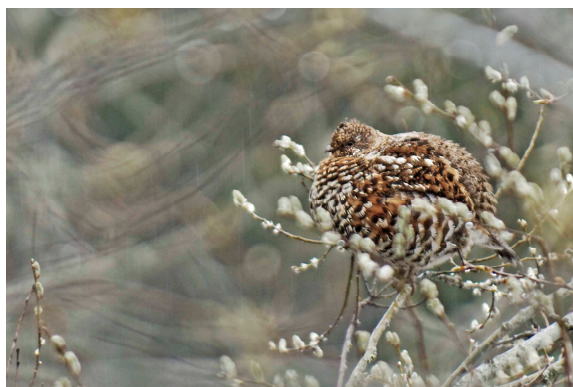


Suivi à long terme d'une population de Gélinotte des bois *Bonasa bonasia* à l'aide de la bioacoustique

Blaise MULHAUSER & Jean-Lou ZIMMERMANN

Muséum d'histoire naturelle, Neuchâtel
Terreaux 14
CH-2000 Neuchâtel, Suisse
E-mail : blaise.mulhauser@unine.ch
Tel. : ++ 41-(0)32-7177965
Fax : ++ 41-(0)32-7177969



Abstract

An hazel grouse's population *Bonasa bonasia* located in a great wooded pasture of 400 ha is monitoring by biacoustic since 2002 in the swiss Jura mountains. Records and setting-up of sonagrams permit to recognize each male and to know movements and destiny of individuals.

The population 2002-2008 is constituted by 21 males, but the cohort counted up 12 cocks at the beginning of the study (2002). The average 2002-2008 of annual survival rate of adult males was 80.55%. Consequently hope of living is high for adults (> 4.3 years). Age pyramids established year by year shows a growing old population with few of new young birds. If the density of birds is high, home ranges are small (between 8 and 25 ha during the life (5 - 7 years) of followed males). But if the size of the population goes down, survival cocks extend their movements ; in this case home ranges are between 30 and 75 ha during the life of an adult (5 - 7 years). This enlargement could be signify a loss of social cohesiveness of the population, direct consequence of the fall of habitat's quality.

Mots clés : Gélinotte des bois, *Bonasa bonasia*, bioacoustique, démographie

Keywords: Hazel grouse, *Bonasa bonasia*, bio-acoustics, demography

Introduction

La Gélinothe des bois est une espèce discrète, difficile à observer et, de ce fait, peu étudiée. Du reste la plupart des recherches concerne la mise en place de méthodes pour dénombrer les oiseaux (Swenson 1991a, Huboux et al. 1994, Ellison et al. 1994, Desbrosses 1996, Desbrosses 1997, Mulhauser & Santiago 2002) alors que les études démographiques basées sur plusieurs années de suivi sont rares (Swenson 1991b ; Montadert 2005).

Dans le cadre des recherches menées sur la gélinothe des bois dans le canton de Neuchâtel (Jura suisse), nous avons eu l'occasion de mettre au point une méthode non invasive basée sur l'enregistrement et l'individualisation des chants (Mulhauser & Zimmermann, 2003). Cet article présente les premiers résultats du suivi démographique d'une population menée depuis 2002.

Zone d'étude

Le Communal de La Sagne (47°03'15"N, 6°48'30"E) est propriété de la commune de La Sagne (canton de Neuchâtel, Suisse). Il s'agit du plus grand pâturage boisé (ou pré-bois) neuchâtelois d'un seul tenant (400 ha). Il est situé au nord de la vallée de La Sagne, au centre du canton de Neuchâtel (Figure 1). Son point le plus bas est au sud (1060 m), alors que le sommet, au centre du pâturage, culmine à 1263 m.



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (ZE) dans la partie occidentale de la Suisse (en haut) et parcellaire forestier divisé en 20 unités d'aménagement (en bas). Avec l'autorisation de Swisstopo (BA068173)

La végétation prospère sur un bel exemple d'anticlinal. Le boisement qui s'y développe en station est la hêtraie à sapin (*Abieti-Fagetum*) dont les principaux composants sont le hêtre *Fagus sylvatica*, l'épicéa *Picea abies* (80% des tiges) et le sapin blanc *Abies alba* (8% des tiges ; Barbezat, 2002).

Au niveau de la sylviculture, le Communal est composé de 20 unités d'aménagement d'une vingtaine d'hectares chacune, réparties en deux séries, A et B (Figure 1). La première comprend toute la partie haute plus ou moins plate du pâturage peu boisé, ainsi que la part supérieure de la forêt sur la pente exposée au sud-est. La seconde série s'étend en direction de la vallée et comprend des zones de forêt pâturées. La structure du pâturage est une mosaïque de milieux herbeux et boisé avec une strate buissonnante développée en collectifs de noisetiers, aubépines, églantiers (Barbezat *et al.* 2008).

Méthodes

Prises de sons

Le suivi de la population du Communal de La Sagne a débuté en 2002 et se poursuit toujours en 2009. Toutes les vocalises des gélinottes, mâle ou femelle, sont enregistrées sur un appareil numérique Nagra ARES-M couplé à un microphone super-cardioidale Sennheiser ME66 et un préamplificateur Sonosax SX-BD1 (Mulhauser & Zimmermann, 2003).

Prises de vue

Nous avons complété les méthodes d'investigation par des images prises à l'aide d'un appareil photographique numérique. Les clichés servent à remarquer les différences individuelles de coloration du plumage (Figure 2). D'autre part des séquences vidéo ont permis de mettre en évidence l'émission de chants atypiques (Mulhauser & Zimmermann, 2007).



