversité et de la taille moyenne des pics dans le traitement en FR, bien que la différence tende à se combler dans les stades ultimes. Le Pic épeiche, espèce dominante et ubiquiste, garde la même abondance dans les deux derniers stades du TSF et de la FR. Le Pic mar, dont l'abondance relative est remarquable dans cette région, augmente significativement dans les deux successions de l'avant-dernier au dernier stade, marquant ainsi sa préférence

pour les futaies matures. Il atteint parfois dans les vieux peuplements de chênes une densité presqu'égale à celle du Pic épeiche, ce qui est rare ailleurs en France. Le Pic épeichette, lié ici à la cime des grands arbres, ne retrouve une abondance comparable au TSF que dans la vieille FR. Le Pic vert occupe ici régulièrement les futaies ouvertes, parfois côte à côte avec le Pic cendré qu'il concurrence. Ce dernier, devenu rare, et dont ces forêts sont encore un bastion, semble très lié aux vieux arbres quelle que soit leur densité. Il est donc présent dans tous les stades du TSF, mais seulement dans le dernier stade de la FR. Le Pic cendré est à l'échelle de la région (COCA, 1991) le pic le plus rare et même dans les futaies favorables, sa densité reste faible et sa présence irrégulière. Le Pic noir est le pic dont la densité naturelle est la plus faible en raison de sa forte taille et d'un domaine vital de plusieurs centaines d'hectares par couple. Il est en revanche plus régulièrement réparti que le Pic cendré avec lequel il partage une préférence, mais peut-être moins exclusive, pour les vieilles futaies.

8/ Deux gros insectivores, le Coucou et le Loriot, prédateurs de chenilles dans la moitié supérieure des arbres, sont répandus dans tous les stades sauf les fourrés et gaulis, avec des abondances moyennes qui ne varient pas significativement d'un milieu à l'autre. Il en va de même du Geai, omnivore et prédateur de nichées. La Corneille quant à elle ne se maintient en forêt que grâce à la présence d'ouvertures, notamment les allées, mais son abondance est insignifiante par rapport à celle du geai.

9/ Les deux pigeons et le Gros-bec forment un ensemble de frugivores-granivores liés ici en période de nidification à la canopée de futaies hautes. Il sont donc pratiquement absents des fourrés et gaulis et ont par contre une abondance équivalente dans tous les autres stades des deux successions (pas de différences significatives), à l'exception du rare Pigeon colombin, nicheur cavernicole qui recherche les vieux chênes et semble absent du perchis.

10/ Un dernier groupe est constitué par les granivores des strates basses de boisements ouverts. Ils se rencontrent essentiellement dans le stade fourré (Verdier, Linotte, Bruants). Seuls la Tourterelle et le Bouvreuil se maintiennent dans les jeunes stades, surtout de la FR qui tend à être plus claire que le TSF.

Le peuplement vraiment forestier, caractéristique de la futaie plus ou moins fermée, est constitué par les 24 espèces des groupes 3, 4, 6, 7, 8 et 9, soit la moitié des espèces nicheuses dans les relevés représentant 81-86 % des oiseaux dans les deux derniers stades de chaque succession (contre 66-68 % en gaulis ou jeune TSF et 6 % dans le fourré). L'abondance totale de cette partie du peuplement augmente parallèlement à la croissance des arbres, de 0,8 couple/relevé en fourré, à 5,5 en gaulis, 16,3 en jeune TSF et 18,3 en TSF âgé comme en futaie. L'autre moitié des espèces est surtout associée aux ouvertures et aux stades jeunes. Elle constitue environ 15 % de la densité totale dans les stades âgés et jusqu'à 94 % en début de régénération de la FR.

Chaque stade peut être caractérisé par un ensemble d'espèces indicatrices, sinon par leur présence seule, du moins par leur abondance relative. Outre les espèces définies ci-dessus comme caractéristiques des ouvertures ou des vieilles futaies par exemple, la liste des quatre espèces les plus abondantes traduit déjà les tendances (TAB. II). Ainsi la grande analogie entre TSF moyen, TSF âgé et futaie est confirmée. L'apparition parmi ces quatre espèces dominantes du Troglodyte à la place du Grimpereau en perchis reflète la moindre taille des arbres et la fréquence des tas de bois, résidus des éclaircissements répétés du taillis. Dans le TSF jeune, structurellement le plus comparable au perchis, l'apparition du Pouillot véloce traduit l'ouverture de la futaie. Le changement radical du peuplement en début de succession de la FR est bien souligné par le classement des espèces dominantes : 2 espèces sur 4 en gaulis et en fourré sont secondaires dans les stades âgés et les deux autres en fourré y sont même absentes.

Relations avifaune-végétation

A titre d'approche préliminaire, des coefficients de corrélation de rang de Spearman ont été calculés entre les diverses variables mesurées lors de chaque relevé. Les variables considérées furent d'une part le nombre total d'espèces d'oiseaux contactées (richesse), le nombre total de couples (abondance), la biomasse et l'indice de diversité de Shannon calculé sur l'abondance relative de chaque espèce d'oiseau (diversité). Chacun de ces quatre paramètres a été corrélé successivement aux variables de composition ou structure

de végétation suivantes : le nombre total d'espèces d'arbres (richesse), la diversité de ces espèces (indice de Shannon H'), la diversité des diamètres des arbres (toutes espèces confondues) et enfin la diversité de stratification (H' sur le taux de recouvrement des 3 strates principales). Ces analyses ont été menées successivement sur les 20 relevés de chaque stade séparément, puis sur les 60 relevés de chaque succession et enfin sur l'ensemble des 140 relevés. Le stade fourré n'a pas été considéré en raison de l'absence d'arbres, donc des trois premières mesures de la végétation. Ont été retenus comme significatifs les coefficients de corrélation supérieurs à 0,60 (avec $P < 0,05$).

On ne résumera ici que les tendances qui se dégagent de ces 144 analyses sans les regrouper dans un traitement multivarié en raison des interrelations entre les variables descriptives du peuplement d'oiseaux surtout, et, à un moindre degré, entre celles décrivant la structure du couvert arboré. Les corrélations sont généralement bonnes entre la richesse ou la diversité du peuplement d'oiseaux et la diversité structurale (diamètres) ou taxonomique (espèces) des arbres (31 coefficients sur 36 significatifs). Cette relation est sensiblement moins bonne dans le cas de l'abondance et de la biomasse des oiseaux (23 corrélations significatives sur 36). En revanche, le nombre brut d'espèces d'arbres et la diversité des strates telle qu'elle est calculée ne sont corrélés significativement à l'un ou l'autre des 4 paramètres du peuplement avien que dans 19 cas sur 72. Les corrélations positives entre richesse ou diversité aviennes et diversités structurale ou taxonomique des arbres, qui se dégagent donc nettement, sont plus élevées et plus souvent significatives à l'intérieur de la succession du TSF (3 stades groupés, 4 cas sur 4) que dans celle de la FR (3 cas sur 4). Elles tendent également à être moins significatives sur l'ensemble de la succession (3 sur 4) qu'à l'intérieur de chaque stade pris isolément (22 sur 24).

