



HAL
open science

L'avifaune nicheuse des steppes herbacées et forestières du Nord-Kazakhstan : Sa place dans le paléarctique

Pierre Marion, Bernard Frochot

► To cite this version:

Pierre Marion, Bernard Frochot. L'avifaune nicheuse des steppes herbacées et forestières du Nord-Kazakhstan : Sa place dans le paléarctique. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, 2001, 56 (3), pp.243-274. <hal-03530072>

HAL Id: hal-03530072

<https://hal.science/hal-03530072v1>

Submitted on 17 Jan 2022

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

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



HAL Authorization

L'AVIFAUNE NICHEUSE DES STEPPES HERBACÉES ET FORESTIÈRES DU NORD-KAZAKHSTAN SA PLACE DANS LE PALÉARCTIQUE

Pierre MARION¹ & Bernard FROCHOT¹

SUMMARY

Bird communities of palearctic grass and wooded steppes are badly known. In 1997 nesting birds were surveyed in North Kazakhstan. Censuses using Point count Abundance Indices (IPA) were conducted in both moist grass and dry shrub and grass steppes. Point counts and territory-mapping censuses were conducted in Scots pine plantations and birch stands of various ages in wooded steppes. Five forest habitats, two grass steppes and one urban park were studied.

Bird community has a higher species-richness and more abundant species in moist grass steppe than in man-made dry shrub and grass steppe. Likewise, in wooded steppe, avifauna is richer with more abundant species in old birch stands than in Scots pine plantations where richness and abundance increase with age.

In these Kazakhstan forest habitats, total species-richness is almost the same as that found in similar European habitats whereas abundance is much lower. In grasslands, species list, richness and abundance are very similar in Europe and North Kazakhstan. Hence by its bird community North Kazakhstan wooded steppe appears closer to European temperate forest than taiga whereas grass steppe is in continuity with European grasslands.

Both qualitative and quantitative data support the existence in forest habitats of a latitudinal but not longitudinal cline in species richness and abundance. There is a stability of species-richness with European species replaced by Asiatic ones and a clear decline in species-abundance from continental to hyper-continental climatic zone.

RÉSUMÉ

L'avifaune des steppes herbacées et forestières du paléarctique étant mal connue, des recensements d'oiseaux nicheurs ont été réalisés par l'un de nous en 1997 dans le nord du Kazakhstan. On a ainsi obtenu des indices ponctuels d'abondance (IPA) pour la steppe herbacée humide et la steppe herbacée sèche et arbustive, de même que des IPA et des densités sur quadrats pour les peuplements de Pins sylvestres d'âges divers et de bouleaux de la steppe forestière. Cinq habitats forestiers, deux milieux steppiques herbacés et un parc urbain ont été étudiés.

On constate que l'avifaune de la steppe herbacée humide caractéristique de la zone écologique concernée est plus riche en espèces, lesquelles sont aussi plus abondantes, que dans la steppe herbacée sèche et arbustive d'origine anthropique. D'autre part, l'avifaune de la « steppe forestière » présente une plus grande abondance et une plus grande richesse dans

¹ Université de Bourgogne/CNRS, UMR 5561, Laboratoire d'Écologie Évolution, 6, boulevard Gabriel, F-21000 Dijon.

les vieilles futaies de bouleaux que dans les futaies de Pins sylvestres, celles-ci présentant une augmentation de leur richesse et de leur abondance avifaunistique en fonction de leur âge.

Il ressort de ces données que, pour les milieux forestiers, la richesse spécifique totale des différents peuplements est du même ordre de grandeur que celle des peuplements européens équivalents. En revanche, l'abondance y est beaucoup plus faible. Pour les milieux prairiaux, on constate une assez grande continuité en terme d'espèces, de richesse et d'abondance entre l'Europe et le Nord-Kazakhstan. Ces faits indiquent que la steppe forestière est, par sa structure avifaunistique, plus proche de la forêt tempérée européenne que de la taïga, alors que la steppe herbacée est la continuité des prairies européennes.

Ces constatations et les comparaisons effectuées par Analyses Factorielles des Correspondances pour les milieux forestiers laissent apparaître qu'il n'y a pas de gradient longitudinal de richesse et d'abondance des oiseaux, comme on peut l'observer du point de vue latitudinal. On observe une stabilité de la richesse avec un remplacement des espèces européennes par des espèces asiatiques, et une baisse sensible de l'abondance due au passage de la zone climatique continentale à la zone climatique hypercontinentale.

INTRODUCTION

Le Kazakhstan, pays indépendant issu de l'ex-URSS, situé au centre de l'ensemble continental eurasiatique, au cœur de la zone biogéographique du paléarctique, est, de par sa situation géographique exceptionnelle, très intéressant pour l'étude de la distribution des populations d'oiseaux dans l'hémisphère nord.

Ce pays, d'une superficie de 2 700 000 km², un des plus grands de la planète, est principalement constitué de grands espaces de 3 grands types suivant le climat et la végétation : déserts, semi-déserts, steppes herbacées. Cette aridité provient du fait que ce pays est le plus éloigné de l'océan mondial, situation géographique le soumettant à des conditions météorologiques particulièrement dures, déterminantes pour la faune et la flore.

Au Kazakhstan, les forêts sont anecdotiques, elles ne représentent que 3 % de la surface du pays. Elle sont situées au nord de la zone écologique de la steppe herbacée, et forment ce que l'on appelle la steppe forestière.

L'avifaune nicheuse paléarctique des steppes herbacées et forestières du Nord-Kazakhstan est mal connue, seuls des comptages de type Indice kilométrique d'abondance (IKA) y ont essentiellement été réalisés (Riabov, 1982), sur de grands transects et seulement dans certains habitats. L'un de nous (P.M.) présent dans le Nord-Kazakhstan pendant un an a réalisé en 1997 des recensements d'oiseaux nicheurs sur plusieurs quadrats et par la méthode des Indices ponctuels d'abondance (IPA). Cette dernière méthode (Blondel *et al.*, 1970 et 1981 ; IBCC, 1977 ; voir aussi Muller, 1987) a permis surtout d'échantillonner précisément les deux milieux naturels caractéristiques de cette région, la steppe herbacée et la steppe forestière (Fig. 1) et de comparer leur avifaune à celle de milieux forestiers d'Europe de l'Ouest étudiés par la même méthode.

SITES D'ÉTUDES

LA RÉSERVE NATURELLE DE BOROVOYE

Cette réserve naturelle est située dans le nord du Kazakhstan à une cinquantaine de kilomètres de la ville de Kokchetav (53° N, 70° 40' E). Elle se



Figure 1. — Principaux lieux cités dans le texte.

trouve dans une vaste zone forestière, parsemée de lacs, établie sur les montagnes de Kokchetav (de direction nord-ouest à sud-est sur 35 kilomètres).

Ce petit massif montagneux granitique est très original et intéressant de par sa situation géographique. L'altitude moyenne est de 340 m avec, pour point culminant, le mont Kokché à 947 m. Il est localisé en plein milieu de la steppe kazakh, entre les deux massifs montagneux d'importance, séparés de 2 000 km, que sont l'Oural et l'Altai.

Les Russes ont commencé à aménager ce lieu en réserve naturelle à partir de 1898. Auparavant et depuis plusieurs siècles, cette zone servait de quartier d'hiver à certaines tribus kazakhs qui pouvaient s'y protéger des terribles tempêtes de neige et des vents glacés venant du nord, ce qui est impossible dans la steppe environnante (Jandaev, 1981).

En 1997, la superficie totale de la réserve était de 65 000 ha (dont 55 000 ha de forêts et 10 000 ha de lacs) ; on y dénombre 12 lacs, petits et grands.

Climatologie

Le climat est de type continental : hiver très froid, été très chaud et printemps très court.

On dénombre 710 heures d'ensoleillement en été alors qu'à Moscou on n'en compte que 190. On constate que même dans le Caucase, le soleil brille moins qu'à Borovoye.

En avril, la température est toujours négative. En mai, elle explose soudainement. Les températures moyennes sont pour mai de 12,2 °C, pour juillet de 20,4 °C, pour novembre de -7,3 °C et pour janvier de -15,4 °C, avec une amplitude des températures moyennes de 35,8 °C. Les extrêmes enregistrés sont de + 40 °C en août, et un minimum de - 46 °C en février. En juin, juillet, août, la température est quasi tropicale, le maximum se situant en juin. En septembre, le froid revient déjà.

Les précipitations n'atteignent en moyenne que 360 mm par an, avec un maximum en juin-juillet et un minimum en janvier-février. On observe en moyenne 173 jours de couverture neigeuse, la neige apparaît vers le 21 octobre, et fond à partir du 20 avril.

Les vents ont une vitesse moyenne de 2,7 m/s en été et de 3,6 m/s en hiver, avec des maximums de 9 m/s sur les collines. Les vents dominants sont de nord en été, de sud et de sud-ouest en hiver.

Pendant l'hiver, lors des mois de novembre à mars, l'anticyclone sibérien est très présent sur la région. Le temps est clair, glacé et sec, on peut avoir de très fortes gelées jusqu'à - 30 °C.

Végétation

Les essences forestières majoritairement représentées sont le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), les bouleaux (*Betula pubescens* et *Betula verrucosa*) et le Tremble (*Populus tremula*) avec respectivement des pourcentages de 70 %, 21 % et 9 %. L'âge moyen des pins est de 80 ans, certains atteignant 150 ans.

Le sous-bois est absent des pentes rocheuses des montagnes et des collines où sont localisées l'essentiel des plantations de Pins sylvestres. Par contre, les vieilles

futaies de Pins sylvestres et de bouleaux des vallées fluviales humides et bordant les lacs sont pourvues de sous-bois. Le sol est en général très rocheux et rocailleux sur les monts alors qu'il est bien terreux dans les vallées.

Les forêts de Borovoye, il n'y a pas très longtemps, étaient beaucoup plus étendues. On peut encore le constater au nord du lac Tchebatché, qui est couvert de forêts de feuillus et de pins. Lors des 100 dernières années, les forêts ont beaucoup souffert des incendies.

Sites des cartographies des territoires

Futaie de Pins sylvestres de 50 ans de 10 ha :

Les arbres sont d'une hauteur de 20 m et d'un espacement moyen de 4 m. C'est un milieu assez sombre situé sur un sol rocailleux avec un sous-bois pauvre ne présentant des buissons et des arbustes que dans quelques trouées ou en lisière de parcelle.

Futaie de Pins sylvestres de 80 ans de 10 ha :

Les arbres sont d'une hauteur de 25 m et d'un espacement moyen de 9 m. C'est un milieu assez ouvert avec un sous-bois fourni comportant beaucoup de grands buissons, des arbustes et des arbres. Ce type de futaie assez rare et surtout située en lisière forestière, présente un certain effet de lisière.

Futaie de bouleaux de 80 ans de 10 ha :

Les arbres sont d'une hauteur de 25 m et d'un espacement moyen de 9 m. C'est un milieu assez ouvert avec un sous-bois fourni comportant beaucoup de grands buissons, des arbustes et des arbres. On doit remarquer que les vieilles futaies de bouleaux sont très rares à Borovoye. La plupart sont de petite superficie. Celle-ci est la plus grande trouvée, mais elle est située en lisière du massif forestier et souffre d'un effet de lisière assez prononcé.

Sites des points d'écoutes

Futaies de Pins sylvestres de 30 à 50 ans :

Les arbres sont d'une quinzaine de mètres de hauteur en moyenne et situés à environ 3 m les uns des autres. Dans ce milieu sombre, le sous-bois est très pauvre. Ces jeunes futaies sont peu nombreuses sur l'ensemble du massif et de faible superficie.

Futaies de Pins sylvestres de 50 à 80 ans :

Les arbres sont d'une vingtaine de mètres de hauteur en moyenne et situés à environ 4 m les uns des autres. Dans ce milieu assez sombre dont le sous-bois est pauvre, on trouve dans des trouées plus éclairées, des buissons et des arbustes feuillus.

Futaies de Pins sylvestres de plus de 80 ans :

Les arbres sont d'une trentaine de mètres de hauteur en moyenne et espacés d'environ 8 à 9 m. Dans ce milieu assez ouvert, on trouve beaucoup de grands buissons, d'arbustes et d'arbres feuillus.