Figure 2 : L'individualisation des mâles par la coloration de leur plumage est possible pour quelques individus. En haut « Bûcheron » avec une belle gorge noire et un plumage dominant brun noisette. En bas « Igloo » dont la gorge noire est toujours ponctuée de blanc, même à l'âge adulte. Par ailleurs la teinte générale du plumage est plutôt brun cendré.



Analyse des sons

Seuls les chants territoriaux des mâles ont été analysés à l'aide du logiciel Batsound 3.0. L'individualisation est réalisée par comparaison visuelle directe des sonagrammes. Ce procédé par superposition en transparence des traces graphiques des chants est une approche similaire à celle des empreintes digitales chez l'homme (Figure 3).

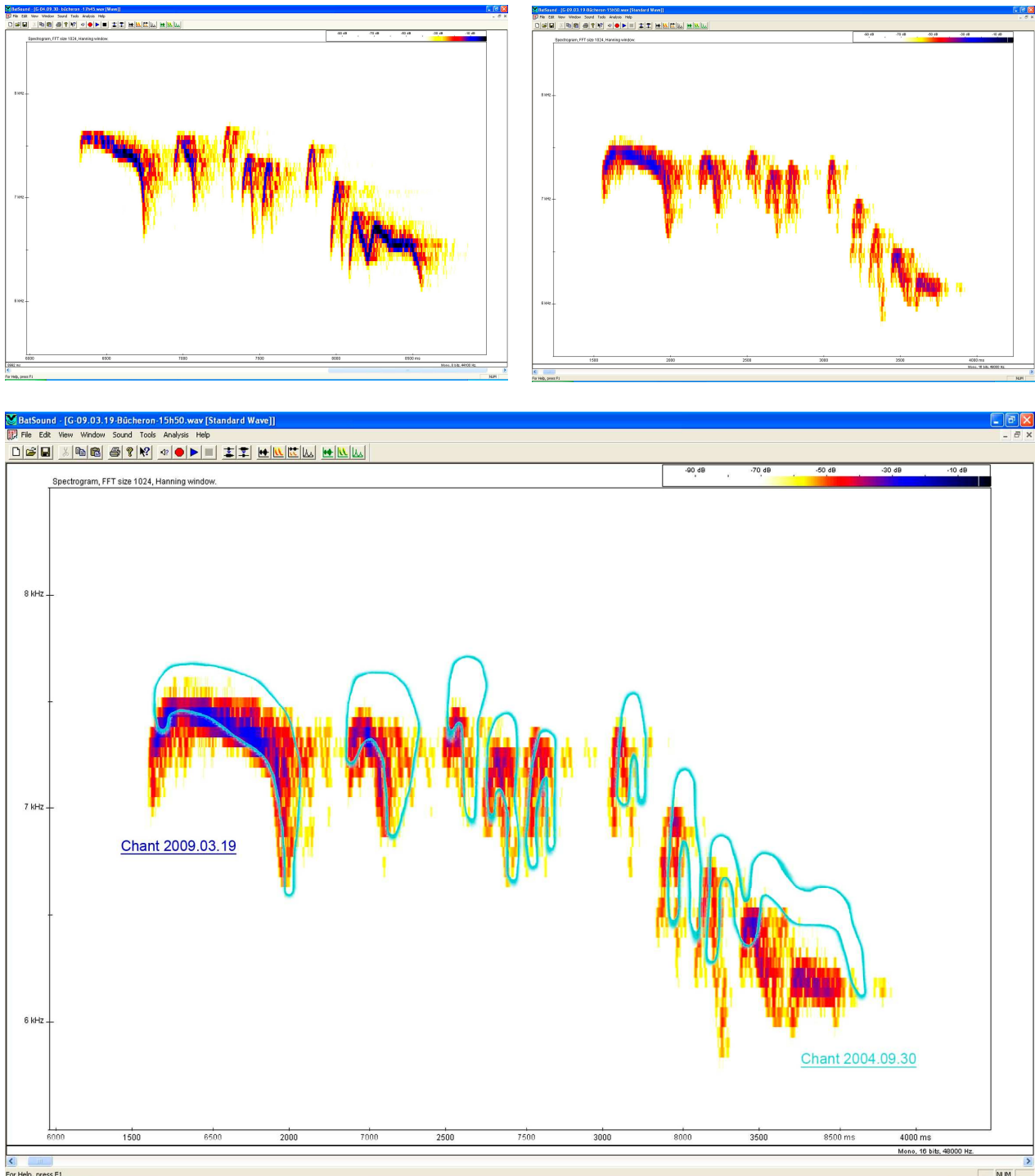


Figure 3 : Méthode de contrôle d'identité d'une gélinotte des bois.

En haut : sonagrammes du chant de l'individu « Bûcheron » le 30 septembre 2004 (à gauche) et le 19 mars 2009 (à droite). En bas : la superposition des sonagrammes permet de confirmer qu'il s'agit du même individu (même dessin de la disposition des éléments sonores) bien que l'oiseau chante un peu plus bas en 2009.

Population résidente

L'évolution pluriannuelle des effectifs a été déterminée en fonction des enregistrements effectués de saison en saison et de l'individualisation des oiseaux sur la base des sonagrammes. Il s'agit du reflet de la population résidente de mâles ; cela exclut bien entendu les oiseaux de passage qui ne se sont pas fixés sur le site plus d'une saison.