DISCUSSION

Lors d'un échantillonnage plus extensif du même massif forestier (THIOLLAY, 1990) et de prospections systématiques depuis 1966, au total 22 espèces nicheuses ont été trouvées, en plus de 52 reconnues dans cette étude (APP. 2). Toutes sont rares, très localisées ou non prises en compte ici. Ce sont des espèces :

1/ à densité naturellement faible (Autour, *Accipiter gentilis*), aujourd'hui éteinte (Aigle botté, *Hieraaetus pennatus*) ou marginales parce que liées aux lisières (Epervier, *Accipiter nisus*, Milans noir et royal, *Milvus migrans et M. milvus*, Faucon hobereau, *Falco subbuteo*) ;

2/ nocturnes (Chouette Hulotte, *Strix aluco*, Hibou moyen duc, *Asio otus*) présentes sur nos relevés mais trop rarement visibles pour être recensées ;

3/ aériennes (Hirondelle de fenêtre, *Delichon urbica*, Hirondelle de cheminée, *Hirundo rustica*, Martinet noir, *Apus apus*) très régulièrement vues au-dessus de la forêt ;

4/ forestières mais très sporadiques et dont la reproduction n'est pas toujours certaine (Cigogne noire, *Ciconia nigra*, Bécasse, *Scolopax rusticola)* ;

5/ régulières dans les plantations de conifères, évitées ici (Roitelet huppé, *Regulus regulus*, Mésange huppée, *Parus cristatus*) ;

6/ liées à des bas-fonds marécageux (Phragmite des joncs, *Acrocephalus schoenobaenus*, Rousserolle verderolle, *A. palustris*), des mares forestières (Poule d'eau, *Gallinula chloropus)* ou de petits cours d'eau (Martin pêcheur, *Alcedo atthis)* ;

7/ associées aux jeunes fourrés des plus grandes ouvertures en début de régénération (Pie grièche écorcheur, *Lanius collurio*, Bergeronnette grise, *Motacilla alba*, Chardonneret, *Carduelis carduelis).*

Aucune de ces espèces, sauf l'Autour et la Chouette Hulotte, n'ont leur optimum d'abondance en grande forêt et leur absence de nos relevés ne change rien aux conclusions de l'étude.

La similitude du peuplement avien dans les derniers stades des deux successions est peut-être surestimée. En effet, nous avons vu que la moitié des perchis et la quasi-totalité des futaies échantillonnées n'étaient pas en fait issues d'un traitement strict en FR depuis le début du cycle et qu'ils présentaient donc une diversité structurale et floristique nettement supérieure à celle qui est théoriquement recherchée pour une FR dont le but est d'être aussi homogène et monospécifique que possible. Cependant l'objectif des forestiers n'est sans doute pas aussi rigide et il peut d'ailleurs s'exprimer de façon

variable chez les responsables qui se succèdent au cours de traitements qui s'étendent sur plus d'un siècle.

Nous n'avons pas étudié, en raison de sa relative brièveté (quelques années), un stade charnière de la FR qui est celui du semis naturel où une futaie très claire de vieux chênes est maintenue afin d'assurer l'installation des jeunes plants. Ce stade est particulièrement riche car il permet la cohabitation d'espèces de vieilles futaies et de fourrés bas. Cette vieille futaie ouverte se rapproche en fait par ses caractéristiques du jeune TSF dont nous avons vu qu'il était le plus riche de sa série. WALICZKY (1991) avait fait la même constatation. Dans l'aménagement général d'un massif, de telles parcelles, bien que peu nombreuses, augmentent incontestablement la diversité avienne de l'ensemble.

Comme dans la plupart des études de succession en forêts tempérées, nous avons retrouvé ici une augmentation de la richesse, de la diversité, de la densité et de la biomasse des oiseaux au fur et à mesure que la forêt vieillit, de même que le remplacement progressif des espèces, dont le taux d'ailleurs se ralentit fortement en fin de succession (BLONDEL *et al.*, 1973, HELLE, 1985A, HELLE & MONKKONEN, 1990, MULLER, 1985 et 1993, PROBST *et al.*, 1992). C'est la manifestation de l'augmentation classique de la diversité spécifique avec celle de la stratification verticale de la végétation (MacARTHUR & MacARTHUR, 1961, KARR & ROTH, 1971, WILLSON, 1974). C'est moins visible ici dans notre série du TSF qui commence en fait à un stade relativement avancé. La décroissance, également classique, de la diversité à un stade intermédiaire de la succession (FERRY & FROCHOT, 1970, DICKSON & SEGELQUIST, 1979, FAABORG, 1980, STEFFEN, 1984, MULLER, 1990) se manifeste ici par le minimum observé en gaulis. La diminution du rapport migrateurs/sédentaires avec l'âge de la forêt (PETTY & AVERY, 1990) est également nette dans nos parcelles d'étude.

L'influence de la structure de la végétation, plus que sa composition floristique particulière, sur le peuplement d'oiseaux est reconnue par tous les auteurs qui avancent tour à tour comme prédicteur le plus important de la richesse spécifique en oiseaux, la diversité de la stratification verticale, le nombre de strates, le volume des couronnes

d'arbres, ou leur taux de couverture, la variabilité de la hauteur des cimes, la densité des arbres, etc ... (BLONDEL *et al.*, 1973, BEEDY, 1981, PRODON & LEBRETON, 1981, JAMES & WARNER, 1982, LEBRETON *et al.*, 1987, MOSKAT, 1988, VERNER & LARSON, 1989, PETTY & AVERY, 1990). Nos premiers résultats suggèrent eux aussi que la diversité (= nombre + équitabilité) des essences et de la taille des arbres accroît la richesse spécifique, la diversité et même la densité et le poids moyen des oiseaux. Au-delà de ce constat global, c'est la réaction particulière de chaque espèce qui devrait être analysée, chacune réagissant différemment à l'évolution du milieu. D'autre part, il est probablement rare qu'un facteur unique soit responsable du déclin ou de l'augmentation d'une espèce. Ce seraient plutôt des caractéristiques très composites de l'habitat (MACNALLY, 1990), ou bien le développement de la strate particulière qu'affectionne l'espèce, qui agiraient. Bien d'autres facteurs interviennent aussi qui n'ont pas été mesurés ici, notamment la qualité, la quantité et la distribution des ressources alimentaires ou celles des sites de nids (évoquées pour le Troglodyte, mais essentielles pour tous les cavernicoles), les interactions entre espèces telles que pression de prédation et compétition interspécifique.(DIAMOND, 1988).

Aucune espèce ne semble liée à une essence d'arbre particulière et nos stades ne diffèrent pas entre eux profondément par leur composition floristique ou, quand cela se produit, le peuplement d'oiseaux n'en est pas très affecté. SMITH (1992) n'avait pas trouvé non plus de relation entre la composition de la communauté d'oiseaux et la proportion de chênes dans une futaie du Bassin Parisien. Les seules espèces attachées à un stade particulier le sont pour des raisons de structure plus que de composition de la végétation. Toutefois, des relations plus subtiles peuvent s'établir. Ainsi ADAMS & MORRISON (1993) ont montré que des Sittelles et Grimpereaux de Californie utilisaient certaines essences quand elles étaient en peuplement mixte, mais non en plantations pures, et que la juxtaposition de parcelles d'âge et de composition différents était nécessaire au maintien de ces espèces toute l'année.

