

utilisés par 44 compagnies de perdrix grises des Pyrénées, *Perdix perdix hispaniensis*, a été évaluée à l'aide de données relevées sur points d'observation. Les milieux utilisés par cette sous-espèce au cours de la période d'automne et d'hiver avaient les caractéristiques suivantes : une altitude moyenne de 1 705 m, des pentes raides, une exposition au nord, un couvert végétal de buissons à genêts à balais, *Cytisus scoparius*. Le nombre moyen de perdrix par groupe familial s'est élevé à 7,44 individus ( $n = 44$ , valeurs extrêmes 2-20). Des données provenant des tableaux de chasse des dix dernières années montrent une baisse importante de l'effectif moyen de perdrix (grises, et rouges, *Alectoris rufa*) tuées à la chasse.

#### DEMOGRAPHIE UND MILIEUBENUTZUNG DES PYRENÄISCHEN REBHUHNS (*PERDIX PERDIX HISPANIENSIS*) IM KANTABRISCHEN GEBIRGE

E. JUNCO RUIZ und J. REQUE KILCHENMANN

**SCHLÜSSELWÖRTER :** pyrenäisches Rebhuhn, *Perdix perdix hispaniensis*, Milieubnutzung, Demographie, Jagdstrecke, Familiengruppe, kantabrisches Gebirge, Spanien.

#### ZUSAMMENFASSUNG

23 verschiedene, an den Südabhängigen des kantabrischen Gebirges (Nordspanien) gelegene Zonen, mit einer Gesamtfläche von 5 250 ha, wurden während der Jagdsaison 1994 untersucht. Die Zusammensetzung der Habitate, die von 44 Ketten von pyrenäischen Rebhühnern, *Perdix perdix hispaniensis*, benutzt wurden, wurde mit Hilfe von Daten bewertet, die an bestimmten Beobachtungspunkten aufgenommen worden sind. Die von dieser Unterart im Herbst und Winter besuchten Milieus hatten folgende Eigenschaften : mittlere Höhe von 1 705 m, steile Abhänge, nördlich ausgerichtet und Strauchbewuchs aus Besenginster, *Cytisus scoparius*. Die mittlere Anzahl an Rebhühnern pro Familiengruppe betrug 7,44 Individuen ( $n = 44$ , Extremwerte 2-20). Die aus den Jagdstrecken der letzten 10 Jahre entnommenen Daten weisen auf einen erheblichen Rückgang der Durchschnittszahl an bei der Jagd erlegten Reb- und Rothühnern, *Alectoris rufa*, hin.

## MODÈLES DE PRÉDICTION DES DENSITÉS PRINTANIÈRES DE PERDRIX GRISES (*PERDIX PERDIX*) ET ROUGES (*ALECTORIS RUFA*) DANS LE MASSIF CENTRAL

F. RANOUX

Office national de la chasse, Station Massif Central 163, boulevard Charcot,  
F-63000 Clermont-Ferrand  
Adresse actuelle : La Couarde, F-03210 Bresnay

**MOTS-CLÉS :** Perdrix grise, *Perdix perdix*, perdrix rouge, *Alectoris rufa*, densité, printemps, modèle de prédiction, facteur du milieu, habitat, Massif central, France.

#### RÉSUMÉ

Puisque le milieu influence la dynamique des populations de perdrix grises, *Perdix perdix*, et de perdrix rouges, *Alectoris rufa*, peut-on expliquer les variations spatiales de leur abondance au printemps à partir d'une quantification de quelques éléments du milieu, et construire ainsi un modèle prédictif pouvant servir pour la gestion cynégétique ? À la suite d'opérations de reconstitution des populations puis de gestion cynégétique concertée, les couples de ces deux espèces ont été dénombrés, entre 1978 et 1988, sur un échantillon de 142 communes réparties dans différentes zones de polyculture-élevage appartenant à sept départements du nord du Massif central. La mesure simple de 22 variables, caractérisant divers facteurs du milieu, a permis de bâtir un modèle de prédiction de la densité des couples, par régression linéaire multiple, à partir des variables lui étant le plus significativement corrélées. La densité de référence utilisée par commune a été la densité moyenne d'au moins trois densités annuelles demeurant stables. La densité moyenne sur l'ensemble des communes s'est élevée à 2,7 couples de perdrix grises aux 100 ha (variation 0,0 à 12,6;  $n = 51$  communes) et à 2,2 couples de perdrix rouges pour 100 ha (variation 0,0 à 5,3;  $n = 91$  communes). La densité en perdrix grises apparaît, dans ces milieux bocagers, liée positivement à la richesse du milieu en cultures et en couverts et, négativement, à la quantité d'interfaces bois/milieu ouvert. La densité en perdrix rouges est également plus forte dans les milieux riches en cultures, friches et vignes, mais semble, de plus, limitée par des facteurs climatiques. La densité est d'autant plus forte que le climat est plus chaud et plus sec. La précision des estimations de potentialités à l'aide de ces modèles paraît suffisante pour envisager leur utilisation lors des zonages préalable aux opérations de reconstitution de populations ou de gestion cynégétique concertée.

## I. INTRODUCTION

Dans le Massif central, à l'exception du Bourbonnais et de la Limagne, les populations de perdrix grises, *Perdix perdix*, et de perdrix rouges, *Alectoris rufa*, subsistaient, à la fin des années soixante-dix et au début des années quatre-vingts, en quantités très faibles, voire nulles, comme en témoignent les enquêtes effectuées à l'époque sur les stocks reproducteurs (GARRIGUES, 1981; FARTHOUCAT, 1983) et sur les tableaux de chasse (BIRKAN, 1986; RICCI et BIADI, 1986). Cette situation désastreuse a été attribuée aux modifications considérables de l'habitat qui avaient eu lieu (HAVET, 1982; LARTIGES et MALLET, 1983). Depuis, des opérations de repeuplement et de gestion ont permis aux populations de remonter et de se stabiliser (PÉROUX, 1989; HAVET et BIADI, 1990). Cependant, les densités actuelles restent, dans la majorité des cas, très en dessous de la capacité d'accueil supposée du milieu, en raison d'une mauvaise gestion ou de prélèvements excessifs par la chasse certaines années.

