

ISSN 0154 - 2109



# Estimation de densités de passereaux communs en forêt domaniale de Tronçais et en Réserve Biologique Intégrale de Nantigny -département de l'Allier- par la méthode du "Distance sampling".

*Auteurs : Hugo Samain*

*Correspondence : 1 Boulevard Alexandre Millerand, 44200 Nantes*

LE GRAND-DUC N°89 (ANNEE 2021)



**Résumé :** Représentant une superficie de près de 10 500 hectares, la forêt domaniale de Tronçais, réputée plus belle chênaie d'Europe et labellisée forêt d'exception, abrite une avifaune remarquable. Un recensement des passereaux communs y a été réalisé sur deux années consécutives (2019, 2020). Cette étude a permis de montrer le bon état des populations de certaines espèces (Grimpereau des jardins, Pinson des arbres, Sittelle torchepot) et le moins bon état des populations d'autres espèces (Mésange nonnette). Cette étude a également été l'occasion de montrer les effets, globalement positifs, sur les populations de passereaux de la mise en Réserve Biologique Intégrale des 3 parcelles de Nantigny.

**Mots-clés :** distance sampling ; passereaux communs ; densité ; forêt domaniale de Tronçais ; Réserve Biologique Intégrale de Nantigny ; Allier.

## 1. INTRODUCTION

La forêt domaniale de Tronçais, labellisée forêt d'exception en 2017, présente une avifaune remarquable. L'état des populations de passereaux de cette forêt est cependant relativement méconnu, c'est pour cela qu'une évaluation des densités des espèces de passereaux communs du massif a été réalisée. L'étude des populations de passereaux forestiers est rendue davantage intéressante par l'avènement de la crise climatique, qui pourrait modifier profondément les écosystèmes forestiers.

L'évaluation des densités de passereaux communs sur l'ensemble de la forêt a été l'occasion de réaliser une comparaison entre les populations des parcelles exploitées et les parcelles mises en "Réserve Biologique Intégrale". La RBI de Nantigny est située dans la partie sud-ouest de la forêt et a été créée en 1996. Cette étude arrive donc 24 ans après l'arrêt des activités humaines. Cet état des lieux permet de mettre en évidence l'influence anthropique sur l'écosystème forestier. Les recensements effectués en RBI ont été autorisés par l'ONF (Office National des Forêts), la réserve étant interdite d'accès au public.

La méthode de comptage choisie est la méthode du "Distance sampling" [BUCKLAND 1993]. Jusqu'alors très peu utilisée en France, elle est applicable à de grandes surfaces. Cette méthode a été utilisée plusieurs fois, avec succès, en milieu forestier [BROEKEMA 2012, BUCKLAND 2006] et dans d'autres types de milieux [GUELIN 2020]. Cette méthode a été préférée à celle des quadrats (cartographie des territoires), méthode de référence [IBCC 1969], mais pour laquelle l'extrapolation est délicate. Cette dernière méthode nécessite également un effort de prospection beaucoup plus important [GOTTSCHALK 2011].

## 2. METHODE

### *Espèces étudiées*

La méthode de comptage choisie donne des estimations fiables si le nombre de données recueillies au cours des prospections est important. Les espèces recensées sont donc les espèces de passereaux les plus communes. Les espèces doivent également être assez loquaces en termes de chants.

### *Site d'étude*

L'étude prend en compte l'intégralité de la forêt domaniale de Tronçais. Cette forêt, gérée par l'Office National des Forêts, est composée en grande majorité de chênes sessiles, mais aussi de chênes pédonculés, de hêtres communs et de pins sylvestres. Elle est exploitée en futaie régulière. La vieillesse des peuplements est donc une caractéristique notable de cette forêt.

Les parcelles de la forêt sont réparties en catégories de peuplement.

Pour cette étude, il a été choisi de répartir les parcelles en 8 catégories :

Catégorie	Superficie (ha)
0-25 ans	932,9
25-50 ans	1611,4
50-100 ans	1255,5
100-150 ans	2664,7
150-200 ans	2045,5
200-250 ans	748,0
Futaies en régénération	584,6
Conifères stricts	642,9
TOTAL	10485,6

**Tableau 2-1 :** Répartition des surfaces des peuplements

En 1996, 3 parcelles de la forêt ont été placées en Réserve Biologique Intégrale. Précédemment, ces parcelles étaient exploitées en futaie régulière, jusqu'à ce que la futaie soit âgée de 130 ans. En 2019-2020, ces parcelles sont alors âgées d'environ 155 ans.

### **Mode opératoire de la prospection**

Le mode d'échantillonnage par transect a été choisi car plus fiable, si applicable, que le mode d'échantillonnage par point [BUCKLAND 2006].

Les transects sont parcourus par un seul observateur. La vitesse de prospection est de 1 à 1,5 km/h. Les prospections ont lieu du lever du soleil à 3 heures après celui-ci. Les conditions météorologiques doivent être favorables, c'est-à-dire sans pluie, sans vent et avec, de préférence, un ciel dégagé. Les prospections réalisées dans le but d'estimer, entre autres, les densités de Rougegorge se sont déroulées par ciel dégagé et par des températures matinales supérieures à 5°C.

Pour chaque oiseau contacté, la distance entre l'observateur et la position de l'oiseau est déterminée à l'aide d'un télémètre laser. Les données collectées sont enregistrées par dictaphone, ce qui permet de très peu déconcentrer l'observateur. La localisation des chanteurs est l'étape la plus délicate en "distance sampling". La position de l'oiseau est cependant déterminée plus aisément en se déplaçant sur un transect. Les oiseaux lointains, trop difficiles à positionner, ne sont pas notés dans un souci de fiabilité des données, ces oiseaux non notés peuvent représenter une part importante des oiseaux détectés (voir l'analyse des valeurs d'ESW dans la partie "Discussion").

Deux modes d'échantillonnage ont été établis, en fonction de la fréquence de chant de chaque espèce. Plus la fréquence de chant (nombre de phrases de chant par unité de temps) est élevée, plus un chanteur est détecté facilement, et donc, meilleure est l'estimation de la densité. Une faible fréquence de chant (ex : Grosbec casse-noyaux, Pic cendré...) peut entraîner une sous-estimation de la densité. La fréquence de chant de chaque espèce n'a pas été déterminée numériquement ; l'attribution d'un mode d'échantillonnage à chaque espèce a été réalisée d'après des observations et/ou des faits avérés :

- Mode d'échantillonnage 1 : Pour le Pinson des arbres, le Grimpereau des jardins, la Sittelle torchepot, le Rougegorge familier, le Roitelet à triple bandeau, le Troglodyte mignon, le Rougequeue à front blanc, le Pouillot siffleur, le Pouillot véloce, le Gobemouche gris et la Fauvette à tête noire ; uniquement les chanteurs ou mâles vus sont notés. L'analyse des données donne alors approximativement la densité surfacique des couples.
- Mode d'échantillonnage 2 : Pour la Mésange bleue, la Mésange charbonnière, la Mésange nonnette et le Grosbec casse-noyaux ; tous les individus contactés sont notés. Pour ces espèces, un chanteur compte comme un couple (2 individus) si aucun autre individu de l'espèce n'a été contacté à proximité du chanteur. L'analyse des données donne la densité surfacique des individus, qui est ensuite convertie en densité surfacique des couples (densité/2). Cette option d'échantillonnage est appliquée pour pallier à une faible fréquence de chant de ces espèces. Pour la Mésange bleue et la Mésange charbonnière, l'utilisation du mode 2 n'est, en réalité, quasiment pas utile (voir Discussion).