Domaines vitaux

Le domaine vital des individus a été déterminé selon la méthode classique du polygone convexe minimum (PCmin) définie par Mohr (1947). Cette approche consiste à calculer une superficie en reliant les localisations les plus externes de manière à dessiner un polygone convexe (aucun angle concave dans la forme du polygone) englobant tous les autres points de localisation. Dans le cas de notre étude, les points de localisation se basent uniquement sur les émissions sonores des individus. On peut exprimer le calcul de cette aire par la formule :

$$A = [x_1(y_n - y_2) + \sum_{p=1}^{n-1} (x_p(y_{p-1} - y_{p+1}) + x_n(y_{n-1} - y_1))] / 2$$

L'inconvénient de cette méthode est dû au fait qu'un point marginal (localisation éloignée excentrée utilisée qu'à une seule occasion) augmente le risque de surévaluation du domaine vital en intégrant des portions du terrain qui ne sont pas utilisées par l'individu (White & Garrot, 1990). On peut palier à ce problème en évitant d'inclure des aires non utilisées grâce à la méthode des polygones de probabilité (PP). Dans ce cas, seul un certain pourcentage des données de localisation périphérique est éliminé (5% dans notre cas). Ainsi, pour construire un polygone 95%, 5% des données sont éliminées en comparant tous les polygones possibles formés par les 95% des données restantes. Le polygone ayant la plus petite aire correspond donc au PP (Kenward 1987). De manière plus explicite, sur un lot de 100 données de localisation, il s'agit de trouver les 5 données périphériques les plus éloignées des autres points pour calculer le PP. Il y a peut-être alors risque de sous-évaluation dû à un défaut de prospection (dans notre cas, cela peut être dû à une saison où les gélinoites chantent peu).

Comme les deux méthodes ont des avantages et des inconvénients, nous avons choisi de présenter les 2 types de calcul et de commenter les différences.

Dans le cadre de ce travail, nous pouvons distinguer les domaines vitaux annuels (DV_a) du domaine vital total de l'adulte (DV_T) c'est-à-dire l'espace utilisé par un oiseau durant sa vie entière d'adulte.

Démographie de la population de mâles

Grâce au suivi à long terme des individus, nous avons pu réaliser plusieurs analyses démographiques concernant les mâles telles que :

- le calcul des taux de survie annuelle : $T_s = x_{t+1} / x_t$ [où x_t est le nombre d'individu au temps t et x_{t+1} est le nombre de survivants l'année d'après]
- Le calcul des taux de renouvellement annuel : $T_r = x_{\text{new}t} / x_t$ [où x_t est le nombre d'individu au temps t et $x_{\text{new}t}$ est le nombre de nouveaux arrivants au temps t (soit durant l'année)]
- La pyramide et l'évolution des âges minimaux (rajeunissement ou vieillissement de la population) : exprimée par des graphiques présentant, par année d'étude, le pourcentage des tranches d'âge minimal en fonction de l'effectif annuel. Il faut toutefois noter que la date de naissance des individus n'est pas connue. Nous ne donnons donc pas l'âge réel, mais exprimons l'« Age minimal de l'individu » [Amin]. En revanche nous connaissons la date de mort de plusieurs oiseaux et l'utilisation permanente du milieu nous montre que, sur notre site d'étude, les individus sont cantonnés pour la vie. Seuls les mâles fixés plus d'un semestre sur le site sont considérés comme résidents et sont pris en compte dans les calculs. Par convention, un mâle chanteur nouvellement présent dès la fin de l'été est au minimum né dans



l'année (tranche d'âge 0 – 1 ; $A_{min_i} = 0$) et un mâle chanteur nouvellement présent au printemps est âgé d'une année au minimum (tranche d'âge 1 – 2 ; $A_{min_i} = 1$).

Résultats

Population résidente

Entre 2002 et 2008, le Communal de La Sagne a accueilli 21 mâles résidents (voir leurs sonagrammes en Annexe). Un pic des effectifs a été observé entre 2003 et 2005 avec 15 individus. Depuis lors, la population est en phase de régression constante ; elle ne compte plus que 9 mâles en 2008 (Figure 4).

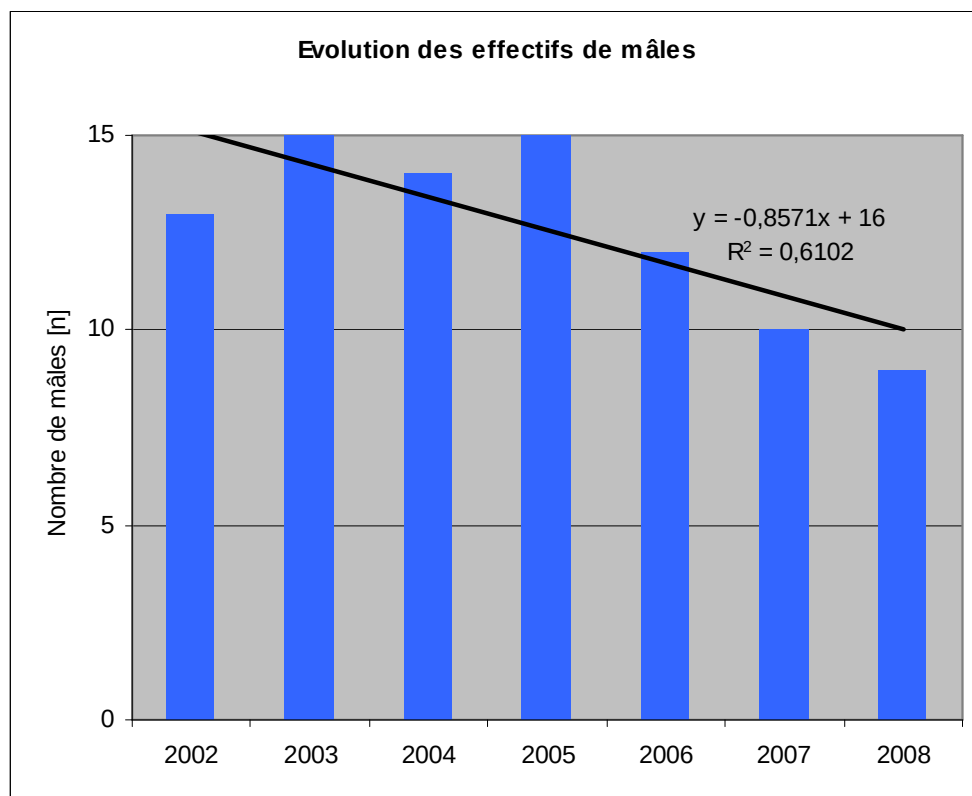


Figure 4 : Evolution des effectifs de mâles de la population résidente du communal de La Sagne entre 2002 et 2008.

