

Alauda

Revue internationale d'Ornithologie

www.mnhn.fr/assoc/seof/



SEOF



Volume 75

Numéro 3

Année 2007

Société d'Études Ornithologiques de France
Muséum National d'Histoire Naturelle

PEUPELEMENT D'OISEAUX NICHEURS D'UNE FORÊT ALLUVIALE DU RHIN (première partie)

Christian DRONNEAU

Breeding birds of a Rhine riverine forest (part one).

From 1992 to 1995, the breeding birds of a mature Oak-Elm riverine forest along the Rhine (Erstein Forest, Alsace, NE France- a nature reserve since 1989) were studied in order to identify the main characteristics of this insufficiently known forest type. Species richness is high (34) and breeding densities are high (129.3 pairs per 10 ha) as well as global diversity (SHANNON index of 4.13). These results are analysed then discussed in relation to other non-riverine conifer and broadleaved forests. This richness can be explained by the architectural complexity of the studied forest resulting from the specific dynamics of riverside habitats: diversity of woody plant species, high vertical stratification, horizontal heterogeneity, abundance of large vines and vigour of plant growth are the most striking features of this habitat. Bird populations are similar to that of ordinary European Oak forest with three differences: a very high breeding density (50% higher), an abundance of shrubby habitats species in the heart of the forest, and the presence of species whose ecological optimum in Eastern France is cool montane habitat (Black Woodpecker, *Dryocopus martius*, Firecrest *Regulus atricapillus*, Common Tree-creeper *Certhia familiaris*, Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*). A comparison with the ancient Bialowieza forest has also been drawn: the higher temperatures and a much thicker and abundant woody vegetation explain the higher densities recorder in the Rhine riverine forest. Finally, a critical analysis of absolute population census tools is provided, highlighting weaknesses and suggesting



A.C. ZWAGA - *Ficedula hypoleuca*

possible alleys of improvement. In conclusion, we must unfortunately accept the fact that deep hydrological changes in European river habitats will modify the typical riverine forest architecture and will lead to the transformation of the *Quercus-Ulmetum minoris* into a yet unknown different type of forest.

Mots clés : Forêt alluviale, Avifaune forestière, Dénombrement d'oiseaux, Densité.

Key words : Riverine forest, Woodland birds, Bird census, Density.

INTRODUCTION

L'avifaune nicheuse des forêts d'Europe a fait l'objet de nombreuses études au cours des dernières décennies, que ce soit en forêts de feuillus, de conifères ou mixtes, limitées à certains stades forestiers ou effectuées sur des successions complètes, tant primaires que secondaires.

Un type forestier a cependant été négligé malgré tout l'intérêt que laisse supposer son exubérance végétale particulière. Il s'agit de la forêt alluviale du champ d'inondation des grands fleuves européens, notamment son stade d'évolution terminal, la "forêt alluviale à bois dur" ou Chênaie-Ormaie *Quercu-Ulmetum minoris*⁽¹⁾. Sa complexité architecturale est nettement supérieure à celles des autres forêts européennes (CARBIENER, 1970; YON & TENDRON, 1981; CARBIENER, 1991; SCHNITZLER-LENOBLE & CARBIENER, 1993; SCHNITZLER, 1994; PIÉGAY *et al.*, 2003). Elle constitue, de ce fait, un terrain d'investigation idéal pour parfaire nos connaissances sur les facteurs qui régissent la structure des peuplements d'oiseaux. On connaît, en effet, l'étroite dépendance de ceux-ci vis-à-vis de l'organisation spatiale de la végétation (BLONDEL *et al.*, 1973; WILSON, 1974; CODY, 1975; ROTH, 1976; BILCKE, 1982; MULLER, 1985...).

La présente étude a été réalisée de 1992 à 1995 dans l'ancien lit majeur du Rhin en Alsace (Est de la France). Son but était de définir les caractéristiques du peuplement avien du stade mature d'une forêt alluviale à bois dur et de mettre en évidence ses particularités par rapport aux autres forêts décidues européennes. Le lit majeur du Rhin offre, aux frontières de l'Allemagne et de la France, un des vestiges de forêts alluviales les plus étendus d'Europe (18000 ha par tronçons disjoints sur les deux rives, entre Bâle et Karlsruhe) avec ceux de l'Elbe, de l'Oder, du Danube et de quelques-uns de ses affluents. C'est aussi l'une des forêts alluviales les plus riches en espèces ligneuses (CARBIENER, 1970). Malheureusement, seuls quelques secteurs privilégiés ont encore conservé leur spontanéité architecturale d'origine. Le restant de la superficie a été transformé par les activités humaines (canalisation du fleuve, pratiques sylvicoles).

ZONE D'ÉTUDE ET MÉTHODES DE TRAVAIL

Présentation générale de la zone d'étude

L'étude a été réalisée dans la forêt d'Erstein, 25 km au Sud de Strasbourg, à 48° 26' de latitude Nord et 7°43' de longitude Est. Le choix du site a été dicté par sa bonne représentativité et son accessibilité. Cette forêt de 675 ha est l'une des mieux préservées le long du Rhin sur une aussi grande étendue, en dépit d'une suppression des inondations depuis 1970, date de l'endiguement du fleuve sur ce tronçon. D'autres forêts de la rive française restent soumises aux débordements annuels du fleuve, mais leurs dimensions sont trop restreintes pour permettre une bonne caractérisation de l'avifaune nicheuse forestière (effets de lisière).