### **Dates de prospection**

Deux périodes de prospection ont été établies.

La première s'étale du 5 au 15 avril, permettant de recenser les espèces suivantes (groupe A) : Pinson des arbres, Grimpereau des jardins, Sittelle torchepot, Rougegorge familier, Roitelet à triple bandeau, Troglodyte mignon, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Mésange nonnette, Grosbec casse-noyaux.

La deuxième période s'étale du 20 au 31 mai, permettant de recenser les espèces suivantes (groupe B) : Rougequeue à front blanc, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Gobemouche gris, Fauvette à tête noire.

Ces dates ont été retenues car elles correspondent à la période de chant maximal des espèces étudiées et permettent un comptage simultané de ces espèces. Ces différentes périodes permettent également de ne pas avoir à détecter et noter les 15 espèces simultanément. Le recensement des espèces du groupe A s'est effectué en 2 passages dans les peuplements de 50 à 250 ans, afin de n'avoir à détecter et noter que 4 et 6 espèces simultanément. Dans les autres peuplements, les 10 espèces du groupe A ont été recensées simultanément.

Les prospections en RBI ont été réalisées du 5 au 15 avril pour le Pinson des arbres, le Grimpereau des jardins, la Sittelle torchepot, le Rougegorge familier, la Mésange charbonnière et la Mésange bleue. Elles ont été réalisées du 20 au 31 mai pour la Fauvette à tête noire, le Rougequeue à front blanc et le Pouillot siffleur.

### **Etablissement des transects**

Les transects ont été positionnés de façon rectiligne ou quasi rectiligne. Ils doivent être orientés, dans la mesure du possible, à la perpendiculaire des lisières afin de prendre en compte d'éventuelles fluctuations de densités dues à la proximité des lisières. L'observateur devant être continuellement attentif, les transects ont été établis, dans la mesure du possible, sur des layons ou des pistes étroites. Chaque transect doit également être établi pour traverser un seul type de peuplement homogène, ce qui facilite l'exploitation des résultats. Afin de ne pas noter deux fois le même oiseau, les

transects doivent être suffisamment espacés les uns des autres. L'espace entre deux transects doit être supérieur à deux fois la distance d'observation maximale des deux transects (toutes espèces confondues). Dans certains cas, cet espace était assez réduit (100 mètres), les oiseaux observés au-delà de 50 mètres (dans le cas évoqué) n'étaient donc pas notés.

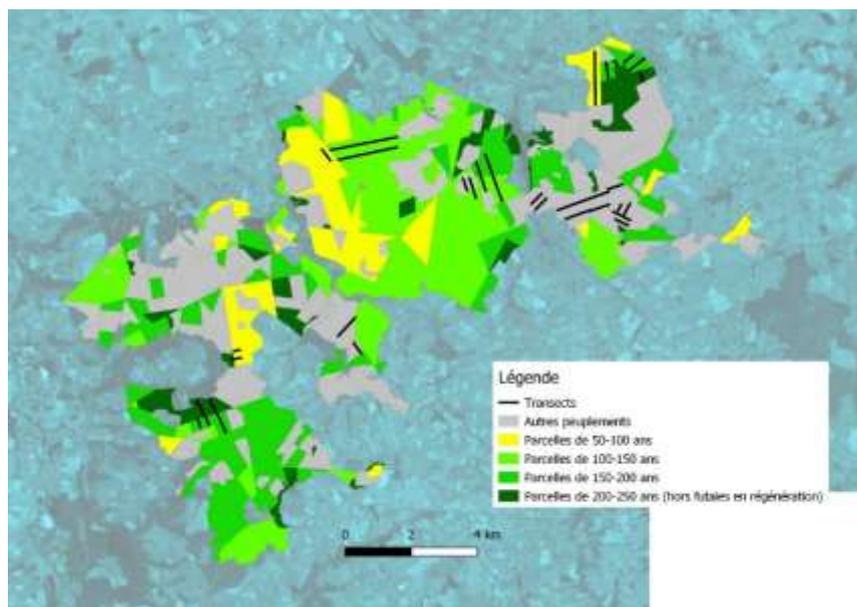
Afin de faciliter l'analyse des données, les transects ont été positionnés dans chaque type de peuplements proportionnellement à la surface de chacun. Les densités sur l'ensemble de la forêt sont donc obtenues en analysant la totalité des données recueillies, sans manipulation des données.

Catégorie	Longueur des transects (en km)		
	Groupe A1	Groupe A2	Groupe B
0-25 ans	1,81		1,98
25-50 ans	3,12		3,42
50-100 ans	2,62	2,53	2,66
100-150 ans	5,47	5,36	5,66
150-200 ans	4,24	4,12	4,34
200-250 ans	1,56	1,47	1,59
Futaies en régénération	1,13		1,24
Conifères strictes	1,24		1,36
TOTAL	21,2	20,8	22,25

RBI Nantigny	3,06	5,19
--------------	------	------

(Groupe A1 : Pinson des arbres, Grimpereau des jardins, Sittelle torchepot, Mésange bleue, Mésange charbonnière et Roitelet à triple bandeau / Groupe A2 : Rougegorge familial, Troglodyte mignon, Mésange nonnette et Grosbec casse-noyaux / Groupe B : Rougequeue à front blanc, Pouillot siffleur, Pouillot véloce, Gobemouche gris et Fauvette à tête noire)