Futaies de bouleaux de plus de 80 ans :

Elles sont peu nombreuses, et pour la plupart de superficie assez faible. Elles sont constituées d'arbres d'une vingtaine de mètres de hauteur et qui sont espacés de 8 à 9 m. Ce milieu assez ouvert comporte de nombreux buissons, arbustes et arbres.

LA FORÊT DE PINS SYLVESTRES D'ALEXEEVKA

À environ 125 km de la ville d'Akmola se trouve la première forêt au nord de la steppe herbacée. Celle-ci se situe à côté de la petite ville d'Alexeevka (52° N, 70° 80' E). La majeure partie de cette forêt est constituée de Pins sylvestres (*Pinus sylvestris*) couvrant de petites collines granitiques. Les arbres ont pour la plupart 50 à 80 ans. Leur hauteur moyenne est de 25 m avec un espacement d'environ 5 m. Cela nous donne une forêt assez claire, mais avec des zones un peu plus fermées. Le sous-bois est dans l'ensemble assez pauvre, avec quelques buissons épars. Le sol est très rocailleux et rocheux.

LA RÉSERVE NATURELLE DE KOURGALGINO-LAC TENGIZ

Situées au nord du Kazakhstan, les steppes herbacées représentent le quart de son territoire soit 700 000 km², entre les steppes ukrainiennes à l'ouest et les steppes mongoles à l'est. Elles ont été pour une très grande part transformées en champs de blé ou en pâturages. La steppe herbacée de la Réserve Naturelle de Kourgalgino est par contre restée relativement préservée, car elle y est peu pâturée. On trouve par-ci par-là quelques troupeaux de chevaux, de moutons et de vaches qui pâturent en semi-liberté dans les grands espaces steppiques sans barbelés, ni barrières, ni haies d'aucune sorte ; seules les routes et pistes divisent la steppe. Cette réserve naturelle et sa steppe constituent un des derniers souvenirs de l'ancienne steppe d'Asie Centrale, dont les nomades kazakhs avaient fait leurs pâturages et leur monde. Dans les années 1960, le programme dit « des terres vierges » destiné à mettre en valeur la steppe du Kazakhstan a été mis en oeuvre. On a ainsi défriché, labouré, semé et transformé en champs de blé plus de 250 000 km² de steppe, faisant de la République kazakhstanaise un des plus grands producteurs de blé du monde. Cette exploitation massive de la steppe s'est avérée peu à peu être une catastrophe écologique majeure, car le labourage du sol en profondeur l'a fragilisé. L'amplitude thermique très importante dans cette région, les faibles précipitations, les fortes tempêtes estivales durant plusieurs jours entraînent une importante érosion éolienne.

La Réserve Naturelle Nationale de Kourgalgino (50° 45' N, 69° 45' E) a été créée par l'arrêté du Conseil Ministériel du Kazakhstan en avril 1968 et dotée d'une surface de 2 400 km². Elle dépend de la région d'Akmola et se trouve à environ 180 km au sud-ouest de celle-ci.

Le relief se présente sous forme de plaines qui deviennent de plus en plus basses en approchant du lac Tengiz. L'altitude est de 304 à 426 m au dessus du niveau de la mer, la surface de la vallée de Kourgalgino-Tengiz est de 13 000 km². Les sols de cette vallée sont compacts, boueux et salés, les types principaux étant des podzols, bruns sombres dans la partie nord et bruns clairs au sud (Khrokov, 1980).

Climatologie

Le climat est continental, caractérisé par de grandes amplitudes quotidiennes et annuelles de la température de l'air, et par de faibles précipitations.

Le mois de juillet est plus chaud et le mois de janvier beaucoup plus froid que dans les parties européennes de l'ex-URSS de même latitude. La température

annuelle moyenne de l'air est négative : $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$; le maximum de température en juillet est de $44\text{ }^{\circ}\text{C}$, le minimum en janvier de $-49\text{ }^{\circ}\text{C}$ soit une amplitude annuelle de $93\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La quantité annuelle des précipitations est de 275 mm, la plus grande partie se situant en été.

Pendant l'année, les vents d'ouest et de sud-ouest prédominent. La vitesse maximale du vent est de 31 m/s en hiver et au printemps.

Végétation

Sur la réserve, on trouve plus de 300 espèces de plantes à fleurs. Il n'y a pas d'arbres mais seulement 16 espèces de buissons. Les herbacées sont essentiellement xérophiles et bien adaptées aux conditions de sécheresse. Ce type de steppe est principalement caractérisé par la graminée *Stipa lessingiana*.

LA STEPPE HERBACÉE SÈCHE, ARBORÉE ET BUISSONNANTE D'ALEXEEVKA

Dans le nord du Kazakhstan se trouve la zone écologique de la steppe forestière, au nord de la zone de la steppe herbacée. Actuellement, les forêts n'y subsistent que dans quelques endroits et forment des petites îles forestières. Ce sont principalement des forêts de Pins sylvestres et de bouleaux. Autour de ces massifs, l'action de l'homme a créé une nouvelle sorte de steppe, buissonnante, comportant aussi des bosquets comme on a pu l'observer à Alexeevka (cet endroit sert surtout de pâturage pour les bovins).

LE PARC URBAIN D'AKMOLA

Dans la ville d'Akmola ($51^{\circ} 20' \text{ N}$, $71^{\circ} 40' \text{ E}$), le parc urbain de 60 ha est avant tout un milieu très hétérogène. On y trouve des bosquets plus ou moins grands, des allées d'arbres, des prairies, des friches, des jardins potagers et même une petite mare près de la rivière. Les arbres sont essentiellement des feuillus avec une grande proportion de Frênes (*Fraxinus excelsior*), mais aussi beaucoup de Peupliers trembles (*Populus tremula*), des bouleaux (*Betula pubescens*, *Betula verrucosa*) et quelques chênes (*Quercus* sp.) ; il y a beaucoup de buissons divers. Les zones boisées représentent un tiers de la surface de ce parc soit 20 hectares, le plus grand bosquet ayant une superficie de 10 hectares.

Nous avons étudié ce parc du début octobre 1996 à la fin octobre 1997. Il faut savoir que l'hiver dans le nord Kazakhstan est très précoce, et commence dès le début d'octobre quand on observe les premières neiges et gelées. À la fin novembre, la rivière Ishim longeant ce parc est totalement gelée. La neige s'accumule petit à petit et se transforme en glace d'une épaisseur de plusieurs dizaines de centimètres. L'hiver se prolonge jusqu'en avril-mai.

MÉTHODES

MÉTHODES UTILISÉES

Méthode de cartographie des territoires

C'est une méthode de dénombrement absolu des populations d'oiseaux, en ce sens qu'elle nous donne directement les densités des oiseaux. C'est la méthode la

plus précise sur une petite surface à l'échelle d'un site particulier. Elle est utilisée pour des recensements de petits passereaux sur des surfaces de 10 à 20 ha (Pough, 1950).

Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A)

C'est une méthode relative qui exprime l'abondance des oiseaux par des indices (IPA). Mise au point en 1970 pour les oiseaux forestiers (Blondel *et al.*, 1970), elle consiste à dénombrer les oiseaux de toutes espèces identifiés à partir d'un point fixe. Chaque point fait l'objet de deux visites de 20 minutes, en début et en fin de printemps, dont on retient pour chaque espèce l'indice d'abondance maximal.

Cette technique est donc recommandée pour étudier des milieux relativement grands. Elle s'applique à un grand nombre d'espèces et à des milieux différents. Elle permet surtout d'aborder les peuplements d'oiseaux étudiés à l'échelle d'un ensemble et du paysage, en complément de la méthode précédente.

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Quadrats

De la fin mars au début juillet 1997, nous avons réalisé 4 quadrats : (1) Parc urbain d'Akmola (60 ha) ; (2) Futaie de bouleaux de plus de 80 ans de Borovoye (10 ha) ; (3) Futaie de Pins sylvestres de 50 ans de Borovoye (10 ha) ; (4) Futaie de Pins sylvestres de 80 ans de Borovoye (10 ha).

TABLEAU I

Nombre de sorties et heures d'observations.

	Pins sylvestres de 50 ans Borovoye	Pins sylvestres de 80 ans Borovoye	Bouleaux de 80 ans Borovoye	Parc urbain Akmola
Nombre de passages	10	10	10	15
Durée moyenne du passage (heures)	2	2	2	4
Nombre d'heures d'écoute	20	20	20	60

Indices Ponctuels d'Abondance

Du début avril à la fin juin 1997, on a réalisé 61 IPA dans le Nord-Kazakhstan :

— 14 IPA dans la steppe herbacée, milieu particulièrement typique du Kazakhstan ; 2 types de steppes ont été parcourues : la steppe herbacée humide de Kourgalgino et la steppe herbacée et buissonnante sèche proche de la forêt d'Alexeevka ;

— 47 IPA dans la steppe forestière ou la forêt, milieu assez rare au Kazakhstan ; 2 types de steppes forestières ont été étudiés : la forêt de bouleaux et la forêt de Pins sylvestres.

Avant de réaliser des IPA, nous avons surtout essayé de saisir le milieu, par de très nombreuses observations pendant plusieurs jours, en consultant la bibliographie et la liste des espèces nicheuses établie pendant l'hiver.

Dans le cas de la Réserve Naturelle de Kourgalgino-Lac Tengiz, le premier passage a été réalisé fin avril-début mai, quand les routes ont été de nouveau praticables. Du fait de la fonte des neiges et de la nature du sol, la steppe et les pistes se transforment en un immense bournier difficilement pénétrable.

RÉSULTATS

Il faut signaler que l'on nous a affirmé que l'année 1997 a connu un hiver assez doux, un beau printemps et un bel été par rapport aux années précédentes.

RÉSULTATS OBTENUS AU KAZAKHSTAN

RECENSEMENTS PAR CARTOGRAPHIE DES TERRITOIRES

Le parc urbain d'Akmola

Les espèces d'oiseaux y passant l'hiver sont peu nombreuses et sont essentiellement la Mésange charbonnière (*Parus major*), la Mésange azurée (*P. cyanus*), la Mésange à longue queue (*Aegithalos caudatus*), le Moineau domestique (*Passer domesticus*), le Moineau friquet (*P. montanus*), le Pic épeiche (*Picoides major*), la Pie bavarde (*Pica pica*), la Corneille mantelée (*Corvus corone cornix*). La Mésange noire (*Parus ater*) vient aussi hiverner en cet endroit.

Vers la fin de l'hiver, de la fin février à la fin mars, on a pu observer dans ce parc et dans tout Akmola des bandes plus ou moins grandes (jusqu'à 200 individus) de Jaseurs boréaux (*Bombycilla garrulus*). On a de même contacté à cette période quelques individus isolés de Grive à gorge noire (*Turdus ruficollis atrogularis*) et une Grive de Naumann (*Turdus n. naumanni*).

À la fin mars, nous avons aperçu l'Étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) qui fut le premier à revenir du sud Kazakhstan plus clément. Peu après, nous avons vu un couple de Gros-bec casse-noyaux (*Coccothraustes coccothraustes*), puis début avril le Pouillot verdâtre (*Phylloscopus trochiloides*), le Bruant à calotte blanche (*Emberiza leucocephalos*), la Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*), la Gorge-bleue à miroir roux (*Luscinia svecica svecica*), le Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*). Les derniers, à arriver début mai, ont été le Roselin cramoisi (*Carpodacus erythrinus*) et le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*).

On y a recensé 27 espèces nicheuses, soit 19,8 couples/10 ha, dont les plus abondantes sont le Moineau friquet, la Gorge-bleue à miroir roux, la Mésange charbonnière et la Pie bavarde (Tab. II) ; il est étonnant de constater à quel point les bosquets sont littéralement pleins de nids de cette dernière espèce.

TABLEAU II

Quadrats Kazakhstan. Printemps 1997.