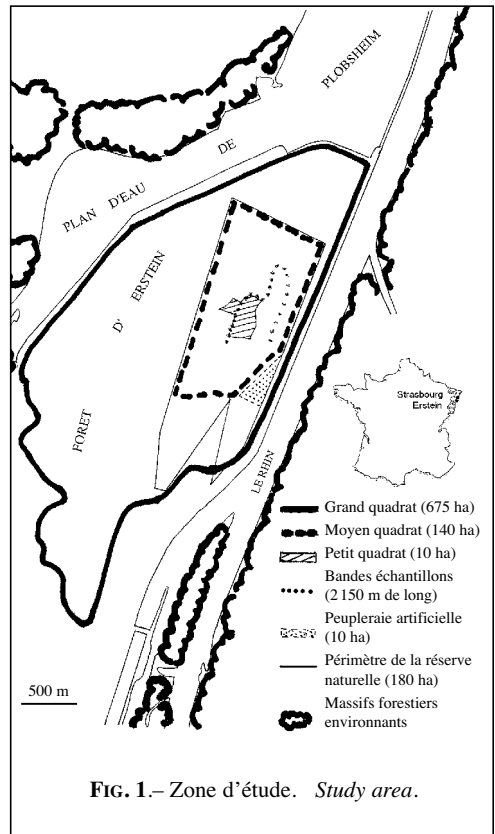


FIG. 1.— Zone d'étude. Study area.

⁽¹⁾ Certains auteurs suggèrent d'utiliser la terminologie d'origine et de parler plutôt d'Ormaie-Frênaie *Ulmo-Fraxinetum* (BOEUF *et al.*, 2005).

D'autres enfin sont plus étendues, mais elles appartiennent à des secteurs alluviaux plus secs que la forêt d'Erstein (Tillaie à laîche blanche *Carici albae-Tilietum*) ou soustraits aux inondations depuis plus longtemps encore. Quant aux forêts situées en rive allemande, elles ont subi une sylviculture plus intensive que celles de la rive française, d'où une dégradation plus prononcée.

La forêt d'Erstein est située à une altitude de 150 m. Ses caractéristiques climatiques sont les suivantes : 10 °C de température moyenne annuelle (0,9 en janvier et 19,1 en juillet), 610 mm de pluviométrie (33 en janvier et 75 en juin), 76 jours de gelée et 26 jours d'enneigement (GÉRARD, 1994).

Sa superficie est assez modeste, mais ses lisières s'ouvrent principalement sur des plans d'eau (cours endigué du Rhin à l'Est et vaste bassin de compensation de 680 ha au Nord), eux-mêmes ceinturés de forêts, ce qui réduit les effets de lisière périphériques (FIG. 1). Ainsi, sur les 11 km du pourtour du massif, seulement 2 s'ouvrent sur un espace agricole, vers le Sud-Ouest.

La forêt est bien préservée dans sa moitié est, la plus proche du Rhin. Encore inondable jusqu'en 1970, elle a conservé une partie de ses caractéristiques d'origine. Par ailleurs, on n'y trouve que des peuplements matures ou proches de la maturité, entièrement dépourvus de coupes forestières et de coupes d'éclaircie. Depuis 1937, les interventions sylvicoles ont été limitées au prélèvement de chablis et de bois morts sur pied. Des prélèvements plus importants ont été réalisés au cours des années 1960-1980 dans des secteurs touchés par un rapide dépérissement d'arbres (ormes atteints de graphiose et chênes victimes d'une brusque variation du niveau de la nappe après les travaux de canalisation). Ces interventions ont provoqué des modifications très locales de la structure forestière (sous-bois uniforme ou canopée éclaircie). Quelques peupliers de culture ont également été plantés vers le milieu des années 1960, mais sur de faibles étendues et les espèces typiques de la forêt du Rhin ont rapidement colonisé le sous-bois. En septembre 1989, soit trois ans avant le lancement de la présente étude, cette partie de la forêt a été classée en réserve naturelle sur 180 ha. Toute intervention sylvicole y est bannie et elle évolue désormais selon son propre cycle sylvigénétique. L'arrêt des inondations risque cependant de la faire évo-

luer progressivement vers un type forestier moins hygrophile, à long terme.

La moitié ouest a connu des dégradations plus marquées : suppression des inondations depuis le XIX^e siècle par la construction d'une digue de hautes eaux et sylviculture plus intensive, avec coupes à blanc, plantations ponctuelles d'épicéas, simplification de la structure verticale et destruction des lianes ligneuses. Son classement en forêt de protection en décembre 1989 laisse présager un avenir meilleur pour cette partie également : maintien de l'état boisé et respect des caractéristiques alluviales (coupes par bouquets de 10 ares, régénération naturelle privilégiée, arrêt des plantations d'arbres non indigènes, respect des lianes ligneuses) sont devenus la règle.

Méthodes de travail

Les relevés de densité ont été effectués au cœur du massif forestier pour éviter les effets de lisière et obtenir une bonne caractérisation de l'avifaune de la forêt mature. La forte densité du peuplement en oiseaux nicheurs a rendu son recensement difficile. Deux méthodes ont été utilisées afin d'obtenir le maximum de garanties de fiabilité :

- celle des plans quadrillés, décrite par POUGH (1957) et BLONDEL (1969), complétée par une recherche de nids pour certaines espèces ;
- et celle des comptages sur bandes, décrite par BLONDEL (1969) et JARVINEN & VAISANEN (1977).

Saisons 1992 et 1993 : les plans quadrillés.