**Tableau 2-2 : Etablissement des transects en forêt de Tronçais**



**Figure 2-1 : Répartition des transects recensant les espèces du groupe A1**

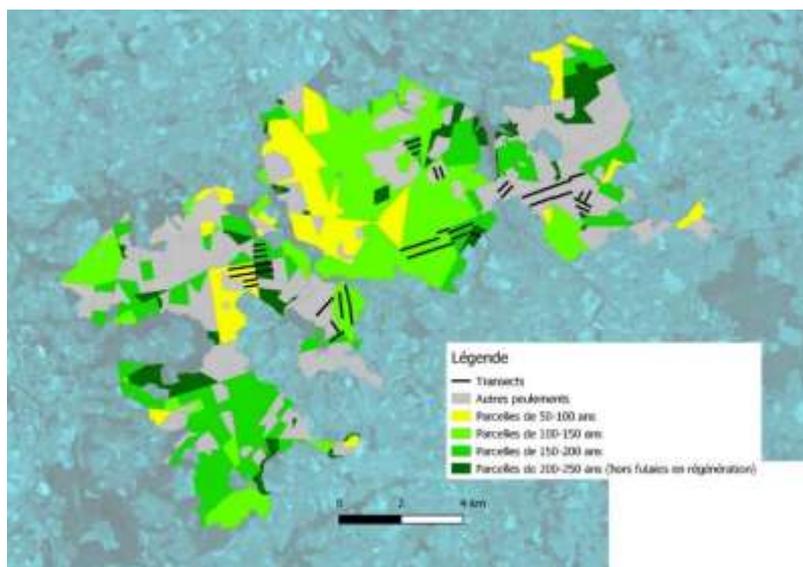


Figure 2-2 : Répartition des transects recensant les espèces du groupe A2

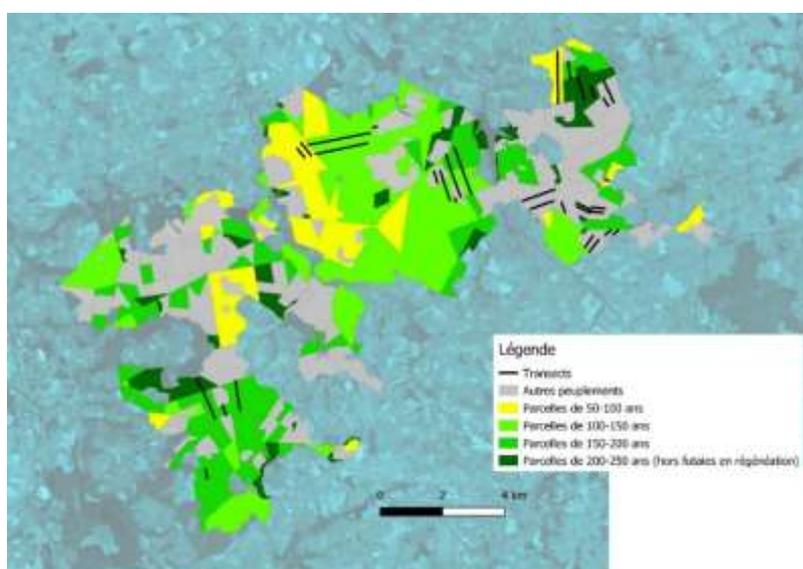


Figure 2-3 : Répartition des transects recensant les espèces du groupe B

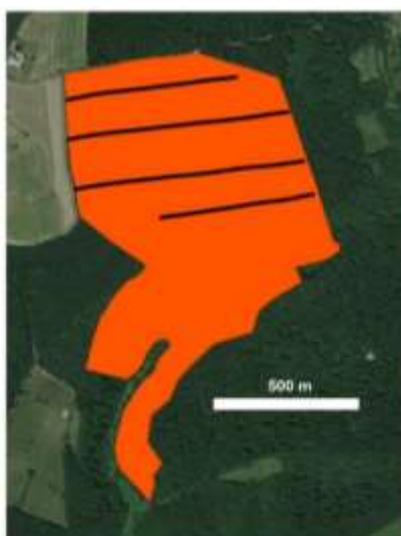


Figure 2-4 : Répartition des transects parcourus en RBI

### Exploitation des données

Après la phase de terrain, les distances recueillies pour chaque espèce sont traitées via le logiciel "Distance 7.3". Aucune troncature n'a été faite (c'est-à-dire qu'aucune donnée n'a été supprimée). Le meilleur modèle de répartition des distances a été choisi d'après les performances des tests d'AIC et de Chi2. Les densités présentées pour toute la forêt ne tiennent pas compte d'éventuelles différences de densité entre les parcelles de la RBI et celles exploitées.

### Interprétation des densités obtenues

Les densités obtenues sont censées pouvoir être comparées aux densités obtenues par la méthode des quadrats. Une étude de Lovaty sur une parcelle de 140 ans dans une autre forêt de l'Allier a permis de réaliser cette comparaison [LOVATY 1974]. Les densités peuvent aussi être comparées à celles obtenues en forêt de Perrigny (39), futaie irrégulière [JOVENAUX 2017]. Les densités de Rougequeue à front blanc et de Pouillot siffleur, trouvées lors d'une étude de l'ONF à Tronçais [DENIS 2012], peuvent être utilisées pour comparaison. Les densités de passereaux des chênaies d'Europe [MULLER 1985] sont également utilisées pour des comparaisons.

Les densités obtenues en RBI sont, si possible, comparées aux densités obtenues dans les parcelles exploitées de 100 à 200 ans, l'âge approximatif des parcelles de la RBI étant de 150 ans. Seule la densité du Pouillot siffleur dans la RBI a été comparée à la densité des parcelles exploitées de 100 à 250 ans, ce qui a permis d'accroître la fiabilité de la densité en parcelles exploitées.

Dans cette étude, on fait l'hypothèse qu'un chanteur équivaut à un couple cantonné.

Les graphiques présentés ci-après ne prennent pas en compte les peuplements de conifères stricts et les futaies en régénération.

## 3. RESULTATS

Les densités, ainsi que le nombre d'individus obtenu, dans toute la forêt et dans certains peuplements, sont présentées par espèce. D'autres données informatives issues des analyses sont présentées dans les tableaux suivants.

Des analyses ont pu être réalisées pour certains peuplements précis lorsque le nombre de données recueillies le permettait, ce qui, pour certaines espèces, a abouti aux graphiques présentés.

D min et D max (densités pour 10 ha) correspondent aux bornes de l'intervalle de confiance à l'intérieur duquel on a 95% de chance de trouver la densité réelle.

N cpl min et N cpl max correspondent aux bornes de l'intervalle de confiance à l'intérieur duquel on a 95% de chance de trouver le nombre réel de couples. La surface des peuplements des zones concernées a été prise en compte.

ESW est un terme lié à l'analyse DS. Il est lié à la détectabilité des oiseaux (ESW=probabilité de détection\*distance maximale d'observation (en mètre)). Il permet de convertir un IKA (Indice Kilométrique d'Abondance) en densité :  $IKA / (0,002 \times ESW) = \text{Densité}$  (en cpl/km<sup>2</sup> si ESW en mètre et IKA en cpl).

Chi<sup>2</sup> p est le résultat du test statistique du Khi<sup>2</sup> sur le modèle choisi (plus la valeur est proche de 1, plus le modèle sélectionné est adapté au jeu de données).

### Densités dans les parcelles exploitées de Tronçais

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
Toute la forêt	2,06	1,39	3,05	2161	1461	3195	47	56,2	19,8	Uniform	Cosine	1,00
Parcelles de 50 à 250 ans	2,20	1,49	3,23	1474	1003	2168	36	63,1	19,3	Uniform	Cosine	0,91

Tableau 3-1 : Densités de Troglodyte mignon dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
Toute la forêt	4,32	3,22	5,78	4525	3379	6059	85	48,5	14,8	Uniform	Cosine	0,57
D maxi : Parcelles de 150 à 250 ans	4,98	2,89	8,56	1390	808	2391	32	57,7	27,2	Half-Normal	Polynomial	0,27

Tableau 3-2 : Densités de Rougegorge familier dans différents types de peuplements

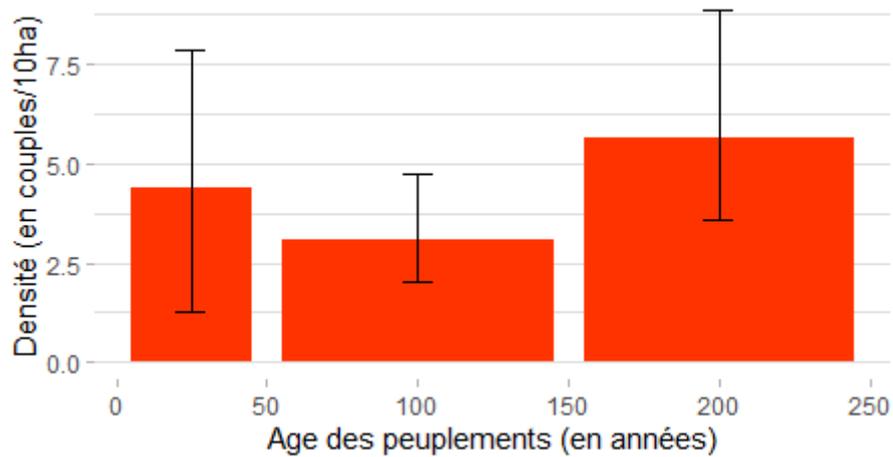


Figure 3-1 : Répartition des densités de Rougegorge familier selon l'âge des peuplements. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95%.

