

Les méthodes de suivi

de la GÉLINOTTE des bois

Analyse comparative et proposition alternative



J. Guillet

En France, suivre l'évolution d'une population de Gélinotte des bois est un exercice difficile ; l'espèce est en effet très discrète et vit dans les milieux forestiers denses de 200 à 1 800 m d'altitude. Quelles sont les méthodes de suivi utilisées ? Sont-elles fiables et efficaces ? Peut-on envisager d'autres approches ? Une étude partenariale conduite par l'ONCFS dans les Alpes-de-Haute-Provence permet aujourd'hui d'apporter des réponses à ces questions.

**Marc Montadert^{1,2},
Patrick Léonard²,
Patrick Longchamp³**

1 Université de Franche Comté – Besançon (23).

2 ONCFS, CNERA Faune de Montagne – Gap (05).

3 FDC du Jura – Arlay (39).

Les partenaires de l'étude

Dans le cadre d'un programme Leader 2 puis d'un programme Objectif 2 intitulé « Gestion durable des milieux forestiers montagnards des Alpes de Haute-Provence en faveur de la biodiversité : l'exemple de la gélinotte des bois » (opération n° 1408), l'Office national de la chasse et de la faune sauvage a entrepris depuis 1998 sur les communes

d'Auzet et de Seyne-les-Alpes un programme d'étude et de recherche sur la Gélinotte des bois. Ces travaux sont financés par l'Union européenne, la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et le Conseil général des Alpes-de-Haute-Provence. L'ONCFS est à la fois maître d'ouvrage et maître d'œuvre du projet. L'ensemble des actions se déroule en partenariat avec les municipalités d'Auzet et de Seyne-les-Alpes, la FDC des Alpes-de-Haute-Provence, la DDAF des Alpes-de-Haute-provence et le bureau d'étude Bourjot Environnement. L'ONF est prestataire de service.

Les conditions de l'étude

La Gélinotte des bois (*Bonasa bonasia*) est une espèce difficile à dénombrer, de

part sa relative rareté (quelques couples aux 100 hectares) et son comportement discret qui la rendent difficile à détecter dans les habitats forestiers denses qu'elle fréquente.

Sur la zone d'étude d'Auzet/Seyne-les-Alpes (Alpes-de-Haute-Provence), où la densité de gélinottes est connue pour être relativement importante, différentes méthodes de comptages ont été mises en œuvre afin de suivre les tendances d'évolution de la population locale : comptage au rappel, battue en été, cartographie des territoires et recueil d'indices de présence (fèces).

Deux massifs ont été retenus (voir la **carte 1**) : le massif de Sansenu (150 ha de boisements mixtes riches en hêtres) et le massif de Fissac (330 ha de boisements résineux très pauvres en feuillus).

Les sites étudiés sont implantés dans un ensemble boisé de plusieurs milliers d'hectares entre 1 100 m et 1 960 m d'altitude, où 71 gélinottes équipées d'émetteurs ont été suivies de 1998 à 2002 (Montadert, 2005).

Dans cet article, nous proposons de comparer l'efficacité et la fiabilité de deux des méthodes les plus couramment utilisées : le rappel avec appeau sur itinéraires au printemps et la battue sans chien en été. De plus, une nouvelle méthode de suivi, basée sur le recueil d'indices de présence (fèces) est proposée pour un suivi local et régional des populations.

Les méthodes de dénombrement habituellement utilisées

a) – Le rappel avec appeau sur itinéraire au printemps

Objectif : recueillir un indice d'abondance avant reproduction.

Méthode : le protocole standardisé mis au point par l'ONCFS (Huboux *et al.*, 1994) consiste à parcourir un itinéraire en effectuant un arrêt (ou station) tous les 100 m. Sur chaque station, on procède à 6 appels (1 devant, 2 à droite, 2 à gauche et 1 derrière) espacés de 25 à



P. Léonard / ONCFS

Battue estivale sans chien.

30 secondes à l'aide d'un appeau métallique de type scandinave. Les observations suivantes sont comptabilisées comme : (1) **un seul coq** pour une gélinotte réagissant à l'appeau en chantant, en battant des ailes ou en s'approchant de l'observateur (les poules ne chantent que rarement et n'émettent pas le même chant que les mâles), (2) **un couple** pour deux gélinottes vues ensemble, (3) **un coq** pour un oiseau non sexé levé seul, (souvent un coq attiré par l'appeau). La prospection est réalisée au cours des mois de mars et d'avril, le matin de 7h00 à 11h30. Chaque itinéraire est répété trois fois.

L'indice de rappel est égal au nombre de coqs contactés pour 100 stations de rappel.

b) – La battue sans chien en été

Objectif : évaluer le succès de la reproduction et calculer la densité de la population adulte à l'échelle d'un massif forestier (quelques centaines d'hectares).

Méthode : le protocole suivant est une adaptation des « routes census » auparavant appliqués en Finlande (Rajala, 1966). La battue est composée d'une dizaine de personnes, avançant de front, sans chien. L'écart entre chaque rabatteur est d'environ 15 m. La battue est guidée par la personne en position centrale ; les rabatteurs extérieurs marquent le terrain à l'aide de petites banderoles de papier afin de recalculer correctement la battue de retour, ce qui permet la réalisation d'une battue couvrant la totalité d'un secteur.

