

COMPARAISON DE TROIS MÉTHODES DE DÉNOMBREMENT DE PERDRIX (*ALECTORIS RUF*A ET *PERDIX PERDIX*) EN MILIEU BOCAGER

J.-C. BRUN, P. CHE et J. AUBINEAU
Office National de la Chasse
Centre National d'Etude et de Recherche Appliquée
sur la Petite Faune Sédentaire de Plaine
Station de l'Ouest
25, rue Louis-Lumière, F 44000 NANTES

MOTS CLÉS: Perdrix grise (*Perdix perdix*), Perdrix rouge (*Alectoris rufa*), dénombrement, méthode, comparaison, bocage, reproductibilité, efficacité.

RÉSUMÉ

*L'étude porte sur des populations de perdrix grises (*Perdix perdix*) et rouges (*Alectoris rufa*) en milieu bocager.*

Les auteurs comparent trois méthodes de dénombrement : la prospection des linéaires, les comptages sur terres nues et l'enquête auprès des agriculteurs.

Alors que le modèle liant la densité aux résultats des comptages sur terres nues n'apporte pas entière satisfaction, en particulier pour les territoires à faible densité de perdrix, la prospection des linéaires permet un suivi efficace des populations. Elle fournit un indice d'abondance relié à la densité par l'équation $I = 0,66 D$ dans les conditions standard décrites.

Le rendement de l'enquête auprès des agriculteurs baisse au-delà d'une densité de 6 à 7 couples/km². Cependant, celle-ci mérite des études plus poussées, le recueil des données n'ayant pu être réalisé dans les conditions optimales.

I. INTRODUCTION

La gestion des espèces d'animaux chassables nécessite la connaissance des effectifs des populations ou, à défaut, de leurs variations. Elle passe le plus souvent par la mise au point d'une méthode de dénombrement, absolue ou relative, des reproducteurs.

Lorsque deux espèces voisines cohabitent, comme c'est le cas pour la Perdrix grise (*Perdix perdix*) et la Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) en Vendée et en Loire-Atlantique, cette méthode doit être adaptée aux deux espèces.

Deux méthodes de « dénombrement absolu » sont le plus communément employées :

— La battue à blanc, utilisée en été par MIDDLETON (1935), a été reprise en France par de nombreux auteurs pour des dénombrements de printemps, aussi bien pour la Perdrix grise (PÉPIN et BIRKAN, 1981 ; ESTIENNE, 1988) que pour la Perdrix rouge (LESCOURRET, 1980 ; RICCI, 1982).

— L'observation continue est souvent employée lorsque les effectifs des populations sont faibles (OCHANDO-BLEDA, 1975 ; PÉPIN, 1983).

D'autres méthodes fournissent un indice d'abondance, plus ou moins directement lié à la densité. Trois méthodes parcellaires ont ainsi été utilisées en milieu bocager :

— PÉPIN et BIRKAN (1981) ont établi une relation liant les résultats obtenus par la méthode des bandes-échantillons à ceux obtenus par la battue à blanc, pour la Perdrix grise. Cette méthode a été reprise par AUBINEAU en Vendée pour les deux espèces (AUBINEAU et TETAUD, 1982).

— De nombreuses versions de l'enquête auprès des agriculteurs ont été utilisées ; citons FARTHOUAT (1983) et POUPINEAU (1986).

— Enfin, une méthode basée sur la prospection des linéaires a été mise au point par AUBINEAU, TESSON et BRUN et est décrite dans le présent article.

Parmi les autres méthodes, il faut signaler celles des Indices Kilométriques d'Abondance (IKA) (FERRY et FROCHOT, 1958 ; BURNHAM et al., 1980) et des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) (BLONDEL et al., 1970). Dérivée de cette dernière méthode, l'émission de chants pré-enregistrés a fait l'objet de nombreuses études, tant en France (LANAU 1979 ; LESCOURRET, 1980 ; RICCI, 1982) qu'aux USA (ROTELLA et RATTI, 1986 ; MOYLES et LESTER, 1987).

En milieu bocager, des contraintes physiques empêchent la réalisation des IKA et des IPA : le périmètre de perception d'un observateur est fonction du milieu et est souvent très faible. Aussi faut-il se rabattre sur des méthodes parcellaires.