Nom français	Nom scientifique	Pins sylvestres (de 50 ans)	Pins sylvestres (de 80 ans)	Bouleaux (de 80 ans)	Parc urbain d'Akmola
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	0	0	0	0,16
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	0	0	0	0,16
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	0	0	0	0,16
Tourterelle orientale	<i>Streptopelia orientalis</i>	1	1	0	0
Pic épeiche	<i>Picoides major</i>	1	1	1	0,66
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	0	0	1	0,5
Gorgebleue à miroir roux	<i>Luscinia svecica svecica</i>	0	0	0	2
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	2	3	4	0,33
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>	0	3	6	0,83
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	0	1	1	0
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	0	0	0	0,16
Locustelle fluviatile	<i>Locustella fluviatilis</i>	0	0	0	0,16
Hypolaïs bottée	<i>Hippolaïs caligata</i>	0	0	1	0
Hypolaïs icterine	<i>Hippolaïs icterina</i>	0	1	2	0,55
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>	0	1	2	0,55
Pouillot verdâtre	<i>Phylloscopus trochiloides</i>	2	6	4	0,83
Pouillot à grands sourcils	<i>Phylloscopus inornatus</i>	0	1	2	0,33
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	0	0	1	0,33
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	0	0	1	0,16
Mésange boréale	<i>Parus montanus</i>	4	6	3	0
Mésange noire	<i>Parus ater</i>	2	2	1	0
Mésange azurée	<i>Parus cyanus</i>	0	0	2	0,66
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3	5	8	2
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	0	1	5	1,83
Cornille mantelée	<i>Corvus corone cornix</i>	0	0	0	0,83
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	0	2	4	0,83
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	0	0	0	0,83
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	0	2	5	2,16
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	3	5	5	0,33
Roselin cramoiisi	<i>Carpodacus erythrinus</i>	0	4	5	1,16
Bruant à calotte blanche	<i>Emberiza leucocephalos</i>	0	0	0	0,66
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	0	0	0	0,33
Densité totale (couples/10 ha)		19	49	66	19,77
Richesse spécifique (nombre d'espèces)		9	17	21	27

Ce parc étant longé par la rivière Ishim, on peut observer en vol des Goélands leucophées (*Larus cachinnans*), des Mouettes rieuses (*Larus ridibundus*), des Sternes pierre-garin (*Sterna hirundo*). Dans la petite mare largement entourée de joncs au nord du parc proche de la rivière, on a observé comme nicheur la Rousserolle turdoïde (*Acrocephalus arundinaceus*), la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), la Foulque macroule (*Fulica atra*), et on y a vu quelquefois des Canards colverts (*Anas platyrhynchos*) et des Hérons cendrés (*Ardea cinerea*) venus s'y nourrir.

Pins sylvestres de 50 ans de Borovoye

On y a recensé 9 espèces nicheuses, soit 19 couples nicheurs pour 10 ha, les espèces les plus abondantes étant la Mésange boréale, le Pinson des arbres, la Mésange charbonnière, la Mésange noire, le Rougequeue à front blanc et le Pouillot verdâtre.

Pins sylvestres de 80 ans de Borovoye

On y a recensé 17 espèces nicheuses, soit 49 couples nicheurs pour 10 ha, les espèces les plus abondantes étant la Mésange boréale, le Pouillot verdâtre, le Pinson des arbres, la Mésange charbonnière et la Fauvette babillarde.

Bouleaux de 80 ans de Borovoye

On y a recensé 22 espèces nicheuses, soit 62 couples nicheurs pour 10 ha, les espèces les plus abondantes étant la Mésange charbonnière, la Grive litorne, le Pinson des arbres, le Roselin cramoi, la Pie bavarde et le Moineau friquet.

Biomasses brutes et consommantes

Nous avons calculé les biomasses brutes et consommantes pour nos quadrats (Tab. III).

TABLEAU III

Biomasses dans les divers quadrats forestiers.

	Pins sylvestres 50 ans	Pins sylvestres 80 ans	Bouleaux 80 ans	Parc urbain Akmola
Biomasse brute (g/10 ha)	1 078,4	3 387,5	6 354,55	2 963,37
Biomasse consommante (g^{0.7}/10 ha)	343,54	1 022,14	1 724,03	680,52
Biomasse consommante spécifique moyenne (g^{0.7}/10 ha)	38,17	60,13	82,1	25,2
Biomasse consommante individuelle moyenne (g^{0.7}/10 ha)	9,04	10,43	13,06	17,21

Dominance des espèces nicheuses

Dans le tableau IV ci-dessous, nous avons analysé les données des quadrats en fonction des espèces d'oiseaux. Nous avons calculé la densité spécifique moyenne afin d'établir quelles sont les espèces dominantes et subdominantes.

TABLEAU IV

Dominance des espèces nicheuses.

	Pins sylvestres 50 ans	Pins sylvestres 80 ans	Bouleaux 80 ans	Parc urbain Akmola
Densité spécifique moyenne Dsm (couples/10 ha)	2,11	2,88	3,14	0,73
Espèces dominantes (> 2 Dsm)		Mésange boréale 12,2 % Pouillot verdâtre 12,2 %	Mésange charbonnière 12,2 % Grive litorne 9,1 %	Moineau friquet 10,9 % Gorgebleue à miroir roux 10,1 % Mésange charbonnière 10,1 % Pie bavarde 9,3 %
Espèces subdominantes (Dsm < × < 2 Dsm)	Mésange boréale 21,1 % Pinson des arbres 15,8 % Mésange charbonnière 15,8 %	Pinson des arbres 10,2 % Mésange charbonnière 10,2 % Fauvette babillarde 10,2 % Roselin cramoiisi 8,1 % Grive litorne 6,1 % Rougequeue à front blanc 6,1 %	Moineau friquet 7,6 % Roselin cramoiisi 7,6 % Pie bavarde 7,6 % Pinson des arbres 7,6 % Étourneau sansonnnet 6,1 % Rougequeue à front blanc 6,1 % Pouillot verdâtre 6,1 % Fauvette babillarde 6,1 %	Roselin cramoiisi 5,9 % Moineau domestique 4,2 % Corneille mantelée 4,2 % Grive litorne 4,2 % Pouillot verdâtre 4,2 % Fauvette babillarde 4,2 %

RECENSEMENTS PAR POINTS D'ÉCOUTE (IPA)

Ils ont permis de contacter 31 espèces d'oiseaux en milieu steppique (Tab. V) et 48 espèces d'oiseaux en milieu forestier (Tab. VI). On doit noter que nous avons pu appliquer rapidement et efficacement la méthode des IPA aux milieux naturels du nord Kazakhstan parce que l'avifaune y est aux trois quarts la même qu'en France.

La steppe herbacée humide non arborée

Les 7 IPA réalisés ont permis de contacter 24 espèces d'oiseaux (Tab. V). Il en ressort que les 5 espèces nicheuses les plus souvent contactées sont l'Alouette

TABLEAU V

Moyennes et écarts-types des IPA Steppes Kazakhstan. Printemps 1997.

Nom français	Nom scientifique	Steppe herbacée non arborée Kourgalgino		Steppe herbacée arborée Alexeevka	
			Écart-type		Écart-type
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	0,14	0,24	0	0
Busard pâle	<i>Circus macrourus</i>	0,36	0,38	0,07	0,82
Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	0,29	0,39	0,21	0,79
Buse de Russie	<i>Buteo buteo vulpinus</i>	0	0	0,21	0,49
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	0,07	0,19	0,14	0,75
Faucon kobez	<i>Falco vespertinus</i>	0,07	0,19	0,07	0,38
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>	0,07	0,19	0	0
Grue demoiselle	<i>Anthropoides virgo</i>	0,07	0,19	0	0
Glaréole à collier	<i>Glareola pratincola</i>	0,14	0,38	0	0
Glaréole à ailes noires	<i>Glareola nordmanni</i>	0,14	0,38	0	0
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	0,29	0,39	0,07	0,49
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	1,36	1,60	0,5	0,38
Vanneau sociable	<i>Chettusia gregaria</i>	0,14	0,38	0	0
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	3,86	1,07	2	0,49
Alouette calandre	<i>Melanocorypha calandra</i>	0,14	0,38	0	0
Alouette noire	<i>Melanocorypha yeltoniensis</i>	4	0,82	1,43	0,45
Alouette leucoptère	<i>Melanocorypha leucoptera</i>	0,14	0,38	0	0
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	2,71	0,81	1,36	0,82
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	0	0	1,14	0,49
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	0	0	1,14	0,79
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	2,79	1,07	0,43	0,61
Bergeronnette citrine	<i>Motacilla citreola</i>	0,36	0,48	0	0
Traquet pâtre	<i>Saxicola torquata</i>	0	0	0,86	0,61
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	1,43	0,45	1,36	0,49
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	0	0	0,29	0,38
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	1,29	1,70	1,64	0,38
Corneille mantelée	<i>Corvus corone cornix</i>	0,64	0,75	0,43	0,39
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	1,5	0,82	0,86	0,85
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	0,57	1,51	2,64	0,49
Bruant à calotte blanche	<i>Emberiza leucocephalos</i>	0	0	1	0,38
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	0	0	0,14	0,38
Somme des IPA		22,57		18	
Richesse spécifique		24		22	
Nombre d'IPA		7		7	

des champs (*Alauda arvensis*), l'Alouette noire (*Melanocorypha yeltoniensis*), la Bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), le Traquet motteux (*Oenanthe oenanthe*) et le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*).

On observe souvent l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) se nourrissant dans la steppe. Elle niche en nombre dans tous les villages, hameaux et exploitations agricoles. En ces endroits, on trouve aussi de nombreux Moineaux domestiques (*Passer domesticus*) et Moineaux friquets (*P. montanus*) dont les petites colonies fréquentent les très rares buissons de cette steppe.

TABLEAU VI

Moyennes et écarts-types des IPA Forêts Kazakhstan présentés de façon à montrer « le turn-over des espèces » en fonction de l'âge des peuplements forestiers. Printemps 1997.

Nom français	Nom scientifique	Pins sylvestres (30 à 50 ans) BOROVOYE	Écart- type	Pins sylvestres (50 à 80 ans) ALEXEEVKA	Écart- type	Pins sylvestres (50 à 80 ans) BOROVOYE	Écart- type	Pins sylvestres (+ de 80 ans) BOROVOYE	Écart- type	Boulaux (+ de 80 ans) BOROVOYE	Écart- type
Pic cendré	<i>Picus canus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0,38
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0,7	0,86	1,11
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0,52	1,36	0,69
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0,48	0,43	0,79
Hypolaïs bottée	<i>Hippolais caligata</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,32	0,29	0,49
Grive litome	<i>Turdus pilaris</i>	0	0	0	0	0	0	0,6	0,84	1,29	1,11
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0,7	1,36	0,9
Mésange azurée	<i>Parus cyanus</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0,42	0,43	0,53
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0,48	0,29	0,49
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,32	0	0
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,32	0	0
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,32	0	0
Pic à dos blanc	<i>Picoides leucotos</i>	0	0	0	0	0	0	0,2	0,42	0	0
Tadome casarca	<i>Tadorna ferruginea</i>	0	0	0	0	0,2	0,42	0,4	0,7	0	0
Grand Tétrás	<i>Tetrao urogallus</i>	0	0	0	0	0,2	0,35	0,15	0,34	0	0
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	0	0	0	0	0,1	0,32	0,1	0,32	0	0
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	0	0	0	0	0,25	0,42	0,35	0,58	0,57	0,98
Pouillot à grands sourcils	<i>Phylloscopus inornatus</i>	0	0	0,1	0,32	0,2	0,42	0,4	0,7	0,74	0,76
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	0	0	0,2	0,42	0	0	0,2	0,42	0,29	0,49
Roselin cramoiis	<i>Carpodacus erythrinus</i>	0	0	0,2	0,42	0,2	0,42	0,9	0,74	1,93	0,61
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	0	0	0,3	0,48	0	0	0,1	0,32	0	0
Bruant à calotte blanche	<i>Emberiza leucocephalos</i>	0	0	0,5	0,53	0,2	0,42	0,3	0,48	0	0
Hypolaïs icterine	<i>Hipolais icterina</i>	0	0	0,1	0,32	0	0	0,2	0,42	0,29	0,49
Corneille mantelée	<i>Corvus corone cornix</i>	0	0	0,2	0,35	0,3	0,48	0,6	0,52	0,57	0,79
Buse de Russie	<i>Buteo buteo vulpinus</i>	0	0	0,05	0,16	0	0	0	0	0	0
Milan noir	<i>Milvus migrans korschun</i>	0	0	0,1	0,21	0	0	0	0	0	0
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	0	0	0,4	0,52	0	0	0,3	0,48	0,29	0,49
Pipit à dos olive	<i>Anthus hodgsoni</i>	0	0	0,4	0,52	0	0	0	0	0	0
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	0	0	0,1	0,32	0	0	0	0	0	0
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	0,3	0,48	0,1	0,32	0,2	0,42	0	0	0	0
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	0,6	0,52	1,1	0,57	1	0,67	1,65	0,47	1,86	0,69