Outre des variations de densités au cours du temps, on note des variations très importantes de densités d'un territoire à un autre, à l'intérieur de l'aire de répartition des deux espèces. Le milieu est un facteur primordial pour les perdrix, aussi bien pour la quête de la nourriture (RICCI et GARRIGUES, 1986; ONC, 1988; BIRKAN et JACOB, 1988) que pour la recherche de protection contre les prédateurs et les intempéries, ou le choix du site du nid (RANDS, 1986, 1987; BERGER, 1987). On a notamment mis en évidence des corrélations significatives entre les surfaces en culture (essentiellement céréalières) et les densités de perdrix, ainsi qu'une très grande influence du couvert végétal (haies, bosquets, banquettes herbeuses, etc.) sur celles-ci. En conséquence, on peut en conclure que le territoire le plus favorable à la perdrix serait constitué d'une mosaïque de cultures diversifiées entrecoupées de couverts plus denses.

S'il paraît établi que les densités de perdrix sont étroitement liées aux éléments du milieu, il subsiste néanmoins de nombreuses incertitudes concernant l'importance relative des différents éléments du milieu et concernant leurs actions complémentaires sur la dynamique des populations, dans des régions herbagères et de polyculture-élevage telles que celles que l'on rencontre dans le Massif central. En effet, si plusieurs modèles monofactoriels ont pu être construits (NOVAKOVA et HANZL, 1974; LARTIGES, 1984; BIRKAN, 1985; RICCI, 1986), ils ne peuvent à eux seuls rendre compte de la situation d'une population. Des analyses multidimensionnelles faisant intervenir plusieurs « variables » de milieu ont bien été réalisées (GINDRE et ALLION, 1971; REITZ et BERGER, 1989), mais elles portaient sur des données récoltées dans des secteurs de grande plaine, et ne peuvent donc pas être appliquées à celles du Massif central.

La levée de ces incertitudes peut être obtenue par l'établissement, à partir des éléments du milieu, d'un modèle de détermination des densités de couples de perdrix présents au printemps, pouvant servir à la gestion du patrimoine cynégétique. C'est ce que nous avons fait à partir de données

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Chaque année, entre 1978 et 1988, des opérations de gestion des populations de perdrix (renforcement des populations, repeuplements, limitation des prélèvements, aménagements cynégétiques, etc.) ont été réalisées, le plus souvent dans le cadre de Groupements d'intérêt cynégétique. À la suite de ces opérations, des recensements exhaustifs, par battues à blanc et enquêtes auprès des agriculteurs (BIRKAN, 1979; FARTHOUCAT, 1981; PÉROUX *et al.*, 1990), des couples de perdrix présents au printemps ont été effectués sur près de 150 communes réparties dans le nord du Massif central (PÉROUX, 1989). Ces communes, réparties sur sept départements (Allier, Cantal, Creuse, Loire, Haute-Loire, Puy-de-Dôme et Haute-Vienne), représentent une superficie totale de 250 000 ha (figure 1). Dans ces territoires, on retrouve toute la diversité des paysages du Massif central, tels que les bocages vallonnés de moyenne altitude (300 m à 1 100 m) à dominante herbagère des Combrailles, de la Marche et du Cantal, et les plaines et plateaux de polyculture-élevage du Velay, du Val d'Allier et du Forez. En moyenne, les cultures ne représentent que 25 % de la surface agricole utilisée (variant de 1 % à 65 %).

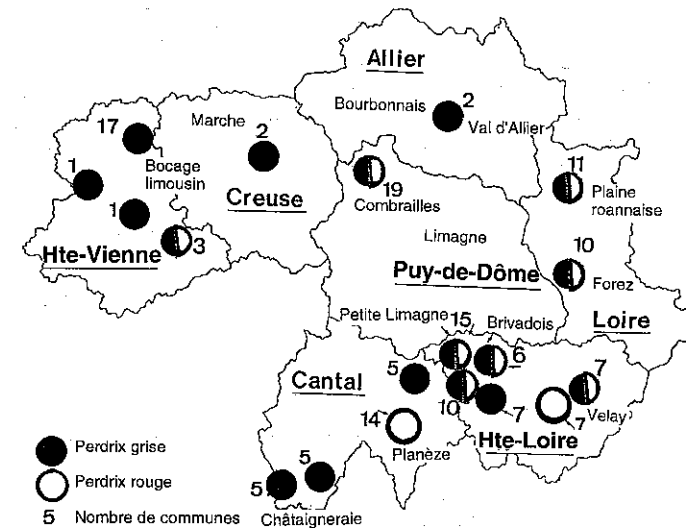


Figure 1. Carte de situation des communes étudiées dans sept départements du nord du Massif central, et nombre de communes en fonction de l'espèce présente : perdrix grise, *Perdix perdix*, et/ou perdrix rouge, *Alectoris rufa*.

Figure 1: Map showing the locations of the studied 'communes' in seven departments in the northern part of the Massif Central, and the number of 'communes' for each species.

## II.1. CHOIX DES TERRITOIRES

L'aire géographique retenue comme unité d'échantillonnage a donc été la commune. Si elle ne reflète pas nécessairement une réalité biologique dans la répartition des deux espèces, elle permet néanmoins une simplification de la collecte des données. En effet, les recensements de couples sont comptabilisés par commune. De même, les statistiques agricoles du Recensement général de l'agriculture (RGA) sont éditées à l'échelle communale.

Comme, certaines années, la qualité des recensements était très approximative, il a fallu effectuer un tri parmi les communes, afin d'avoir l'approche la plus précise possible de la densité. Ainsi, ont été éliminées de l'étude les années pour lesquelles les effectifs avaient varié de plus de 50 % par rapport à l'année précédente et/ou pour lesquelles les résultats ont été considérés comme peu fiables par les techniciens de terrain. De plus, on a considéré qu'il fallait au moins trois années de recensement pendant lesquelles les effectifs étaient connus avec une bonne précision pour calculer une densité moyenne d'oiseaux.

Par ailleurs, la réussite de la reproduction de l'année précédente peut jouer un rôle important dans la variation annuelle du nombre de couples au printemps. La corrélation entre le nombre de jeunes par couple en été et la variation du nombre de couples d'un printemps à l'autre sur les territoires d'étude a été calculée. Il semble que la densité en perdrix grises soit assez sensible à la réussite de la reproduction ( $r = 0,59$ ;  $P 0,001$ ), ce qui rend la mesure de la densité moyenne plus délicate. Par contre, pour la perdrix rouge, il existe peut-être des phénomènes d'autorégulation plus importants, car il n'y a pas de corrélation significative entre ces deux variables ( $r = 0,13$ ;  $n = 56$ ).