Domaines vitaux

La Figure 5 présente deux exemples de domaine vital total (DV_T) de mâles de gélinoite. Les deux oiseaux ont été suivis plus de 7 ans. Le destin de « Déracinée » est assez exemplaire. Entre 2002 et la première moitié de l'année 2006, cet oiseau ne semble pas être sorti d'un territoire de 4 ha. Suite à des travaux forestiers, il s'aventure au Sud-Ouest de son domaine, l'agrandissant fortement en 2007 (8 ha). Du reste le domaine vital annuel 2007 est pratiquement équivalent au domaine vital total (8.7 ha selon la méthode du polygone convexe minimum (PCmin)). L'oiseau meurt en hiver 2007-2008, dans un secteur qu'il avait peu parcouru durant sa vie. L'oiseau surnommé « Bûcheron » continue à être suivi à l'heure où nous mettons ces lignes sous presse. Son domaine vital total (DV_T) est 4 fois plus étendu que celui de « Déracinée ». Il atteint 33.9 ha selon la méthode du polygone convexe minimum (PCmin). Toutefois, si l'on ne tient compte que des trois premières années de suivi, le territoire n'excède pas 16 ha. Comme pour « Déracinée », l'augmentation du territoire semble se produire en 2006.

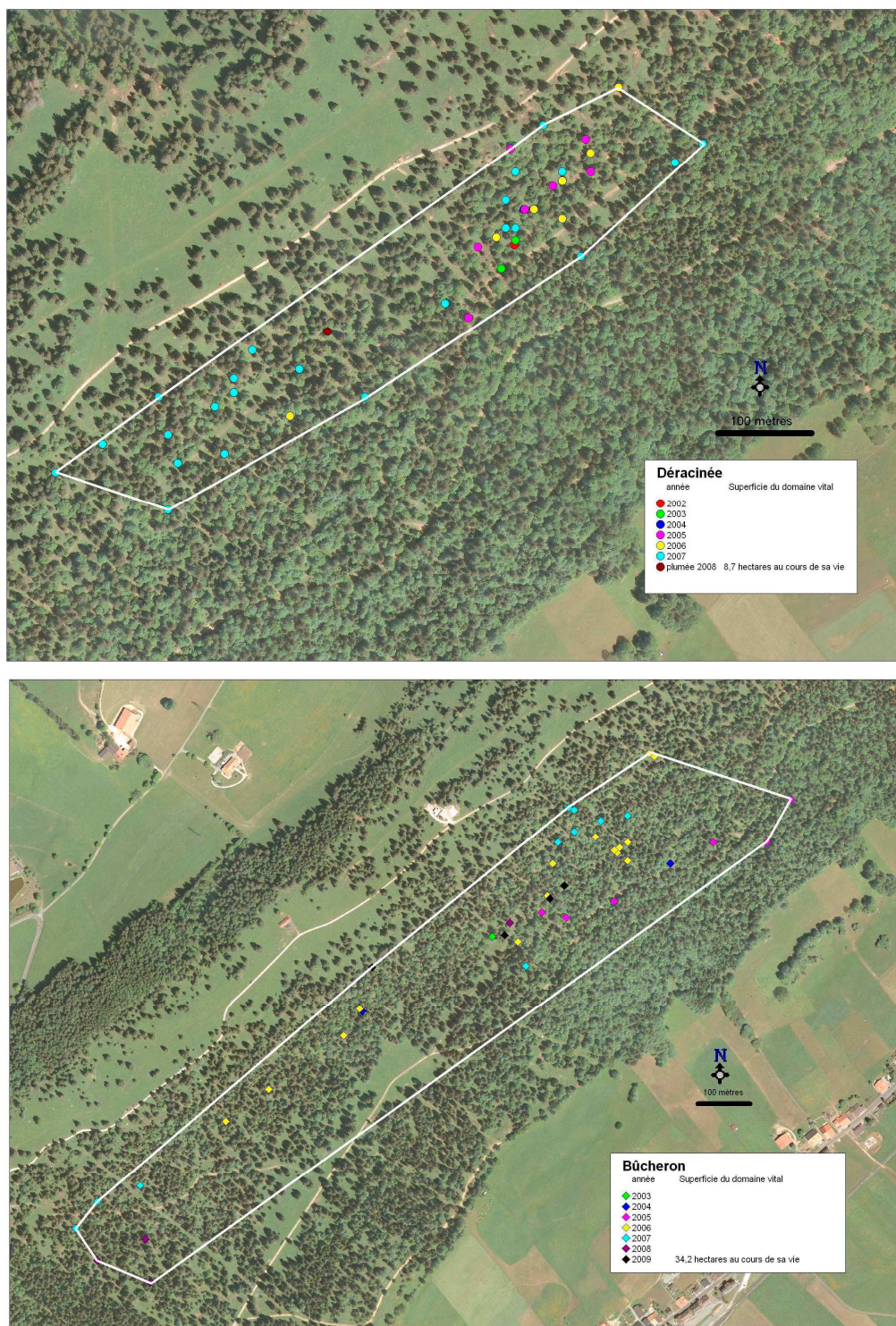


Figure 5 : Expression du domaine vital total (DV_T) de « Déracinée » (en haut) et de « Bûcheron » (en bas) par la méthode du polygone convexe minimum (PCmin)

La tendance d'un élargissement du territoire en 2006, déjà exprimée par les exemples de « Déracinée » et « Bûcheron », est confirmée par celui de « Carsou » (Figure 6). Cet oiseau est apparu sur le communal de La Sagne en 2004. Cette année-là, il est confiné à un territoire de 4.3 ha. L'année suivante son domaine s'étend vers le Nord-Est (8.3 ha), mais c'est en 2006 que le domaine vital annuel (DV_a) est le plus étendu (12.4 ha). Jusqu'à sa mort au printemps 2008, cette gélinotte aura vécu dans une zone de 24.6 ha, toujours selon la méthode du polygone convexe minimum (PCmin).