Trois quadrats différents ont été délimités pour tenir compte des variations de grandeur du territoire des espèces recensées (FIG. 1) :

- un de 10 ha pour les espèces à petit territoire, avec un quadrillage de 50 m de côté. Ce quadrat a été délimité dans la partie la mieux préservée de la forêt, au sein de l'actuelle réserve naturelle. Les seules ouvertures dans le couvert forestier sont celles dues au passage de deux cours d'eau de 5 à 10 m de large de part et d'autre du quadrat et à deux chemins forestiers fermés par la voûte des arbres. Le quadrat a été parcouru 18 fois en 1992 (entre le 26 avril et le 1^{er} juin), puis 20 fois en 1993 (entre le 13 mars et le 7 juin). Les relevés ont principalement été réalisés tôt le matin, par beau temps, mais quelques-uns ont aussi été effectués

en cours de journée et le soir, ainsi que par temps pluvieux, afin d'optimiser le recensement de certaines espèces (Turdidés). Le sens de déplacement de l'observateur sur le maillage du quadrat a été alterné d'une séance à l'autre ;

– un autre de 140 ha pour les espèces à grand territoire, avec un quadrillage de 300 m. Cette superficie est quasiment calquée sur celle de la réserve naturelle. Elle n'inclut aucune coupe forestière, ni aucune plantation artificielle, hormis quelques rares peupliers de culture. L'une ou l'autre coupe à blanc la borde à l'Ouest, entraînant des effets de lisière intra-forestière ponctuels. Deux rivières phréatiques (les mêmes que précédemment), à berges abruptes et dépourvues de cordons d'hélophytes, traversent le quadrat dans toute sa longueur. Celui-ci a été parcouru à 9 reprises en 1993, entre le 17 mars et le 7 juin ;

– enfin, toute la superficie forestière (675 ha) pour les espèces à très grand territoire, avec un quadrillage d'environ 700 m. Ce quadrat a été parcouru 15 fois en 1993 (séances diurnes et nocturnes), entre février et juin.

En 1993, une recherche des nids des espèces les plus faiblement représentées (< 10 couples / 10 ha) a été réalisée, afin de s'assurer que les chiffres n'avaient pas été sous-évalués. La localisation des nids ou d'indices assimilables (transport de matériaux, nourrissages, familles volantes), s'est effectuée après chacune des 20 séances de cartographie des territoires.

Saisons 1994 et 1995 : les comptages sur bandes.– Les très fortes valeurs obtenues pour certaines espèces avec la méthode des plans quadrillés en 1992 et 1993, laissaient supposer une surestimation des densités. De plus, la méthode s'est avérée mal adaptée aux passereaux ayant une très faible densité (< 1 c./10 ha) : soit la superficie du quadrat est trop petite pour que la valeur obtenue soit fiable (quadrat de 10 ha), soit c'est le maillage qui est trop lâche (respectivement 300 et 700 m sur les deux grands quadrats) pour permettre le repérage de tous les chanteurs, surtout dans le contexte sonore de la forêt rhénane.

La technique des comptages sur bandes semblait de nature à apporter une solution à ces problèmes. Aussi, un itinéraire d'une longueur de 2 150 m a-t-il été tracé au sein de la réserve

naturelle, dans une zone forestière homogène (même faciès et même âge approximatif des peuplements). Le long de cet itinéraire, une bande de 100 m de large a été couverte pour les espèces d'une taille inférieure au Grosbec casse-noyaux *Coccothraustes coccothraustes* et de 300 m de large pour les autres. Pour les espèces à grand territoire (non-passereaux), les valeurs obtenues en 1992 et 1993 sur les quadrats de 140 et 675 ha ont été reprises, car dans ces cas, elles ont été jugées fiables. En effet, les risques de double comptage sont faibles au vu de la grande dispersion des espèces concernées.

L'itinéraire a été parcouru 11 fois la première année (entre le 27 avril et le 31 mai) et 16 fois la seconde (entre le 18 février et le 21 mai). La vitesse de déplacement était constante et les oiseaux repérés étaient notés selon le même protocole que pour un recensement sur quadrat. La synthèse des résultats a permis de cartographier les territoires de chacune des espèces présentes sur les deux bandes couvertes et d'en déduire les densités en les rapportant à la superficie.

Description de la végétation de la zone d'étude

Le type forestier dominant à Erstein est la Chênaie-Ormaie *Quercus-Ulmetum minoris*, stade terminal des boisements alluviaux, notamment la variante à Ail des ours (KLEIN *et al.*, 1992). Les Peupleraies blanches à Ormes et Frênes *Fraxino-Populetum albae* (boisements post-pionniers dans le cycle sylvigénétique alluvial) couvrent des superficies peu importantes et les Saulaies-Peupleraies *Salici-Populetum nigrae* (boisements pionniers) sont localisées à quelques dépressions ou étroites bordures de cours d'eau, conséquences de la disparition des crues morphogènes.

Les caractéristiques de la végétation sont globalement remarquables, avec une richesse en espèces ligneuses exceptionnelle pour l'Europe tempérée (une cinquantaine au total pour une moyenne de 20 à l'hectare). Selon CARBIENER (1970), en Europe, on ne retrouverait une diversité équivalente que dans les forêts alluviales de certains tronçons pro-glaciaires du Danube, en Haute-Autriche. D'un point de vue architectural, il s'agit d'une forêt multistrate, présentant une canopée claire et une forte densité foliaire dans les sous-étages, avec pour conséquence une forte occupation globale de



PHOTOS 1, 2.– Vue générale de la Chênaie-Ormaie rhénane depuis une lisière, en hiver (1) et en été (2), montrant les principales caractéristiques de l'architecture forestière: forêt claire, multistratée et riche en lianes ligneuses.