L'hétérogénéité spatiale des boisements n'a pas été abordée non plus, alors que ses conséquences sur les communautés d'oiseaux sont reconnues (ROTH, 1976, ROBINSON,

1988, URBAN & SMITH, 1989). Le rôle bénéfique des mosaïques de milieux et des lisières internes qu'elles engendrent a été montré (MULLER, 1993), mais cet effet est favorable à condition que le massif boisé ainsi divisé reste continu. En revanche, si la forêt est fragmentée, la richesse et même l'abondance totales des oiseaux peuvent diminuer, certaines espèces ne survivant pas dans des îlots boisés trop petits comme ici les Pics noir, mar et cendré. Les expériences scandinaves sont éloquentes à ce sujet (HELLE, 1984 et 1985B, HELLE & JARVINEN, 1986, RAIVIO & HAILA, 1990).

Enfin, nous n'avons pas envisagé les variations possibles de peuplement dans le temps, dus à des facteurs environnementaux qui affectent le comportement adaptatif des oiseaux et donc la structure des communautés ainsi que l'a montré HOLMES (1990). Les fluctuations interannuelles ne sont pas documentées en Champagne humide. En revanche, les variations saisonnières de l'avifaune forestière semblent très importantes. Des nicheurs forestiers comme les pics, le Gros-bec, les pigeons,etc ... se dispersent hors des forêts en période internuptiale. A l'intérieur même des massifs forestiers, on constate un stationnement important de migrateurs à l'automne et au printemps (pigeons, fringilles, bécasse, etc ...) et un repli des sédentaires dans les vieilles futaies au coeur de l'hiver.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le traitement en TSF grâce à la persistence d'un couvert arboré, permet le maintien de l'ensemble des espèces forestières tout au long du cycle. En revanche, la conduite en FR fait apparaître pendant de longues périodes des milieux arbustifs denses mais dépourvus de grands arbres et qui ne conviennent pas à une majorité d'espèces forestières qui sont liées à la haute futaie (sous-bois ou canopée). Dans l'hypothèse d'un traitement complet des massifs en FR, l'objectif est d'arriver, sur un secteur suffisamment vaste, à un nombre égal de parcelles de chaque âge de façon à obtenir à terme une production égale chaque année. Or schématiquement sur un cycle de croissance, avant exploitation finale, d'environ 140 ans au moins, les stades des 70 premières années sont beaucoup plus pauvres que le jeune TSF. Ainsi globalement à peu près, la moitié de la surface des

massifs forestiers pourrait être considérée comme négativement affectée, en comparaison d'un traitement complet en TSF, tandis que l'autre moitié atteindrait une richesse sensiblement égale mais pas supérieure au TSF.

A ce niveau quantitatif s'ajoute un aspect qualitatif. L'existence d'ouvertures (grandes allées forestières) et de surfaces en taillis bas et dense (fourrés, jeunes gaulis) permet certes le maintien de bon nombre d'espèces qui disparaissent en futaie fermée et donc accroissent la biodiversité sur l'ensemble du massif. Cependant ces espèces sont des ubiquistes répandues et communes dans les milieux non forestiers, à commencer par les jardins. Les favoriser encore par une extension de leurs habitats n'est donc pas une stratégie prioritaire en matière de conservation au niveau régional. En revanche, la diminution des futaies, même si elles sont relativement ouvertes comme dans le cas du jeune TSF, réduit les milieux disponibles pour des espèces qui n'ont pas d'autre habitat alternatif que la futaie. Certaines espèces forestières ont une grande plasticité et s'adaptent à la plupart des types de boisements (mésanges, Pinson, grives, Troglodyte, Rougegorge, etc ...). Elles restent donc communes dans la plupart des traitements forestiers. D'autres en revanche ne sont fréquentes et nicheuses que dans la futaie mature, laquelle a donc une valeur patrimoniale particulière. C'est le cas du Pigeon colombin, du Pic épeichette, du Pouillot siffleur ou du Gros-bec, mais plus encore des Pics noir, cendré et mar. Pour la conservation de ces deux dernières espèces en particulier, les vieilles futaies de chênes de Champagne humide sont importantes au niveau français et même européen. Leur trop grande ouverture ou la réduction de la surface des parcelles favorise l'installation d'espèces concurrentes beaucoup plus répandues (Pic épeiche et Pic vert).

A la critique globale, mais nuancée, du traitement en FR, doivent s'ajouter des recommandations plus précises destinées à corriger les excès possibles d'une gestion trop productiviste de la forêt (y compris du TSF) pour la conservation de la biodiversité. On entend ici par biodiversité un nombre élevé d'espèces d'oiseaux, mais privilégiant les espèces rares au niveau régional ou européen plutôt que le nombre absolu d'espèces quelle que soit leur identité.

1/ Toute monoculture, fût-elle de chênes, est moins riche qu'un peuplement mixte. Le maintien d'un mélange d'espèces aussi varié que possible est donc une recommandation de base. A la réduction de rentabilité économique avancée par les forestiers, on peut opposer que des peuplements mixtes limitent les pullullations périodiques de chenilles et sont une assurance de reconversion dans le cas d'une aggravation des pluies acides ou du réchauffement climatique qui défavoriseraient les chênes. Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible cependant de préconiser certaines essences plutôt que d'autres, ni une proportion optimale de pieds d'essences secondaires en accompagnement du chêne.

2/ La conservation du lierre, au moins sur les chênes dont il ne semble pas affecter la croissance, ou sur les essences secondaires non précieuses, contribuerait au maintien de plusieurs espèces (abri, fruits).

3/ La conservation des vieux arbres, auxquels sont liés certains oiseaux, permet seule d'ajouter des ressources importantes telles que des grosses branches mortes, des cavités nombreuses et abritées, des écorces très crevassées ou une strate supérieure développée. On peut envisager soit un allongement généralisé de l'âge d'exploitabilité (au moins dans certaines parcelles), soit le maintien d'arbres particuliers au-delà de cet âge limite.

4/ La conservation d'arbres morts sur pied, y compris de grande taille, est un autre impératif maintenant pris en compte dans plusieurs pays. Ils fournissent à la fois une nourriture pour les Pics et des cavités pour bon nombre d'espèces, sans compter le maintien des insectes xylophages. Considérés à tort comme des sources "d'infestation" possibles, de tels troncs morts ne gênent pas la croissance des arbres voisins et ne représentent donc pas un coût économique mais au contraire un gain par le maintien des prédateurs de xylophages qu'ils permettent.