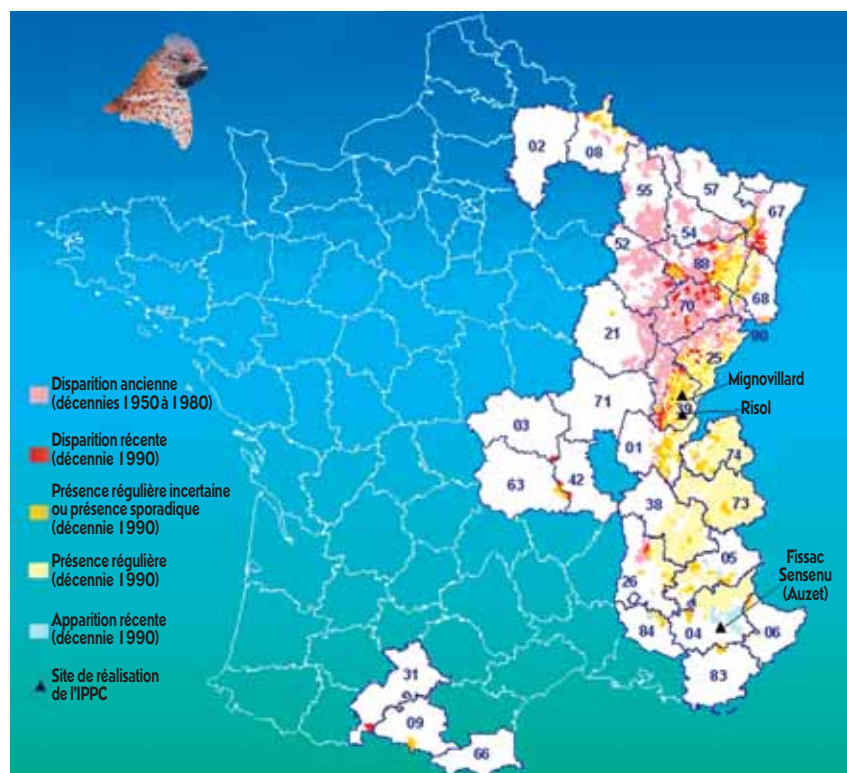
L'indice « battue » est égal au nombre de gélinottes adultes levées aux 100 ha. Le succès reproducteur est estimé par l'âge-ratio de la population levée (pourcentage de juvéniles levés sur l'ensemble des gélinottes (adultes + juvéniles) observées).

c) La cartographie des territoires, dite méthode des quadrats

Objectif : calculer une densité absolue de gélinottes cantonnées au printemps.

Méthode : elle consiste à cartographier tous les contacts de gélinottes obtenus lors de visites printanières répétées (5 à 20), effectuées sur un site d'étude donné. Dans le cas particulier de la Gélinotte, les observateurs compensent la rareté des observations directes par l'utilisation de l'appeau et par le recueil des indices de présence (fèces). La distribution spatiale des contacts permet de délimiter des cantons abritant un couple ou un individu seul. La densité est exprimée en nombre de couples cantonnés ou en nombre de territoires aux 100 ha.

Carte 1 – Evolution de la répartition communale de la Gélinotte des bois en France



Quelle est la fiabilité et l'efficacité de ces méthodes ?

La **fiabilité d'une méthode** se définit comme l'absence de biais. Quand l'objectif est de mesurer une densité absolue, la fiabilité ou justesse peut être évaluée en comparant l'estimation obtenue par la méthode à une population d'effectif connu (sur ou sous-estimation).

L'**efficacité d'une méthode** se définit comme le rapport entre la précision obtenue pour un coût donné (par exemple le nombre d'heures de travail par unité de surface). La précision peut être évaluée en répétant les comptages sur un même site, la même année, afin de calculer un coefficient de variation de variation des comptages. La précision influence

Figure 1 – Variation des indices d'abondance au rappel sur les 5 parcours de Sansenu et Fissac de 1999 à 2003

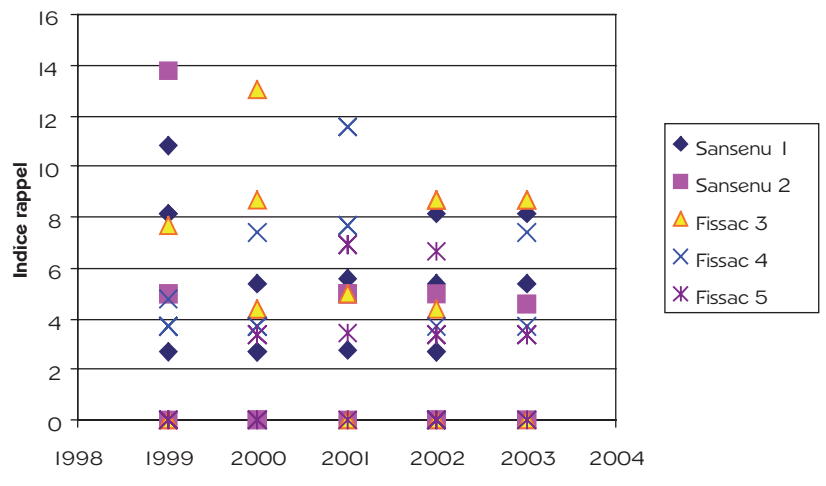
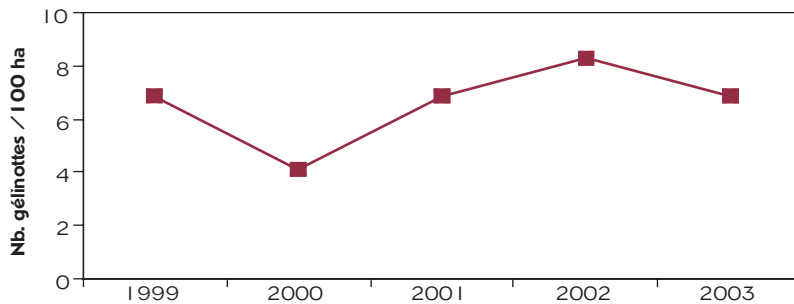