Enfin, on a recherché les communes dont les effectifs semblaient se stabiliser à un niveau que l'on pense être un maximum. De ce fait, celles où les populations se trouvaient en début de reconstitution n'ont pas été conservées. Cinquante et une communes pour la perdrix grise et 91 communes pour la perdrix rouge, dont 30 comportant les deux espèces, ont été conservées pour l'analyse.

## II.2. EXPRESSION ET CALCUL DE LA DENSITÉ MOYENNE

La densité moyenne de perdrix pour chaque commune a été exprimée en nombre de couples présents au printemps aux 100 ha de superficie de référence.

Elle a été calculée en faisant la moyenne des densités pour les années retenues.

Les surfaces communales totales (STC) ont été recueillies auprès du cadastre, de même que les surfaces boisées (SBC) qui représentent près de

eau (STC - SBC - SBE), qui est plus représentative des milieux « utiles » aux perdrix.

Sur notre échantillon de communes, les densités de perdrix étaient malgré tout assez faibles, comparées à celles du Bassin parisien pour la perdrix grise et à celles du Midi pour la perdrix rouge. Ces densités ont varié de 0,0 à 12,6 couples de perdrix grises aux 100 ha (moyenne : 2,7) et de 0,0 à 5,3 couples de perdrix rouges aux 100 ha (moyenne : 2,2).

## II.3. CHOIX DES VARIABLES DE MILIEU

Le choix des éléments du milieu s'est fait en fonction de deux critères. Ces éléments devaient être facilement mesurables et devaient correspondre à des facteurs susceptibles d'avoir une influence sur la répartition des deux espèces. Le cadastre, le Recensement général de l'agriculture (RGA, 1989) et les cartes de l'Institut géographique national (IGN) au 1/25 000 ont servi de base aux mesures. Ainsi, 22 variables de milieu ont pu être mesurées. Elles ont été regroupées en quatre groupes (tableau I) :

- variables d'assolement, exprimées en pourcentages de la superficie agricole utilisée (SAU) (LARTIGES, 1984; RICCI, 1986; ONC, 1988) et en pourcentages de l'indice de diversité agricole maximum de Shannon (BIRKAN, 1985; RANOUX, 1989);
- variables de boisement, exprimées en pourcentages de surfaces en bois et en longueurs de lisières (RANOUX, 1989) et mesurées sur les cartes IGN à l'aide d'un curvimètre;
- variables de « bordures » ou de présences de haies, banquettes herbeuses, limites entre deux parcelles, talus, chemins, etc., avec ou sans présence d'arbres (RANDS, 1986; BERGER et MARCHANDEAU, 1988; REITZ, 1991), exprimées sous forme d'indices kilométriques d'abondance (IKA) et mesurées sur les cartes IGN au 1/25 000;
- variables de conditions abiotiques telles que l'altitude moyenne, la vigueur du relief, la pluviométrie moyenne annuelle et la température moyenne annuelle (NOVAKOVA et HANZL, 1974; BIRKAN, 1985; RICCI, 1986) observées sur des cartes régionales (IGN et météorologiques).

## II.4. MÉTHODES D'ANALYSE

Les analyses statistiques successives ont été réalisées distinctement pour les deux espèces. Dans un premier temps, sur chaque échantillon de communes, environ un tiers d'entre elles ont été tirées au sort, pour être utilisées ultérieurement lors de la validation des modèles obtenus par régression linéaire multiple.

Dans un second temps, on a déterminé des « groupes » indépendants de variables liées entre elles, ce qui a permis de dégager les principaux types de milieux rencontrés. La projection de la variable « densité de perdrix » (variable dépendante) a permis de déterminer les milieux « favorables »

TABLEAU I

Valeurs moyennes des variables de milieu utilisées pour établir des modèles prédictifs de densité printanière des perdrix grises, *Perdix perdix*, et rouges, *Alectoris rufa*, dans le nord du Massif central (142 communes, environ 250 000 ha, 1978-1988)

TABLE I

Mean values of the habitat variables used to design models predicting grey partridge, *Perdix perdix*, and red-legged partridge, *Alectoris rufa*, pair densities in spring in the Massif Central (142 'communes', some 250,000 ha, 1978-1988). Habitat variables used: rotation cropping: 1. cereals (CER), 2. maize (MAI), 3. rape (COL), 4. weeded plant crops (SAR), 5. vine (VIG), 6. prairies (PRA), 7. heathlands, fallow lands (LAN), 8. all crops (CUL), 9. winter crops (CUH), 10. spring crops (CUP), 11. crops without maize (CAM), 12. vine, heathlands, fallow lands (VLF), 13. miscellaneous agricultural uses (DIA); woods: 14. surface of wooded areas (PSB), 15. length of forest edges (LIS); edges: 16. high vegetation edges (BOA), 17. low vegetation edges (BOB), 18. total edges (BOR); abiotic variables: 19. altitude (ALT), 20. annual rainfall (PLU), 21. relief (REL), 22. mean temperature (TEM).

Symbole	Variable	Unité	Source	Moyenne
<b>Assolement</b>				
1 CER	Céréales	% SAU	RGA	15,3
2 MAI	Maïs	-id.-	-id.-	4,5
3 COL	Colza	-id.-	-id.-	0,9
4 SAR	Plantes sarclées	-id.-	-id.-	2,6
5 VIG	Vignes	-id.-	-id.-	0,5
6 PRA	Prairies	-id.-	-id.-	71,9
7 LAN	Landes, friches	%SAU+LAN	-id.-	5,1
8 CUL	Cultures totales	%CUP +CUH	-id.-	23,3
9 CUH	Cultures d'hiver	%CER + COL	-id.-	16,2
10 CUP	Cultures de printemps	SAR + MAI	-id.-	7,1
11 CAM	Cultures sans maïs	SAR + CUH	-id.-	18,7
12 VLF	Vignes, landes, friches	VIG + LAN	-id.-	4,6
13 DIA	Diversité agricole	Indice (1)	-id.-	0,40
<b>Bois</b>				
14 PSB	Surface en bois	% STC	Cadastre	19,6
15 LIS	Longueur de lisières de bois	m/100 ha	IGN	250 m
<b>Bordures</b>				
16 BOA	Bordures hautes	I.K.A.	IGN	2,2
17 BOB	Bordures basses	I.K.A.	-id.-	3,8
18 BOR	Bordures totales	BOA + BOB	-id.-	6,0
<b>Variables abiotiques</b>				
19 ALT	Altitude	m	Cadastre	576
20 PLU	Pluviométrie annuelle	mm	Cartes	800
21 REL	Relief	m	IGN	56
22TEM	Température moyen.	°C	Cartes	9,5

Les variables ont été soumises ensuite à une analyse de régression linéaire multiple progressive, afin de faire ressortir des modèles dans lesquels la variable expliquée était la densité de perdrix, et les variables explicatives, les éléments du milieu. La variable la plus corrélée aux densités a été entrée la première dans le modèle et, selon le principe de la régression progressive, nous avons recherché les autres facteurs qui permettaient de réduire la part non expliquée de la variation de la densité.