5/ Les branchages et autres résidus de coupes doivent être laissés sur place en tas, et non brûlés comme c'est le cas surtout dans les TSF. La surface ainsi condamnée pour la régénération est négligeable alors que ces amas participent de façon importante au maintien non seulement d'oiseaux, mais aussi de nombreux insectes, reptiles et mammifères notamment prédateurs de rongeurs.

6/ Les trouées formées par les mares ou les chablis constituent une source de diversification de la faune et de la flore. Il est donc recommandé de les laisser se refermer naturellement, donc sans intervention accélérant le processus.

7/ Les ourlets buissonnants des lisières en bordure d'ouvertures ou d'allées sont habitées par des espèces particulières (Accenteur, Bouvreuil, Fauvettes, Pouillots) et ne doivent donc pas être taillés ou supprimés.

8/ Les allées herbeuses sont des zones de nourrissage importantes tout particulièrement pour les merles et les grives. Leurs ornières inondées sont en outre le lieu quasi exclusif de survie des amphibiens. La politique systématique d'empierrement de ces voies et de recreusement de fossés profonds, avec parfois en plus broyage des accotements, a modifié sensiblement l'aspect de ces massifs forestiers que nous fréquentons depuis 30 ans.

9/ Enfin la fréquence actuelle des coupes de printemps (mars à mai), pratique autrefois quasi inconnue, ne peut qu'être préjudiciable à la nidification . Eclaircissement ou même parfois broyages mécaniques des taillis à la même époque, qui font partie du traitement en FR, entrent dans cette catégorie et devraient être supprimés.

En résumé, si ces quelques mesures compensatoires, simples et peu onéreuses sont adoptées, la gestion d'un massif entier en FR peut ne pas représenter une perte trop importante de biodiversité par rapport au TSF. Des études plus approfondies seraient cependant utiles pour définir la surface optimale des parcelles soumises à un même stade, la meilleure distribution spatiale des stades et l'allongement éventuel du stade semis-jeune fourré avec maintien de vieux arbres qui semble particulièrement intéressant.

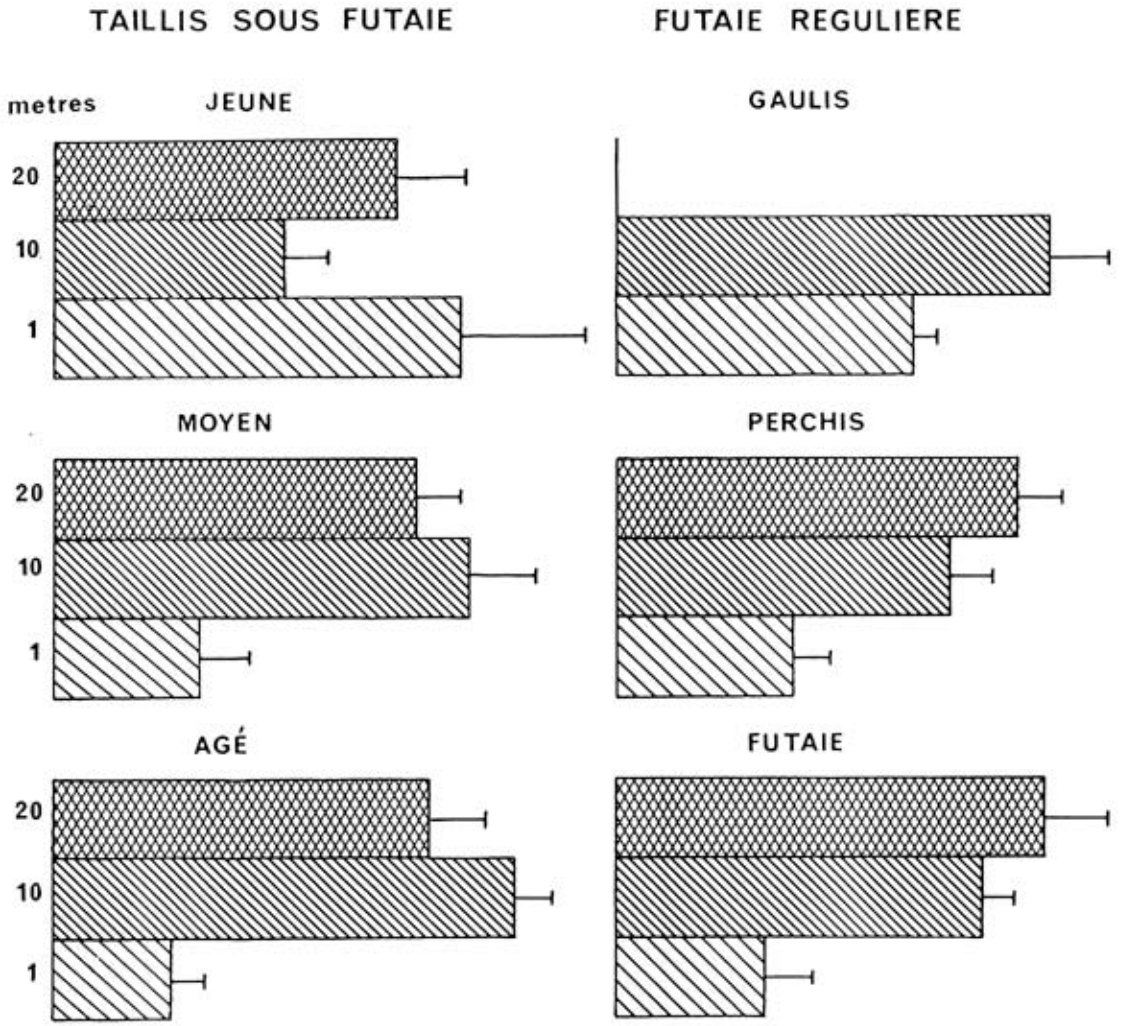


FIGURE 1. Taux de recouvrement des trois principales strates ligneuses des stades arborés dans les deux successions forestières étudiées (moyenne + 1 SD)

Tableau I. Abondance et structure des peuplements des milieux étudiés. La richesse est le nombre total d'espèces identifiées. Les espèces régulières sont celles dont au moins 2 couples ont été trouvés dans les relevés du milieu considéré. La richesse et l'abondance moyennes sont les moyennes par relevé des nombres d'espèces et de couples sur les 20 relevés de chaque stade. La diversité est donnée par la formule de Shannon $H' = -\Sigma\ pi\log 2pi$. La biomasse par relevé (en grammes) est calculée d'après les poids moyens de chaque espèce donnés dans l'appendice 2, en comptant 2 individus par couple et en excluant les rapaces et le colvert, grosses espèces trop accidentelles.

	Richesse totale	Espèces régulières	Richesse moyenne	Abondance moyenne	Diversité (H')	Biomasse moyenne
Taillis sous futaie jeune	41	35	17,3	23,8	4,639	2357
Taillis sous futaie moyen	30	26	14,9	20,4	4,317	2056
Taillis sous futaie âgé	31	27	15,2	21,8	4,342	2084
Fourré	27	19	10,2	12,2	3,884	470
Gaulis	18	14	7,0	8,4	3,540	570
Perchis	32	25	15,2	22,0	4,177	1993
Futaie	31	25	15,1	22,6	4,402	2077

Tableau II. Espèces numériquement dominantes par ordre d'abondance décroissante dans les deux successions : 3 stades de taillis sous futaie (TSF) et 4 stades de futaie régulière. L'indice de dominance est le pourcentage d'individus représentés par les deux premières espèces dans le stade considéré.