Nom français	Nom scientifique	Pins sylvestres (30 à 50 ans) BOROVOYE		Pins sylvestres (50 à 80 ans) ALEXEEVKA		Pins sylvestres (50 à 80 ans) BOROVOYE		Pins sylvestres (+ de 80 ans) BOROVOYE		Bouleaux (+ de 80 ans) BOROVOYE	
			Écart-type		Écart-type		Écart-type		Écart-type		Écart-type
Mésange boréale	<i>Parus montanus</i>	0,6	0,46	0,85	0,53	1	0,62	1,7	0,42	1,57	0,45
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	0,1	0,32	0,2	0,42	0,4	0,52	1,3	0,54	2	0,58
Mésange noire	<i>Parus ater</i>	0,3	0,48	0,2	0,42	0,4	0,52	0,3	0,48	0,29	0,49
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>	0,1	0,32	0,2	0,42	0,3	0,48	0,8	0,59	1,57	0,53
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	0,8	0,59	1,15	0,58	1,3	0,54	1,85	0,58	2,14	0,69
Pouillot verdâtre	<i>Phylloscopus trochiloides</i>	0,2	0,42	0,4	0,52	0,4	0,52	1,3	0,67	1,57	0,53
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	0,3	0,48	0,4	0,52	0,3	0,48	0,3	0,48	0,29	0,49
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	0,2	0,42	0,1	0,32	0,2	0,42	0,3	0,48	0,14	0,38
Tourterelle orientale	<i>Streptopelia orientalis</i>	0,7	0,48	0,55	0,5	1,11	0,57	0,5	0,53	0,29	0,49
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	0,9	0,57	0,4	0,52	1,11	0,57	0,9	0,74	0,29	0,49
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	0,2	0,42	0,5	0,53	0,3	0,48	0,3	0,48	0,14	0,38
Pic épeiche	<i>Picoides major</i>	0,7	0,59	0,7	0,35	1,15	0,53	1,25	0,68	1,36	0,75
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	0,1	0,22	0	0	0,45	0,44	0,2	0,32	0	0
Fauvette grise	<i>Sylvia communis</i>	0,15	0,34	0,1	0,32	0	0	0,3	0,48	0,29	0,49
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	0,05	0,16	0	0	0,2	0,42	0,4	0,7	0,43	0,79
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	0,2	0,42	0	0	0,1	0,21	0,2	0,42	0	0
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	0,2	0,35	0	0	0	0	0,5	0,71	0,71	0,76
Somme des IPA		6,4		6,85		9,72		14,05		14,94	
Richesse spécifique		19		27		25		42		32	
Nombre d'IPA		10		10		10		10		7	

On a noté 3 espèces de Corvidés : le Corbeau freux (*Corvus frugilegus*), la Corneille mantelée (*C. corone cornix*), le Choucas des tours (*C. monedula*) exploitant ce milieu. On observe certes la Pie bavarde (*Pica pica*) autour des villages mais pas en pleine steppe.

En ce qui concerne les rapaces, on contacte facilement les busards. Ils ont une très bonne répartition dans cette steppe herbacée humide. Le Busard pâle (*Circus macrourus*) et le Busard cendré (*C. pygargus*) semblent présenter des populations de tailles voisines. Le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) reste surtout localisé près des lacs. On a pu aussi observer le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) et le Faucon kobez (*F. vespertinus*) hors IPA, et très rarement on a pu observer l'Aigle des steppes (*Aquila nipalensis*), l'Aigle impérial (*A. heliaca*) et le Pygargue à queue blanche (*Haliaeetus albicilla*).

Les faucons sont surtout localisés dans les zones où on a planté des arbres le long des routes, c'est-à-dire une bonne partie de la route d'Akmola à Kourgalgino. On a pu y observer le Faucon crécerelle, le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*), le Faucon kobez, le Faucon sacre (*Falco cherrug*). Ces bosquets très longs et de faible largeur (quelques dizaines de mètres) sont aussi des lieux de nidification essentiels pour les Corvidés. Ils sont remplis de nids de Pies bavardes, de Corneilles mantelées, de colonies de Corbeaux freux et de Choucas des tours.

La steppe herbacée sèche, arborée et buissonnante

Nous avons effectué des points d'écoute dans un milieu de ce type, à Alexeevka, dans la région d'Akmola.

Les 7 IPA réalisés ont permis de contacter 22 espèces d'oiseaux (Tab. V). Il en ressort que les 5 espèces nicheuses fréquemment notées sont le Moineau friquet, l'Alouette des champs, l'Alouette noire, le Traquet motteux et le Pipit rousseline (*Anthus campestris*).

Ce milieu comportant des buissons, de petits bosquets et la lisière forestière étant proche, on trouve des espèces comme le Traquet pâle de Sibérie (*Saxicola maura*), la Fauvette grisette (*Sylvia communis*), le Bruant à calotte blanche (*Emberiza leucocephalos*) et le Bruant jaune (*E. citrinella*). En dehors des IPA, on a pu contacter des Pies-grièches écorcheurs (*Lanius collurio*) dans quelques endroits.

En ce qui concerne les rapaces, on peut observer facilement la Buse de Russie (*Buteo buteo vulpinus*) et le Faucon crécerelle. On peut aussi trouver le Faucon kobez. Hors IPA, on a pu voir le Milan noir (*Milvus migrans korshun*).

La forêt de Pins sylvestres d'Alexeevka

On a réalisé à cet endroit 10 IPA qui ont permis de contacter 26 espèces d'oiseaux. Dans le tableau VI, les résultats de ces IPA sont présentés afin de montrer « le turn-over des espèces » en fonction de l'âge des peuplements forestiers. Les 5 espèces nicheuses fréquemment notées sont le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*), le Rougequeue à front blanc (*Phoenicurus phoenicurus*), la Mésange boréale (*Parus montanus*), le Pic épeiche (*Picoides major*) et le Bruant à calotte blanche (*Emberiza leucocephalos*).

Comme rapace, on rencontre facilement la Buse de Russie en forêt, en lisière ou dans les clairières, et hors IPA nous avons vu le Milan noir korshun, le Faucon crécerelle, le Faucon hobereau et le Faucon kobez.

On peut noter que cet endroit se situe dans la zone de contact des 2 espèces jumelles que sont le Bruant à calotte blanche et le Bruant jaune. Nous avons eu l'occasion d'observer des hybrides de ces 2 espèces. On peut d'ailleurs remarquer que leurs chants sont très semblables et difficilement distinguables ; nos déterminations reposent sur des observations à la jumelle.

La forêt de Pins sylvestres de Borovoye

Futaie de 30 à 50 ans :

On a pu y dénombrer 19 espèces d'oiseaux, dont les plus fréquemment notées sont la Grive musicienne (*Turdus philomelos*), la Tourterelle orientale (*Streptopelia orientalis*), le Pinson des arbres, le Pic épeiche, la Mésange boréale et le Rougequeue à front blanc.

Futaie de 50 à 80 ans :

On a pu recenser 25 espèces dont les plus fréquemment notées sont le Pinson des arbres, le Pic épeiche, la Grive musicienne, la Tourterelle orientale, la Mésange boréale et le Rougequeue à front blanc.

Futaie de plus de 80 ans :

On y a trouvé 42 espèces d'oiseaux dont les plus fréquemment notées sont le Pinson des arbres, le Rougequeue à front blanc, la Mésange boréale, le Pouillot verdâtre, la Mésange charbonnière et le Pic épeiche.

La forêt de bouleaux de Borovoye

On y a contacté 32 espèces d'oiseaux, les plus fréquemment notées étant le Pinson des arbres, la Mésange charbonnière, le Roselin cramoi, le Rougequeue à front blanc, la Mésange boréale et la Fauvette babillarde.

Diversité des différents milieux

Le calcul de l'indice de Shannon pour les 7 milieux étudiés (Tab. VII) nous apporte des informations écologiques supplémentaires sur les peuplements d'oiseaux.

TABLEAU VII

Paramètres des peuplements d'oiseaux.

	Steppe herbacée non arborée Kourgalgino	Steppe herbacée arborée Alexeevka	Bouleaux > 80 ans Borovoye	Pins sylvestres > 80 ans Borovoye	Pins sylvestres 50 à 80 ans Borovoye	Pins sylvestres 30 à 50 ans Borovoye	Pins sylvestres 50 à 80 ans Alexeevka
Nombre d'IPA	7	7	7	10	10	10	10
Abondance relative	22,57	18	26,07	21,25	11,57	6,7	9,6
Richesse spécifique totale	24	22	32	42	25	19	26
Richesse spécifique moyenne	11	12,4	16,57	18,2	10,8	7,1	9,7
Écart-type	3,05	3,18	3,83	3,41	3,5	2,16	3,13
Diversité : Is (Shannon)	3,62	3,95	4,57	4,91	4,23	3,87	4,32
Équirépartition	0,79	0,89	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91

Analyses factorielles de correspondances

La steppe

Nous avons soumis la matrice 14 points d'écoute*31 espèces d'oiseaux à une analyse factorielle des correspondances (Fig. 2). Le pourcentage d'inertie sur les trois premiers axes (54,2 %) est important, ces axes sont bien significatifs :

— L'axe F1 avec 26,9 % d'inertie est bien significatif et individualise deux groupes : au pôle négatif, on a les points d'écoute effectués dans la steppe buissonnante et, au pôle positif, ceux de la steppe herbacée ; on peut donc voir l'ouverture du milieu le long de cet axe F1.

— L'axe F2 avec 14,4 % d'inertie est significatif ; on peut voir au pôle négatif des points d'écoute avec plus d'arbres dans le cas de la steppe buissonnante et avec plus d'herbes hautes dans le cas de la steppe herbacée, et au pôle positif moins d'arbres pour la steppe buissonnante et moins d'herbes hautes pour la steppe herbacée. Cet axe F2 sépare les points d'écoute suivant l'abondance du type de végétation utilisé à des fins de nidification par certains oiseaux peu communs dans ces milieux.

— L'axe F3 avec 12,9 % d'inertie est significatif ; on peut voir au pôle négatif les points réalisés dans un milieu plus humide, et au pôle positif ceux réalisés dans un milieu plus sec. Cet axe semble séparer les points suivant l'humidité du milieu.

Comme conclusion de cette analyse, nous pouvons définir deux types de steppe : la steppe buissonnante et la steppe herbacée, qui présentent des espèces d'oiseaux différentes. On peut les décomposer en sous-types suivant l'abondance de leur végétation et le taux d'humidité du sol.

La forêt

La forêt dans son ensemble :

Nous avons d'abord fait une analyse sur tous les points d'écoute réalisés en forêt (Fig. 3). Pour cela, nous avons soumis la matrice 47 points d'écoute*48 espèces d'oiseaux à une AFC. Nous extrayons 29,5 % de l'inertie avec les trois premiers axes.

— L'axe F1 avec 12,6 % d'inertie est significatif ; nous avons au pôle négatif les jeunes futaies de Pins sylvestres, puis au centre la vieille futaie de Pins sylvestres, et au pôle positif la vieille futaie de bouleaux. On peut dire que l'axe F1 sépare les points d'écoute suivant l'ouverture du milieu.

— L'axe F2 avec 8,8 % d'inertie est faiblement significatif ; nous pouvons voir une séparation des points d'écoute suivant la structure de leur milieu : au pôle positif des points d'écoute avec un stade arboré dominant, au centre un stade arboré avec stade buissonnant développé, au pôle négatif un stade arboré dominant et un relief rocheux ; l'axe F2 représente la structure du milieu.

— L'axe F3 avec 8,1 % d'inertie est faiblement significatif ; nous avons au pôle négatif les points d'écoute les plus homogènes qui ne présentent pas d'effet de lisière, et au pôle positif ceux qui présentent un effet de lisière. On peut dire que l'axe F3 représente l'homogénéité du milieu.

Cette analyse nous montre d'abord une première séparation des points d'écoute suivant l'âge et le type de peuplement, puis suivant la structure de son milieu et l'homogénéité du point d'écoute.