General view of the Rhine Oak Elm forest taken from the edge of the woodland, illustrating the main features of the woodland architecture in winter (1) and summer (2).

PHOTO 3.– Vue détaillée illustrant la diversité des essences, la variété des classes de diamètre, la clarté de la canopée et l'abondance du sous-bois.

Close up view illustrating the diversity of tree species, the variety in tree size, the clearness of the canopy and the abundance of the undergrowth.

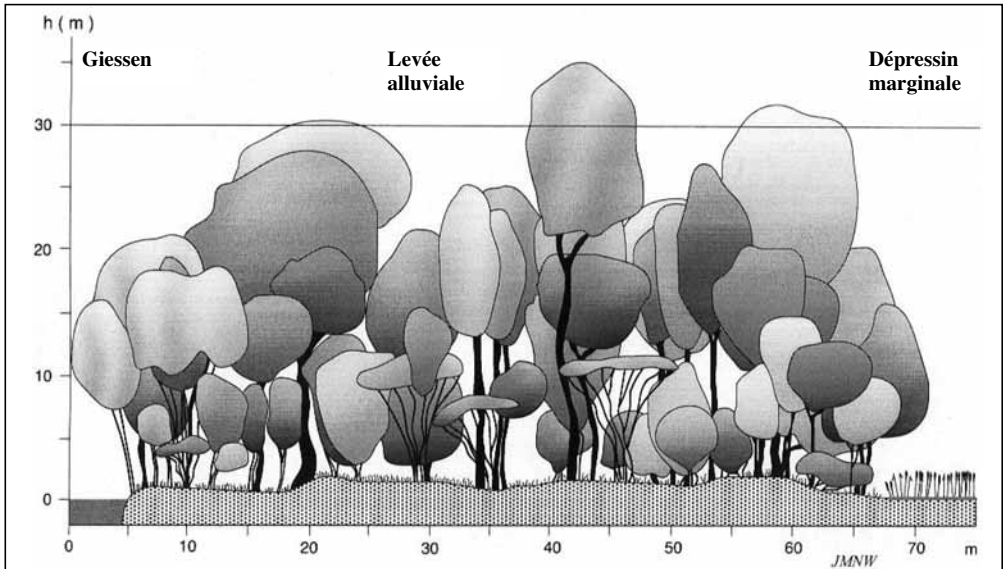


FIG. 2.— Profil architectural d'un échantillon de Chêne-Ormaie *Quercus-Ulmetum minoris* mature à Erstein (d'après Jean-Michel WALTER).

Architectural profile of a sample of Oak Elm Forest in Erstein



PHOTO 4.— Omniprésence des lianes ligneuses qui s'élancent du sol jusqu'à la canopée.

Omniprésence of woody vines which go from the ground to the canopy.



PHOTO 5.– Lierre géant, toujours vert, recouvrant la totalité du tronc et des branches maîtresses de son arbre support (vue hivernale).

Giant Ivy an evergreen, entirely covering the trunk and large branches of the supporting tree (winter view).



PHOTO 6.– Draperie de Clématite géante, sur un arbre déjà colonisé par un Lierre (vue estivale).

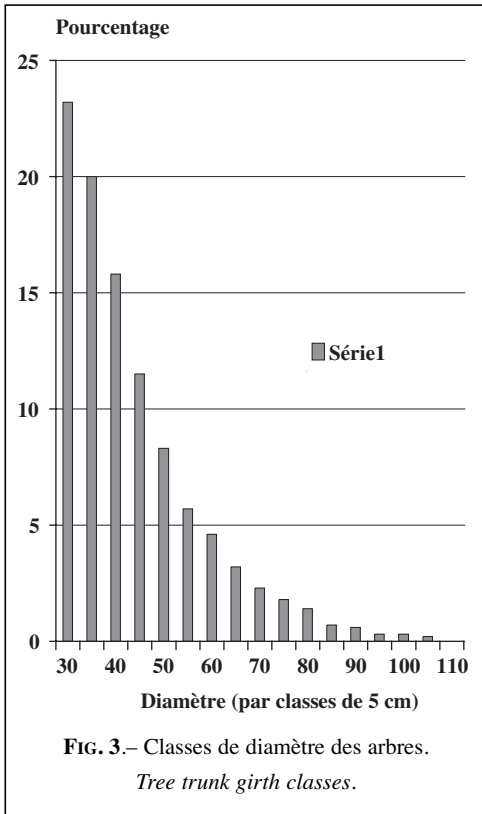
Giant clematis hangings on a tree already colonised by Ivy (summer view).

l'espace aérien (photos 1 à 3, FIG. 2). Le gradient d'encombrement végétal croissant qui est noté de la voûte vers le sol, est caractéristique d'un étage complexe (WALTER, 1979). L'abondance des grandes lianes (photos 4 à 6) est aussi à souligner (SCHNITZLER, 1993 ; 1995 b). Elles sont beaucoup plus nombreuses que dans les forêts alluviales situées plus à l'Est, en Europe centrale et orientale (obs. pers.). Présentes depuis toujours, elles ont probablement été favorisées par l'arrêt des inondations (A. SCHNITZLER, com. pers.). De plus, elles ont été globalement respectées par les forestiers.