Sur l'échantillon de communes prévu à cet effet, nous avons fait une validation des modèles établis, c'est-à-dire que nous avons comparé la valeur de la densité observée à la valeur théorique calculée par le modèle.

### III. RÉSULTATS

#### III.1. LA PERDRIX GRISE

L'analyse des coefficients de corrélation nous montre que, d'une manière générale, ce sont les cultures (céréales en particulier) qui sont les plus significativement corrélées aux densités, de même que l'abondance des bordures basses (tableau II). Par ailleurs, la présence de bois et de bordures

TABLEAU II

Coefficients de corrélation entre les densités de perdrix rouge, *Alectoris rufa*, et grises, *Perdix perdix*, et les différentes variables du milieu (voir tableau I) mesurées dans 142 communes du nord du Massif central (environ 250 000 ha) entre 1978 et 1988. Analyse de régression linéaire multiple progressive.

TABLE II

Coefficients of correlation between red-legged partridge, *Alectoris rufa*, and grey partridge, *Perdix perdix*, densities and the different habitat variables (see TABLE I) measured in 142 'communes' in the northern part of the Massif Central (some 250,000 ha) between 1978 and 1988. Progressive multiple linear regression analysis.

Variable	Coefficient de corrélation P. rouge	Coefficient de corrélation P. grise	Variable	Coefficient de corrélation P. rouge	Coefficient de corrélation P. grise
CER	0,66***	0,68***	VLF	0,44***	-0,14 ns
MAI	0,17 ns	0,43***	DIA	0,59***	0,63***
COL	0,45***	0,45***	PSB	-0,13 ns	-0,43***
SAR	0,39***	0,39***	LIS	0,10 ns	-0,40**
VIG	0,14 ns	0,05 ns	BOA	-0,12 ns	-0,27 ns
PRA	0,51***	-0,66***	BOB	0,20 ns	0,28*
LAN	0,43***	-0,17 ns	BOR	0,16 ns	0,10 ns
CUL	0,72***	0,66***	ALT	-0,11 ns	-0,17 ns
CUH	0,67***	0,67***	PLU	-0,68***	-0,34*
CUP	0,43***	0,52***	REL	-0,14 ns	-0,39*
CAM	0,75***	0,70***	TEM	0,49***	0,26 ns

arborées ainsi qu'un relief accentué apparaissent également très corrélés avec la densité, mais négativement.

L'ACP réalisée avec 22 variables descriptives sur 34 individus permet de dégager quatre grands types de milieux :

- les milieux cultivés (céréales et autres cultures) et diversifiés (diversité agricole élevée et présence de couverts bas), caractéristiques des plaines et plateaux de polyculture-élevage (Petite Limagne, Velay);
- les milieux à dominante herbagère et assez arrosés, caractérisant les bocages de basse montagne (Planèze, Combrailles, Forez);
- les milieux ouverts (absence de lisières et de bordures arborées) et à relief peu accentué (Planèze, Petite Limagne, Velay, Plaine roannaise) et enfin,
- les milieux plus fermés (présence importante de lisières de bois - boisement très morcelé - et de haies hautes) et à relief plus marqué (Combrailles, Forez).

Il apparaît que le milieu de prédilection des perdrix grises est un paysage ouvert de plaines et de plateaux, d'autant plus favorable que les cultures y sont plus abondantes.

Le facteur le plus corrélé aux densités est, en effet, le facteur « cultures autres que maïs » (*CAM*). Il a été le premier à être introduit dans le modèle de régression linéaire. Vient ensuite, le facteur « longueur de lisière » (*LIS*) qui explique une part importante de la variance totale. Enfin, on peut noter que la présence de bordures basses (*BOB*) apporte une part significative dans la régression. Les autres variables n'apportent aucune explication significative au modèle qui permet alors d'expliquer 96 % de la variance totale et s'écrit comme suit (modèle « perdrix grise ») :

$$D_g = (0,231 * CAM) - (0,175 * LIS) + (0,263 * BOB) + 0,38$$

Coefficient de détermination :  $R^2 = 0,96$   $P < 0,001$

où :  $D_g$  est la densité de perdrix grises; *CAM*, le pourcentage de cultures autres que le maïs dans la SAU; *LIS*, la longueur de lisières de bois aux 100 ha et *BOB*, le nombre d'interfaces au kilomètre de haies, talus, limites entre deux parcelles, chemins, etc., dépourvus d'arbres.

L'analyse des résidus (écarts entre les densités observées et calculées) ne permet pas de déceler d'anomalies importantes (écart type résiduel :  $S_r = 0,64$ ; 30 dl).

La validation du modèle sur un échantillon indépendant de 17 individus montre que la corrélation entre les valeurs observées et les valeurs calculées est très significative ( $r = 0,94$ ;  $P < 0,001$ ). La comparaison de la pente de la droite de régression du nuage de points et la droite théorique de type  $Y = X$  ne révèle pas de discordances significatives ( $t = 0,492$ ; ns), ce qui permet de constater à une bonne valeur prédictive du modèle.

### III.2. LA PERDRIX ROUGE

significatives avec les variables climatiques annuelles (températures et précipitations) ainsi qu'avec l'abondance en friches et landes et en éléments de bordures.

L'ACP réalisée sur 61 individus et 22 variables descriptives permet de distinguer trois types de milieux :

- les milieux cultivés de plaine et de faible altitude, au climat plus continental (Val d'Allier, Petite Limagne);
- le bocage humide (à l'ouest du Massif : Chataigneraie, Combrailles, Limousin) et
- les milieux intermédiaires de côtes (relief accentué) orientés souvent à l'est du Massif (faible pluviométrie), où l'agriculture traditionnelle et les vignes ont plus ou moins laissé la place aux bois, aux friches et aux jachères (Côteaux du Forez, du Brivadois et du Jarez).