Sur quatre territoires de Vendée et de Loire-Atlantique, trois méthodes de dénombrement, choisies parmi celles citées, ont été mises en place :

- une méthode de prospection des linéaires ;
- une méthode d'enquête auprès des agriculteurs ;
- une méthode de comptages sur terres nues, dérivée de l'observation continue.

Le but de cet article est de comparer ces trois méthodes, la battue à blanc étant utilisée comme méthode de référence.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. LES TERRITOIRES D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée sur quatre Groupements d'Intérêt Cynégétique (GIC) répartis sur deux départements de l'Ouest de la France :

- en Loire-Atlantique
 - GIC du Canal Brivet ; 170 km²
 - GIC de la Vallée de l'Isac ; 210 km²
- en Vendée
 - GIC du Bas Bocage Nord-Yonnais ; 150 km²
 - GIC du Pays Mareuillais ; 105 km²

Ces territoires, décrits par BRUN et AUBINEAU (1989), sont caractérisés par un relief peu marqué, un climat océanique typique et un bocage plus ou moins dense associé à un élevage laitier dominant.

II.2. LES POPULATIONS DE PERDRIX

Les populations de perdrix grises et rouges cohabitent dans des proportions variables : 80 % de perdrix grises en Loire-Atlantique, 50 % sur le GIC du Pays Mareuillais et 20 % sur celui du Bas Bocage Nord-Yonnais.

Des problèmes d'identification dus à la ressemblance entre les deux espèces nous ont conduits à ne considérer que le total des perdrix observées lors des comptages, sans tenir compte des effectifs de chacune des deux espèces.

On considère que les populations de perdrix sont naturelles, bien que des lâchers aient été effectués jusqu'en 1984 sur le GIC du Bas Bocage Nord-Yonnais et jusqu'en 1986 sur les autres (BRUN et AUBINEAU, op. cit.). Les oiseaux d'élevage étant lâchés au mois d'août, ils ont acquis un comportement naturel lors des dénombrements au printemps.

Bien que sédentaires, les perdrix forment des populations ouvertes (SEBER, 1986) : la mortalité et les déplacements ne sont pas négligeables, compte tenu des échelles de temps et de surface utilisées. C'est pourquoi les dénombrements sont effectués pendant la période de cantonnement des couples : de février-mars à juin selon GEROUDET (1978).

II.3. DESCRIPTION DES MÉTHODES DE DÉNOMBREMENT

Les comptages n'ont pas été effectués sur l'ensemble des terrains d'étude, mais sur un échantillon. Parmi les carrés Lambert (représentés sur les cartes au 1/25 000 par des croix tous les quatre centimètres) ne comportant pas plus d'un tiers de la surface inhospitalière pour la Perdrix, ou hors GIC, un échantillonnage aléatoire simple (SCHERRER, 1983) avec rejet des juxtapositions a été réalisé. Chaque parcelle d'échantillonnage a ainsi une superficie de 1 km². Cette taille correspond à un temps raisonnable d'observation sur le terrain, et est en accord avec les résultats de SWINDEL (1983), les densités observées étant de un à deux couples par km² lors de la création des GIC.

II.3.1. La prospection des linéaires (PL)

Entre le 15 mars et le 15 avril, chaque carré-échantillon a été prospecté par une équipe de six à 14 personnes (dont la moitié d'enfants le plus souvent) pendant 60 à 170 mn, selon la nature du couvert. Chaque équipe se divisait en deux groupes homogènes qui parcouraient chacun la moitié du carré, en longeant tous les linéaires : haies, chemins, rivières, bordures de parcelles, ... Il s'agissait de s'organiser de façon à passer à deux de chaque côté d'une haie, l'un à ras et l'autre à 20 m. Chaque contact visuel avec un oiseau était répertorié sur la carte, ainsi que le sens de fuite, le point de reposer et l'heure de contact.

A la fin du comptage, une synthèse était réalisée entre les deux groupes et un « coordinateur » était chargé de vérifier tous les résultats, afin d'éliminer les doubles comptages.

II.3.2. Enquête auprès des agriculteurs (EAG)

Cette méthode consiste à recueillir les observations de plusieurs agriculteurs pour en déduire un indice d'abondance sur le carré-échantillon.