A noter que ces exemples montrent que l'expansion du domaine de chaque oiseau se fait perpendiculairement à la pente orientée selon un axe Nord-Ouest (sommet avec pâturage non boisé) – Sud-Est (bas de pente avec forêt fermée puis champs cultivés). Seule la bande médiane du Communal de La Sagne est utilisée par les gélinothes, soit une superficie de 200 ha (50% du site).

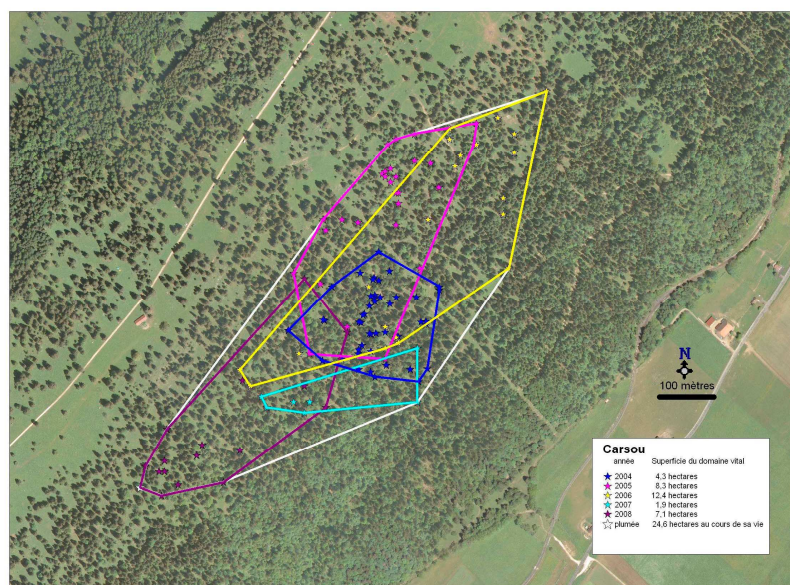


Figure 6 : Expression du domaine vital total (DV_T) et des domaines vitaux annuels de « Carsou » (DV_a) par la méthode du polygone convexe minimum (PCmin)

Le Tableau I donne la superficie des DV_T de neuf gélinothes des bois suivies entre 5 et 7 ans. Bien entendu, les valeurs obtenues sont toujours plus petites par la méthode des polygones de probabilité (PP) que par celle du polygone convexe minimum (PCmin) puisqu'il s'agit justement d'éviter le biais d'une surévaluation du domaine vital en éliminant les portions de territoires non utilisés par les gélinothes. Le résultat comparatif des estimations des domaines vitaux montre que les superficies sont très semblables pour certains individus (par ex. « Déracinée » Figure 5 et « Carsou » Figure 6), alors qu'elles passent du simple au double pour d'autres. La Figure 7 illustre bien cette différence : en 2008, le mâle « Concert » a exploré une zone située à 900 m, secteur considéré par la méthode des polygones de probabilité comme étant hors de son domaine traditionnel.

Surnom	Suivi [an]	Domaine vital total [ha]	
		Pcmin*	PP95**
Déracinée	7	8.7	7.8
Souches brûlées	6	17.4	15.2
Noisetier	6	21.4	10.5
Concert	6	22.2	10.2
Carsou	5	24.6	21.1
Bûcheron	7	34.2	23.1
Bille	5	40.5	31.0
Alisier	6	73.1	62.6
Sanglier	6	74.1	37.2

Tableau I : Superficie des domaines vitaux de 9 gélinothes des bois suivies entre 5 et 7 ans.