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	0,60	0,34	1,05	631	360	1105	25	86,9	28,6	Uniform	Cosine	0,62
Parcelles de 50 à 250 ans (hors futaies en régénération)	0,64	0,37	1,10	428	248	740	20	107,5	26,9	Uniform	Polynomial	0,96

Tableau 3-3 : Densités de Rougequeue à front blanc dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	3,54	2,57	4,86	3708	2698	5096	103	66,2	16,6	Half-Normal	Cosine	0,94
D maxi : Parcelles de 0 à 25 ans	9,05	4,49	18,2	844	419	1702	20	65,3	32,2	Half-Normal	Cosine	0,99

Tableau 3-4 : Densités de Fauvette à tête noire dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	0,51	0,31	0,85	540	326	894	25	105,9	25,7	Uniform	Cosine	1,00
Parcelles de 50 à 250 ans	0,79	0,50	1,27	534	334	854	24	107,1	23,6	Uniform	Cosine	0,99

Tableau 3-5 : Densités de Pouillot siffleur dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	1,31	0,86	1,98	1370	902	2081	50	80,7	21,1	Uniform	Polynomial	0,99
Parcelles de 50 à 250 ans	0,59	0,28	1,26	399	188	846	19	100,0	38,5	Half-Normal	Polynomial	0,60

Tableau 3-6 : Densités de Pouillot véloce dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	1,30	0,85	2,00	1364	888	2095	31	55,2	21,6	Uniform	Polynomial	0,51
Parcelles de 50 à 250 ans	1,93	1,21	3,07	1296	815	2063	28	50,9	23,0	Uniform	Polynomial	0,28

Tableau 3-7 : Densités de Roitelet à triple bandeau dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	0,85	0,40	1,78	888	423	1865	20	53,6	38,4	Half-Normal	Polynomial	0,88
Parcelles de 50 à 250 ans	1,20	0,56	2,56	806	379	1716	19	55,5	38,6	Half-Normal	Polynomial	0,78

Tableau 3-8 : Densités de Gobemouche gris dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	4,77	3,22	7,06	4999	3376	7401	140	34,0	20,0	Uniform	Cosine	0,79
Parcelles de 50 à 250 ans	6,71	4,61	9,79	4507	3095	6565	117	30,6	18,6	Uniform	Cosine	0,92
D maxi : Parcelles de 150 à 250 ans	8,36	5,26	13,3	2335	1469	3717	70	35,3	22,2	Half-Normal	Polynomial	0,80

Tableau 3-9 : Densités de Mésange charbonnière dans différents types de peuplements



Figure 3-2 : Répartition des densités de Mésange charbonnière selon l'âge des peuplements. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95%.

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	5,34	3,81	7,49	5598	3992	7850	151	30,8	17,0	Uniform	Cosine	0,75
Parcelles de 50 à 250 ans	7,70	5,60	10,60	5170	3760	7109	142	34,4	15,7	Hazard-Rate	Polynomial	0,59
D maxi : Parcelles de 150 à 250 ans	9,36	5,81	15,07	2614	1624	4210	72	27,1	23,1	Uniform	Cosine	0,67

Tableau 3-10 : Densités de Mésange bleue dans différents types de peuplements

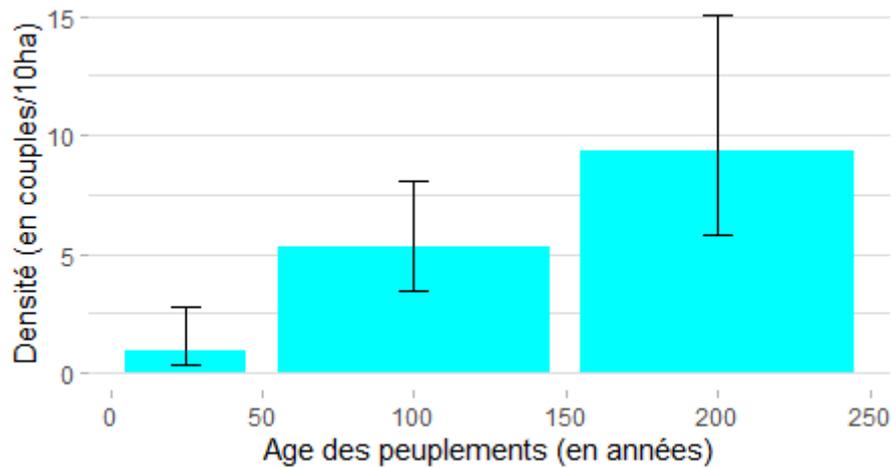


Figure 3-3 : Répartition des densités de Mésange bleue selon l'âge des peuplements. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95%.

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	0,55	0,34	0,90	579	357	941	38	84,7	24,5	Uniform	Polynomial	0,50
Parcelles de 50 à 250 ans	0,84	0,52	1,33	563	349	893	36	84,2	21,9	Uniform	Polynomial	0,49

Tableau 3-11 : Densités de Mésange nonnette dans différents types de peuplements

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	3,83	2,84	5,18	4019	2974	5431	220	68,6	15,3	Uniform	Cosine	0,88
Parcelles de 50 à 250 ans	5,91	4,78	7,30	3966	3209	4901	212	65,9	10,6	Uniform	Cosine	0,99
D maxi : Parcelles de 150 à 200 ans	7,84	5,64	10,9	1603	1153	2228	82	63,0	15,9	Uniform	Cosine	0,92

Tableau 3-12 : Densités de Sittelle torchepot dans différents types de peuplements

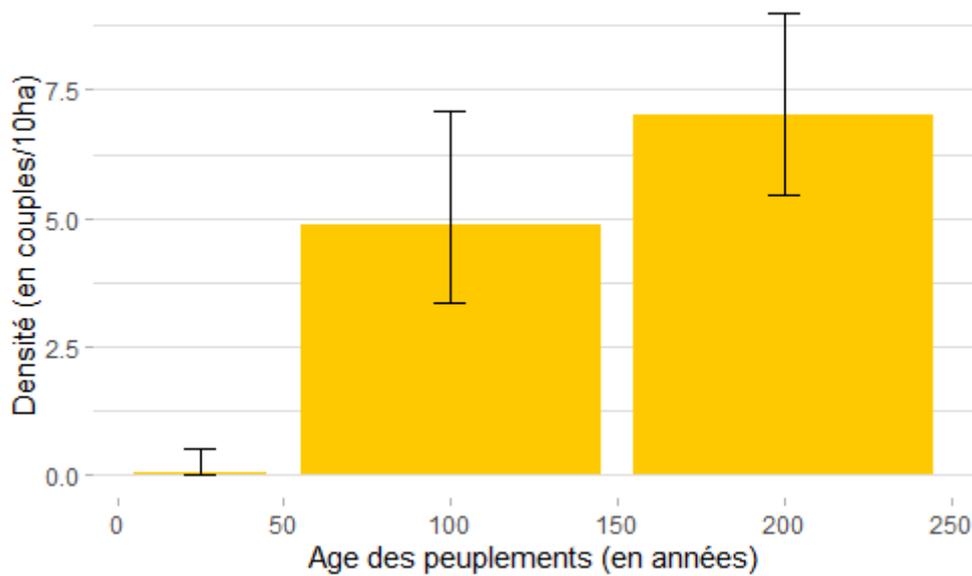


Figure 3-4 : Répartition des densités de Sittelle torchepot selon l'âge des peuplements. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95%.