Sur les différents sites de relevés ornithologiques réalisés dans la réserve naturelle (quadrats de 10 et 140 ha, bandes échantillons), les caractéristiques de la végétation sont les suivantes :

– essences d'arbres majoritaires de la canopée⁽²⁾ : Chêne pédonculé *Quercus robur* (37 %) et Frêne *Fraxinus excelsior* (32 %), suivis de l'Érable champêtre *Acer campestre* (7,5 %) et du Peuplier blanc *Populus alba* (7 %). Les Ormes champêtre et diffus *Ulmus minor* et *U. laevis*, autrefois abondants, ont été décimés par la graphiose au cours des années 1970-80 : ils ne représentent plus aujourd'hui qu'une faible part des arbres adultes (1,9 et 1,3 %). Les 12 autres essences d'arbres ont chacun une fréquence comprise entre 0,1 % et 2,6 %. Par ordre décroissant, il s'agit de *Salix alba*, *Populus nigra*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula verrucosa*, *Tilia cordata*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Malus sylvestris*, *Acer platanoides*, *Fagus sylvatica*, *Prunus avium* et *Alnus incana* ;

⁽²⁾ D'après un inventaire réalisé par l'Office National des Forêts sur l'ensemble du périmètre de la réserve naturelle.



– âge des peuplements : 80 à 110 ans environ selon les parcelles, ce qui correspond à un stade presque adulte en forêt du Rhin (croissance rapide des Chênes pédonculés, jugés adultes à 120 ans environ) ;

– hauteur de la canopée : 25 à 30 m selon les stations ;

– diamètre moyen des arbres de plus de 30 cm (taille suffisante pour abriter un nid de Pic épeiche *Dendrocops major*) : 44 cm, soit une classe intermédiaire entre “bois moyens” et “gros bois” dans le jargon forestier ; 30 % d’entre eux ont plus de 50 cm de diamètre (“gros bois”) et les plus gros atteignent 1,20 m (“très gros bois”) (FIG. 3).

– densité moyenne des arbres de plus de 30 cm de diamètre : 67 par ha, avec quelques secteurs plus clairsemés que d’autres (prélèvement

d’arbres dépérissants dans les années 1960-80) ;

– nombre d’arbres de plus de 30 cm de diamètre morts sur pied : 1 à 3 par ha (valeur du début des années 1990, au moment de la réalisation de cette étude, soit juste après l’arrêt des interventions sylvicoles. Depuis le classement en réserve naturelle, leur nombre a plus que triplé) ;

– sous-étage constitué d’un mélange de buissons et d’arbustes thermophiles calcicoles et d’arbustes plus hygrophiles (voir tableau ci-dessous). Ils atteignent pour la plupart des tailles supérieures aux moyennes habituelles, ce qui concourt à la forte stratification du sous-étage : Noisetier *Corylus avellana* (37 %) et Aubépine monogyne *Crataegus monogyna* (27 %) dominant. Ceux-ci ont souvent l’apparence de petits arbres (troncs monocaules) au lieu d’être buissonnants.

ESPÈCE	POURCENTAGE
Noisetier <i>Corylus avellana</i>	37 %
Aubépine monogyne <i>Crataegus monogyna</i>	27 %
Cornouiller sanguin <i>Cornus sanguinea</i>	9 %
Merisier à grappes <i>Prunus padus</i>	8 %
Cornouiller mâle <i>Cornus mas</i>	5 %
Prunellier <i>Prunus spinosa</i>	4 %
Fusain <i>Evonymus europaeus</i>	4 %
Camérisier à balai <i>Lonicera xylosteum</i>	3 %
Divers (6 espèces)*	3 %

* Par ordre de fréquence décroissante : *Ligustrum vulgare*, *Daphne mezereum*, *Sambucus nigra*, *Ribes nigrum*, *Berberis vulgaris*, *Viburnum lantana*.

– densité remarquable des grandes lianes ligneuses atteignant la canopée : 23 pieds arborescents par ha pour le Lierre *Hedera helix* (diamètre maximal de 29 cm à Erstein)⁽³⁾ et une vingtaine de draperies arborescentes par ha pour la Clématite *Clematis vitalba* (diamètre maximal de 20 cm pour les tiges). Le micro-climat chaud et humide du fossé rhénan est particulièrement favorable à ces deux lianes ligneuses (l’arrêt des inondations les a également en partie favorisées : cf. plus haut).

La stratification verticale de la forêt est complexe, avec des imbrications d’une strate à l’autre. Schématiquement, on distingue huit étages de végétation :

⁽³⁾ Le plus gros exemplaire connu de la rive française du Rhin mesure 45 cm de diamètre.

• **la strate arborescente** (25 à 30 m, 17 espèces) a un recouvrement au sol de 70 à 80 %; Chêne et Frêne dominent : la lumière atteint facilement les strates inférieures en raison de la faible densité des arbres, de leur feuillage clair et de leur foliaison tardive;

• **la strate arborescente moyenne** (10 à 25 m, 8 espèces) couvre 8 à 10 % de la surface au sol; l'Érable champêtre *Acer campestre* est l'espèce la plus caractéristique, avec des dimensions maximales (jusqu'à 75 cm de diamètre à Erstein);

• **la strate arbustive subarborescente** (6 à 12 m, 2 espèces) se confond presque avec la précédente; spécimens vigoureux de Merisier à grappes *Prunus padus* et d'Aulne blanc *Alnus incana*; ce dernier est localisé plus particulièrement sur les levées sableuses des berges des cours d'eau;