Figure 2 – Variation des densités de gélinottes adultes comptées en battue entre 1999 et 2003 dans le massif de Fissac (04)



directement la sensibilité de la méthode, c'est-à-dire sa capacité à détecter des différences de densité (au cours du temps sur un même site, ou la même année entre sites différents). Plus le coefficient de variation est élevé, moins la méthode est précise et sensible.

Les précisions des deux premières méthodes précitées (rappel avec appeau au printemps et battue estivale sans chien) ont été évaluées par le calcul des coefficients de variation. La justesse a quant à elle été évaluée : d'une part pour la battue, en comparant



ONCFS

Stagiaire effectuant un rappel avec appeau métallique.

l'indice de densité battue avec la densité absolue obtenue par la cartographie des territoires (voir point c p. 31) ; d'autre part pour les deux méthodes, en mesurant le pourcentage de mâles équipés d'émetteurs détectés (voir les encadrés 1 et 2).

Encadré 1 – Test de la réponse à l'appeau des mâles équipés

Le pourcentage de gélinottes mâles répondant au rappel a été évalué en étudiant la réaction de gélinottes mâles équipées d'émetteurs lors du rappel (**tableau 1**). Le protocole de test consistait à approcher sans déranger un mâle de gélinotte radio-équipé, à une distance de 30-50 m, puis à émettre une série de 12 strophes du chant du mâle à l'aide de l'appeau pendant 6 minutes et enfin, d'attendre en silence 4 minutes supplémentaires. Le temps de réaction éventuel de l'individu était noté précisément.

Tableau 1 – Taux de détection des mâles de Gélinotte équipés d'émetteurs en réponse à l'imitation de leur chant à l'aide d'un appeau

	Au bout de 3 minutes	Au bout de 6 minutes	Au bout de 10 minutes	Nombre d'essais
% de réponses	7 %	21 %	38 %	42

Au total, 42 essais sur 18 mâles différents ont été réalisés en mars et avril 1999, 2000 et 2001. On constate que très peu d'individus (7 %) ont été détectés pendant les 3 premières minutes correspondant au protocole standard de l'ONCFS, et seulement 21 % au bout de 6 minutes, durée qui correspond au temps de rappel utilisé en Suède par Swenson (1991). L'attente silencieuse supplémentaire de 4 minutes a permis de détecter finalement 38 % des oiseaux testés.

a) – Le rappel avec appeau sur itinéraires au printemps

Les comptages au rappel comprenaient 5 parcours (2 à Sansenu, 3 à Fissac) de 20 à 37 postes de rappel, répétés de 3 à 5 fois chaque saison (**figure 1 et tableau 2**).

Les résultats des comptages à l'appeau montrent une variation importante de l'indice récolté une même année, sur un même parcours, avec des coefficients de variation compris entre 23 % et 245 % selon les parcours et les années. Le coefficient de variation moyen de l'ensemble des comptages est de 110 %.

Tableau 2 – Résultats des comptages au rappel sur les massifs de Sansenu et Fissac (04) de 1999 à 2003

	1999		2000		2001		2002		2003	
	IR (IRmax)	CV	IR (IRmax)	CV	IR (IRmax)	CV	IR (IRmax)	CV	IR (IRmax)	CV
Sansenu 1	7,4 (10,8)	46 %	2,7 (5,4)	82 %	2,1 (5,6)	128 %	3,8 (8,1)	81 %	4,5 (8,1)	92 %
Sansenu 2	5,9 (13,8)	118 %	0 (0)	–	3,8 (5,0)	67 %	1,0 (5,0)	224 %	1,5 (4,5)	173 %
Fissac 3	1,9 (7,7)	245 %	7,6 (13,0)	55 %	1,3 (5,0)	200 %	6,1 (8,7)	64 %	5,8 (8,7)	87 %
Fissac 4	4,0 (4,8)	58 %	3,7 (7,4)	82 %	9,6 (11,5)	23 %	0,7 (3,7)	224 %	3,7 (7,4)	100 %
Fissac 5	0 (0)	–	1,7 (3,3)	115 %	4,3 (6,9)	77 %	2,7 (6,7)	105 %	2,2 (3,3)	87 %

IR : nombre de contacts moyens de coqs pour 100 postes de rappel.
 IRmax : nombre maximum de contacts de coqs pour 100 postes de rappel la même année.
 CV : coefficient de variation des comptages annuels.

Encadré 2 – Test d’observation des mâles équipés lors des battues

Entre 1999 et 2000, le comportement de 10 gélinottes équipées présentes sur le site de battue a été observé (8 mâles et 2 femelles). Quatre gélinottes sur 10 ont été détectées par la battue (40 %), les autres ont échappé aux observateurs en fuyant devant la battue ou en restant immobiles, cachées dans la végétation.