Stades	Espèces dominantes	Indice de dominance
TSF jeune	1/Pinson ; 2/Pouillot véloce ; 3/Mésange bleue = M. charbonnière	17,86
TSF moyen	1/Pinson ; 2/Mésange charbonnière ; 3/Grimpereau : 4/M. bleue	21,57
TSF âgé	1/Pinson ; 2/Mésange charbonnière ; 3/M. Bleue ; 4/Grimpereau	21,79
Fourré	1/Pouillot véloce ; 2/P. fitis ; 3/Bruant jaune ; 4/Fauvette à tête noire	27,62
Gaulis	1/Fauvette à tête noire ; 2/Pouillot véloce ; 3/Troglodyte ; 4/Pinson	30,95
Perchis	1/Pinson ; 2/Mésange bleue ; 3/Troglodyte ; 4/M. charbonnière	23,14
Futaie	1/Pinson ; 2/Mésange charbonnière = Grimpereau ; 4/M. bleue	20,58

APPENDICE 1. Structure et composition de la couverture arborée dans les deux successions. Nombre d'arbres, sur 2000 échantillons (100 autour de chacun des deux relevés de chaque stade) Chênes = deux espèces groupées : chêne sessile surtout, *Quercus petraea*, et Chêne pédonculé, *Quercus robur* beaucoup plus local. Charme, *Carpinus betulus*. Espèces secondaires, atteignant une grande taille, et régulières (sauf dans les gaulis et perchis), par ordre de fréquence décroissante : Tilleul à petites feuilles, *Tilia cordata*, Hêtre, *Fagus sylvatica*, Tremble, *Populus tremula*, Bouleau blanc, *Betula pendula* et Merisier, *Prunus avium*. Autres espèces, dépassant rarement ou jamais 25 cm de diamètre : Erable champêtre, *Acer campestre*, Alisier torminal, *Sorbus torminalis*, Noisetier, *Corylus avellana*, Frêne, *Fraxinus excelsior*, Aulne, *Alnus glutinosa*, Orme champêtre, *Ulmus campestris*, Saule marsault, *Salix capraea*, Aubépine monogyne, *Crataegus monogyna*, Aubépine épineuse, *C. laevigata*, Epine noire, *Prunus spinosa*, Pommier sauvage, *Pyrus malus*, Poirier sauvage, *P. pyraster*, Châtaignier, *Castanea vulgaris*. Quatre autres espèces ligneuses n'ont pu être notées qu'une ou deux fois sur les relevés et plusieurs autres n'y ont jamais atteint le diamètre minimal requis de 6 cm.

Le nombre des espèces secondaires et accessoires notées au moins une fois sur les 20 relevés de chaque stade est indiqué.

			Classes de diamètres (cm)					
Stades	**Essences**		10	20	30	40	50-60	70-100
TAILLIS	jeune	Chênes	46	45	152	122	76	
		Charme	496	61	23	15		
		5 secondaires	458	81	41	30	5	
		10 autres	305	38	6			
SOUS	moyen	Chênes	80	38	46	77	75	7
		Charme	922	157	7			
		5 secondaires	358	92	31	11	4	
		11 autres	85	10				
FUTAIE	âgé	Chênes	1	7	39	94	87	2
		Charme	1092	239	13			
		5 secondaires	244	120	16	5	2	
		9 autres	48	11				

			Classes de diamètres (cm)					
Stades Essences			10	20	30	40	50-60	70-100
FUTAIE REGULIERE	Gaulis	Chênes	1862	80				
		Charme	11					
		4 secondaires	36	1				
		3 autres	10					
	Perchis	Chênes	143	1015	160			
		Charme	465	77				
		4 secondaires	36	15	4			
		4 autres	85					
	Futaie	Chênes	11	21	47	103	95	24
		Charme	1228	139	8			
		5 secondaires	111	116	28	13		
		9 autres	42	14				

APPENDICE 2. Distribution et abondance des espèces dans les milieux étudiés. Le nombre total de couples, suivi du nombre de relevés où l'espèce était présente, est la somme des observations sur l'ensemble des 140 relevés. Pour chaque espèce et chaque stade, le chiffre supérieur (abondance) est le nombre moyen de couples par relevé et le chiffre inférieur (fréquence) est le pourcentage de relevés où l'espèce a été contactée, quelque soit son effectif. Voir texte pour la définition des milieux, stades et couples. Poids individuels moyens en grammes d'après Géroudet (1965-74).

	Nombre total (couples, relevés)	Taillis sous futaie			Futaie régulière				Poids (g)
		jeune	moyen	âgé	fourré	gaulis	perchis	futaie	
Colvert	1	0,05							1060
Anas platyrhynchos	1	5							
Buse variable	4	0,10					0,02	0,75	910
Buteo buteo	7	15					5	15	
Bondrée apivore	1	0,05							775
Pernis apivorus	1	5							
Pigeon colombin	4	0,05		0,05				0,10	275
Columba œnas	4	5		5				10	
Pigeon ramier	51,5	0,50	0,55	0,40		0,05	0,57	0,50	500
Columba palumbus	51	50	50	40		5	60	50	
Tourterelle des bois	9,5	0,15			0,02	0,15	0,10	0,05	125
Streptopelia turtur	10	15			5	15	10	5	
Coucou gris	32,5	0,35	0,35	0,30		0,17	0,15	0,30	109
Cuculus canorus	34	35	35	30		20	15	35	

	Nombre total (couples, relevés)	Taillis sous futaie			Futaie régulière				Poids (g)
		jeune	moyen	âgé	fourré	gaulis	perchis	futaie	
Pic cendré *Picus canus*	7 8	0,10 10	0,07 10	0,07 10				0,10 10	116
Pic vert *Picus viridis*	4,5 5	0,12 15	0,05 5				0,05 5		180
Pic noir *Dryocopus martius*	5,5 8		0,05 10	0,17 20				0,05 10	280
Pic épeiche *Dendrocopos major*	67,5 73	0,45 50	0,62 65	0,70 70		0,05 10	0,72 80	0,82 90	85
Pic mar *Dendrocopos medius*	30 32	0,10 10	0,28 30	0,45 50			0,25 25	0,42 45	68
Pic épeichette *Dendrocopos minor*	16,5 17	0,20 20	0,20 20	0,20 20			0,07 10	0,15 15	21
Pipit des arbres *Anthus trivialis*	20 19	0,25 20			0,65 65		0,10 10		22
Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*	152 104	1,00 75	1,00 80	0,95 75		1,20 90	1,95 100	1,50 100	9
Accenteur mouchet *Prunella modularis*	22 19	0,05 5			1,00 85		0,05 5		20
Rouge gorge *Erithacus rubecula*	145,5 105	0,85 70	1,40 95	1,40 100	0,20 20	0,65 60	1,52 100	1,25 80	16