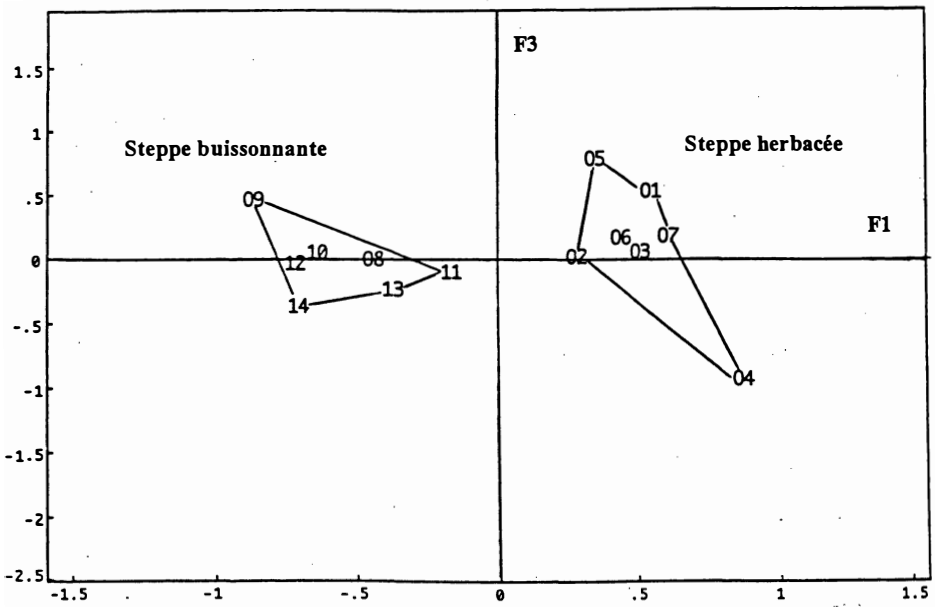
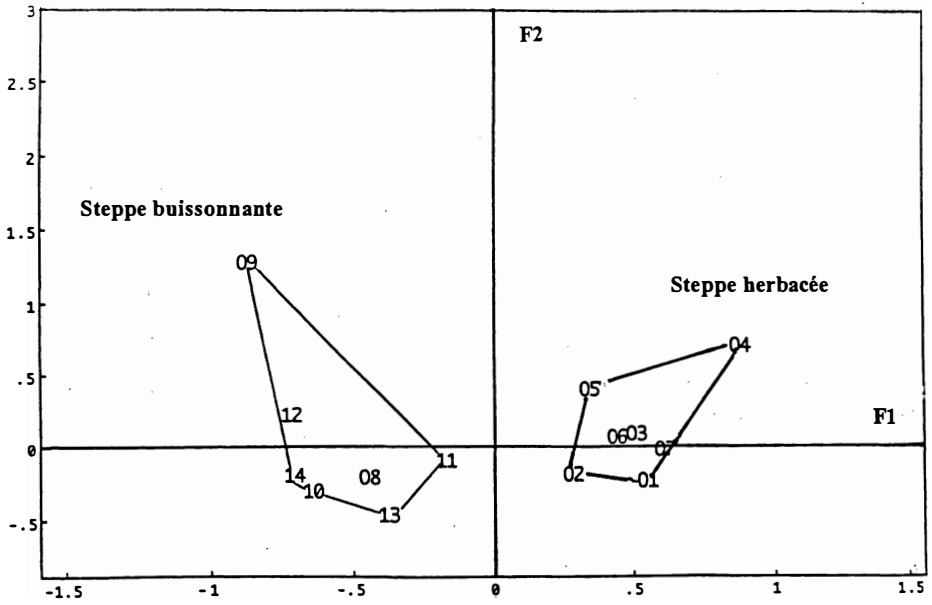


Figure 2. — AFC sur les IPA réalisés dans les steppes.

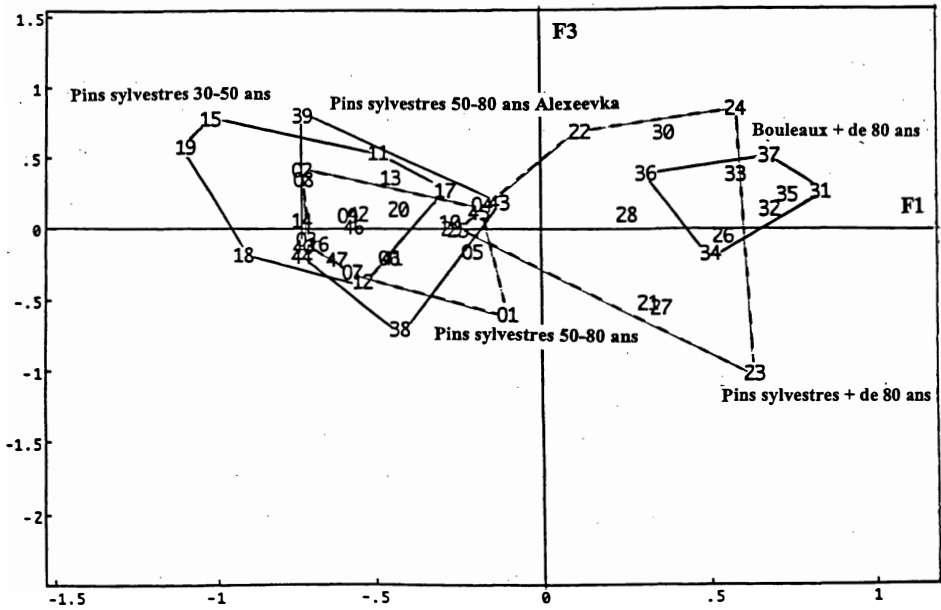
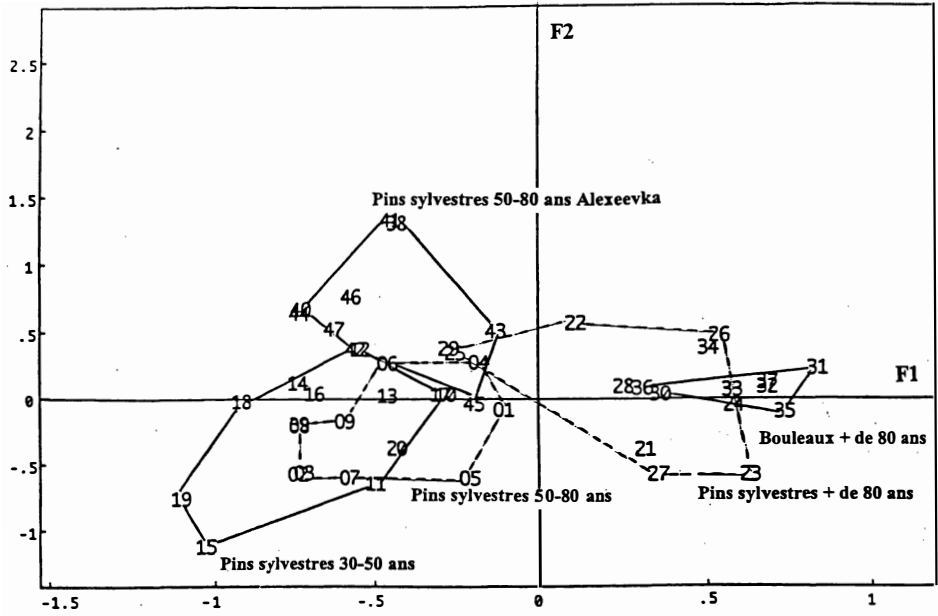


Figure 3. — AFC sur les IPA réalisés dans les forêts.

La forêt de Pins sylvestres :

Nous avons enlevé les points d'écoute réalisés en vieille futaie de bouleaux, et soumis la matrice 40 points d'écoute*48 espèces d'oiseaux à une analyse ; nous obtenons 31,1 % de signification sur les trois premiers axes.

Avec 11,7 % pour l'axe F1, 10 % pour l'axe F2 et 9,4 % pour l'axe F3, nous constatons que nous avons des inerties assez semblables à la précédente analyse, de plus nous parvenons à la même interprétation pour ce qui est de la signification des différents axes.

Les guildes

Steppes

Guildes migratoires :

Pour les deux types de steppes étudiées, un peu plus de 80 % des espèces d'oiseaux sont des migrateurs de courte ou de grande distance, et il y a une proportion plus importante de migrateurs tropicaux dans la steppe herbacée (Tab. VIII).

TABLEAU VIII

Guildes des oiseaux des steppes.

Espèces d'oiseaux : — x : nombre — (x) : pourcentage	Steppe herbacée non arborée Kourgalgino	Steppe herbacée arborée Alexeevka
Guildes migratoires		
Sédentaire	4 (16,7)	4 (18,2)
Migrateur de courte distance	8 (33,3)	9 (40,9)
Migrateur tropical	12 (50)	9 (40,9)
Guildes nidificatrices		
Rupestre	2 (8,3)	2 (9,1)
Cavernicole	1 (4,2)	1 (4,6)
Buissonicole	0 (0)	3 (13,6)
Arboricole	4 (16,7)	5 (22,7)
Terrestre	17 (70,8)	11 (50)
Guildes alimentaires		
Vertébrétophage	8 (33,3)	8 (36,4)
Herbivore du sol	7 (29,2)	2 (9,1)
Insectivore aérien	3 (12,5)	1 (4,5)
Insectivore du sol	6 (25)	7 (31,8)
Insectivore de la couronne	0 (0)	4 (18,2)

Guildes nidificatrices :

Pour les deux types de steppes étudiées, la majorité des espèces d'oiseaux sont avant tout terrestres (Tab. VIII). Leur proportion est bien plus importante dans la steppe herbacée que dans la steppe buissonnante. On peut remarquer que la

steppe buissonnante, qui est plus riche en strates végétatives, présente une répartition plus équilibrée des espèces d'oiseaux en terme de nidification.

Guildes alimentaires :

Pour les deux steppes étudiées les vertébrétophages sont majoritaires (Tab. VIII). Ensuite, la steppe herbacée présente la même proportion d'insectivores du sol et d'herbivores du sol. Pour la steppe buissonnante, les espèces d'insectivores sont largement plus nombreuses que celles des herbivores. Les insectivores du sol sont deux fois plus nombreux que les insectivores de la couronne arbustive.

Forêts

Guildes migratoires :

Dans tous les types de forêts étudiées à Borovoye, il y a une proportion d'environ 60 % d'oiseaux migrateurs, la proportion la plus grande allant aux migrateurs tropicaux (Tab. IX). Dans la forêt de Pins sylvestres d'Alexeevka, assez claire avec un riche sous-bois et des clairières, nous trouvons 60 % de sédentaires et 40 % de migrateurs qui se répartissent dans une même proportion en migrateurs à courte distance et migrateurs au long cours.

TABLEAU IX

Guildes des oiseaux des forêts.

Espèces d'oiseaux : — x : nombre — (x) : pourcentage	Pins sylvestres 30 à 50 ans Borovoye	Pins sylvestres 50 à 80 ans Alexeevka	Pins sylvestres 50 à 80 ans Borovoye	Pins sylvestres > 80 ans Borovoye	Bouleaux > 80 ans Borovoye
Guildes migratoires					
Sédentaire	7 (36,8)	15 (57,7)	10 (40)	16 (38,1)	14 (43,7)
Migrateur de courte distance	3 (15,8)	5 (19,2)	5 (20)	11 (26,2)	7 (21,9)
Migrateur tropical	9 (47,4)	6 (23,1)	10 (40)	15 (35,7)	11 (34,4)
Guildes nidificatrices					
Rupestre	3 (15,8)	1 (3,8)	5 (20)	5 (11,9)	3 (9,4)
Cavernicole	7 (36,8)	5 (19,2)	6 (24)	11 (26,2)	11 (34,4)
Buissonicole	2 (10,5)	6 (23,1)	4 (16)	8 (19)	5 (15,6)
Arboricole	6 (31,6)	9 (34,6)	7 (28)	13 (31)	9 (28,1)
Terrestre	1 (5,3)	5 (19,2)	3 (12)	5 (11,9)	4 (12,5)
Guildes alimentaires					
Se nourrissant à l'extérieur	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2,4)	1 (3,1)
Vertébrétophage	3 (15,8)	6 (23,1)	3 (12)	7 (16,7)	3 (9,4)
Herbivore du sol	2 (10,5)	2 (7,7)	4 (16)	5 (11,9)	3 (9,4)
Herbivore de la couronne	1 (5,3)	2 (7,7)	1 (4)	0 (0)	0 (0)
Insectivore aérien	0 (0)	0 (0)	1 (4)	1 (2,4)	1 (3,1)
Insectivore du sol	2 (10,5)	5 (19,2)	2 (8)	7 (16,7)	7 (21,9)
Insectivore du tronc	2 (10,5)	1 (3,8)	2 (8)	3 (7,1)	2 (6,2)
Insectivore de la couronne	9 (47,4)	10 (38,5)	12 (48)	18 (42,8)	15 (46,9)

Guildes nidificatrices :

Ce sont les oiseaux arboricoles et cavernicoles qui, dans des proportions voisines, dominent dans les forêts étudiées (Tab. IX). Dans le cas de la forêt d'Alexeevka, ce sont les arboricoles qui dominent largement. Ils sont suivis des buissonicoles, puis dans une même proportion des cavernicoles et des terrestres.