De la fin mai au début juin, de deux à cinq agriculteurs ont été interrogés sur chaque carré, pour que l'ensemble du territoire soit représenté. Chaque agriculteur pouvait posséder une ou plusieurs parcelles sur le carré.

L'enquêteur réalisait une synthèse définitive lorsque toutes les observations étaient recueillies : après avoir localisé sur une carte toutes les observations, il en déduisait un nombre probable d'oiseaux présents dans le carré, en éliminant les oiseaux proches de la même espèce signalés par deux agriculteurs différents.

Chaque agriculteur n'a été interrogé qu'une fois, contrairement à ce qui est fait dans le Massif Central (POUPINEAU, 1986).

II.3.3. Les comptages sur terres nues (CTN)

Appliquée durant la même période que l'enquête auprès des agriculteurs, cette méthode consiste à observer les perdrix sur les terres « nues » : labours, semis, prés pâturés, prairies fauchées et, plus généralement, toutes zones permettant l'observation. Ces zones ont préalablement été repérées sur une carte.

Une personne munie de jumelles parcourait à pied l'ensemble du carré, sans que soit défini un itinéraire, durant les périodes de plus grande activité des perdrix, c'est-à-dire les deux heures suivant le lever du soleil et les deux heures précédant son coucher. Il notait les observations sur une carte, en évitant de déranger les oiseaux.

De deux à quatre sorties de deux heures ont ainsi été effectuées sur chaque carré, une synthèse étant réalisée pour différencier les contacts des différentes sorties.

II.3.4. La méthode de référence : la battue à blanc

Les battues à blanc étaient organisées après les comptages par prospection des linéaires, le dérangement causé étant important pour les oiseaux.

La méthode consiste à découper le carré-échantillon en traques, parcourues dans un ordre tel que les oiseaux soient poussés soit à l'extérieur du carré soit vers une traque déjà parcourue.

On distingue parmi les participants :

- une ligne marchante, formée de rabatteurs espacés de 5 à 10 m selon le couvert. Quelques-uns sont chargés de noter les observations. La participation des enfants à cette formation est importante ;
- des chiens d'arrêt, guidés par leurs maîtres dans les parties denses ;
- des observateurs postés le long et en bout des traques, chargés de compter les oiseaux sortant de celles-ci. Ils sont en place avant le départ de la ligne marchante et sont reliés avec elle et entre eux par radio.

Après chaque traque, une synthèse des observations est effectuée entre les observateurs. Une synthèse définitive est faite en fin de séance.

Un carré de 1 km² est prospecté en trois heures environ et en trois à cinq traques, par 35 personnes en moyenne (\pm cinq personnes).

L'utilisation de la battue à blanc comme méthode de référence peut être discutée car deux erreurs peuvent être commises : des oiseaux peuvent être comptés deux fois ou bien ne pas être levés. Le nombre important de participants permet d'éviter ces pièges, et les auteurs considèrent généralement la battue à blanc comme mesure de la densité pour les Perdrix. FARTHOUAT (1983) émet des réserves quant à son utilisation en milieu fermé. Il estime le rendement de la méthode entre 50 et 70 % en milieu semi-ouvert avec une pression d'observation de 0,1 à 0,3 personne — heure par hectare. Dans notre étude, la pression d'observation moyenne a été de 1,05 personne — heure par hectare, soit trois à 10 fois supérieure. Il apparaît donc réaliste de considérer le résultat de la battue à blanc comme une très bonne estimation de la densité d'oiseaux.

II.4. ANALYSE STATISTIQUE

Nous reprenons ici la démarche que MAYOT et al. (1988) ont utilisée pour comparer trois méthodes de recensement de coqs faisans (*Phasianus colchicus*).

II.4.1. Reproductibilité

La reproductibilité d'une méthode de dénombrement est d'autant plus grande que la variabilité du nombre de perdrix contactées par unité de dénombrement — ici le carré-échantillon — d'une occasion à l'autre, est faible.

Des répétitions n'ayant pu avoir lieu pour les trois méthodes, la reproductibilité ne peut être obtenue directement.