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	4,72	3,76	5,92	4947	3942	6209	220	55,7	11,4	Uniform	Cosine	0,73
Parcelles de 50 à 250 ans	6,98	5,44	8,94	4685	3655	6003	212	55,5	12,6	Uniform	Cosine	0,43
D maxi : Parcelles de 200 à 250 ans	10,4	6,44	16,8	778	482	1257	26	41,3	21,8	Uniform	Polynomial	0,80

Tableau 3-13 : Densités de Grimpereau des jardins dans différents types de peuplements

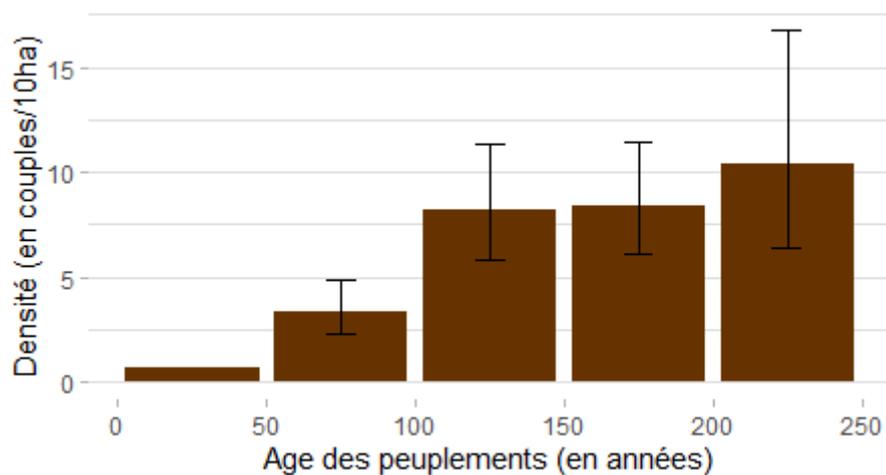


Figure 3-5 : Répartition des densités de Grimpereau des jardins selon l'âge des peuplements. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95% (la barre d'erreur de la classe d'âge 0-50 ans n'est pas affichée).

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW (m)	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
Toute la forêt	8,51	6,54	11,1	8919	6854	11606	390	54,8	13,4	Half-Normal	Cosine	0,71
Parcelles de 50 à 250 ans	12,1	9,87	14,8	8112	6626	9931	348	52,9	10,3	Half-Normal	Cosine	0,76
D maxi : Parcelles de 150 à 200 ans	15,7	12,4	20,0	3220	2537	4087	122	46,6	11,8	Half-Normal	Polynomial	0,79

Tableau 3-14 : Densités de Pinson des arbres dans différents types de peuplements

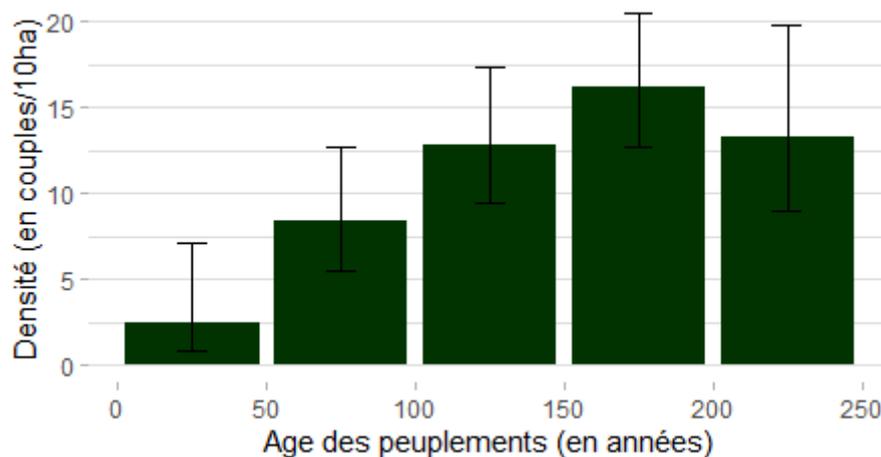


Figure 3-6 : Répartition des densités de Pinson des arbres selon l'âge des peuplements. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95%.

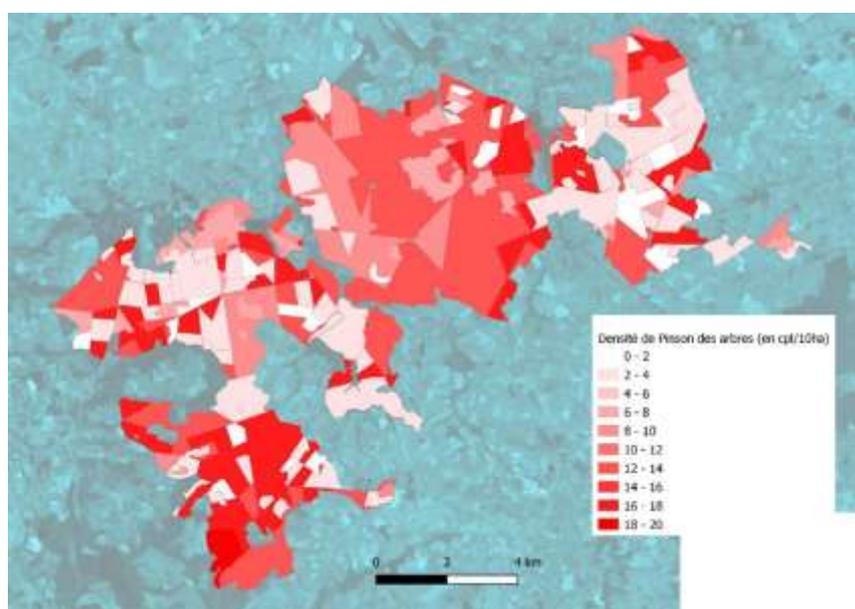


Figure 3-7 : Répartition des densités de Pinson des arbres en forêt de Tronçais (2019-2020). Cette répartition prend uniquement en compte les variations de densité entre les 8 catégories de peuplement.

ZONE	Densité (cpl/10ha)	D min (cpl/10ha)	D max (cpl/10ha)	N cpl	N cpl min	N cpl max	N données utilisées	ESW	CV (%)	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
Toute la forêt	1,16	0,69	1,96	1220	724	2055	54	57,2	26,6	Half-normal	Cosine	0,81
Parcelles de 50 à 250 ans	1,52	0,88	2,61	1019	592	1752	47	57,1	27,0	Uniform	Polynomial	0,85

**Tableau 3-15 :** Densités de Grosbec casse-noyaux dans différents types de peuplements

Un tableau récapitulatif des densités obtenues, comprenant une comparaison à celles des autres chênaies européennes, est présenté dans la Discussion.

#### Densités dans la Réserve Biologique Intégrale de Nantigny

La densité obtenue en RBI est ici comparée à la densité obtenue dans les parcelles exploitées de la forêt de Tronçais.