Parmi ces différents milieux, la perdrix rouge semble avoir une prédilection pour les plaines et les plateaux cultivés de basse altitude, ainsi que pour les côtes en friches, pour peu que ceux-ci soient encore un peu cultivés, ensoleillés et relativement secs.

En effet, ce sont les cultures autres que le maïs (*CAM*) qui sont les plus corrélées aux densités. Elles ont été entrées les premières dans la régression progressive. Ont été entrées ensuite : l'abondance en friches et en vignes (*VLF*) ainsi que la pluviométrie annuelle moyenne (*PLU*). Ces trois variables expliquent la plus grande part de la variance totale. Enfin, la température moyenne annuelle (*TEM*) et les bordures totales (*BOR*) apportent une contribution significative au modèle définitif qui explique 83 % de la variance totale et qui peut s'écrire comme suit (modèle « perdrix rouge ») :

$$D_r = (0,047 * CAM) + (0,052 * VLF) + (0,215 * BOR) + (0,437 * TEM) - (0,0029 * PLU) - 2,1$$

Coefficient de détermination :  $R^2 = 0,81$  ( $P < 0,001$ )

où :  $D_r$  est la densité de perdrix rouges; *CAM*, les cultures autres que le maïs; *VLF*, les vignes, friches, landes et jachères; *BOR*, les bordures (hautes et basses); *TEM*, la température annuelle moyenne et *PLU*, la pluviométrie annuelle moyenne.

L'analyse des résidus ne révèle pas d'anomalies particulières (écart type résiduel :  $S_r = 0,54$ ; 55 ddl).

La validation de ce modèle sur l'échantillon de 30 individus prévu à cet effet, donne un coefficient de corrélation entre les valeurs observées et les valeurs calculées très significatif ( $r = 0,83$ ;  $P < 0,001$ ). La comparaison de la pente de la droite avec la droite théorique  $Y = X$  permet de constater une bonne valeur prédictive du modèle ( $t = 1,178$ ; ns).

## IV. DISCUSSION

### IV.1. LA PERDRIX GRISE

D'après le modèle, les cultures et les bordures basses sont liées positivement à la densité, et la longueur de lisières de bois, négativement. Ces trois variables expliquent 96 % de la variation des densités de perdrix grises. Par conséquent, la densité en perdrix grises sera d'autant plus élevée que le milieu sera plus riche en cultures et en couverts bas, et qu'il sera plus pauvre en lisières de bois.

Les cultures représentent l'élément prépondérant dans la dynamique de l'espèce, comme cela avait déjà été remarqué dans le Bassin parisien (BIRKAN, 1985; RICCI et GARRIGUES, 1986). En effet, les cultures, et essentiellement les céréales d'hiver, sont une source importante de nourriture. On peut être surpris de l'absence du maïs dans le modèle. Ceci peut s'expliquer du fait que c'est une culture très souvent associée à l'élevage dans le Massif central (exception faite de la Limagne) et par conséquent aux prairies ( $r = 0,55$ ;  $P < 0,001$ ). De plus, les parcelles ensemencées en maïs laissent place bien souvent à un sol nu peu propice aux perdrix pendant la période hivernale. Même si cette culture peut offrir un couvert non négligeable en été, elle est rarement un facteur limitant dans ces régions bocagères.

Si, dans le Bassin parisien, les perdrix grises fréquentent volontiers les bosquets et les lisières (BIRKAN et JACOB, 1988), la présence de ceux-ci en trop grand nombre, apparaît comme un facteur limitant important dans le Massif central. En effet, le morcellement des bois, caractérisé par la longueur de lisière traduit la fermeture du milieu. Les bois en eux-mêmes ne sont pas favorables aux perdrix grises (BIRKAN et JACOB, 1988), mais c'est plutôt le milieu existant à proximité qui est favorable, d'où la notion de « présence-proximité » (RANOUX, 1989). Ceci paraît somme toute logique car, si l'on observe les exigences écologiques de l'espèce, on constate que le domaine de prédilection de la perdrix grise est la « steppe » et les grandes plaines ouvertes (BIRKAN, 1988). Le Massif central se situe, lui, en limite sud de l'aire de répartition de l'espèce et, mise à part la vallée de l'Allier, on y rencontre peu de grandes plaines.

Labondance des bordures reste un élément favorable pour la protection des oiseaux et la nidification (RANDS, 1986; BERGER et MARCHANDEAU, 1988), même si c'est un facteur assez peu limitant dans le Massif central (malgré un important remembrement), comparé aux immenses parcelles dépourvues de haies rencontrées dans le nord de la France notamment. En revanche, le point important est la nature de ces bordures. Le couvert offert par les bordures « basses » est peut-être plus favorable que les bordures « hautes » (RANDS, 1986), car c'est surtout la présence d'arbres dans ces éléments de bordure qui joue un rôle négatif en contribuant un peu plus à la fermeture du milieu et à la présence de prédateurs.

Cependant, la mesure de la quantité de bordures en fonction de leur nature est incertaine. En effet, l'observation de celles-ci sur les cartes IGN demeure très aléatoire du fait qu'il est pratiquement impossible de différencier la nature

naissance plus précise de la qualité des bordures, grâce à une autre méthode de mesure, permettrait de mieux cerner l'impact de ce facteur sur l'espèce.

Enfin, aucun facteur climatique n'apporte de part significative au modèle. Il semblerait que la perdrix grise soit relativement peu sensible aux conditions climatiques rudes (neige en particulier) du fait de son caractère « continental ». C'est pourquoi on rencontre des populations de perdrix grises (1 à 2 couples aux 100 ha) à plus de 1 000 mètres d'altitude dans le Cantal sur la Planèze de St-Flour (Cantal), malgré la quasi-absence de cultures.

### IV.2. LA PERDRIX ROUGE

D'après le modèle, les abondances élevées de cultures, de parcelles en friche, vigne et jachère, et de bordures, les températures moyennes élevées et les précipitations moyennes faibles permettent d'expliquer 83 % de la variation des densités de perdrix rouges. Par conséquent, la densité de perdrix rouges sera d'autant plus forte que le milieu sera plus riche en cultures, friches, vignes et bordures, et que le climat sera plus chaud et plus sec en moyenne.