Guildes alimentaires :

Ce sont les insectivores de la couronne qui dominent largement (Tab. IX), suivis par les insectivores du sol et les vertébrétophages. Dans le cas de la vieille futaie de bouleaux, les insectivores du sol sont deux fois plus nombreux que les vertébrétophages. Pour les Pins sylvestres de 50 à 80 ans de Borovoye, les herbivores du sol et les vertébrétophages sont présents dans des proportions voisines.

RÉSULTATS DES COMPARAISONS KAZAKHSTAN-EUROPE PAR ANALYSES FACTORIELLES DES CORRESPONDANCES

Nous avons repris les densités totales de différentes forêts européennes compilées par Muller (1985).

LES PINÈDES EURASIENNES

Nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances sur les pinèdes eurasiennes avec la matrice de données 69 espèces d'oiseaux*34 pinèdes eurasiennes (Fig. 4). Nous obtenons 55 % de signification sur les trois premiers axes. Ces analyses sur les pinèdes eurasiennes nous montrent 3 facteurs climatiques permettant de différencier ces pinèdes : un latitudinal, un longitudinal et un altitudinal. Nous pouvons donc distinguer 3 types de pinèdes : la pinède de la taïga, la pinède de la steppe forestière et la pinède de la forêt tempérée, de plaine ou de montagne.

LES FORÊTS DE FEUILLUS EURASIENNES

Nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances sur les forêts de feuillus eurasiennes avec la matrice de données 61 espèces d'oiseaux*37 forêts de feuillus eurasiennes (Fig. 5). Nous obtenons 68,3 % de signification sur les trois premiers axes. Ces analyses nous montrent deux facteurs climatiques (un latitudinal et un longitudinal) et un de localisation dans le massif forestier.

Nous pouvons donc distinguer 3 types de forêts de feuillus : la forêt de bouleaux de la taïga, la forêt de bouleaux de la steppe forestière et la forêt de feuillus de la forêt tempérée, des lisières ou de l'intérieur des massifs forestiers.

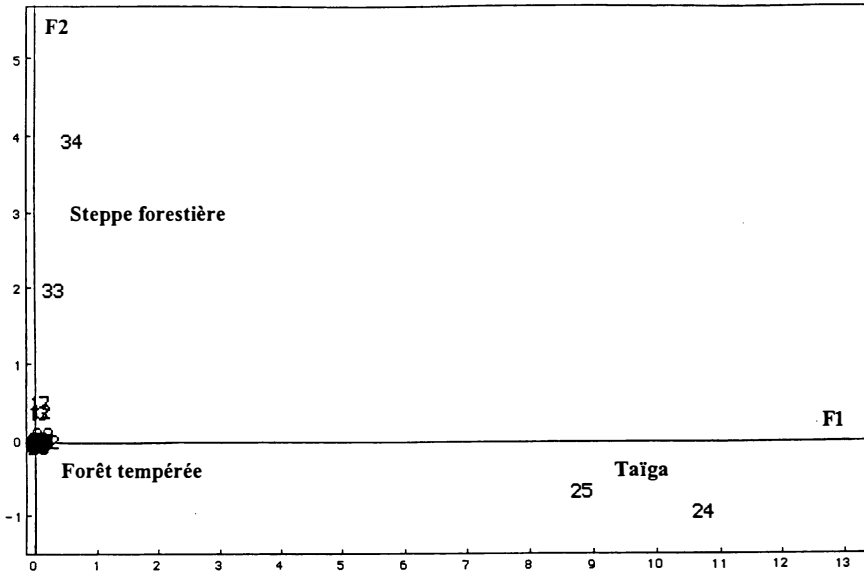
DISCUSSION

DISCUSSION DES DONNÉES OBTENUES AU KAZAKHSTAN

Les cartographies des territoires

Nous constatons une augmentation de la richesse spécifique et de l'abondance quand on passe de la futaie de Pins sylvestres de 50 ans, à la futaie de Pins

Représentation des points d'écoute dans le plan F1-F2



Représentation des points d'écoute dans le plan F1-F3

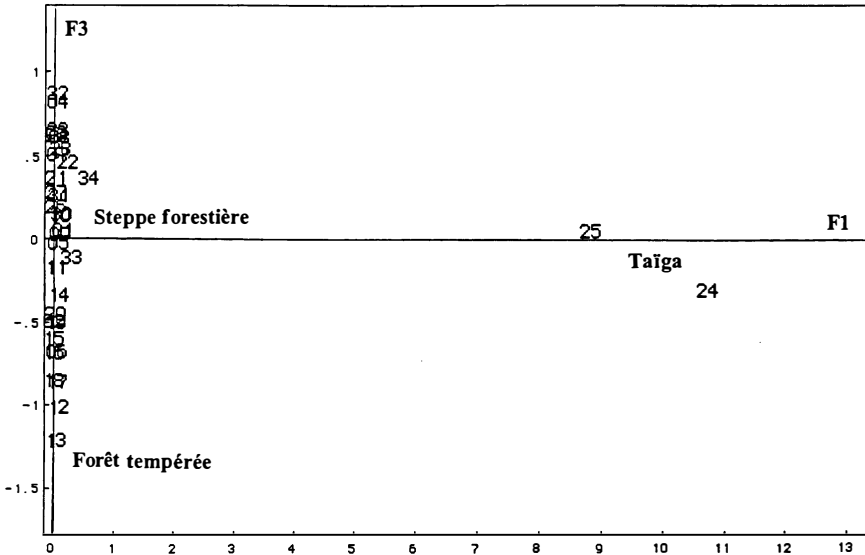
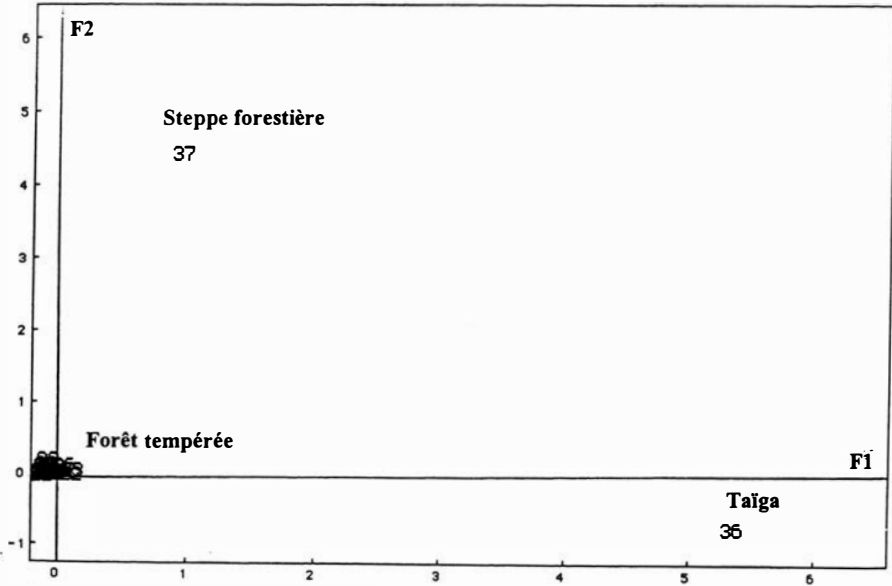


Figure 4. — AFC sur des recensements d'oiseaux nicheurs réalisés dans 34 pinèdes eurasiatiques. La distribution des points représentant ces 34 forêts correspond à celles des grands facteurs climatiques :
 — la latitude oppose nettement taïga et autres forêts sur F1,
 — la longitude oppose sur F2 les forêts relevant de la steppe forestière à celles de climat moins continental,
 — l'axe F3 traduit l'altitude, en distinguant les pinèdes tempérées montagnardes.

Représentation des points d'écoute dans le plan F1-F2



Représentation des points d'écoute dans le plan F1-F3

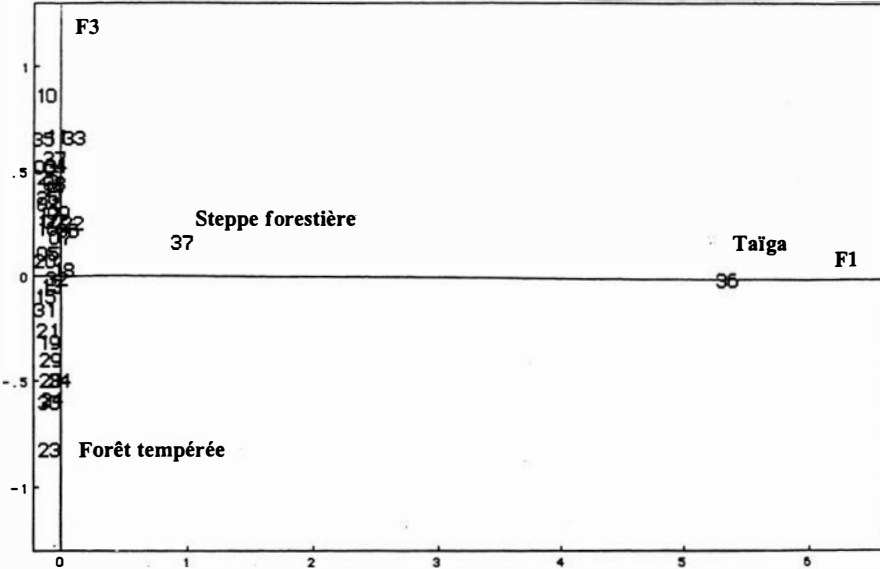


Figure 5. — AFC sur des recensements réalisés dans 37 forêts feuillues eurasiatiques. Les données s'organisent selon les facteurs climatiques pour F1 (latitude) et F2 (continentalité et longitude), tandis que l'axe 3 distingue les forêts selon leur situation au centre ou en lisière des grands massifs forestiers.

sylvestres de 80 ans et à la futaie de bouleaux de 80 ans. Cela est dû au fait que dans les futaies vieillissantes, les arbres sont plus espacés les uns des autres et permettent ainsi au sous-bois de bien se développer. De plus, pour la vieille futaie de bouleaux, nous sommes en présence d'un fort effet de lisière ; on peut le remarquer par la présence de la Pie bavarde et du Moineau friquet. Cela génère une surestimation de la richesse et de l'abondance en espèces d'oiseaux, par rapport à un peuplement de même type, situé à l'intérieur d'un massif forestier. Pour la vieille futaie de Pins sylvestres, nous constatons le même phénomène, visible par la présence de la Pie bavarde, du Moineau friquet et de la Grive litorne. Cela entraîne la même surestimation de la richesse et de l'abondance. Le parc urbain d'Akmola présente par rapport aux milieux forestiers une plus grande richesse spécifique mais une plus faible abondance, cela est dû au fait que c'est un milieu très hétérogène, mosaïque d'espaces ouverts et fermés.