Le faible nombre de gélinottes femelles équipées n’a pas permis de voir si le taux de détection des nichées était différent des adultes non accompagnés de jeunes. Il est toutefois vraisemblable que les nichées suffisamment nombreuses (au moins 2 ou 3 jeunes) ont plus de chance d’être détectées que les adultes seuls ou en couple. D’autres observations ont aussi montré que les femelles accompagnées pouvaient parfois fuir avant les jeunes et n’être pas détectées, alors que les jeunes étaient levés à une dizaine de mètres. Ainsi, il est possible que la battue surestime régulièrement le succès reproducteur en manquant une plus grande proportion d’adultes que de jeunes.

b) – Les comptages en battue

Les battues ont été réalisées sur une partie du massif de Fissac, soit 145 ha entre 1999 et 2003 (figure 2). La densité moyenne sur les cinq années de comptages a été de 6,6 gélinottes adultes aux 100 ha.

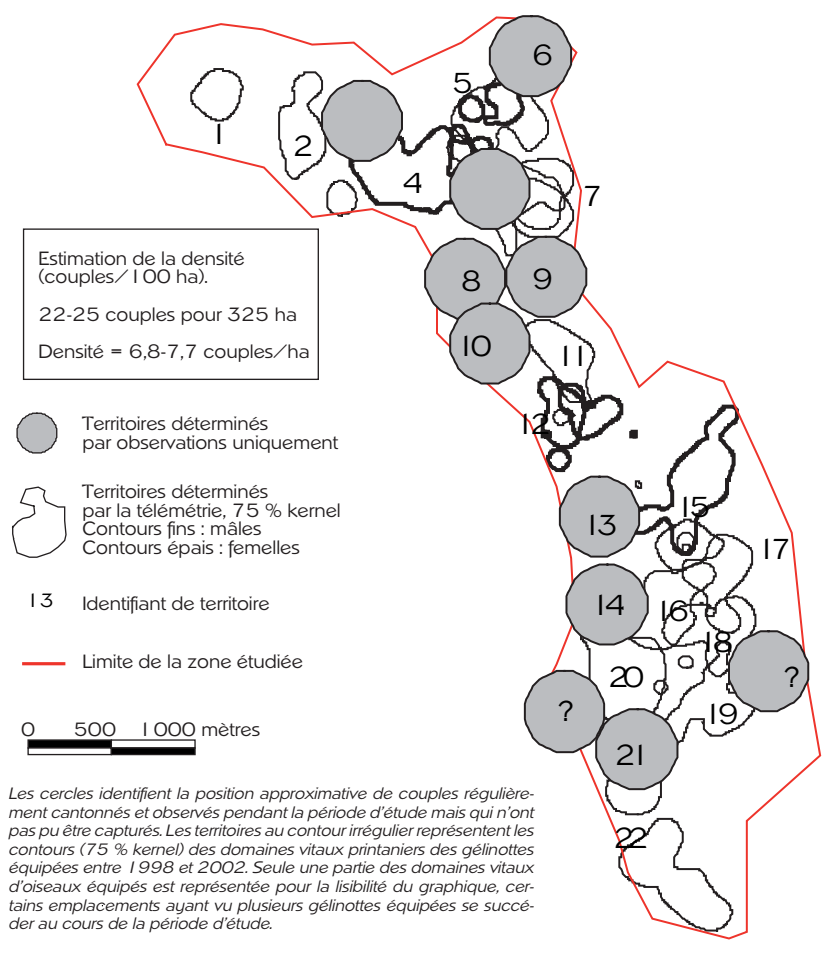
La comparaison de la densité obtenue par battue avec la densité réelle (voir point c ci-après) montre une sous-estimation systématique de la battue d’environ 50 %. Ce résultat a été confirmé par la mesure du taux de détection par la battue des gélinottes équipées d’émetteurs (encadré 2).

c) – Densité obtenue par la cartographie des territoires

La densité absolue au printemps a été obtenue en compilant et cartographiant toutes les observations de gélinottes, équipées ou non d’un émetteur, sur l’ensemble du massif entre 1998 et 2002. Les observations réalisées sur les oiseaux équipés, à savoir la taille des domaines vitaux printaniers, l’espacement entre territoires voisins un même printemps et la stabilité de l’occupation de l’espace des différents territoires par des individus différents au cours de la période d’étude, permettent de penser que le nombre et la répartition spatiale des différents territoires obtenus par cette cartographie reflètent assez précisément la densité printanière réelle (figure 3).

Ainsi, entre 22 et 25 territoires occupés potentiellement par un couple ont été identifiés sur une superficie totale de 325 ha, soit une estimation de densité réelle de 6,8 à 7,7 couples/100 ha (figure 3).

Figure 3 – Distribution spatiale des domaines vitaux des gélinottes dans le massif de Fissac (Synthèse des observations entre 1998 et 2002)



Ce chiffre doit être considéré comme une estimation maximale pour les femelles et minimale pour les mâles, du fait d'un sex-ratio printanier déséquilibré en faveur des mâles sur le site d'étude (environ 20 % de mâles surnuméraires).

Pour conclure...