Pour les mêmes raisons que la perdrix grise, les cultures autres que le maïs restent l'élément le plus important dans la dynamique des populations. On comprend que les vignes et jachères soient favorables aux perdrix rouges car elles recèlent une grande diversité de ressources alimentaires et de couverts. En revanche, on comprend moins bien que les surfaces en friches et en landes improductives (source RGA) soient favorables à la perdrix rouge dans ces régions bocagères. Elles sont souvent le résultat de l'abandon de l'agriculture, et les parcelles ainsi abandonnées laissent place à une végétation plus ou moins dense, souvent peuplée de broussailles et d'espèces végétales diverses. Si, durant les premières années, ce milieu peut-être utilisé par les perdrix à cause de sa grande diversité spécifique, il devient, au cours du temps, plus dense et plus arbustif, ce qui ne correspond plus aux exigences écologiques de l'espèce (RANDS, 1986; BERGER et MARCHANDEAU, 1988).

Dans le même temps, on se rend compte que la nature des friches varie d'une zone climatique à l'autre. On peut remarquer que de « fortes » densités de perdrix rouges (jusqu'à 5 couples aux 100 ha) sont rencontrées dans les zones sèches et ensoleillées à dominance de ronces, *Rubus* sp., de genêts, *Genista* sp., et de plantes herbacées, dans la haute vallée de l'Allier (Haute-Loire), qui ne sont pas sans rappeler certains milieux de garrigues du sud de la France. En revanche, les perdrix rouges sont beaucoup moins denses dans les zones plus humides où il y a de la callune, *Calluna* sp., du genévrier, *Juniperus* sp., et de la fougère (Cantal, Limousin). Cette différence de valeur des friches suivant leur « âge » et leur répartition bioclimatique est impossible à mettre en évidence par le Recensement général de l'agriculture, ce qui explique en partie certains résidus suspects dans la construction du modèle (valeur calculée très supérieure à la valeur observée). De plus, ces friches sont celles détenues par des agriculteurs (méthode

Par ailleurs, si la présence de bordures est tout aussi importante pour les deux espèces et pour les mêmes raisons, la nature de celles-ci ne laissent pas entrevoir de grandes préférences pour la perdrix rouge. Même si la diversité des différents types de bordures aurait pu être mieux appréhendée dans cette étude, on peut tout de même penser que la perdrix rouge est moins sensible à la fermeture du milieu, pour peu que le milieu permette encore les déplacements des oiseaux, empêchant l'isolement des populations, et donc les risques liés à la consanguinité et à l'atteinte d'un niveau de population trop faible pour permettre sa survie.

Les résultats montrent une grande influence des facteurs climatiques sur la densité. Les densités semblent diminuer avec la température moyenne annuelle. BIRKAN (1983, 1990) avait déjà remarqué le rôle de la température en montrant que la limite nord de l'aire de répartition de la perdrix rouge en France coïncidait avec l'isotherme de 2 °C de janvier, et la limite est, avec l'isotherme de 8 °C de mars. Dans le Massif central, l'altitude aidant, les isothermes de novembre à avril correspondent à ceux-là. Il aurait donc sans doute été plus intéressant d'inclure, dans les analyses, les températures relevées pendant la période hivernale, plutôt que les températures moyennes annuelles.

La pluviométrie annuelle moyenne est aussi un facteur limitant. Ceci se comprend si l'on observe l'aire de répartition méditerranéenne de l'espèce. Celle-ci est caractérisée, d'un point de vue climatique, par des températures douces en hiver et des précipitations faibles. Là encore, le Massif central se situe en limite de l'aire de répartition. Le climat est le plus souvent de type semi-montagnard, caractérisé par des précipitations élevées avec de la neige en hiver ainsi que des températures basses, amplifiées par l'altitude.

## V. CONCLUSION

Les effectifs de perdrix présents au printemps sont intimement liés au milieu qui les accueille. La densité moyenne obtenue sur plusieurs années dans une population stabilisée peut s'apparenter à la capacité d'accueil (en milieu chassé), et ce malgré des variations annuelles parfois importantes. Mais la densité, telle qu'elle a été mesurée reflète-t-elle au mieux la capacité d'accueil du milieu ? Il est certain qu'elle est tributaire de plusieurs événements. Tout d'abord, elle varie au gré de conditions climatiques hivernales exceptionnelles dont les effets sont difficilement mesurables. Ces effets peuvent néanmoins être atténués sur une longue période, période dont on ne dispose pas toujours dans l'échantillon étudié (six ans seulement en moyenne).

Ensuite, des prélèvements excessifs certaines années peuvent conduire à une diminution du nombre de couples au printemps suivant. Cette hypothèse est assez peu probable sur les territoires étudiés car les tableaux de chasse réalisés ont été pratiquement toujours en dessous des objectifs de

néanmoins raisonnable de vouloir en faire une assez bonne approche à partir des éléments qui la conditionnent.

Les deux modèles présentés devraient permettre, à des utilisateurs de territoires de chasse suffisamment vastes, de prédire assez facilement la densité maximum de couples de perdrix qu'il pourraient obtenir en année moyenne, dans le but de gérer leur patrimoine ou d'envisager un éventuel repeuplement. Ils ne peuvent bien entendu être utilisables que dans des milieux proches de ceux du Massif central. On peut toutefois regretter que l'on ait pas inclus, dans la construction des modèles, des communes à fortes densités, telles celles de la Limagne où les capacités d'accueil devraient être de l'ordre de 20 à 25 couples de perdrix grises aux 100 ha, et celles des côteaux viticoles de l'Allier avec des capacités d'accueil probables de 8 à 10 couples de perdrix rouges aux 100 ha. De plus, ces modèles pourraient être améliorés par des mesures plus fines de certains éléments du milieu (les friches et les bordures) et par l'amélioration du calcul de la densité moyenne, grâce à des mesures de densité effectuées sur un nombre plus élevé d'années.