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
<b>RBI</b>	<b>7,58</b>	21,3	26	Uniform	Cosine	0,97
Parcelles exploitées	4,49	18,1	42			0,11

**Tableau 3-16 :** Densités de Rougegorge familier en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
<b>RBI</b>	<b>3,29</b>	19,8	22	Uniform	Cosine	0,91
Parcelles exploitées	0,98	29,6	19			0,57

**Tableau 3-17 :** Densités de Rougequeue à front blanc en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
<b>RBI</b>	<b>4,21</b>	18,5	33	Uniform	Cosine	0,24
Parcelles exploitées	3,46	20,9	41			0,61

**Tableau 3-18 :** Densités de Fauvette à tête noire en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
<b>RBI</b>	<b>1,79</b>	26,4	16	Uniform	Cosine	0,89
Parcelles exploitées	0,87	23,5	22			0,99

**Tableau 3-19 :** Densités de Pouillot siffleur en RBI et en parcelles exploitées de 100-250 ans

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi <sup>2</sup> p
<b>RBI</b>	<b>5,39</b>	34,3	35	Uniform	Cosine	0,46
Parcelles exploitées	6,10	18,6	84			0,95

**Tableau 3-20 :** Densités de Mésange charbonnière en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
<b>RBI</b>	<b>15,3</b>	18,7	48	Uniform	Cosine	0,44
Parcelles exploitées	6,44	18,4	86			0,68

**Tableau 3-21 :** Densités de Mésange bleue en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
<b>RBI</b>	<b>4,46</b>	32,9	19	Uniform	Cosine	0,74
Parcelles exploitées	7,29	9,6	175			0,94

**Tableau 3-22 :** Densités de Sittelle torchepot en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans

Zone	Densité (cpl/10ha)	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
<b>RBI</b>	<b>11,4</b>	14,8	31	Uniform	Cosine	0,98
Parcelles exploitées	7,99	14,2	164			0,85

**Tableau 3-23 :** Densités de Grimpereau des jardins en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans

Zone	Densité cpl/10ha	CV	Nb données testées	Modèle choisi	Fonction d'ajustement	Chi² p
<b>RBI</b>	<b>18,4</b>	22	36	Half-Normal	Cosine	0,92
Parcelles exploitées	13,8	11,6	269			0,83

**Tableau 3-24 :** Densités de Pinson des arbres en RBI et en parcelles exploitées de 100-200 ans



Photographies de la Réserve Biologique Intégrale de Nantigny (Mai 2020)

## 4. DISCUSSION

### *Interprétation des résultats obtenus par espèce en parcelles exploitées en forêt de Tronçais*

Ci-après, un tableau comparant les densités obtenues à Tronçais à la moyenne des densités obtenues dans les autres chênaies européennes. Pour chaque espèce, la plus forte densité obtenue dans les peuplements de Tronçais est comparée à la plus forte densité notée dans les chênaies européennes. (Attention ! Ici, la densité maximale représente la plus forte densité obtenue lors d'une étude dans un peuplement donné. La D max, présentée en partie Résultat, représente, avec la D min, les 2 bornes de l'intervalle de confiance à 95% dans lequel se trouverait la densité réelle.).

	Tronçais 2019-2020		Chênaies d'Europe [MULLER 1985]	
	Toute la forêt	Densité max	Densité moyenne	Densité max
Troglodyte mignon	2,06	2,20	2,29	9,6
Rougegorge familier	4,32	4,98	4,37	11,0
Rougequeue à front blanc	0,60	0,64	0,56	6,0
Fauvette à tête noire	3,54	9,05	3,58	10,2
Pouillot siffleur	0,51	0,79	2,25	5,9
Pouillot véloce	1,31	/	2,68	8,4
Roitelet à triple bandeau	1,30	1,93	0,60	3,0
Gobemouche gris	0,85	1,20	0,95	4,1
Mésange charbonnière	4,77	8,36	5,99	8,6
Mésange bleue	5,34	9,36	8,07	15,3
Mésange nonnette	0,55	0,84	1,75	4,4
Sittelle torchepot	3,83	7,84	3,35	7,9
Grimpereau des jardins	4,72	10,4	2,31	5,6
Pinson des arbres	8,51	15,7	9,13	18,8
Grosbec casse-noyaux	1,16	1,52	1,23	3,4

**Tableau 4-1 :** Comparaison des densités obtenues à celles des autres chênaies européennes

Les densités obtenues pour les espèces suivantes sont intéressantes à commenter :

- Rougequeue à front blanc : ses densités sont très proches des densités des autres chênaies européennes et correspondent à ce qui a été noté à Moladier [LOVATY 1974]. L'étude de l'ONF à Tronçais [DENIS 2012] donne également des densités comprises entre 0,42 et 1,05 cpl/10ha (futaies de 175 à 250 ans). Les parcelles de 200-250 ans en régénération accueillent une bonne partie de la population de cette espèce. Cependant la fréquence de chant de cette espèce semblerait être faible, ces estimations pourraient alors être légèrement sous-estimées et le mode d'échantillonnage 1 aurait pu être appliqué à cette espèce.
- Fauvette à tête noire : les parcelles de 0 à 25 ans semblent être un milieu très favorable à cette espèce.
- Pouillot siffleur : ses densités sont très nettement inférieures aux densités des autres chênaies européennes mais correspondent à ce qui a été noté à Moladier et en forêt de Perrigny [JOVENAUX 2017]. Ces densités sont légèrement inférieures à celles obtenues par l'ONF à Tronçais (0,69 à 1,30 cpl/10ha dans les futaies de 175 à 250 ans), mais peuvent être identiques si les densités de cette espèce augmentent avec l'âge des parcelles, ce qui n'a pu être démontré lors de la présente étude.
- Roitelet à triple bandeau : ses densités sont bien supérieures aux densités des autres forêts (0,4 et 0,6 cpl/10ha dans les autres forêts). Cette espèce dépend en grande partie de la présence de Lierre grim pant. Les prospections ayant été faites durant la première quinzaine du mois d'Avril, une faible partie des mâles chanteurs notés pourraient être des migrants.
- Gobemouche gris : il est à noter que le faible volume sonore et/ou la discrétion du chant de cette espèce rendent délicate sa détection. De plus, cette espèce évolue très souvent proche de la canopée, ce qui limite la possibilité de la contacter à vue ou au cri.
- Mésange charbonnière : ses densités sont très proches des densités trouvées dans les autres forêts. La densité maximale obtenue (parcelles de 150-250 ans) est très proche des densités extrêmes européennes. Les vieilles futaies de Tronçais sembleraient donc favoriser cette espèce.
- Mésange bleue : ses densités sont inférieures aux densités trouvées dans les autres forêts.
- Mésange nonnette : ses densités sont nettement inférieures aux densités des autres forêts comparées. Ces estimations pourraient être légèrement sous-estimées.

- Grimpereau des jardins : ses densités sont bien supérieures aux densités obtenues dans les autres forêts européennes et, dans une moindre mesure, aux densités de Moladier. Les densités maximales obtenues à Tronçais dépassent les densités européennes extrêmes. Les vieilles futaies de Tronçais sembleraient donc favoriser cette espèce. A noter que, parallèlement à cette étude en "distance sampling", un quadrat de 5 hectares (parcelle de 150-200 ans) a été prospecté et 6 mâles chanteurs y ont été localisés (12 couples/10ha).

Pour beaucoup d'espèces, les densités obtenues sur l'ensemble de la forêt sont inférieures aux densités obtenues dans des forêts exploitées en futaie irrégulière. Seulement, certaines parcelles d'une forêt régulière présentent des densités beaucoup plus élevées que les parcelles de futaie irrégulière [FROCHOT 2012]. C'est pour ces raisons que des comparaisons de densité entre des forêts en futaie régulière et des forêts en futaie irrégulière sont délicates mais peuvent, malgré tout, donner quelques indications.