• **la strate arbustive élevée** (3 à 6 m, 10 espèces) couvre 40 à 60 % de la surface au sol; les espèces les plus abondantes sont le Noisetier *Corylus avellana*, le Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea*, l'Aubépine monogyne *Crataegus monogyna*, le Prunellier *Prunus spinosa ssp. fruticans* et le Fusain *Evonymus europaeus*; certains exemplaires de Fusain et d'Aubépine atteignent respectivement 18 et 23 cm de diamètre à Erstein;

• **la strate arbustive basse** (2 à 3 m, 8 espèces) est discontinue et de faible recouvrement (environ 5 %); elle est localisée de préférence aux trouées de lumière dans la futaie, ou sur les lisières; les deux espèces les plus fréquentes sont le Troène *Ligustrum vulgare* et le Camérisier à balai *Lonicera xylosteum*;

• **la strate ligneuse basse** (moins de 0,50 m, 3 espèces) est très peu fournie et d'un recouvrement faible (individus dispersés); le Bois-joli *Daphne mezereum* est le plus marquant par sa floraison printanière odorante; l'arrêt des inondations a provoqué l'apparition d'importants tapis de semis de Frênes *Fraxinus excelsior* et d'Érable sycomore *Acer pseudoplatanus*;

• **la strate herbacée** est caractérisée par des géophytes vernaies à floraison massive qui peuvent recouvrir 100 % du sol. Selon les stations,

c'est l'Ail des ours *Allium ursinum* ou le Muguet *Convallaria majalis* qui domine. On rencontre aussi la Parisette à quatre feuilles *Paris quadrifolia*, la Ficaire *Ranunculus ficaria*, le Gouet *Arum maculatum*, l'Asaret *Asarum europaeum*, la Clandestine *Lathraea squamara*... Le restant de l'année, la couverture végétale est représentée par le Brachypode sylvatique *Brachypodium sylvaticum* et la Laïche des bois *Carex sylvatica*;

• **les lianes** enfin (4 espèces), dont deux, le Lierre *Hedera helix* et la Clématite *Clematis vitalba* grimpent sur les arbres jusqu'à leur couronne⁽⁴⁾.

Pour une présentation plus complète de l'écologie de la forêt alluviale du lit majeur du Rhin, le lecteur est invité à se reporter à CARBIENER (1970, 1974 et 1983), WALTER (1972-1974, 1974 et 1979), CARBIENER *et al.* (1988) et SCHNITZLER (1988, 1994 et 1995a).

RÉSULTATS

Valeurs de densité en oiseaux nicheurs obtenues par les différentes méthodes

D'après les relevés effectués sur les quadrats en 1992 et 1993, la densité totale du peuplement avien, rapportée à une superficie échantillon de 10 ha, est de 209,8 couples de 34 espèces (TAB. I), soit une valeur d'un niveau hors norme pour l'Europe. La densité spécifique moyenne déduite de ces résultats est de 6,2 couples sur 10 ha. Les cinq espèces les plus abondantes sont la Mésange charbonnière *Parus major*, la Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, la Grive musicienne *Turdus philomelos*, le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* et le Rougegorge familier *Erithacus rubecula* (TAB. I). Les valeurs exceptionnellement élevées obtenues pour ces cinq espèces, laissent cependant suspecter un biais dû à des doubles comptes. Pour les passereaux dont la densité est inférieure à 10 c./10 ha, la recherche des nids a confirmé la fiabilité des résultats, à l'exception du Grosbec casse-noyaux pour lequel la recherche des nids aurait nécessité trop de temps.

⁽⁴⁾ La Vigne sauvage *Vitis sylvestris* a disparu suite aux aménagements du Rhin et à l'impact de la sylviculture : sa réintroduction est tentée dans les forêts d'Erstein et d'Offendorf. Le Houblon *Humulus lupulus* est surtout cantonné aux lisières et aux plus grandes trouées.

TABLEAU I.– Densité des oiseaux nicheurs de la Chênaie-Ormaie rhénane par la méthode des plans quadrillés et la recherche de nids, en 1992 et 1993 (* calcul sur le quadrat de 140 ha; ** calcul sur le quadrat de 625 ha).

Breeding bird densities in the Rhine Oak Elm forest estimated through the quadrat method and systematic nest searches in 1992 and 1993 (140 ha quadrat, ** 625 ha quadrat).*

ESPÈCES	Nombre de couples/10 ha	
	Plans quadrillés 1992-93	Recherche des nids 1993
1 Mésange charbonnière	35,9	–
2 Fauvette à tête noire	30,8	–
3 Pinson des arbres	29,2	–
4 Grive musicienne	22,8	–
5 Rougegorge familier	20,7	–
6 Merle noir	10,5	–
7 Mésange bleue	8,9	9
8 Sittelle torchepot	7,4	8
9 Troglodyte mignon	6,9	8
10 Mésange nonnette	6,4	7
11 Grosbec casse-noyaux	6,1	(?)
12 Pic épeiche	4,6	4
13 Pouillot véloce	4,6	5
14 Grimpereau des jardins	2,8	3
15 Pic mar	2,6	3
16 Gobemouche gris	2,3	3
17 Mésange à longue queue	1,5	1
18 Grimpereau des bois	1,3	2
19 Pigeon ramier	0,71*	–
20 Geai des chênes	0,57*	–
21 Étourneau sansonnet	0,57	2
22 Gobemouche noir	0,5	0
23 Roitelet à triple bandeau	0,5	0
24 Coucou gris	0,36*	–
25 Chouette hulotte	0,35*	–
26 Mésange boréale	0,25	0
27 Pic épeichette	0,21*	–
28 Lorient d'Europe	0,14*	–
29 Tourterelle des bois	0,14*	–
30 Buse variable	0,05**	–
31 Épervier d'Europe	0,04**	–
32 Pic noir	0,04**	–
33 Bondrée apivore	0,02**	–
34 Autour des palombes	0,01**	–
TOTAL	209,8	
	34 espèces	