* PCmin = calcul selon la méthode du polygone convexe minimum

**PP95 = calcul selon la méthode des polygones de probabilité à 95%



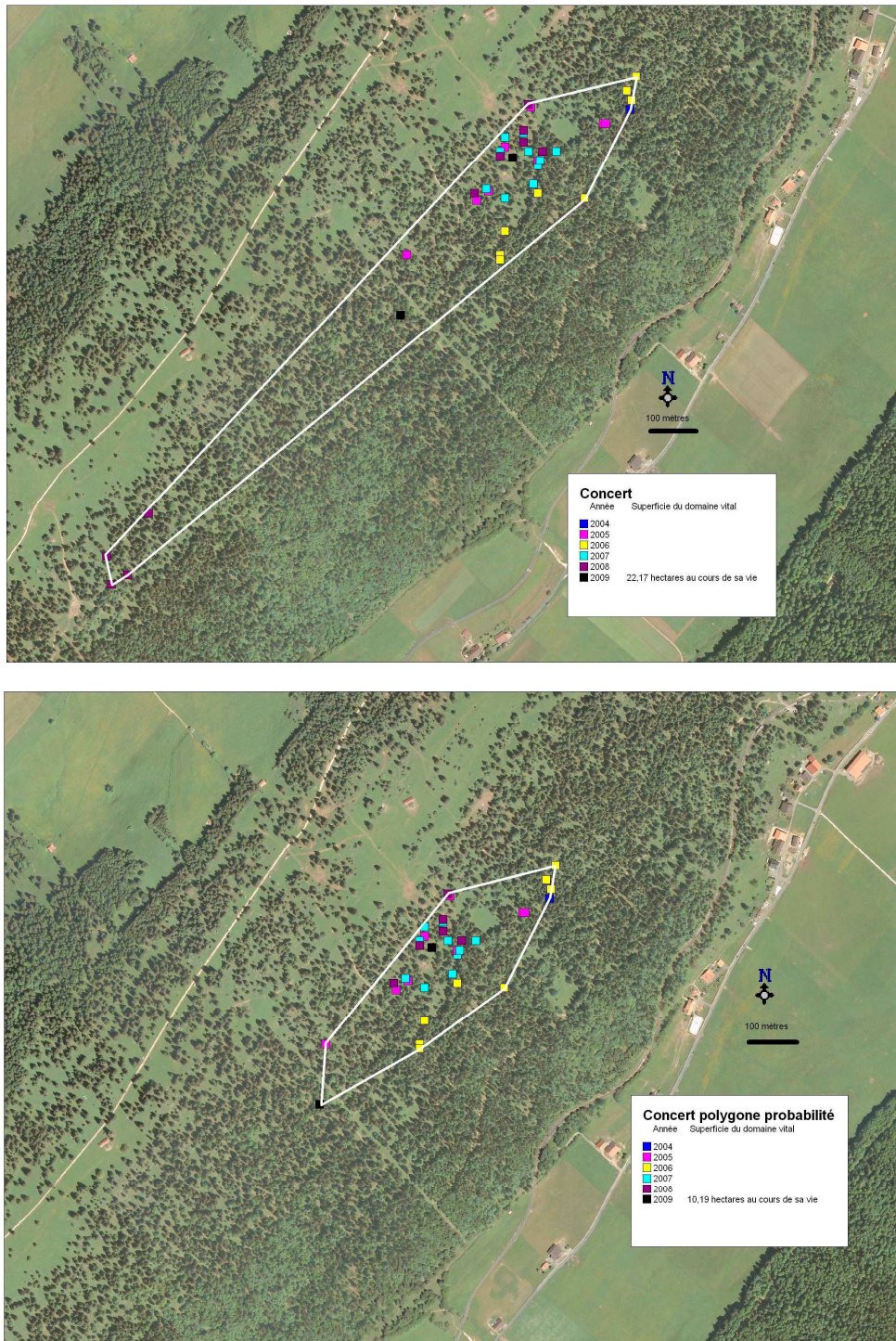


Figure 7 : Expression du domaine vital total (DV_T) de « Concert » par la méthode du polygone convexe minimum (en haut) et celle du polygone de probabilité à 95% (en bas)

Démographie de la population de mâles

Le parcours de vie des mâles de Gélinothe des bois du communal de La Sagne entre 2002 et 2008 est schématisé dans le Tableau II. Les individus y ont été placés selon l'emplacement de leur territoire, à savoir d'ouest en est. Cela permet de se faire une idée des voisins immédiats de chaque mâle.

On y remarque des années propices au rajeunissement de la population (arrivée de 4 mâles en 2004 et 2 en 2008 ; taux de renouvellement > 20%) mais également une année sans rajeunissement (2006). La moyenne 2004-2008 du taux de rajeunissement annuel est égale à 13.18% soit une valeur assez faible.

En revanche le taux de survie annuelle des mâles adultes reste élevé au moins jusqu'en 2007 (> 75%), mais fléchit en 2008 (70%). En moyenne 2 à 3 oiseaux disparaissent chaque année, mais la moyenne 2004-2008 du taux de survie annuelle équivaut à 80.55%. L'espérance de vie minimale des mâles adultes de la cohorte étudiée est égale à 4 ans et 4 mois (4,33).

Individu	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Boisvert							New
Téléphone							
Pylône							
Beutchins							
Tilleul						New	
Bûcheron							
Déracinée							
Noisetier							
Sanglier							
Bille			New				
Igloo		New					
Obama							New
Souche brûlée							
Carsou			New				
Carouso							
Pivert				New			
Soua			New				
Carrefour							
Loge 4							
Concert			New				
Alisier							
Taux de survie annuel Ts			0.857	0.867	0.786	0.818	0.700
Taux de renouvellement annuel Tr			0.266	0.071	0	0.1	0.222

Tableau II : Parcours de vie des 21 mâles de gélinittes présents sur le site du Communal entre 2002 et 2008.

« New » signifie que l'oiseau est un nouvel arrivant. En gras les noms des 4 oiseaux présents durant toute la durée d'étude.