La méthode du rappel à l'appel au printemps est apparue peu efficace, du fait de la grande imprécision des mesures associée à une faible probabilité de détection des oiseaux lors de l'application du protocole standard (**encadré 1**). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Huboux *et al.* (1994) dans différents sites des Alpes ; ils sont toutefois en contradiction avec le test de la méthode réalisé en Suède sur des oiseaux équipés d'émetteurs, qui trouve 80 % des mâles détectés en un seul passage avec des postes de rappel de 6 minutes (Swenson, 1991). Dans le Jura français et suisse, Desbrosses (1987 et 2002) et Mulhauser & Santiago (2003) soutiennent pour leur part l'intérêt du rappel comme méthode d'évaluation des densités et de mesure des tendances. Ces appréciations divergentes sont peut-être liées à des différences dans les protocoles appliqués (variation de la pression d'échantillonnage et de la mise en œuvre du rappel), ou à des variations comportementales des gélinottes liées au type d'habitat ou au statut de l'espèce (les populations de gélinottes de la Suède appartiennent à une autre sous-espèce que celles occupant le sud de l'Europe).

La méthode de la battue en été a posé des problèmes de mise en œuvre et d'interprétation des résultats sur le site de Fissac, du fait de la faible visibilité et des difficultés de cheminement dans ces forêts denses et pentues. Le faible taux de détection dans ce type d'habitat diminue la précision des mesures et donc la sensibilité aux variations d'effectifs. Ainsi, la comparaison des densités obtenues par la battue dans des habitats différents risque d'être biaisée par des différences probables de détectabilité des gélinottes. Enfin, les différences de détectabilité entre jeunes et adultes (**encadré 2**) risquent aussi d'introduire des biais systématiques dans l'estimation du succès reproducteur.

La méthode des quadrats n'a pas été réellement évaluée dans ce travail, car

l'utilisation de la télémétrie ne fait pas partie du protocole standard d'application des quadrats tel qu'il a été défini pour le dénombrement des oiseaux nicheurs (International Bird Census Committee, 1969). Bien que cette méthode ait été souvent utilisée pour estimer la densité printanière de populations de gélinottes (Bernard-Laurent & Magnani, 1994 ; Dronneau, 1984 ; Mulhauser & Santiago, 2000 ; Pakkala *et al.*, 1983 ; Wiesner *et al.*, 1977), la lourdeur de la méthode limite la superficie du site d'étude et les problèmes d'interprétation de la carte (identification des cantons) introduisent de la subjectivité dans l'estimation des effectifs présents, en l'absence d'identification individuelle des mâles territoriaux (Mulhauser & Zimmermann, 2003).

Une alternative : la recherche des indices de présence (fèces) au printemps

L'idée que l'abondance des fèces ou d'autres signes d'activité, laissés par une espèce animale donnée à l'intérieur d'un espace, puisse être utilisée pour quantifier l'abondance ou l'intensité de fréquentation de différents habitats n'est pas nouvelle, notamment chez les mammifères (Putman, 1984). Cependant, les dénombrements d'oiseaux font généralement appel à des techniques d'observations directes plutôt qu'à des indices de présence indirects, du fait de leur plus grande détectabilité visuelle et/ou auditive. Néanmoins, les oiseaux terrestres de grande ou de moyenne taille comme les tétraonidés laissent sur le terrain des fèces abondants et faciles à découvrir. Dès lors, il peut être intéressant d'utiliser les fèces comme indice d'abondance ou d'utilisation du milieu à certaines périodes. Le caractère discret de la Gélinotte des bois nous a d'autant plus incité à rechercher ce type d'indices de présence.

Ainsi, un des buts de ce travail sur les techniques de comptage a été de mettre au point un indice d'abondance basé sur la recherche des fèces au

printemps. Après différents essais de protocoles, en faisant varier le nombre et la taille des unités d'échantillonnage et le type d'indices de présence recherché, un protocole (décrit ci-après) a finalement été retenu.

La méthode des Indices de Présence sur Placettes Circulaires, dite IPPC

Objectif : obtenir un indice d'abondance permettant de suivre les tendances interannuelles sur un même site et de comparer les niveaux d'abondance entre sites.

Méthode : elle est basée sur la recherche des indices de présence. Elle consiste à échantillonner systématiquement 100 cercles d'un rayon maximal de 20 m disposés régulièrement (espacements de 200 m) à l'intérieur d'un massif forestier (premier point tiré au hasard). Si la superficie de la zone est inférieure à 400 ha, on peut éventuellement ramener la distance entre placettes à 100 ou 150 m.

La localisation de chaque point est chargée dans un GPS qui, utilisé sur le terrain, permet d'aller à leur emplacement (précision de 10 à 20 m). Sur chaque poste, on va rechercher les crottes de Gélinotte, en s'éloignant circulairement du point central, jusqu'à 20 m de rayon. La distance entre le centre du cercle et la première crotte trouvée est notée. Les crottes sont classées en fonction de leur âge en : fraîches (moins d'une semaine), récentes (moins d'un mois) et vieilles (crottes hivernales). La prospection s'arrête à la découverte de la première crotte récente ou fraîche trouvée. L'état de fraîcheur des crottes est évalué par leur aspect et leur contenu, les crottes de printemps étant assez facilement distinguables de celles d'hiver du fait du changement de régime alimentaire à cette saison (crottes fraîches de moins d'une semaine au printemps = encore humides, aspect verdâtre ou blanchâtre avec éléments noirs (saules), souvent pointues et enroulées, arquées du fait de l'alimentation plus digeste ;

Tableau 3 – Valeur de l'IPPC à Fissac (04), Mignovillard (39) et Risol (25)

	Fissac 2003	Fissac 2004	Mignovillard 2002	Mignovillard 2003	Risol 2003
IPPC	0,60	0,64	0,18	0,13	0,29
Nombre de placettes	57	192	102	54	51



P. Léonard/ONCFS

Fèces de Gélinoite en hiver (g.) et au printemps (d.). On note la différence d'aspect.

crottes récentes = mêmes caractéristiques que fraîches mais sèches ; crottes d'hiver = aspect marron, jaunâtre ou noir, forme typique légèrement arquée avec extrémité blanche.