## BIBLIOGRAPHIE

- BERGER F. (1987). – Contribution à l'étude du rôle des haies pour la perdrix rouge (*Alectoris rufa*). Gibier Faune Sauvage, 4 : 67-81.
- BERGER F. & MARCHANDEAU S. (1988). – Domaine vital, occupation du milieu et comportement social chez la perdrix rouge (*Alectoris rufa* L.) en automne au nord de son aire de répartition en France. Gibier Faune Sauvage, 5 : 467-473.
- BIADI F. (1985). – Méthodes d'approches de la capacité territoriale pour le petit gibier. In : Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, 1995, Brussels, Belgium, S.A. de CROMBRUGGHE, ed. Ministry of agriculture : 17-21.
- BIRKAN M. (1979). – Perdrix grises et rouges de chasse et d'élevage. La Maison Rustique (Flammarion), Paris, 126 p.
- BIRKAN M. (1983). – Influence de l'Homme sur la répartition géographique de quelques espèces de gallinacés-gibiers en France. Comptes Rendus de la Société de Biogéographie, 59 : 369-382.
- BIRKAN M. (1985). – Dynamique de populations et relation avec l'occupation du milieu par la perdrix grise (*Perdix perdix*). In : Transactions of the XVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, 1995, Brussels, Belgium, S.A. de CROMBRUGGHE, ed. Ministry of agriculture : 927-934.
- BIRKAN M. (1986). – Le prélèvement de perdrix grises en France, saison 1983-1984. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 108 : 3-10.
- BIRKAN M. (1988). – La perdrix grise. Supplément au Bull. Mens. Off. Natl. Chasse n° 123, fiche n° 44, 8 p.
- BIRKAN M. (1990). – La perdrix rouge. Brochure technique de l'Off. Natl. Chasse, 10, 36 p.
- BIRKAN M. & JACOB M. (1988). – La perdrix grise. Hatier, Paris, 284 p.
- FARTHOUAT J.P. (1981). – Expérimentations de méthodes de recensement des perdrix rouges (*Alectoris rufa*) dans le sud de la France. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 49 : 24-31.
- FARTHOUAT J.P. (1983). – Résultats des expériences menées en France sur la perdrix rouge (*Alectoris rufa*). Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 69 : 10-15.
- GARRIGUES R. (1981). – Enquête nationale perdrix grise. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 43 : 13-23.



- GINDRE R. & ALLION Y. (1971). – Le petit gibier de plaine dans un secteur du Gâtinais-Est. Contribution à l'estimation des potentialités de son habitat. In: Actes du Xe Congrès de l'Union Internationale des Biologistes du Gibier, Paris. Off. Natl. Chasse, Paris : 53-57.
- HAVET P. (1982). – L'agriculture française et son impact sur le petit gibier. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 62 : 33-54.
- HAVET P. & BIADI F. (1990). – Réintroductions et soutiens de populations d'espèces de petit gibier. Revue d'Écologie (La Terre et la Vie), Supplément 5 : 261-289.
- LARTIGES A. (1984). – Estimation de la capacité d'accueil d'un milieu pour la perdrix en vue d'un repeuplement. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 83 : 21-22.
- LARTIGES A. & MALLET C. (1983). – Conséquences sur le petit gibier de l'évolution de l'agriculture française. Bulletin Technique d'Information du Ministère de l'Agriculture, Paris, 377/378 : 103-117.
- NOVAKOVA E. & HANZL R. (1974). – Contribution à la détermination du potentiel biogénique pour l'aménagement de certains animaux gibier. Quaestiones Geobiologicae, 13 : 6-81.
- OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE (1988). – Valeur actuelle pour la faune des différentes cultures et des éléments fixes du paysage. Supplément au Bull. Mens. Off. Natl. Chasse n° 125, fiche n°47, 6 p.
- PÉROUX R. (1989). – Évolution des populations de perdrix rouges et de perdrix grises après les opérations de repeuplement effectuées dans la région Auvergne-Limousin. Rapport Off. Natl. Chasse, Clermont-Ferrand, 21 p.
- PÉROUX R., LARTIGES A., VALÉRY M., MARTIN P., FOMBELLE G. & LAMBERET D. (1990). – Un outil pour l'estimation des effectifs de perdrix au printemps dans le cas de faibles densités : l'enquête auprès des agriculteurs. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 146 : 7-20.
- RANDS M.R.W. (1986). – Effect of the hedgerow characteristics on partridge breeding densities. Journal of Applied Ecology, 23 : 479-487.
- RANDS M.R.W. (1987). – Hedgerow management for the conservation of partridges (*Perdix perdix* and *Alectoris rufa*). Biol. Conserv., 40 : 127-139.
- RANOUX F. (1989). – Mise en place d'un modèle de détermination de la capacité d'accueil d'un territoire de chasse pour la perdrix grise (*Perdix perdix*) et la perdrix rouge (*Alectoris rufa*) dans le Nord Massif Central. Rapport École Nationale des Industries Techniques Agricoles, Dijon, 73 p.
- RECENSEMENT GÉNÉRAL DE L'AGRICULTURE (1989). – Ministère de l'Agriculture, Paris.
- REITZ F. (1991). – Étude des relations perdrix grise (*Perdix perdix*) – milieu agricole en Picardie. Rapport Off. Natl. Chasse, Paris.
- REITZ F. & BERGER F. (1989). – La valeur d'un territoire de chasse ou d'une région naturelle pour la perdrix rouge : sa détermination par la consultation d'un Système-Expert. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 134 : 10-14.
- RICCI J.C. (1986). – Écologie des populations de perdrix rouges (*Alectoris rufa*). Cahier Technique Off. Natl. Chasse, 2, 37 p.
- RICCI J.C. & BIADI F. (1986). – Le prélèvement cynégétique de perdrix rouges en France, saison 1983-1984. Bull. Mens. Off. Natl. Chasse, 108 : 11-16.
- RICCI J.C. & GARRIGUES R. (1986). – Influence de certaines caractéristiques des agrosystèmes sur les populations de perdrix grises (*Perdix perdix* L.) dans la région Nord-Bassin parisien. Gibier Faune Sauvage, 3 : 369-392.

## MODELS TO PREDICT GREY (*PERDIX PERDIX*) AND RED-LEGGED (*ALECTORIS RUF A*) PARTIDGE SPRING DENSITIES IN THE MASSIF CENTRAL

F. RANOUX

**KEY WORDS :** Grey partridge, *Perdix perdix*, red-legged partridge, *Alectoris rufa*, density, spring, model of prediction, habitat factor, habitat, Massif Central, France.