Les recensements effectués par la méthode des bandes échantillons en 1994 et 1995 donnent une valeur de densité inférieure: 129,3 couples sur 10 ha, avec un nombre identique de 34 espèces (TAB. II). La densité spécifique moyenne n'est plus que de 3,8 c./10 ha dans ce cas. Ce sont toujours les cinq mêmes espèces qui dominent, mais dans un ordre de classement différent: le Pinson des arbres occupe la première place avec 18 couples (valeur arrondie), puis viennent la Fauvette à tête noire (17 couples), la Grive musicienne (14 couples), le Rougegorge familier et la Mésange charbonnière (11 couples chacun). Nous considérons que ces valeurs sont plus fiables que celles obtenues sur le quadrat de 10 ha. En effet, cette méthode présente deux avantages majeurs par rapport à celle des plans quadrillés: d'une part, les risques de doubles comptes sont faibles en raison du déplacement linéaire de l'observateur et d'autre part, les résultats sont bien plus représentatifs à l'échelle du massif forestier, car la distance parcourue est plus grande, ce qui gomme les particularités locales. Son inconvénient réside dans l'appréciation en partie subjective de la largeur de la bande couverte, fonction de l'expérience de l'observateur.

Dans un contexte de très forte densité de l'avifaune nicheuse, la méthode des comptages sur bandes nous paraît plus adaptée et plus fiable que celle des plans quadrillés (cf. discussion et conclusion). Ce sont donc les valeurs obtenues par cette méthode que nous retiendrons pour caractériser l'avifaune nicheuse de la Chênaie-Ormaie mature du Rhin.

Caractérisation de l'avifaune nicheuse du stade mature de la Chênaie-Ormaie *Quercus-Ulmetum minoris* rhénane

Parmi les 34 espèces qui composent le peuplement avien du stade mature de la Chênaie-Ormaie d'Erstein⁽⁵⁾, quelques-unes dominent largement tandis que d'autres ne sont représentées que par un faible nombre de couples (TAB. II). Les espèces dominantes, c'est-à-dire celles dont la densité est au moins deux fois supérieure à la densité spécifique moyenne (MULLER, 1985) ou qui excèdent 10 % du total du peuplement (WALICZKY, 1991)⁽⁶⁾, sont au

⁽⁵⁾ 62 espèces nichent dans l'ensemble de la forêt, lisières et milieux aquatiques compris.

⁽⁶⁾ Certains auteurs retiennent le seuil de 5 % (TOMIALOJC *et al.*, 1984).

TABLEAU II.— Densité des oiseaux nicheurs de la Chênaie-Ormaie rhénane par la technique des comptages sur bandes, en 1994 et 1995.

* Calcul sur le quadrat de 140 ha (reprise des résultats de 1992 et 1993);

** calcul sur le quadrat de 625 ha (reprise des résultats de 1992 et 1993)].

Breeding bird densities in the Rhine Oak Elm forest estimated through the band transect method in 1994 and 1995.

ESPÈCES	Nombre de couples/10 ha	
	Bande échantillon de 2150 m de long et 100 ou 300 m de large selon les espèces (cf. texte)	%
1 Pinson des arbres	18,2	14,1
2 Fauvette à tête noire	16,9	13,1
3 Grive musicienne	13,8	10,7
4 Rougegorge familier	11,1	8,6
5 Mésange charbonnière	10,7	8,3
6 Mésange bleue	6,7	5,2
7 Merle noir	5,6	4,3
8 Sittelle torchepot	5,3	4,1
9 Grosbec casse-noyaux	5,3	4,1
10 Mésange nonnette	4,4	3,4
11 Pic épeiche	4,2	3,2
12 Troglodyte mignon	3,5	2,7
13 Etourneau sansonnet	3,5	2,7
14 Pouillot véloce	3,1	2,4
15 Grimpereau des jardins	2,7	2,1
16 Pic mar	2,2	1,7
17 Geai des chênes	1,8	1,4
18 Gobemouche gris	1,7	1,3
19 Mésange à longue queue	1,5	1,2
20 Pigeon ramier	1,2	0,9
23 Lorient d'Europe	1,2	0,9
24 Tourterelle des bois	1,1	0,9
25 Grimpereau des bois	0,88	0,7
26 Roitelet à triple bandeau	0,88	0,7
21 Gobemouche noir	0,50	0,4
29 Coucou gris	0,36*	0,3
27 Chouette hulotte	0,35*	0,3
22 Mésange boréale	0,25	0,2
28 Pic épeichette	0,21*	0,2
30 Buse variable	0,05**	0,04
31 Epervier d'Europe	0,04**	0,03
32 Pic noir	0,04**	0,03
33 Bondrée apivore	0,02**	0,02
34 Autour des palombes	0,01**	0,01
TOTAL	129,3	100
	34 espèces	

nombre de cinq: le Pinson des arbres *Fringilla coelebs*, la Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, la Grive musicienne *Turdus philomelos*, le Rougegorge familier *Erithacus rubecula* et la Mésange charbonnière *Parus major*. Ces espèces représentent la majorité (55 %) de l'effectif total des oiseaux nicheurs.