Les relevés sont effectués après la fonte de la neige au printemps, mais avant que la pousse des herbes du sous-bois ne masque le sol. La période favorable à la prospection peut s'étendre sur environ 3-4 semaines entre le 15 mars et le 15 mai, selon la date de déneigement.

L'indice d'abondance est égal à la fréquence des placettes positives (présence d'au moins une crotte datant de moins d'un mois sur l'ensemble des placettes prospectées).

Après un premier essai en 2001, ce protocole a été appliqué sur le site de Fissac à partir de 2003 et dans trois autres sites à Mignovillard dans le Jura et Risol dans le Doubs (tableau 3).

Le site de Fissac, dont la densité réelle est l'une des plus fortes connues en Europe du Sud (Dronneau, 1984b), présente logiquement le plus fort IPPC, suivi du Risol puis de Mignovillard. Cette classification est cohérente avec celle obtenue lors des comptages en battue réalisés dans ces trois massifs, qui les positionnent dans le même ordre (tableau 4).

Ce protocole IPPC pourrait présenter certains avantages par rapport aux deux autres méthodes, battue et rappel, utilisées jusqu'à maintenant :

- la méthode est facile à standardiser et relativement aisée à mettre en œuvre dans des habitats variés ;
- sa fiabilité est probablement élevée avec un faible biais observateurs, pourvu qu'ils soient correctement formés au préalable ;

- sa sensibilité aux variations d'abondance réelle est probablement bonne, au moins dans les valeurs moyennes de la fréquence entre 20 et 80 % ;

- elle pourrait être plus sensible que les autres techniques dans le cas de populations à faible densité (moins de 2 couples/100 ha), à condition que le maillage de l'échantillonnage soit suffisamment dense pour que des points tombent obligatoirement dans un secteur fréquenté ;

- son coût temporel est assez faible, entre 10 et 20 heures pour prospecter 100 ha, ce qui permet de prospecter des superficies suffisantes pour englober une population locale (quelques centaines d'hectares).

Toutefois, un véritable test de la méthode reste à faire, à savoir l'étude des variations de l'indice le long d'un gradient d'abondance connu.

Tableau 4 – Résultats des comptages en battue de gélinittes des bois

(nombre d'adultes levés/100 ha) à Fissac (04), Risol (25) et Mignovillard (39)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Moyenne
Fissac (04)	-	-	-	-	6,9	4,1	6,9	8,3	6,9	6,6
Risol (25)	1,5	4,1	4,2	2,4	3,6	2,8	2,5	3,6	5,3	3,3
Mignovillard (39)	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-	0,12

Encadré 3 – Test de l'IPPC par modélisation

La distribution spatiale des fèces pour chaque territoire a été modélisée par une distribution bi-normale dont la moyenne a été positionnée sur le centre du territoire de chaque couple. L'écart-type de cette distribution a été déterminé en retenant la valeur qui, pour une distribution spatiale et une densité connue à Fissac en 2003, permettait d'obtenir un IPPC virtuel le plus proche de l'IPPC réel trouvé cette année-là. De plus, nous avons contrôlé que cet écart-type était cohérent avec le comportement spatial printanier des gélinottes équipées d'un émetteur sur ce site.

Une fois le modèle de distribution des fèces calibré, nous avons modélisé la distribution des fèces produits en un mois par une densité croissante de gélinottes (de 1 à 13 couples/100 ha), dans un espace virtuel de 400 ha où était disposé un réseau de 200 placettes IPPC. A chaque niveau de densité, le programme redistribuait aléatoirement 500 fois les « n » territoires (avec une contrainte de distance minimale de 200 m entre deux territoires voisins) et recalculait à chaque fois l'IPPC, ce qui permettait de calculer un coefficient de variation de l'indice pour une densité donnée.

Enfin, avec cette modélisation, nous avons réalisé une analyse de puissance de l'IPPC qui vise à mesurer la capacité de l'IPPC à détecter une tendance d'effectif sur une période d'étude donnée. A partir d'une densité virtuelle de 5, 4 et 3 couples/100 ha, nous avons calculé la probabilité que l'IPPC détecte, sur deux périodes de 5 et 10 ans, un taux de déclin constant annuel de 5, 10, 15, 20, 25 ou 30 %. Le programme réalisait 500 séries de comptages pour un taux de déclin et une période d'étude donnée et testait à chaque fois si la pente de la droite était différente de 0. La puissance était alors égale au pourcentage des 500 séries de comptages dont la pente était significativement différente de 0.

En l'absence de ce type de donnée, nous avons tenté d'étudier la relation densité réelle/indice IPPC en modélisant la production et la répartition spatiale des fèces d'une population « virtuelle » de gélinottes (encadré 3). Cette simulation a permis de montrer que l'IPPC calculé à partir de placettes de 15 ou 20 m de rayon commençait à saturer à partir de 8 couples/100 ha, mais variait rapidement et quasi linéairement pour des densités inférieures. L'IPPC calculé sur des placettes de 5 m de rayon montrait une réponse linéaire à tous les niveaux de densité, mais avec une pente trop faible pour être suffisamment sensible. Les simulations réalisées ont révélé par ailleurs qu'un déclin de 15 % annuel, sur une période de 5 ans (soit 44 % de déclin sur la période), était détecté avec une pression d'échantillonnage de 100 placettes, avec un risque de 6 %. Cette sensibilité théorique apparaît satisfaisante pour un objectif de suivi des tendances sur un même site.