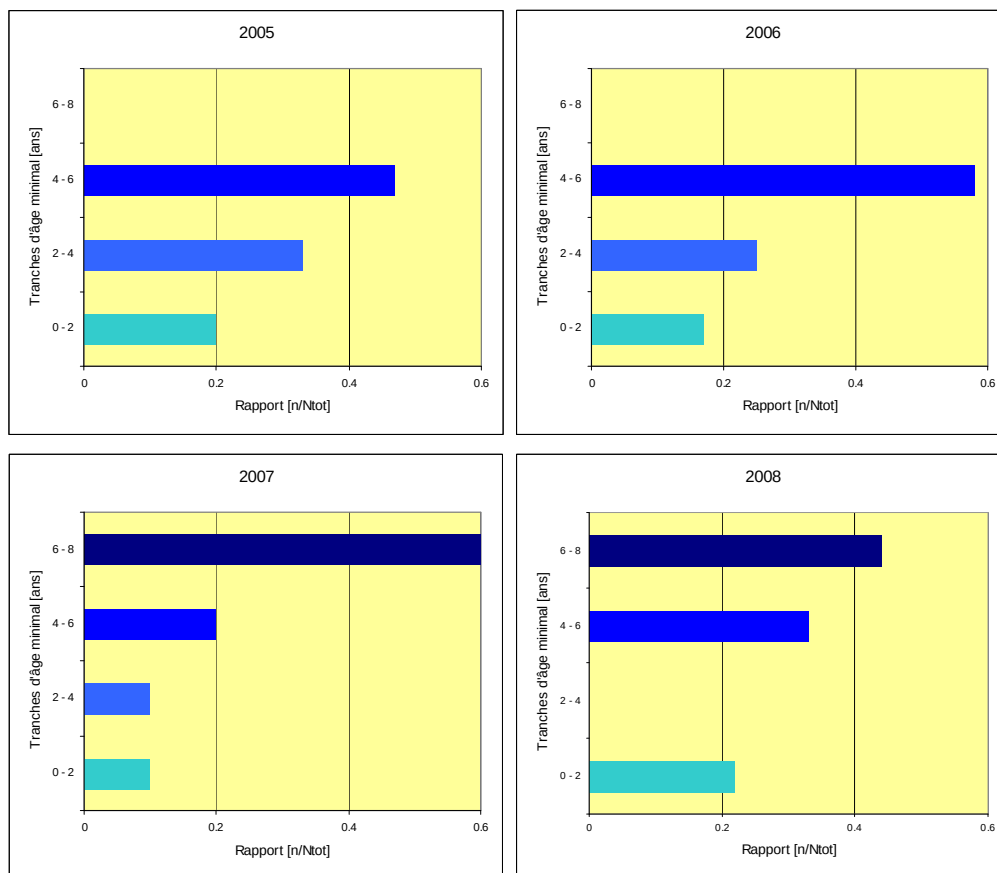


Figure 8 : Pyramide des âges des mâles dans le communal de La Sagne entre 2005 et 2008. Les résultats s'expriment par la proportion des différentes tranches d' « Age minimal des individus » [Amini].

L'évolution de la population des mâles de gélinittes tend vers un vieillissement comme le représente la Figure 8. La proportion des oiseaux qui atteignent la tranche d'âge minimal de 2 à 4 ans s'amenuise entre 2005 et 2007, pour disparaître en 2008 ! Cela implique donc que les nouveaux arrivants ne réussissent plus à s'implanter durablement sur le site. A l'inverse, les vieux oiseaux restent en place toute leur vie, mais comme celle-ci n'est pas éternelle, un effondrement de la population est à prévoir. Du reste, l'évolution générale des effectifs confirme cette tendance à la baisse qui, sans être fortement significative (coefficient de détermination $R^2 = 0,61$) est tout de même constante entre 2005 et 2008 (Figure 4).

Cette régression peut aussi être exprimée par la difficulté de renouvellement de la population (Figure 9). Malgré un excellent taux de survie des 12 mâles de la cohorte de départ, les pertes des oiseaux n'arrivent pas à être compensée par l'installation durable des nouveaux arrivants sur le site.

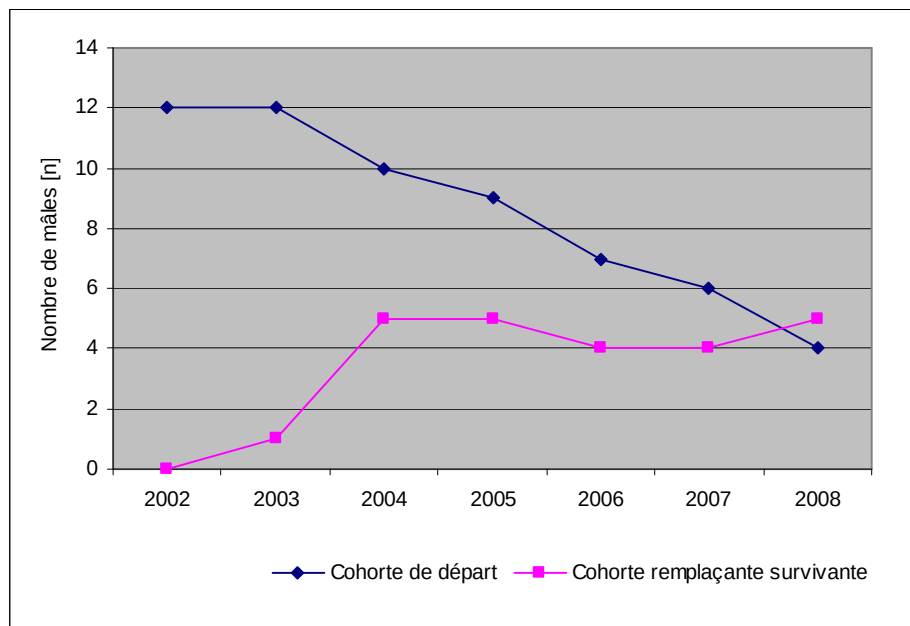


Figure 9 : Evolution du renouvellement de la population de gélinitte des bois du Communal de La Sagne.

La cohorte de départ comprend les 12 individus recensés au début de l'étude (2002), la cohorte remplaçante survivante exprime le nombre d'oiseaux nouveaux qui ont réussi à s'installer durablement sur le site et survivent encore en 2008.

Discussion

La méthode bioacoustique de suivi des mâles de gélinitte offre des avantages évidents. Il s'agit d'une méthode non invasive, sans capture de l'animal. Les caractéristiques du chant des mâles restent les mêmes sur l'ensemble de la vie des individus, si bien que ceux-ci peuvent être suivis à long terme (Mulhauser & Zimmermann, 2003). Grâce à cette approche, des analyses démographiques détaillées sont possibles. Les connaissances que l'on a de la survie et de l'âge des oiseaux sans troupe profondément modifiée. Par exemple, la pyramide des âges de la population de gélinittes du communal de La Sagne est exactement contraire à ce que nous connaissions jusqu'alors. Dans une étude basée sur les captures, marquages et recaptures des oiseaux dans la taïga russe, la proportion des jeunes de première année correspond à 75% de la population, le 25% restant réunissant les adultes de 2 à 4 ans (Gajdar, 1974 in Bergmann *et al.* 1996) ; de ce fait l'espérance de vie moyenne des gélinittes atteint à peine 1 an et demi !