On a pu constater que les densités obtenues pour le Grimpereau des jardins sont remarquablement élevées par rapport aux autres chênaies. Les fortes densités de cette espèce sont à associer aux densités des autres espèces arboricoles (Sittelle torchepot, Pinson des arbres), qui sont également assez élevées et montrent l'intérêt avifaunistique des futaies cathédrales de Tronçais.

On a pu également constater que les densités obtenues pour la Mésange nonnette sont bien inférieures à celles des autres chênaies. Les parcelles en exploitation ne semblent pas être un habitat favorable à l'espèce.

Les IKA obtenus dans le cadre de cette étude ne sont pas indiqués car, comme évoqué précédemment, certains oiseaux contactés étaient trop lointains pour être localisés et n'ont donc pas été notés. De plus, d'autres facteurs (milieux, nuisances sonores diverses, observateur...) pourraient contribuer à faire fluctuer les valeurs d'IKA.

Les valeurs d'ESW montrent que, pour les espèces moins communes, la distance de détection est plus grande que pour espèces plus communes (exemple : Mésange nonnette versus Mésange charbonnière et bleue). Ceci traduit, en fait, l'effort de détection (et de localisation) plus important de la part de l'observateur pour les espèces peu communes. Ce surcroît d'efficacité permet d'augmenter le nombre de données. Ce procédé permet d'accroître la crédibilité de l'analyse mais augmente l'incertitude des distances collectées. Ceci montre également que, pour les espèces les plus communes, une part importante des oiseaux détectés ne sont pas notés (dans un souci de fiabilité des localisations).

Espèce	ESW (en m)
Mésange nonnette	84,7
Mésange charbonnière	34,0
Mésange bleue	30,8

**Tableau 4-2 :** Comparaison des valeurs d'ESW obtenus pour les espèces de Mésanges

#### **Interprétation des résultats obtenus en RBI de Nantigny**

La quantité de données recueillies dans la RBI étant relativement réduite, les résultats obtenus sont à interpréter avec prudence.

- Rougegorge familier : On constate une augmentation de la densité de 69 % en RBI par rapport aux parcelles exploitées. Cette différence de densité est significative. Cette espèce semble bénéficier de la densification de la strate arbustive et du développement de la strate herbacée.
- Rougequeue à front blanc : On constate une augmentation de la densité de 236 % en RBI. Le Rougequeue à front blanc est, des espèces étudiées, celle qui profite le plus de la mise en réserve intégrale de ces parcelles. La différence de densité entre la RBI et les parcelles exploitées est significative. Cette espèce pourrait, entre autres, bénéficier du grand nombre d'arbres morts, contenant potentiellement des loges.
- Fauvette à tête noire : On constate une légère augmentation de la densité de 22 % en RBI. Cette différence de densité n'est cependant pas significative. Cette espèce pourrait bénéficier du développement de la strate arbustive et buissonnante en RBI.
- Pouillot siffleur : On constate une augmentation de la densité de 106 % en RBI. La différence de densité entre la RBI et les parcelles exploitées est significative. Cette espèce semble particulièrement bénéficier du développement de la strate arbustive et du bon recouvrement de la canopée.
- Mésange charbonnière : On constate une baisse de la densité de 12 % en RBI. Cette différence de densité n'est cependant pas significative.
- Mésange bleue : On constate une augmentation de la densité de 138 % en RBI. Cette différence de densité est significative. Cette espèce pourrait bénéficier de la présence de loges en plus grand nombre dans les arbres morts. Elle pourrait également bénéficier du développement de la strate arbustive, à laquelle elle est très liée.

- Sittelle torchepot : On constate une baisse de la densité de 39 % en RBI. Cette différence de densité est significative. Cette espèce se nourrit principalement de chenilles d'hétérocères. Malgré les apparences, la Sittelle n'occupe pas la même niche écologique que le Grimpereau. La Sittelle cherche principalement sa nourriture dans la strate arborescente de la forêt. Les arbres de la RBI étant légèrement plus chétifs que les arbres des autres parcelles du même âge, la faible densité de Sittelle pourrait être expliquée par le plus faible volume de branchages et le moins grand développement de la canopée.
- Grimpereau des jardins : On constate une augmentation de la densité de 43 % en RBI. La différence de densité entre la RBI et les parcelles exploitées est significative. Le Grimpereau des jardins cherche sa nourriture principalement sur les troncs. Il se nourrit d'invertébrés de petite taille. Sa forte densité en RBI peut être expliquée par la plus grande concentration d'habitats propices à ces invertébrés, ce qui est causé par l'accumulation des arbres dépérissant.
- Pinson des arbres : On constate une augmentation de la densité de 33 % en RBI. Cette différence de densité est significative. Cette espèce semblerait profiter de l'accumulation d'arbres et d'arbustes de toutes essences. La densité relevée en RBI est très élevée.

On constate donc que la mise en Réserve Biologique Intégrale des 3 parcelles de Nantigny a été significativement bénéfique aux populations de Pinson des arbres, de Mésange bleue, de Grimpereau des jardins, de Rougegorge familier, de Rougequeue à front blanc et de Pouillot siffleur (Figure 4-1). Le Gobemouche gris n'a pas pu être étudié car le jeu de données récolté était trop insuffisant. On remarque cependant que la Sittelle torchepot obtient des densités significativement inférieures, ce qui pourrait être expliqué par une différence de constitution de la canopée entre la RBI et les parcelles exploitées.

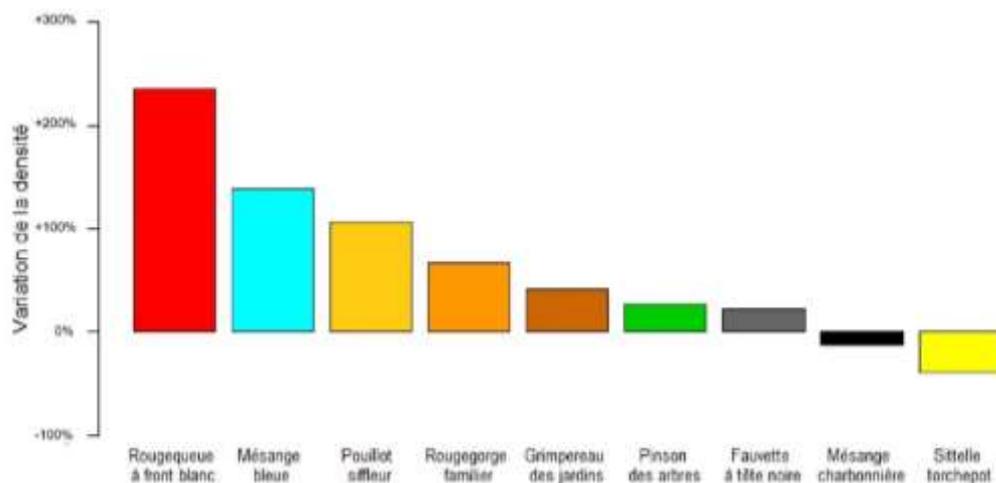
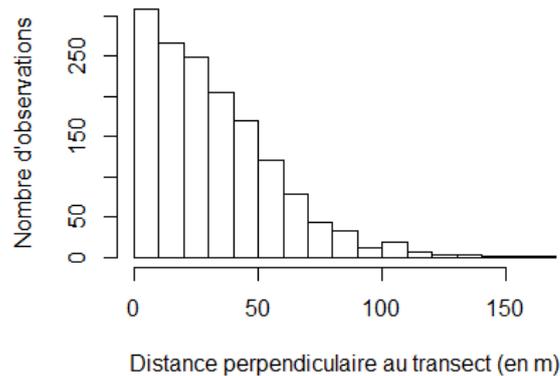


Figure 4-1 : Impact de la mise en réserve biologique intégrale sur les densités de passereaux étudiés

#### Fiabilité des résultats obtenus

La réalisation des prospections ainsi que l'analyse des données ne semblent pas présenter de biais notables. Les seuls biais pouvant apparaître sont la mauvaise appréciation des distances chanteur/observateur et une faible détectabilité des chanteurs à 0 mètre.