Parmi les 29 autres espèces, 12 ont une importance quantitative négligeable, avec une densité inférieure à 1 c./10 ha. Il s'agit soit d'espèces à grand territoire (non-passereaux), soit d'espèces rares dans ce type de biotope (Roitelet à triple bandeau *Regulus ignicapillus*, Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca*, Mésange boréale *Parus montanus* et Grimpereau des bois *Certhia familiaris*).

Malgré ce déséquilibre en faveur de quelques espèces, la diversité du peuplement est forte, quoique s'inscrivant dans les valeurs habituelles des forêts de feuillus européennes: 4,13 d'après l'indice de SHANNON. La diversité maximale théorique (c'est-à-dire, densités égales pour toutes les espèces présentes) serait de 5,08, soit un indice d'équitabilité de 0,81 (rapport entre diversité observée et diversité maximale théorique).

TABLEAU III.— Importance des différentes familles d'oiseaux dans la Chênaie-Ormaie rhénane.

Importance of different families of birds in the Rhine Oak Elm forest.

Familles	Nombre d'espèces	%	Densités (c./10 ha)	%
Turdidés	3	8,8	30,5	23,6
Fringillidés	2	5,9	23,5	18,2
Paridés	4	11,8	23,2	17,9
Sylvidés	3	8,8	20,8	16,1
Picidés	4	11,8	6,6	5,1
Sittidés	1	2,9	5,3	4,1
Troglodytidés	1	2,9	3,5	2,7
Certhidés	2	5,9	3,5	2,7
Sturnidés	1	2,9	3,5	2,7
Columbidés	2	5,9	2,3	1,8
Muscicapidés	2	5,9	2,2	1,7
Corvidés	1	2,9	1,8	1,4
Aegithalidés	1	2,9	1,5	1,2
Oriolidés	1	2,9	1,2	0,9
Cuculidés	1	2,9	0,3	0,2
Strigidés	1	2,9	0,3	0,2
Accipitridés	4	11,8	0,1	0,1
TOTAL	34	100	129,3	100

TABLEAU IV.– Répartition des oiseaux nicheurs selon leur statut migrateur (exprimée en pourcentage du nombre d'espèces et de couples). *Distribution of breeding bird in relation to their migratory status (given as a percentage of the number of species and pairs).*

COMPORTEMENT MIGRATOIRE	NOMBRE D'ESPÈCES	%	NOMBRE DE COUPLES	%
Sédentaire	18	52,9	44,9	34,7
Migrateur à courte distance	10	29,5	79,5	61,5
Migrateur au long cours	6	17,6	4,9	3,8
Total	34	100	129,3	100

TABLEAU Va.– Répartition des oiseaux nicheurs par strate dominante pour la nidification (exprimée en pourcentage du nombre d'espèces et de couples). *Distribution of breeding bird in relation to their favoured strata for breeding (given as a percentage of the number of species and pairs).*

STRATES	NOMBRE D'ESPÈCES	%	NOMBRE DE COUPLES	%
Sol	2	5,8	14,2	11,0
Arbustive	5	14,7	23,4	18,1
Arborescente	13	38,3	49,8	38,5
Troncs et branches	14	41,2	41,9	32,4
Total	34	100	129,3	100

TABLEAU Vb.– Répartition des oiseaux nicheurs par strate dominante pour l'alimentation (exprimée en pourcentage du nombre d'espèces et de biomasse consommante). *Distribution of breeding bird in relation to their favoured strata for feeding (given as a percentage of the number of species and pairs).*

STRATES	NOMBRE D'ESPÈCES	%	BIOMASSE CONSOMMANTE	%
Sol	6	17,6	1063,3	32,7
Arbustive	9	26,5	582,2	17,9
Arborescente	9	26,5	965,5	29,7
Troncs et branches	10	29,4	640	19,7
Total	34	100	3 251	100

Les familles qui dominent le peuplement, en nombre de couples, sont les Turdidés, les Fringillidés, les Paridés et les Sylvidés, avec plus de 15 % du total de la population pour chacune d'elles (TAB. III).

Le classement des espèces selon leur comportement migratoire montre que les sédentaires sont les plus nombreuses (52,9 %), suivies des migratrices à courte distance (29,5 %). Exprimé en nombre de couples, le classement s'inverse : 61,5 % pour les migrateurs à courte distance et 34,7 % pour les sédentaires. Dans tous les cas, les migrateurs au long cours sont minoritaires (TAB. IV).

Selon la strate végétale utilisée pour la nidification, ce sont les espèces liées aux troncs et aux branches (cavernicoles) qui dominent par le

nombre des espèces (41,2 %), suivies par celles qui sont dans la strate arborescente (38,3 %). En nombre de couples, les pourcentage s'inversent, avec respectivement 32,4 et 38,5 % (TAB. Va). Le même classement réalisé pour les sites d'alimentation, montre une situation plus équilibrée : les espèces qui se nourrissent directement au sol sont peu nombreuses (17,6 %) et les autres strates sont fréquentées par une proportion équivalente d'espèces, de l'ordre de 26 à 29 % par strate. La biomasse consommante, par contre, qui traduit le mieux les relations trophiques des espèces avec leur milieu (somme des masses corporelles - élevées à la puissance 0,7 - de tous les individus présents), est la plus importante dans la strate du sol (32,7 %), puis dans la strate arborescente (29,7 %) (TAB. Vb). *(fin de la 1^{re} partie)*