### ABSTRACT

Since grey, *Perdix perdix*, and red-legged partridge, *Alectoris rufa*, population dynamics are affected by habitat, the question arises whether changes in their spatial distribution and numerical abundance in spring could be evaluated by measurement of certain habitat characteristics. These measures could become simple tools for planning and implementing game management techniques. To this purpose, after restocking and appropriate management of the existing populations, the number of pairs in these two species were counted in spring between 1978 and 1988 in a sampling area comprising 142 "communes", situated in a region of mixed-farming and breeding stretching over seven of the "departments" of the northern part of the Massif Central. The simple measurement of 22 habitat variables, characterizing various habitat factors, enabled to develop a model for predicting pair density by multiple linear regression, based on the variables with the highest significant degree of correlation. The reference density for the "commune" was the mean density of at least three annual densities that had remained stable. The mean density for all "communes" was 2.7 grey partridge pairs per 100 ha (range of variation 0.0 – 12.6;  $n = 51$  "communes") and 2.2 pairs of red-legged partridge pairs per 100 ha (range of variation 0.0 – 5.3;  $n = 91$  "communes"). In these bocage habitats, the grey partridge is sensitive both to habitat diversity (croplands, cover) and structure (degree of habitat closure, few forest/open habitat egdes). Red-legged partridge populations, also, are more abundant in habitats of high ecological diversity (croplands, set-asides, vinelands). Besides that, however, it seems that their numbers are affected by weather conditions. Density is the more higher when the climate is warmer and drier. The validity of these models to evaluate the carrying capacity of a habitat appears satisfactory enough to consider their use for zonation of the area before conducting any restocking or game management operations.



## MODELLE ZUR VORHERSSAGE DER REBHUHN- (*PERDIX PERDIX*) UND ROTHUHN DICHTEN (*ALECTORIS RUFA*) IM ZENTRALMASSIV

F. RANOUX

**SCHLÜSSELWÖRTER:** Rebhuhn, *Perdix perdix*, Rothuhn, *Alectoris rufa*, Dichte, Frühjahr, Modell zur Vorhersage, Milieufaktor, Habitat, Zentralmassiv, Frankreich.

### ZUSAMMENFASSUNG

Da das Milieu die Populationsdynamik des Rebhuhns, *Perdix perdix*, sowie die des Rothuhns, *Alectoris rufa*, beeinflusst, kann man dann die räumlichen Variationen ihrer Abundanz im Frühjahr mit der Quantifizierung einiger Milieufaktoren erklären und so ein Modell zur Vorhersage erstellen, das der Jagdhege dienen kann? Im Anschluß an Maßnahmen zum Bestandaufstockung und danach einer konzertierten Jagdhege, wurden die Paare der beiden Arten zwischen 1978 und 1988 in einem Probegebiet von 142 Gemeinden erhoben, die in verschiedenen Zonen von Polykultur- Aufzucht verteilt wurden und zu sieben Departements des nördlichen Zentralmassivs gehören. Die einfache Messung von 22 Variablen, die verschiedene Milieufaktoren charakterisieren, ermöglichte es, ein Modell zur Vorhersage der Paardichte über lineare mehrfache Regression ausgehend von den ihm am signifikantesten verbundenen Variablen zu erstellen. Die benutzte Bezugssdichte für jede Gemeinde war die durchschnittliche Dichte, die aus mindestens drei beständigen Jahresdichten errechnet wurde. Die mittlere Dichte bezogen auf die Gesamtheit der Gemeinden betrug 2,7 Rebhuhnpaare auf 100 ha (Abweichung 0,0 bis 12,6; n = 51 Gemeinden) und 2,2 Rothuhnpaare auf 100 ha (Abweichung 0,0 bis 5,3; n = 91 Gemeinden). Die Rebhuhndichte scheint in dieser Heckenlandschaft mit der Menge an Kulturen und an Vegetation positiv verbunden zu sein, und mit der Anzahl an Schnittstellen Wald/offenes Gelände negativ verbunden zu sein. Die Dichte an Rothühnern ist ebenfalls höher in Gebieten, die reich an Ackern, brachgelegten Geländen und Weinbergen sind, scheint aber außerdem von klimatischen Faktoren beeinflusst zu sein. Die Dichte ist umso höher, je wärmer und trockener das Klima ist. Die Präzision der Potential-Schätzungen mit Hilfe dieser Modelle scheint ausreichend, um ihre Nutzung bei den Zoneneinteilung, die der Bestandaufstockung oder der konzertierten Jagdhege vorausgehen, ins Auge zu fassen.

## SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET GESTION DE LA PERDRIX ROUGE (*ALECTORIS RUFA*) DANS LA PLAINE VITICOLE DE L'HÉRAULT (FRANCE)

V. PEIRO(\*) et C.P. BLANC

Laboratoire de Zoogéographie, Université Montpellier 3, B.P. 5043, F-34032 Montpellier Cedex 1.  
(\*) Adresse actuelle: Dept Ecologia, Universidad de Alicante, Ap. Correus 99, 03080 Alacant, España

**MOTS-CLÉS:** Perdrix rouge, *Alectoris rufa*, système d'information géographique, abondance des perdrix, évolution des effectifs de perdrix, cynégétique, milieu, climat, modèle, potentialité du milieu en perdrix, plaine viticole, Hérault, France.

### RÉSUMÉ

L'objectif de cet article est de préciser les étapes de l'élaboration d'un système d'information géographique (SIG) conçu spécialement pour la perdrix rouge, *Alectoris rufa*, et de montrer son application à l'analyse géographique régionale de l'abondance et à la gestion cynégétique à l'échelle de la plaine viticole de l'Hérault. L'organigramme et les niveaux opérationnels de la mise en œuvre du SIG réalisé pour la région agricole considérée sont précisés. L'unité géographique d'analyse retenue est la commune. Ce SIG et deux modèles prédictifs par analyse discriminante ont été développés pour analyser la répartition, l'abondance en 1987 et l'évolution depuis 1980 de la perdrix rouge par rapport aux facteurs déterminants de la gestion cynégétique et du macro-habitat. Les résultats obtenus sont critiqués en fonction de l'échelle d'étude, de la qualité des données analysées et de l'intérêt du SIG comme outil d'aide à la gestion d'une ressource gibier. Une abondance moyenne (4-5 couples/100 ha) et une stabilité des effectifs de perdrix rouge sont les plus représentatives de la plaine viticole de l'Hérault. La majorité des communes présentant une forte abondance et des effectifs en augmentation (observée et potentielle) depuis 1980 sont situées dans l'ouest et le sud-ouest de cette région agricole. Les variables cynégétiques et du macro-habitat les plus explicatives de la répartition et de l'abondance/évolution concernent principalement les réserves de chasse ainsi que les surfaces toujours en herbe et en vigne. Le SIG conçu est un outil performant pour l'analyse de la relation de l'espèce avec les facteurs cynégétiques et environnementaux, mais celui-ci peut être encore amélioré. D'autres sources d'information sur la perdrix rouge, comme l'échantillonnage sur le terrain, et d'autres techniques de modélisation mériteraient d'être évaluées.