Nous avons calculé la densité spécifique moyenne afin d'établir la dominance et la subdominance des espèces d'oiseaux dans les milieux étudiés. Elle augmente dans les futaies de Pins sylvestres de 50 à 80 ans et est maximale dans les bouleaux de 80 ans. Par contre, elle est plus faible dans le parc urbain d'Akmola. On note qu'il n'y a pas d'espèces dominantes dans les Pins sylvestres de 50 ans, seulement des espèces subdominantes qui ne sont que des arboricoles, ce milieu n'ayant pas de sous-bois. À 80 ans apparaissent des espèces buissonnicoles, dans les espèces dominantes nous avons le même pourcentage d'espèces arboricoles et buissonnicoles, preuve d'une futaie ouverte et pourvue d'un sous-bois développé. Dans les bouleaux de 80 ans, la présence comme espèce dominante de la Mésange charbonnière, suivie de la Grive litorne, indique la localisation de ceux-ci à la lisière du massif forestier. Dans le Parc urbain, nous avons par contre quatre espèces dominantes : le Moineau friquet, la Gorge-bleue à miroir roux, la Mésange charbonnière et la Pie bavarde. Ces espèces sont caractéristiques des milieux hétérogènes composés d'espaces ouverts buissonnants et d'espaces fermés boisés.

Les points d'écoute (IPA)

On constate que l'avifaune de la steppe herbacée humide naturelle est plus riche en espèces et en abondance que la steppe herbacée sèche et arbustive d'origine anthropique. Ces milieux ouverts sont principalement caractérisés par l'Alouette des champs et l'Alouette noire. D'autre part, l'avifaune de la steppe forestière présente une plus grande abondance et une plus grande richesse dans les vieilles futaies de bouleaux que dans les futaies de Pins sylvestres, celles-ci présentant une augmentation de leur richesse et de leur abondance avifaunistique en fonction de leur âge. Ces milieux fermés sont surtout caractérisés pour les jeunes futaies par le Pinson des arbres et la Mésange boréale, celle-ci étant remplacée par la Mésange charbonnière dans les vieilles futaies.

Le calcul de l'indice de Shannon pour les 7 milieux étudiés nous montre que le peuplement d'oiseaux de la steppe herbacée est plus monotone que celui de la steppe buissonnante, et que ces steppes le sont plus que la forêt. On note une augmentation de la diversité avec l'âge des peuplements. On constate aussi que la vieille futaie de Pins sylvestres est plus riche que la vieille futaie de bouleaux. Cela est dû au fait que la vieille futaie de Pins sylvestres est pourvue d'une strate arbustive très fournie en feuillus ; de plus la majorité de ces futaies se situent en lisière forestière.

COMPARAISONS DESCRIPTIVES KAZAKHSTAN-PALÉARCTIQUE

Nous pouvons remarquer que 68 % des espèces d'oiseaux trouvées en steppe sont aussi nicheuses en France. Ce pourcentage est de 73 % pour le milieu forestier.

Les forêts

Afin de repérer des similitudes, nous avons comparé principalement les milieux forestiers du Kazakhstan avec des milieux forestiers tempérés et boréaux équivalents qui ont été étudiés :

— En Europe :

France (Muller, 1985 ; Lebreton *et al.*, 1976, 1987 ; Ferry & Frochot, 1970), Belgique (Baguette, 1994), Angleterre (Smith, 1987), Slovaquie (Saniga, 1995 ; Flousek, 1989 ; Kropil, 1996), Hongrie (Moskat & Fuiz, 1992), Pologne (Glowacinski, 1975 ; Glowacinski & Weiner, 1980 ; Tomialojc *et al.*, 1977 ; Walankiewicz, 1977 ; Witkowski & Ranoszek, 1977), Finlande (Virkkala, 1989 ; Hilden & Jarvinen, 1989), Biélorussie (Nikiforov, 1993), Portugal (Matos & Ordeiro, 1987).

— En Asie :

Sibérie occidentale (Ravkin, 1992) ; Sibérie Centrale (Bourski, 1992).

— En Amérique du Nord :

Canada (Schwab & Sinclair, 1994 ; Welsh, 1987) ; Etats-Unis (Lent & Capen, 1995).

Il ressort de toutes nos comparaisons que les milieux forestiers européens sont voisins en termes d'espèces d'oiseaux, de richesse et d'abondance pour des milieux équivalents et pour une même zone climatique. On a pu définir 2 grandes zones climatiques : la zone de climat continental (qui semble inclure la frange océanique de l'Europe de l'Ouest où règne le climat océanique) allant de l'Irlande à l'Oural où l'on trouve les forêts tempérées et la zone de climat subpolaire au nord de l'Europe où l'on trouve la taïga.

La steppe forestière du Nord-Kazakhstan se différencie totalement en termes d'espèces et d'abondance d'oiseaux des forêts tempérées européennes et de la taïga, et permet de définir une autre zone climatique qui est celle du climat hypercontinental. On peut remarquer qu'en Europe, les forêts évoquant le plus les pinèdes de la steppe forestière sont les pinèdes montagnardes des Alpes ou des Pyrénées, qui subissent le climat montagnard. En ce qui concerne les guildes, pour les Pins sylvestres en comparant aux pinèdes vosgiennes étudiées par Muller (1985), on remarque que 80 % des oiseaux y sont sédentaires, majoritairement cavernicoles puis arboricoles, et principalement insectivores de la couronne et du sol. La situation des guildes est la même dans le cas des guildes nidificatrices et alimentaires pour les forêts françaises et kazakhstanaïses, alors que pour la guildes migratoire nous notons une nette différence entre les Vosges et le Nord-Kazakhstan. Nous avons 80 % de sédentaires dans les pinèdes vosgiennes alors que nous en avons 40 % dans des pinèdes du même type à Borovoye et 60 % dans les pinèdes claires d'Alexeevka.

En ce qui concerne les biomasses, il apparaît très clairement que celles-ci sont plus faibles au Kazakhstan que dans des milieux équivalents en France et en Europe. Cela nous indique que les forêts du Kazakhstan sont plus pauvres que les forêts françaises. Les strates végétatives y sont moins développées du fait du climat hypercontinental.

Pour les espèces d'oiseaux, nous ne trouvons pas de gradient longitudinal d'abondance et de richesse, comme celui existant latitudinalement. En fait, on note un changement brutal au niveau de l'Oural lorsque l'on passe de la zone climatique continentale à la zone climatique hypercontinentale.

Les steppes

La steppe n'existant pas en France et en l'absence de données européennes, nous avons comparé nos données avec les grands champs cultivés et les prairies qui s'en rapprochent un peu.

— En Europe : France (Frelin, 1970 ; Roché, 1982 ; Godreau, 1994), Pays-Bas (Saris *et al.*, 1992), Pologne (Kartanas, 1989), Biélorussie (Nikiforov, 1993).

— En Asie : Sibérie Occidentale (Ravkin, 1992), Nord-Kazakhstan (Riabov, 1982).

Nous avons constaté que l'avifaune des grandes prairies naturelles et des grands champs cultivés d'Europe est assez proche de l'avifaune des steppes étudiées ici. Ceux-ci sont bien plus pauvres en richesse et en abondance, mais on y retrouve la domination de l'Alouette des champs et de la Bergeronnette printanière, pour les milieux très ouverts de caractère humide.

Les parcs urbains

En ce qui concerne le parc urbain d'Akmola, nous l'avons comparé avec des parcs urbains européens : France (Hortigue, 1967, 1968, 1969), Allemagne (Erz, 1964 ; Peters, 1963 ; Mulsow, 1979), Suisse (Chessex & Ribaut, 1965), Pologne (Krokos, 1992).

Nous avons constaté qu'en Europe, les parcs urbains de même type et de même structure sont très semblables pour ce qui concerne les oiseaux en termes d'espèces, d'abondance et de richesse. On peut noter l'importance de la superficie des parcs et de leur richesse en strates végétatives, qui déterminent directement la richesse et l'abondance des oiseaux.

Le parc urbain d'Akmola se démarque entièrement des parcs urbains européens en présentant un faciès très original par rapport à ceux-ci, car il est de structure très hétérogène et en grande partie retourné à l'état de friche par manque d'entretien.

L'AVIFAUNE DU NORD-KAZAKHSTAN DANS LE PALÉARCTIQUE

Nous pouvons remarquer que la steppe forestière, située entre la steppe herbacée au sud et la taïga au nord, est l'homologue et la continuité au centre de l'Eurasie de la forêt tempérée européenne. Mais, du fait de sa position géographique la soumettant au climat hypercontinental, les strates végétatives s'y développent moins bien et bien plus lentement. Cela ne favorise pas la nidification de certaines espèces d'oiseaux et fait que ce milieu est potentiellement plus pauvre que la forêt tempérée.

Toutes nos comparaisons nous ont permis de mettre en évidence que, dans toute l'Europe, les forêts tempérées présentent les mêmes caractéristiques en ce qui concerne l'avifaune pour des peuplements équivalents, comme l'avait déjà montré Muller (1985). Il est clair que la steppe forestière du Nord-Kazakhstan ne fait pas partie du même ensemble biogéographique.

Il est bien connu que l'on observe un gradient latitudinal croissant nord-sud en ce qui concerne la richesse et l'abondance en espèces d'oiseaux quand l'on passe de la taïga à la forêt tempérée, et à la forêt méditerranéenne. Il semble qu'il n'existe pas de gradient longitudinal ouest-est, mais un passage brutal d'une zone climatique à une autre. Nous avons vu que les forêts tempérées se comportent de façon homogène dans toute l'Europe de climat continental. Il semble y avoir une rupture en Russie vers les montagnes de l'Oural où l'on passe à un climat hypercontinental.

Comparée à la forêt tempérée européenne, la steppe forestière du Nord-Kazakhstan se révèle d'une richesse similaire mais d'une abondance plus faible. De plus, les espèces d'oiseaux présentes apparaissent comme un mélange d'espèces de la forêt tempérée montagnarde, avec quelques espèces de la forêt boréale. Nous avons aussi un mélange d'espèces européennes et asiatiques. On peut dire qu'au niveau avifaunistique, elle représente un milieu original proche d'une forêt tempérée asiatique, qui serait l'équivalent de la forêt tempérée européenne mais avec des airs de taïga.

Il faut noter qu'une des causes principales de la faiblesse de l'abondance est l'absence d'espèces d'oiseaux exploitant et/ou nichant sur le sol, telles que le Rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula*), le Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*) et le Merle noir (*Turdus merula*). Ceux ci représentent une large part de la densité totale des différents milieux forestiers des forêts tempérées. On peut supposer que cette absence provient du fait que ces espèces peuvent difficilement s'installer comme sédentaires dans des régions où l'hiver se maintient pendant six mois, la neige recouvrant le sol. De plus, le printemps tardif et imprévisible ne facilite pas la reproduction des migrateurs précoces. Il semblerait que le Merle noir essaie de coloniser ce milieu, comme observé à Borovoye et comme est en train de le faire le Rouge-gorge dans l'ouest sibérien. Un autre grand absent de ces forêts est le Roitelet huppé (*Regulus regulus*) qui est fort abondant dans les forêts de conifères européennes, et que l'on trouve dans l'Oural, dans la taïga de l'ouest sibérien et dans l'Altaï. Il semble se propager dans les grands massifs forestiers qui sont en continuité les uns des autres, et de ce fait n'a peut être pas pu atteindre les îles forestières que constituent les petits massifs forestiers du Nord-Kazakhstan.

Nous pouvons raisonnablement en déduire que nous sommes en présence d'un fort effet climatique induisant un effet biogéographique avec remplacement de certaines espèces européennes par des espèces asiatiques. Ce climat hypercontinental avec un hiver très froid, très venteux, très long, qui peut déboucher sur un printemps très tardif et imprévisible, suivi très rapidement d'un été très chaud et très sec, constitue un obstacle pour la reproduction de certaines espèces d'oiseaux. Mais il semble favoriser les espèces supportant bien les variations thermiques de grande amplitude.

Il est aussi plus que probable de supposer que, certaines années, toutes les espèces d'oiseaux sont touchées par la dureté de l'hiver et l'imprévisibilité du printemps. Cela s'en ressent probablement sur le succès de la reproduction, donc sur l'abondance et sur la présence ou l'absence de certaines espèces suivant les années.

CONCLUSION

Notre étude de l'avifaune nicheuse de deux milieux naturels du Nord-Kazakhstan nous a permis de préciser la place de cette avifaune dans le Paléarctique. Il en ressort que, du fait de conditions climatiques particulièrement dures et de sa situation géographique, la steppe forestière, qui est l'homologue de la forêt tempérée européenne, présente une avifaune originale, en partie européenne et asiatique, avec des airs de taïga et de forêt montagnarde européenne.