	Nombre total (couples, relevés)	Taillis sous futaie			Futaie régulière				Poids (g)
		jeune	moyen	âgé	fourré	gaulis	perchis	futaie	
Rossignol philomèle *Luscinia megarhynchos*	20 16				1,00 80				23
Rouge queue à front blanc *Phœnicurus phœnicurus*	0,5 1				0,02 5				15
Merle noir *Turdus merula*	121,5 100	1,25 95	1,37 95	1,25 90	0,25 35	0,45 40	0,50 55	1,00 85	100
Grive litorne *Turdus pilaris*	1 1				0,05 5				100
Grive musicienne *Turdus philomelos*	89 81	0,70 60	1,00 75	0,80 75		0,60 60	0,75 75	0,60 60	75
Grive draine *Turdus viscivorus*	34,5 35	0,20 20	0,25 20	0,30 30		0,02 5	0,30 30	0,65 65	112
Locustelle tachetée *Locustella naevia*	4 4				0,20 20				13
Hypolaïs polyglotte *Hippolais polyglotta*	7 7				0,35 35				11
Fauvette grisette *Sylvia communis*	8 8				0,40 40				15
Fauvette des jardins *Sylvia borin*	34,5 29	0,40 40	0,07 10	0,10 10	1,05 75			0,10 10	20

	Nombre total (couples, relevés)	Taillis sous futaie			Futaie régulière				Poids (g)
		jeune	moyen	âgé	fourré	gaulis	perchis	futaie	
Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*	131 90	1,70 95	0,70 65	0,40 35	1,15 80	1,35 85	0,70 60	0,55 30	20
Fauvette babillarde *Sylvia curruca*	3 3				0,15 15				12
Pouillot siffleur *Phylloscopus sibilatrix*	69 52	0,10 10	0,30 30	1,20 90			0,60 45	1,25 85	10
Pouillot véloce *Phylloscopus collybita*	164,5 99	1,90 95	0,75 60	0,50 40	1,82 100	1,25 85	1,30 75	0,70 40	8
Pouillot fitis *Phylloscopus trochilus*	52 31	1,05 65			1,55 90				8
Roitelet triple bandeau *Regulus ignicapillus*	11,5 12	0,05 5	0,15 15	0,10 10			0,17 20	0,10 10	5
Gobemouche gris *Muscicapa striata*	4 4	0,10 10	0,05 5	0,05 5					17
Mésange à longue queue *Aegithalos caudatus*	15,5 18	0,30 30	0,15 15	0,10 10	0,12 25		0,05 5	0,05 5	8
Mésange boréale *Parus montanus*	1 1	0,05 5							11
Mésange nonette *Parus palustris*	48 49	0,65 55	0,45 45	0,40 40	0,12 25	0,17 20	0,30 30	0,30 30	11

	Nombre total (couples, relevés)	Taillis sous futaie			Futaie régulière				Poids (g)
		jeune	moyen	âgé	fourré	gaulis	perchis	futaie	
Mésange bleue *Parus caeruleus*	191 110	1,75 100	1,55 100	1,80 100	0,12 25	0,25 25	2,32 100	1,75 100	11
Mésange charbonnière *Parus major*	201 117	1,75 100	1,80 100	1,95 100	0,07 15	0,77 75	1,85 95	1,85 100	18
Sitelle torchepot *Sitta europaea*	132,5 99	0,95 80	1,30 100	1,40 95		0,17 20	1,45 100	1,35 100	23
Grimpereau des jardins *Certhia brachydactyla*	172,5 99	1,60 95	1,70 100	1,75 100			1,72 100	1,85 100	9
Loriot d'Europe *Oriolus oriolus*	40 37	0,55 40	0,25 25	0,30 30	0,05 10		0,47 40	0,38 40	73
Geai des chênes *Garrulus glandarius*	39 53	0,40 50	0,32 40	0,32 40		0,15 15	0,42 70	0,32 50	175
Corneille noire *Corvus corone*	5 8	0,17 25		0,02 5			0,05 10		515
Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*	70 61	0,80 75	0,75 65	1,05 80	0,02 5		0,27 30	0,60 50	78
Pinson des arbres *Fringilla cœlebs*	203,5 113	2,35 100	2,60 100	2,80 100		0,85 65	2,77 100	2,80 100	23
Verdier *Carduelis chloris*	0,5 1				0,02 5				27

	Nombre total (couples, relevés)	Taillis sous futaie			Futaie régulière				Poids (g)
		jeune	moyen	âgé	fourré	gaulis	perchis	futaie	
Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*	4 4				0,20 20				18
Bouvreuil pivoine *Pyrrhula pyrrhula*	8,5 9	0,07 10			0,25 25	0,05 5	0,05 5		22
Grosbec casse noyaux *Coccothraustes coccothraustes*	36 40	0,40 40	0,30 35	0,45 50			0,40 50	0,25 25	55
Bruant jaune *Emberiza citrinella*	29 23	0,17 20			1,27 95				28
Bruant des roseaux *Emberiza schœniclus*	0,5 1				0,02 5				17

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'initiative et à l'appui constant de C. JACOB, chef du Service Départemental de l'Office National des Forêts, et au financement de cet organisme. MM. LUCAS et S. COMBELLES, Directeur et Sous-Directeur du Parc Naturel Régional de la Forêt d'Orient, ont organisé et coordonné les travaux du groupe. J. DISSARD, agent ONF du principal secteur d'étude, a contribué activement au choix des parcelles et à la recherche des inventaires forestiers existants. A. MILLON a participé à certains des relevés ornithologiques. Enfin P.J. CARLES, successeur de C. JACOB, a manifesté en tant que gestionnaire responsable, le plus grand intérêt pour les conclusions de l'étude, ainsi que l'intention de les prendre en compte dans toute la mesure du possible. Que tous soient ici vivement remerciés pour leur aide très appréciée.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS (E.M.) & MORRISON (M.L.) 1993.- Effects of forest stand structure and composition on Red-breasted Nuthatches and Brown Creepers. *J. Wildl. Manage*, 57 : 616-629.
- AHLE'N (I.) 1975.- Forestry and the bird fauna in Sweden. *Ornis Fenn.*, 52 : 39-44.
- BALTANAS (A.) 1991.- On the use of some methods for the estimation of species richness. *Oikos.*, 65: 484-492.
- BEEDY (E.C.) 1981.- Bird communities and forest structure in the Sierra Nevada of California. *Condor*, 3 : 97.105
- BIBBY (C.J.), ASTON (N.) & BELLAMY (P.E.) 1989.- Effects of broad-leaved trees on birds of upland conifer plantations in North Wales. *Biol. Conserv.*, 49 : 17-29.
- BLONDEL (J.) & FARRE (H.) 1988.- The convergent trajectories of bird communities along ecological succession in European forests. *Oecologia* ,75 : 83-93.
- BLONDEL (J.), FERRY (C.) & FROCHOT (B.) 1970.- La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance I.P.A. ou des relevés d'avifaune par points d'écoute *Alauda*, 41 : 55-71
- BLONDEL (J.), FERRY (C.) & FROCHOT (B.) 1973.- Avifaune et végétation. Essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 : 63-84.
- BOROWSKI (S.) & OKOLOW (C.) 1988.- The birds of the Bialowieza forest. *Acta Zool. Cracov.*, 31 : 65-114.
- CANNELL (M.G.), MALCOLM (D. C) & ROBERTSON (P.A.) eds 1992.- *The ecology of mixed-species stands of trees*. Blackwell Scientific Publ., Oxford.
- CARRASCAL (L.M.) & TELLERIA (J.L.) 1990.- Impacto de la repoblaciones de *Pinus radiata* sobre la avifauna del Norte de Espana.*Ardeola*,37 : 247-266.
- CENTRE ORNITHOLOGIQUE CHAMPAGNE-ARDENNE (COCA) 1991.- *Les oiseaux de Champagne-Ardenne*. COCA-LPO, Saint-Remy-en-Bouzemont.