Plusieurs auteurs ont pu calculer des taux de survie annuelle des adultes grâce au suivi télémétrique ou par la méthode du rappel : pour les mâles ils varient entre 48-49% (Taïga suédoise Svenson, 1991b ; Jura français, Debrosses, 1997) et 72% (Alpes du Sud, Montadert, 2005). Dans notre cas, ce taux de survie annuelle est de 80.5% (Pâturage très boisé, Jura suisse) pour la période 2004-2008. De ce fait l'espérance de vie minimale

moyenne des mâles adultes est très élevée et correspond à 4 ans et 4 mois. Pour rappel, nous ne connaissons pas la date de naissance de la plupart des oiseaux ; le terme « minimal » sous-entend donc que l'espérance de vie réelle est encore plus longue.

Le suivi bioacoustique à long terme révolutionne aussi l'idée que l'on se faisait de l'occupation du territoire par les mêmes oiseaux. Montadert (2005) a pu montrer, grâce à la télémétrie, que des individus occupaient un espace précis plusieurs saisons de suite. Il n'a toutefois jamais pu dépasser un suivi de sédentarité de plus de deux ans, alors que nous mettons en exergue une extraordinaire fidélité au site durant toute la vie d'un individu ; celle-ci dépassant régulièrement 6 ans. A ce propos, au niveau des records de longévité, l'étude des mâles du Communal de La Sagne par leurs chants, montre aussi un fait inconnu : de vieux oiseaux composant la majorité des effectifs d'une population. Jusqu'alors nous ne connaissions que quelques cas d'oiseaux de 4 ans et 7 mois dans le Jura français (Desbrosses, 1997) et 4 ans et 3 mois dans la taïga russe (Gajdar, 1974 in Bergmann *et al.* 1996), sans oublier un oiseau bagué dans le Nord de la Suède est contrôlé 7 ans et 4 mois plus tard (Höglund, 1957), mais jamais nous n'aurions soupçonné pouvoir suivre 9 gélinoites entre 5 et 7 ans !

Bibliographie

- Barbezat, V. & al. (2008) : *Gestion intégrée des paysages sylvo-pastoraux de l'arc jurassien*. Manuel. Conférence Trans-Jurassienne.
- Desbrosses, R. (1996) : *Comparaison de deux méthodes de dénombrement d'une population de gélinoites des bois Bonasa bonasia dans le Jura français*. *Alauda* 64 : 293-306.
- Desbrosses, R. (1997) : *Habitats et fluctuations des populations de Gélinoite des bois (Bonasa bonasia) dans l'Est de la France*. Thèse de doctorat, Université de Dijon.
- Gajdar, A. (1974) : *Zur Methodik der Altersbestimmung beim Haselhuhn*. *Ekologija* 3 : 102-103 (russ.) in Bergmann, H.-H. & al. (1996) : *Die Haselhühner. Die Neue Brehm-Bücherei* Bd. 77, Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- Höglund, N. (1957) : *Instinkthandlingar hos buruppfödda svenska skogshöns i samband med parningen*. *Viltrevy* 1 : 225-232 (swedisch) in Bergmann, H.-H. & al. (1996) : *Die Haselhühner. Die Neue Brehm-Bücherei* Bd. 77, Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- Huboux, R., P. Léonard & L. Ellison (1994) : *Valeur de la méthode du rappel sur itinéraire pour le suivi des populations de mâles de gélinoite des bois (Bonasa bonasia)* *Gibier Faune Sauvage, Game and Wildlife* 11 : 1-19.
- Kenward, R. (1987) : *Wildlife Radio Tagging*, Academic Press, San Diego.
- Mohr, C.O. (1947) : *Table of equivalent populations of North American small mammals*, *American Midland Naturalist* 37: 223-249.
- Montadert, M. (2005) : *Fonctionnement démographique et sélection de l'habitat d'une population en phase d'expansion géographique. Cas de la gélinoite des bois dans les Alpes du Sud, France*. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté.
- Mulhauser, B. & S. Santiago (2002) : *Le dénombrement des populations de gélinoite des bois Bonasa bonasia par couplage de la méthode du rappel et de la recherche d'indices*. *Alauda* 71 : 227-235.
- Mulhauser, B. & J.-L. Zimmermann (2003) : *Recognition of male hazel grouse Bonasa bonasia by their song*. *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.* 126b: 107-119.
- Mulhauser, B. & J.-L. Zimmermann (2007) : *Dysphonia in a male hazel grouse Bonasa bonasia*. *Grouse News* 33: 9-13.
- Swenson, J.E. (1991a) : *Evaluation of a density index for territorial male Hazel Grouse Bonasa bonasia in spring and autumn*. *Ornis Fennica* 68:57-65.



Swenson, J.E. (1991b) : *Social organization of hazel grouse and ecological factors influencing it*. Ph D Thesis, University of Alberta, Edmonton, Canada.

White, G.C. & R.A. Garrot (1990) : *Analysis of wildlife radio-tracking data*. Academic Press, New-York.

Annexe :

Carte graphique de l'identité vocale de tous les mâles de gélinotte des bois cantonnés sur le Communal de La Sagne entre 2002 et 2008. Les oiseaux sont classés par ordre alphabétique des surnoms et les dates correspondent au jour du « meilleur » enregistrement.