La première approche, à savoir la mesure de l'IPPC le long d'un gradient d'abondance connue, reste extrêmement difficile à envisager puisqu'il n'existe pas de méthode standardisée suffisamment fiable et peu coûteuse pour évaluer la densité réelle d'une population de gélinottes. Toutefois, les nouvelles techniques moléculaires appliquées aux fèces (PCR et micro-satellites – Kohn & Wayne, 1997) pourraient permettre à présent d'évaluer correctement l'effectif réel par des techniques de capture-recapture appliquées aux fèces génotypés et, parallèlement, de voir comment se comporte l'IPPC.

Propositions pour la mise en place d'un suivi régional

Compte tenu des coûts de mise en œuvre, il est impossible d'estimer les populations de gélinottes en dénombrant des surfaces de plusieurs milliers d'hectares ; il est donc nécessaire d'échantillonner des unités plus réduites. Tout le problème réside alors dans l'extrapolation à l'échelle régionale des données obtenues à l'échelle locale. A cet égard, les deux approches ci-après sont envisageables (Ellison *et al.*, 1994).

1 – Les sites de références

Il s'agit de territoires de référence suffisamment grands pour permettre une estimation pertinente des tendances démographiques locales (plusieurs centaines d'hectares). Le problème est que le coût élevé du suivi limite le nombre de sites de référence possibles et donc la possibilité d'extrapoler les résultats. Cette approche est appliquée, en France, sous l'égide de l'Observatoire des Galliformes de Montagne (OGM), pour toutes les espèces de tétraonidés, dans l'arc alpin et dans les Pyrénées. Dans le cas de la Gélinotte des bois, outre les suivis exposés dans le présent article, trois autres sites dans les Alpes – Vuache (Ain), Rioufroid (Haute-Alpes) et Houches (Haute-Savoie) – sont suivis depuis 1987 par la méthode du rappel à l'appau (Huboux *et al.*, 1994).

De plus, trois ou quatre sites de 500 à 1 000 ha sont régulièrement comptés en battue dans le Massif jurassien : Risoux (39), Risol (25), Champfromier (01) et anciennement Mignovillard-Haute-Joux (39) – (Desbrosses (1996), Leclercq (1988) et données non publiées de B. Leclercq et M. Montadert

(Groupe Tétraz Jura), ONCFS, SDG de l'Ain et P. Lonchamp, FDC du Jura).

2 – Le sondage avec de nombreux sites échantillons

Ellison (1994) propose l'implantation de nombreux sites d'une cinquantaine d'hectares après une stratification des habitats potentiels, à la manière du suivi national effectué pour la Bécasse des bois en France (voir Ferrand, 1989).

Le problème principal de cette démarche réside dans l'élaboration de la stratification. Une simple stratification basée sur la délimitation des boisements entre 700 et 1 800 m d'altitude (frange altitudinale dans laquelle est rencontrée la Gélinotte en France) représentera des centaines de milliers d'hectares à échantillonner, avec potentiellement de grandes disparités d'abondance locale de l'espèce.

Le deuxième problème réside dans le choix de la méthode de comptage. Compte tenu des remarques précédentes, la battue en été et la méthode du rappel à l'appau semblent peu appropriées. Les deux méthodes risquent d'être peu fiables pour les populations à faibles densités, situation fréquemment rencontrée en France. La battue posera des problèmes de mise en œuvre et d'interprétation des résultats dans les massifs peu pénétrables (fortes pentes, densité du couvert). Les résultats du rappel sur une petite superficie seront peu fiables du fait du faible nombre de postes réalisés. Aussi, nous proposons l'application de la méthode IPPC.

Nous préconisons qu'un minimum de 100 points échantillons (1 point tous les 200 m) soit réalisé pour chacun des sites échantillonnés pour une superficie forestière de 400 ha, ce

qui nécessiterait de 4 à 7-8 jours de travail en fonction de l'abondance locale de l'espèce et de la pression d'échantillonnage choisie.

Un certain nombre de ces sites seraient implantés au sein d'une région de quelques centaines de km², présentant une certaine homogénéité géomorphologique et bio-climatique. A l'intérieur de cette région naturelle, une deuxième stratification pourrait être effectuée sur la base des types de boisements tels qu'ils sont définis et cartographiés par l'Inventaire forestier national. On éliminerait ainsi une partie de la variabilité d'abondance en identifiant des grands types de boisements en fonction des essences dominantes de la futaie (par exemple les boisements dominés par les résineux et/ou par les feuillus), et en échantillonnant séparément ces différents types de peuplements.

Dans ces strates, le choix doit être fait entre tirer aléatoirement chaque année un certain nombre de sites, ou sélectionner définitivement les sites qui seront donc prospectés chaque année.

La première solution présente l'avantage de couvrir au cours du temps une plus grande part de l'habitat potentiel de la zone naturelle et donc, après quelques années, d'avoir un meilleur aperçu de la variation spatiale des densités locales. Elle présente l'inconvénient de rendre plus difficile l'évaluation des tendances qui devra être réalisée en intégrant l'ensemble des sites.