- CONNER (R.N.), VIA (J.W.) & PRATHER (I.D.) 1979.- Effects of pine oak clear cutting on wintering and breeding birds in Southwestern Virginia. *Wilson Bull*, 91 : 301-316.
- COT (T) 1992.- Synthèse sur les pratiques en foresterie écologique. Mastère en Sciences Forestières, ENGREF..Ecosphère, Paris.
- CRAWFORD (H.S.), HOOPER (R.G.) & TITTERINGTON (R.W.) 1981.- Songbird population response to silvicultural practices in central Appalachian hardwoods. *J. Wildl. Manage.* 45 : 680-692.
- DIAMOND (J.) 1988).- Factors controlling species diversity. Overview and synthesis. *Ann. MO. Bot. Gard.*, 75 : 117-129.
- DIDIER (B.) & ROYER (J.M.) (sous presse).- Etude de l'évolution de la flore forestière en liaison avec les traitements sylvicoles en Forêt d'Orient (Forêt domainiale du Temple). *Courrier Scientifique du Parc Naturel Régional de la Forêt d'Orient.*
- DICKSON (J.G.) & SEGELQUIST (C.A.) 1979.- Breeding bird populations in pine and pine hardwood forest in Texas. *J. Wildl. Manage*, 43 : 549-555.
- FAABORG (J.) 1980.- Potential uses and abuses of diversity concepts in wildlife management. *Trans. MO. Acad. Sci.* , 14 : 48-49.
- FERRY (C.) & FROCHOT (B.) 1968.- Recherches sur l'écologie des oiseaux forestiers de Bourgogne. Trois années de dénombrement des oiseaux nicheurs sur un quadrat de 16 ha en forêt de Citeaux. *Alauda*, 36: 68-132.
- FERRY (C.) & FROCHOT (B.) 1970.- L'avifaune nidificatrice d'une forêt de chênes pédonculés en Bourgogne : étude de deux successions écologiques. *Terre et Vie*, 24 : 153-250.
- FREEDMAN (B.), BEAUCHAMP (C.), MacLAREN (I.) & TINGLEY (S.) 1989.- Forestry management practices and populations of breeding birds in hardwood forest in Nova Scotia. *Can. Field Nat.*, 95 : 307-311.
- FROCHOT (C) 1971.- *Ecologie des oiseaux forestiers de Bourgogne et du Jura.* Thèse de Doctorat, Université de Dijon.

- GEROUDET (P.) 1965-1974.- *La Vie des Oiseaux*, 6 vols. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel.
- GLOWACINSKI (Z.) 1975.- Succession of bird communities in the Niepolomice Forest. *Ekol. Pol.,* 23 : 231-263.
- GLOWACINSKI (Z.) & WEINER (J.) 1983.- Successional trends in energetics of forest bird communities. *Holarctic Ecol.,* 6 : 305-314.
- GUITTET (J.) 1993.- *Réserve naturelle de la Forêt d'Orient. Etat zéro de l'île du lac du Temple. Composition, structure et avenir du peuplement forestier*. Rapport dactyl. Laboratoire d'Ecologie, Université de Paris-Orsay. 21 p.
- HELLE (P.) 1984.- Effects of habitat area on breeding bird communities in Northeastern Finland. *Ann. Zool. Fennici,* 21 : 421-425.
- HELLE (P.) 1985a.- Effects of forest regeneration on the structure of bird communities in northern Finland. *Holarctic Ecol.*, 8 : 120-132.
- HELLE (P.) 1985b.- Effects of forest fragmentation on bird densities in northern boreal forests. *Ornis Fennica*, 62 : 35-41.
- HELLE (P.) & JARVINEN (O.) 1986.- Population trends of North Finnish land birds in relation to their habitat selection and changes in forest structure. *Oikos,* 46 : 107-115.
- HELLE (P.) & MONKKONEN (M.) 1990.- Forest succession and bird communities : theoretical aspects and practical implications. pp. 299-318 in A. Keast ed.,*Biogeography and ecology of forest bird communites*. SPB Academic Publ., La Haye.
- HOLMES (R.T.) 1990.- The structure of temperate deciduous forest bird communities : variability in time and space. pp 121-140 in A. Keast ed., *Biogeography and ecology of forest bird community*. SPB Academic Publ., La Haye.
- JAMES (F.C.) & WAMER (N.O.) 1982.- Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* , 63 : 159-171.
- KARR (J.R.) & ROTH (R.R.) 1971.- Vegetation structure and avian diversity in several New World areas. *Am. Nat.*, 105 : 423-435.

- KRICHER (J.C.) 1973.- Summer bird species diversity in relation to secondary succession on the New Jersey piedmont. *Am. Midl. Nat.*, 89 : 121-137.

- LEBLANC, P. (sous presse).- *Courrier Scientifique du Parc Naturel Régional de la Forêt d'Orient.*
- LEBRETON (P.), BROYER (B.) & PONT (B.) 1987.- Avifaune et altérations forestières. II. L'avifaune des boisements résineux du Haut-Beaujolais. Relations structurales végétation-avifaune. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* , Suppl. 4 : 71-81.
- LEBRETON (P.) & CHOISY (J.P.) 1991.- Avifaune et altérations forestières. III Incidences avifaunistiques des amanégements forestiers : substitutions *Quercus/Pinus* en milieu méditerranéen.*Bull. Ecol.*, 22 : 213-220.
- LEBRETON (P.) & PONT (B.) 1987.- Avifaune et altérations forestières. I. L'avifaune des boisements résineux du Haut-Beaujolais ; considérations générales. *Acta Oecol. Oecol. Gen.*, 8 : 227- 235.