Nous avons mis en évidence, pour les milieux forestiers, que la richesse spécifique avienne totale des différents peuplements est du même ordre de grandeur que celles des peuplements européens équivalents. Par contre, l'abondance est beaucoup plus faible. Pour les milieux prairiaux, nous constatons une assez grande continuité en terme d'espèces, de richesse et d'abondance entre l'Europe et le Nord-Kazakhstan. Ces faits nous indiquent que la steppe forestière est d'une structure avifaunistique plus proche de la forêt tempérée européenne que de la taïga. Alors que la steppe herbacée est la continuité des prairies européennes.

Ces constatations et les comparaisons effectuées par Analyses Factorielles des Correspondances pour les milieux forestiers laissent apparaître, qu'en ce qui concerne les espèces d'oiseaux, il n'y a pas de gradient longitudinal de richesse et d'abondance, comme on peut l'observer du point de vue latitudinal. On observe une stabilité de la richesse avec un remplacement des espèces européennes par des espèces asiatiques, et une baisse sensible de l'abondance due au passage de la zone climatique continentale à la zone climatique hypercontinentale.

REMERCIEMENTS

Nous remercions très chaleureusement toutes les personnes au Kazakhstan et en France qui nous ont aidé à réaliser ce travail et tout particulièrement : Mme Tanzilia Marion pour ses traductions, M. le Professeur A.F. Kovchar pour sa documentation, ses livres et son avis, de même que M. Christophe Reboud pour son aide de tous les instants dans la rédaction.

RÉFÉRENCES

- BAGUETTE, M., DECEUNINCK, B. & MULLER, Y. (1994). — Effect of spruce afforestation on bird community dynamics in a native broad-leaved forest area. *Acta Oecologica*, 15 (3) : 215-288.
- BLONDEL, J., FERRY, C. & FROCHOT, B. (1970). — La méthode des indices ponctuels d'abondance ou relevés d'avifaune par stations d'écoute. *Alauda*, 38 : 55-71.
- BLONDEL, J., FERRY, C. & FROCHOT, B. (1981). — Point counts with unlimited distance. In : RALPH, C.J. & SCOTT, J.M. (eds), *Estimating Numbers of Terrestrial Birds*, Studies in avian biology n° 6 : 414-420.
- BOURSKI, O.V. (1992). — Breeding bird dynamics in the Yenisei Middle Taïga : a 13-year study. *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects* : 143-149. The Netherlands.
- DOLGUSHIN & Col. (1960-1974). — *Ptitsi Kazakstana* (Les Oiseaux du Kazakhstan). Vol. 1 à 5. Alma-Ata.
- ETCHÉCOPAR, R.D. & HÛE, F. (1983). — *Les Oiseaux de Chine, de Mongolie et de Corée*. Éditions Boubée, Paris.
- 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.
- FLINT, V.E., BOEHME, R.L., KOSTIN, Y.V. & KUZNETSOV, A.A. (1983). — *Birds of the USSR*. Librairie du Congrès. Princeton University Press.

- FLOUSEK, J. (1989). — Impact of industrial emissions on bird populations breeding in mountain spruce forests in Central Europe. *Ann. Zool. Fennici*, 26 : 255-263.
- FLOUSEK, J. (1992). — Breeding bird communities and air pollution in the Krkonose Mountains (Czech Republic) in 1983-1992. *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects* : 233-238. The Netherlands.
- FROCHOT, B. (1971). — *Écologie des oiseaux forestiers de Bourgogne et du Jura*. Thèse de doctorat. Dijon.
- FRELIN, C. (1970). — Dénombrement des oiseaux nicheurs dans un milieu ouvert à Dijon. *Le Jean le Blanc*, 9 : 70-76.
- GLOWACINSKI, Z. (1975). — Succession of bird communities in the Niepolomice forest (Southern Poland). *Ekologia Polska*, 23 : 231-263.
- GLOWACINSKI, Z. & WEINER, J. (1980). — Energetics of bird fauna in consecutive stages of semi-natural pine forest. *Ekologia Polska*, 28, 1 : 71-94.
- GODREAU, V. (1994). — Les oiseaux du val de Saône Côte d'Or. Statut, répartition et tendances. *Le Jean le Blanc*, 30 : 25-56.
- HEINZEL, H., FITTER, R. & PARSLAW, J. (1996). — *Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen Orient*. Delachaux et Niestlé, Lausanne.
- HELLE, P. & MONKKONEN, M. (1990). — Forest successions and bird communities : theoretical aspects and practical implications. Pp. 299-318, in : A. Kest (ed.) : *Biogeography and ecology of forest bird communities*. SPB Academic Publishing bv. The Hague. The Netherlands.
- HILDEN, O. & JÄRVINEN, A. (1989). — Efficiency of the line-transect method in mountain birch forest. *Ann. Zool. Fennici*, 26 : 185-190.
- HORTIGUE, M. (1967). — Un recensement d'oiseaux nicheurs en milieu urbain : le Parc des Sports de Dijon. *Le Jean le Blanc*, 6 : 84-95.
- HORTIGUE, M. (1968). — Recensement d'oiseaux nicheurs en milieu urbain : le Parc des Sports de Dijon en 1968. La notion de rendement. *Le Jean le Blanc*, 7 : 42-46.
- HORTIGUE, M. (1969). — Le Parc des Sports de Dijon en 1969. *Le Jean le Blanc*, 9 : 17-20.
- International Bird Census Committee (IBCC) (1977). — Censusing breeding birds by the IPA method. *Polish Ecol. Stud.*, 3 : 15-17.
- JANDAIEV, M.J. (1981). — *Kourort Borovoye* (La Réserve Naturelle de Borovoye). Société pour la connaissance de la république kazakhstanaise. Alma-Ata.
- KARTANAS, E. (1989). — Energy flow through breeding bird communities of selected habitats of the agricultural landscape. *Ekologia Polska*, 37 : 157-178.
- KOVCHAR, A.F. (1988). — *Piitsi Kazakstana* (Les Oiseaux du Kazakhstan). Editions Mektel. Alma-Ata.
- KHROKOV, V.V. (1980). — *Kourgalginski Zapovednik* (La Réserve Naturelle de Kourgalgino). Éditions Kainar. Alma-Ata.
- KROKOS, A. (1992). — Trends in populations of some species in the urban parks of Krakow (Poland). *Bird Numbers 1992* : 71-74. The Netherlands.
- KROPIL, R. (1996). — The breeding bird community of the West Carpathians fir-spruce-beech primeval forest (The Dobroc Nature Reservation). *Biologia*, 51 : 585-598.
- KROPIL, R. (1996). — Structure of the breeding bird assemblage of the fir-beech primeval forest in the West Carpathians (Badin Nature Reserve). *Folia Zoologica*, 45 : 311-324.
- LEBRETON, P. & PONT, B. (1987). — Avifaune et altérations forestières : 1 : L'avifaune des boisements résineux du Haut-Beaujolais, considérations générales. *Oecologica*, 8 : 227-235.
- LEBRETON, P., TOURNIER, H. & LEBRETON, J.D. (1976). — Étude de l'avifaune du Parc de la Vanoise : Recherches d'ordre quantitatif sur les oiseaux forestiers de Vanoise. *Travaux scientifiques du Parc de la Vanoise*, 6 : 163-243.
- LENT, R.A. & CAPEN, D.E. (1995). — Effects of small-scale disturbance on the ecology of breeding birds in a Vermont (USA) hardwood forest. *Ecography*, 18 : 97-108.
- MARION, P. (1996). — *Les oiseaux forestiers du Morvan : avifaune et enrésinement*. Rapport de DESS. Dijon.
- MARION, P. (1999). — *L'avifaune nicheuse de deux milieux naturels du Nord-Kazakhstan. Sa place dans le Paléarctique*. Mémoire de Diplôme Supérieur d'Études et de Recherches. Université de Bourgogne, Dijon.
- MATOS, L.F., CORDEIRO, M. & OLIVEIRA, L.F. (1987). — The bird communities of the natural forests of Arrabida (Portugal). *Acta Oecologica*, 8 : 177-184.
- MEYER DE SCHAUENSEE, R. (1984). — *The birds of China*. Oxford University Press, Oxford.
- MOSKAT, C. & FUISZ, T. (1992). — Forest management and bird communities in the beech and oak forests of the Hungarian Mountains. *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects* : 29-38. The Netherlands.

- MULLER, Y. (1985). — *L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le contexte médio-européen*. Thèse de doctorat, Dijon.
- MULLER, Y. (1987). — Les recensements par indices ponctuels d'abondance (IPA), conversion en densités de populations et test de la méthode. *Alauda*, 55 : 211-226.
- MULSOW (1979). — Bird Communities as indicators of urban environment. *Bird Census Work and Nature Conservation*, 24 : 181-184. Universitat Gottingen, Deutschland.
- NIKIFOROV, M.E. (1993). — Impact of habitat succession in avian populations in the area abandoned after Chernobyls accident. *The Ring*, 15 : 281-292.
- POUGH, R.H. (1950). — Comment faire un recensement d'oiseaux nicheurs ? *Rev. Écol. (Terre et Vie)*, 1950 : 203-215.
- RAVKIN, Y.S. (1992). — Geographic monitoring of bird communities in the west-siberian plain. *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects* : 125-132. The Netherlands.
- RIABOV, V.F. (1982). — *Avifauna stepēi severnogo Kazakstana* (Avifaune des steppes du Nord-Kazakhstan). Éditions Naouka.
- ROCHE, J. (1982). — Inventaire et cartographie des oiseaux nicheurs dans la boucle de Saône Pagny-Seurre au printemps de 1980. *Le Jean le Blanc*, 21 : 13-19.
- SANIGA, M. (1995). — Seasonal dynamics of the bird assemblage in the naturel forests of the spruce vegetation tier. *Folia Zoologia*, 44 : 103-110.
- SARIS, F., VAN DIJK, A.J., HUSTINGS, M.F.H., LENSINK, R. & VAN SCHARENBURG, C.W.M. (1992). — Breeding birds in the changing agricultural environment in the Netherlands in the 20th century. *Bird Numbers 1992* : 75-86. The Netherlands.
- SCHWAB, F.E. & SINCLAIR, A.R.E. (1994). — Biodiversity of diurnal breeding bird communities related to succession in the dry Douglas-fir forests of southeastern British Columbia. *Can J. For. Res.*, 24 : 2034-2040.
- SMITH, K.W., AVERIS, B. & MARTIN, J. (1987). — Breeding bird community of oak plantations in the forest of Dean, Southern England. *Acta Oecologica*, 8 : 209-218.
- TOMIALOJC, L., WALANKIEWICZ, W. & WESOŁOWSKI, T. (1977). — Methods and preliminary results of the bird census work in primeval forest of Białowieża National Park. *Polish Ecological Studies*, 3 : 215-223.
- TOMIALOJC, L. & WESOŁOWSKI, T. (1987). — The possible west-east differentiation of the woodland bird densities in Europe and Western Siberia, a preliminary report. *Acta Oecologica*, 8 : 319.
- VIRKKALA, R. (1989). — Short-term fluctuations of bird communities and populations in virgin and managed forests in Northern Finland. *Ann. Zool. Fennici*, 26 : 277-285.
- WALANKIEWICZ, W. (1977). — A comparison of the mapping method and IPA results in Białowieża National Park. *Polish Ecological Studies*, 3 : 119-125.
- WELSH, D.A. (1987). — The influence of forest harvesting on mixed coniferous-deciduous boreal bird communities in Ontario, Canada. *Acta Oecologica*, 8 : 247-252.
- WESOŁOWSKI, T. (1992). — Variation in the numbers of resident birds in a primeval temperate forest : are winter weather, seed crop, caterpillars and interspecific competition involved ? *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects* : 203-211. The Netherlands.
- WILLSON, M.F. & COMET, T.A. (1996). — Bird communities of northern forests : patterns of diversity and abundance. *The Condor*, 98 : 337-349.
- WILLSON, M.F. & COMET, T.A. (1996). — Bird communities of northern forests : ecological correlates of diversity and abundance in the understory. *The Condor*, 98 : 350-362.
- WITKOWSKI, J. & RANOSZEK, E. (1977). — Differences obtained from two mapping methods in relation to the breeding bird community of a pine forest. *Polish Ecological Studies*, 3 : 127-129.