Le choix du nombre de sites à compter dépendra bien sûr des moyens disponibles. Il reste cependant difficile de fixer un nombre *a priori*, sans évaluation de la variabilité inter-sites à l'intérieur de la région naturelle visée. Dans l'idéal, la phase de test devrait être l'occasion d'échantillonner un grand nombre de sites pour caractériser cette variation et d'étudier les facteurs susceptibles de l'influencer, afin, dans un deuxième temps, d'optimiser le plan d'échantillonnage.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. Roger Isoard, Maire d'Auzet, pour son accueil et son soutien, Dominique Melleton et tous ses collègues du Service départemental de l'ONCFS des Alpes-de-Haute-Provence

pour leur implication et leur aide à la réalisation de ce programme, Robert Yonnet, agent de l'ONF à Auzet, la Fédération départementale des chasseurs des Alpes-de-Haute-Provence et notamment son technicien François Normand, et tous les stagiaires qui ont participé à ces travaux.

Bibliographie

- Bernard-Laurent, A. & Magnani, Y. 1994. Statut, évolution et facteurs limitant les populations de gelinotte des bois (*Bonasa bonasia*) en France : synthèse bibliographique. *Gibier Faune Sauvage/ Game & Wildl.* Vol. II (H.S. Tome 1) : 5-38.
- Desbrosses, R. 1987. Les méthodes de dénombrement de populations de gelinottes des bois (*Bonasa bonasia* L.). *Actes du colloque galliformes de montagne SRETIE, Grenoble, France* : 53-68.
- 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. 2002. Réponses comportementales de la Gélinoite des bois *Bonasa bonasia* à l'utilisation du rappel. *Alauda* 70 : 131-136.
- Dronneau, C. 1984a. Premiers résultats sur l'écologie de la Gélinoite des bois dans les Vosges. *Ciconia* 8 : 57-59.
- Dronneau, C. 1984b. La gelinotte des bois (*Bonasa bonasia* L.) : synthèse bibliographique : première partie. *Bull. Mens. ONC* 76 : 33-41.
- Ellison, L., Léonard, P. & Huboux, R. 1994. Méthodes de dénombrement de la Gélinoite des bois (*Bonasa bonasia*) et propositions pour un suivi régional. *Gibier Faune Sauvage/ Game & Wildl.* II : 63-74.
- Ferrand, Y. 1989. Contribution à l'étude du comportement du mâle de bécasse des bois *Scolopax rusticola* L. en période de reproduction : Méthodes de dénombrement. Thèse Doct., Univ. Montpellier III. 203 p.
- Huboux, R., Léonard, P. & Ellison, L. 1994. Valeur de la méthode du rappel sur itinéraire pour le suivi des populations de mâles de gelinotte des bois (*Bonasa bonasia*). *Gibier Faune Sauvage/ Game & Wildl.* II : 1-19.
- International Bird Census Committee. 1969. Recommendations for an interna-

tional standard for a mapping method in bird census work. *Bird Study* 16 : 248-255.

– Kohn, M.H. & Wayne, R.K. 1997. Facts from feces revisited. *Trends in Ecology and Evolution* 12 : 223-227.

– Leclercq, B. 1988. Premières données sur la comparaison de la dynamique des populations de grand tétras (*Tetrao urogallus*) et de gelinotte des bois (*Bonasa bonasia*) d'un même massif forestier du Haut-Jura. *Gibier Faune Sauvage* 5 : 273-288.

– 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 Doct., Univ. Franche-Comté, Besançon, France. 353 p.

– Mulhauser, B. & Santiago, S. 2003. Le dénombrement des populations de gelinotte des bois *Bonasa bonasia* par couplage de la méthode rappel et de la recherche d'indices. *Alauda* 71 : 227-235.

– Mulhauser, B. & Zimmermann, J.-L. 2003. Recognition of male hazel grouse *Bonasa bonasia* by their song. *Bull. Soc. Neuchât. Sc. Nat.* 126 : 107-119.

– Pakkala, T., Tiainen, J., Linden, H., Piironen, J., Vickholm, M. & Virolainen, E. 1983. A comparison of different methods in censusing the hazel grouse. *Annales Zoologici Fennici* 20 : 25-29.

– Putman, R.J. 1984. Facts from faeces. *Mammal Review* 14 : 79-97.

– Rajala, P. 1966. Metsäkanalintujen määräästä ja esiintymisestä eri maastotyyppillä Oulun läänissä vuonna 1966 suoritetun kompassilinja-arvioinnin mukaan. (In Finnish with English summary : [The number of tetraonids birds and their occurrence in various habitats types in the Oulu district according to route-census]). *Suomen Riista* 19 : 130-144.

– Swenson, J.E. 1991. Evaluation of a density index for territorial male Hazel Grouse *Bonasa bonasia* in spring and autumn. *Ornis Fennica* 68 : 57-65.

– Wiesner, J., Bergmann, H.-H., Klaus, S. & Müller, F. 1977. Siedlungsdichte und Habitatstruktur des Haselhuhns (*Bonasa bonasia*) im Waldgebiet von Bialowieza (Polen). (In German with English summary : [Population density and habitat structure of the hazel hen in the woodlands of Bialowieza, Poland]). *Journ. für Ornithologie* 11 (8) : 1-20. ■