- MacARTHUR (R.H.) & MacARTHUR (J.W.) 1961.- On bird species diversity. *Ecology*, 42 : 594-598.
- MacNALLY (R.C.) 1990.- An analysis of density responses of forest and woodland birds to composite physiognomic variables. *Australian J. Ecol.*, 15 : 267-275.
- MITCHELL (P.L.) 1991.- Analytical approach to ecological effects of forestry practices. *Quart. J. For.* : 21-29.
- MORRISON (M.L.) 1992.- Bird abundance in forest managed for timber and wildlife resources. *Biol. Conserv.*, 60 : 127-134.
- MOSKAT (C.) 1988.- Breeding bird community and vegetation structure in a beech forest in the Pilis Mountains, N. Hungary. *Aquila* , 95 : 105-112.
- MULLER (Y.) 1985.- *L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le contexte medio-européen.* Thèse de doctorat, Université de Dijon.
- MULLER (Y.) 1988.- Recherche sur l'écologie des oiseaux forestiers des Vosges du Nord. IV. Etude de l'avifaune nicheuse de la succession du Pin sylvestre. *L'Oiseau et RFO*, 58 : 89-112.

- MULLER (Y.) 1990.- Recherche sur l'écologie des oiseaux forestiers des Vosges du Nord. V. Etude de l'avifaune nicheuse de la succession du hêtre. *Gerfaut*, 80 : 73-105.
- MULLER (Y.) 1993.- *Les oiseaux et la forêt. Impact de l'hétérogénéité des peuplements, de la fragmentation de la forêt et des lisières inernes sur l'avifaune nicheuse d'un grand massif boisé*. Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, La Petite Pierre

- NIEMI (G.J.) & HANOWSKI (J.M.) 1984.- Relationships of breeding birds to habitat characteristics in logged areas. *J. Wildl. Manage*, 48 : 438-443.
- NIETFIELD (M.T) & TELFER (E.S.) 1991.- The effects of forest management practices on non game birds : an annotated bibliography. *Can. Wildl. Serv. Tech. Rep., WWR* 112.

- PETTY (S.J) & AVERY (M.I.) 1990.- *Forest bird communities* Occ. paper 26. Forestry Commission, Edinburgh.
- PINEL (B.) 1990.- *Les stations forestières de Champagne humide*. Office National des Forêts, Troyes.

- POTTI (J.) 1985.- La sucesion de las comunidades de aves en los pinares repoblados de *Pinus sylvestris* del Macizo de Ayllon Sistema central. *Ardeola*, 32 : 253-277.
- PROBST (J.R.) 1979.- *Oak forest bird communities*.pp. 80-88 in Proc. Symposium Management of North, Central and Northeastern forests for non game birds. USDA For. Serv., North Cent. For. Exp. Stn, Gen. Tech. Rep. NC-51, St-Paul, MN.
- PROBST (J.R.), RAKSTAD (D.S.) & RUGG (D.J.) 1992.- Breeding bird communities in regenerating and mature broadleaf forest in the USA Lake States. *Forest Ecology & Management*, 49 : 43-60.
- PRODON (R.) & LEBRETON (J.D.) 1981.- Breeding avifauna of a mediterranean succession : the Holm oak and Cork oak series in the Eastern Pyrenees. *Oikos* ,37 : 21-38.

- RAIVIO (S.) & HAILA (Y.) 1990.- Bird assemblages in silviculural habitat mosaics in Southern Finland during the breeding season. *Ornis Fenn.*, 67 : 73-83.
- ROBINSON (S.K.) 1988.- Reappraisal of the costs and benefits of habitat heterogeneity for non game life. *Trans. N. Am. Wildl. Nat. Res. Conf,* 53 : 145-155.
- ROTH (R.R.) 1976.- Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology*, 57 : 773-782.
- SHUGART (H.J.) & JAMES (D.) 1973.- Ecological succession of breeding bird populations in Northwestern Arkansas. *Auk,* 90 : 62-77.
- SMITH (K.V.) 1992.- Bird populations : effects of tree species mixtures. pp. 233-243 in Cannell et al. eds, *The ecology of mixed species stands of trees,* Blackwell Scient. Publ., Oxford.
- SOKAL (R.R.) & ROHLF (F.J.) 1981.- *Biometry*. Freeman, San Francisco.
- STEFFEN (J.F.) 1984.- Some effects of clearcutting on songbird populations in the northern hardwood forest. *Proc. Wis. Acad. Sci.*, 73 : 123-132.
- THIOLLAY (J.M.) 1990.- Comparative diversity of temperate and tropical forest bird communities : the influence of habitat heterogeneity. *Acta Oecologica* , 11 : 887-911.
- TOMIALOJC (L.), WESOLOWSKI (T. & WALANKIEWICZ (W.) 1984).- Breeding bird community of a primaeval temperate forest (Bialowieza National Park, Poland). *Acta Ornithologica,* 20: 241-310.
- URBAN (D.L.) & SMITH (T.M.) 1989.- Microhabitat pattern and the structure of forest bird communities. *Am. Nat.*, 133 : 811-829.
- VERNER (J.) & LARSON (T.A.) 1989.- Richness of breeding bird species in mixed-conifer forests of the Sierra Nevada, California. *Auk,* 106 : 447-463.
- WALICZKY (Z.) 1991.- Bird community changes in different-aged oak forest stands in the Buda Hills (Hungary). *Ornis Hungarica*, 1 : 1-9.

- WEBB (W.L.), BEHREND (D.F.) & SAISORN (B.) 1977.- Effects of logging on songbird populations in a northern hardwood forest. *Wildl. Monogr.*, n° 55
- WILLIAMSON (K.) 1970.- Birds and modern forestry. *Bird Study*, 17 : 167-176.
- WILLSON (M.F.) 1991. Avian community organization and habitat structure. *Ecology*, 55 : 1017-1029.

Jean-Marc THIOLLAY

Laboratoire d'Ecologie, E.N.S., 46, rue d'Ulm 75230 PARIS Cedex 05

Francis CARRE 10220 BREVONNES

Bruno FAUVEL 10200 COUVIGNON

EXPOSITIONS PRESENTEES
A LA MAISON DU PARC EN 1995

« LE TEMPS DES LABOURS » jusqu'au 12 mars 1995
Cette exposition évoque l'évolution des techniques et du matériel liée aux labours, à travers la présentation d'objets, de photos et de cartes postales anciennes.

Exposition conçue et réalisée par le Parc naturel régional de la Forêt d'Orient.

« LES RAPACES » du 20 mars au 25 juin 1995
Cette exposition présente la vie des ces oiseaux, souvent mal connue, à partir de photos et d'objets.

Exposition conçue et réalisée par le Parc naturel régional de la Forêt d'Orient en collaboration avec la Ligue pour la Protection des Oiseaux de Champagne-Ardenne.

« FRUITS SAUVAGES DE NOS HAIES ET FORETS » du 3 juillet au 29 octobre 1995
Cette exposition présente ces fruits et leurs diverses utilisations au cours des siècles.

Exposition conçue et réalisée par le Parc naturel régional de la Forêt d'Orient.

« HIER ET AUJOURD'HUI : LES 50 COMMUNES DU PARC » du 30 octobre au 31 décembre 1995

A partir d'une comparaison entre une carte postale ancienne et une photo récente, l'histoire de chaque commune est évoquée.

Exposition conçue et réalisée par le Parc naturel régional de la Forêt d'Orient.