Le premier biais possible dépend de l'expérience de l'observateur et diminue, voire disparaît, pour les oiseaux proches de l'observateur. Les estimations dépendent principalement des observations proches du transect, ce biais paraît négligeable. De plus, le graphique de répartition de toutes les distances recueillies lors de cette étude (Figure 4-2) ne laisse pas apparaître d'aberration notable qui pourrait traduire une mauvaise appréciation des distances.



**Figure 4-2 :** Répartition des distances collectées lors de cette étude

Le deuxième biais possible dépend de l'espèce étudiée et peut tendre à sous-estimer une densité. Certaines espèces, comme le Pinson des arbres, ont une activité de chant très élevée, ce biais n'est donc pas à prendre en compte. D'autres espèces, comme le Grosbec casse-noyaux ou des espèces de mésanges, ont une activité de chant faible, voire quasi nulle, ce biais est donc à palier dans ces cas-là (ce qui a été fait).

D'autres biais peuvent être pris en compte ; les mâles chanteurs surnuméraires pourraient conduire à une surestimation des densités, les mâles polygynes (Pouillot siffleur...) pourraient conduire à une sous-estimation des densités. Ces biais existent mais ils sont également présents lors de comptages par quadrat et sembleraient être négligeables.

La fluctuation interannuelle des effectifs de certaines espèces est aussi à prendre en compte dans le cadre des comparaisons RBI/parcelles exploitées. Ce biais peut avoir une importance pour les espèces dont les densités en parcelles exploitées ont été déterminées une autre année que les densités en RBI. Mais ce biais est considéré comme négligeable pour les espèces concernées.

### *Utilité du mode d'échantillonnage 2*

Ce mode d'échantillonnage a été utilisé, sur 4 espèces, pour palier une faible fréquence de chant. Ce mode était indispensable pour recenser le Grosbec casse-noyaux, pour lequel aucun chanteur n'a été contacté lors des prospections (la densité aurait été de 0 cpl/10 ha en utilisant le mode 1). Ce mode d'échantillonnage s'est avéré également indispensable pour la Mésange nonnette, laquelle aurait eu une densité de 0,35 cpl/10ha (sur toute la forêt) avec le mode 1, soit inférieure de 36% à la densité obtenue. Les densités de Mésanges bleues et charbonnières ont bénéficié, dans une moindre mesure, de l'efficacité du mode d'échantillonnage 2.

### *Menaces sur l'avifaune de Tronçais*

Il est important de noter que le réchauffement climatique a commencé son œuvre sur les forêts bourbonnaises. L'année 2020 a vu périr une part très importante de hêtres en forêt. Les hêtres composant la majeure partie de la strate arbustive des forêts de plaine bourbonnaise, plusieurs espèces de passereaux pourraient être particulièrement impactées par ces dépérissements (Mésange nonnette, Mésange bleue, Pouillot siffleur...).

## **5. CONCLUSION**

La méthode de comptage par "Distance sampling" a permis de réaliser un état des lieux des populations de passereaux communs du massif de Tronçais en seulement 15 matinées de prospection. Cette méthode de comptage a également permis de réaliser des comparaisons rigoureuses de densités entre les parcelles exploitées et la RBI. Cette méthode pourrait s'avérer être un très bon outil pour la gestion des espaces naturels et le suivi de mesures de gestion.

En Réserve Biologique Intégrale de Nantigny, les densités de 6 espèces de passereaux (sur 9 étudiées) sont significativement supérieures aux densités des parcelles exploitées de Tronçais. On constate donc que la mise en Réserve Biologique Intégrale des parcelles de Nantigny a un effet majoritairement bénéfique sur les populations de passereaux forestiers.

Une prochaine étude pourrait s'intéresser à l'impact de la mise en réserve sur les densités de passereaux des parcelles attenantes à la RBI.

Il serait également intéressant de connaître l'effet de la mise en réserve sur les populations d'oiseaux forestiers à grand canton (Picidés, Turdidés, etc), ainsi que l'état des populations de ces espèces sur l'ensemble de la forêt.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

---

- [**BROEKEMA 2012**] **BROEKEMA I., OVERDYCK O., 2012.** Distance sampling to estimate densities of four native forest bird species during multi-species surveys. *New Zealand Journal of Ecology*, 36 : 353-364.
- [**BUCKLAND 1993**] **BUCKLAND S.T., ANDERSON D.R., BURNHAM K.P. & LAAKE J.L., 1993.** Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. *Chapman and Hall*, London. 446 p.
- [**BUCKLAND 2006**] **BUCKLAND S.T., 2006.** Point-transect surveys for songbirds: robust methodologies. *The Auk*, 123 : 345-357.
- [**DENIS 2012**] **DENIS P., TROMPAT A., FOMBONNAT J., 2012.** L'avifaune nicheuse du massif forestier domanial de Tronçais (Allier). 141 p.
- [**FERRY 1970**] **FERRY C., FROCHOT B., 1970.** L'avifaune nidificatrice d'une forêt de Chênes pédonculés en Bourgogne : étude de deux successions écologiques. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 24 : 153-250.
- [**FROCHOT 2012**] **FROCHOT B., 2012.** Biodiversité et gestion forestière. *RDV techniques hors-série n°6, ONF*, 17-27.
- [**GOTTSCHALK 2011**] **GOTTSCHALK T.K., HUETTMAN F., 2011.** Comparison of distance sampling and territory mapping methods for birds in four different habitats. *Journal of Ornithology*, 152 (2) : 421-429.
- [**GUELIN 2020**] **GUELIN F., JALLAGEAS C., 2020.** Comparaison d'estimations de densités obtenues par deux méthodes différentes (quadrat et Distance Sampling) pour quelques passereaux sur deux secteurs du Puy-de-Dôme. *Le Grand-Duc*, 88 : 126-133.
- [**IBCC 1969**] **IBCC, 1969.** Recommendations for an international standard for mapping method in bird census work. *Bird Study*, 16 : 248-255.
- [**JOVENAUX 2017**] **JOVENAUX A., 2017.** Dénombrement de l'avifaune nicheuse des forêts d'altitude du Jura. *Revue scientifique Bourgogne-Nature*, 25 : 249-274.
- [**LOVATY 1974**] **LOVATY F., 1974.** Dénombrements d'oiseaux nicheurs dans l'Allier. *Le Grand Duc*, 5 : 23-45.
- [**MULLER 1985**] **MULLER Y., 1985.** *L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord : sa place dans le contexte médio-européen.* Thèse de doctorat, Université de Dijon, Dijon, 318 p.

### Remerciements :

Je remercie François Guélin pour ses conseils avisés et Loïc Nicolas (ONF) pour avoir rédigé la convention m'autorisant à circuler en RBI.