On utilise alors la variance résiduelle (σ_e^2) de l'analyse de variance du modèle suivant :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

y_{ij} : résultat d'un comptage

μ : moyenne générale

α_i : effet du carré i

β_j : effet de l'année j

e_{ij} : écart résiduel

Le coefficient de variation, $CV(e) = \sqrt{\sigma_e^2}/\mu$, mesure la variabilité non expliquée pour chaque méthode.

Ce modèle, bien qu'incomplet, permet de comparer les variations non expliquées des trois méthodes sur les GIC du Bas Bocage Nord-Yonnais et du Pays Mareuillais, les mêmes carrés ayant été utilisés chaque année pour chaque méthode.

Par ailleurs, des répétitions ont pu être réalisées en 1988 pour la méthode de prospection des linéaires sur certains carrés-échantillons. Le modèle $y_i = \mu + \alpha_i + e_i$ peut alors être utilisé et l'erreur résiduelle fournit un meilleur indice de reproductibilité de cette méthode.

II.4.2. Efficacité

L'efficacité d'une méthode de dénombrement dépend de sa reproductibilité et de son coût.

Elle est estimée par :

$$CV(e')_i = CV(e)_i / \sqrt{r_i}$$

où r_i est le nombre de répétitions de la méthode i qu'il est possible de réaliser pour un coût total égal au coût de la méthode la plus onéreuse (MAYOT et al., 1988).

II.4.3. Concordance des variations des résultats selon les méthodes et la densité

Les résultats des trois méthodes sont comparés entre eux et avec la densité par des régressions linéaires et logarithmiques.

Pour tenir compte du nombre un peu faible de valeurs utilisées pour certains calculs, le coefficient de détermination corrigé, R_c^2 , est donné ; il est défini par la relation :

$$1 - R_c^2 = (1 - R^2) \cdot \frac{n - 1}{n - 2}$$

III. RÉSULTATS

III.1. REPRODUCTIBILITÉ

Sur le GIC du Bas Bocage Nord-Yonnais, les valeurs du coefficient de variation mesuré sur neuf carrés pendant trois ans (tableau I) sont de 44 % pour la méthode de prospection des linéaires et de comptages sur terre nues, et de 41 % pour l'enquête auprès des agriculteurs.

TABLEAU 1
Résultats des trois méthodes de dénombrement sur les GIC Yonnais et Mareuillais (exprimés en nombre d'oiseaux)

PL : prospection des linéaires ; CTN : comptage sur terres nues ;
EAG : enquête auprès des agriculteurs

TABLE 1
Data obtained by the three census methods on the Yonnais and Mareuillais territories (expressed as number of birds)

PL : edge walking ; CTN : open ground census ; EAG : farmer survey

GIC Yonnais	1984			1986			1987		
	PL	CTN	EAG	PL	CTN	EAG	PL	CTN	EAG
113	10	3	6	3	5	8	9	3	10
114	9	6	8	1	4	4	6	5	10
121	5	9	13	2	5	2	6	3	8
132	7	0	4	5	3	2	7	2	4
133	2	4	7	2	5	8	1	6	10
163	7	5	6	11	11	5	9	6	9
164	3	4	6	0	3	10	1	3	4
171	9	4	8	12	6	4	10	4	6
172	7	8	12	2	4	5	12	2	6
GIC Mareuillais	1985			1986			1987		
	PL	CTN	EAG	PL	CTN	EAG	PL	CTN	EAG
212	2	4	2	2	3	10	2	6	8
213	2	0	6	12	6	10	15	2	14
214	19	2	2	6	4	6	9	9	10
234	3	9	2	8	7	6	9	3	10
245	4	1	6	10	2	6	22	7	14
246	4	6	12	9	2	2	6	6	4
261	2	2	2	3	3	6	17	7	6
262	2	4	0	4	5	4	3	2	2

Sur le GIC du Pays Mareuillais (huit carrés pendant trois ans), on obtient respectivement 73 %, 64 % et 55 %.

Avec le modèle utilisant les répétitions effectuées sur 30 carrés répartis sur les quatre GIC (figure 1, page suivante), le coefficient de variation de la méthode de prospection des linéaires est de 48 % et tombe à 30 % si l'on se limite aux 10 carrés ayant été prospectés dans des conditions considérées comme standard de la méthode, c'est-à-dire pendant 90 à 150 mn, par sept à neuf personnes et avec des conditions météorologiques clémentes.

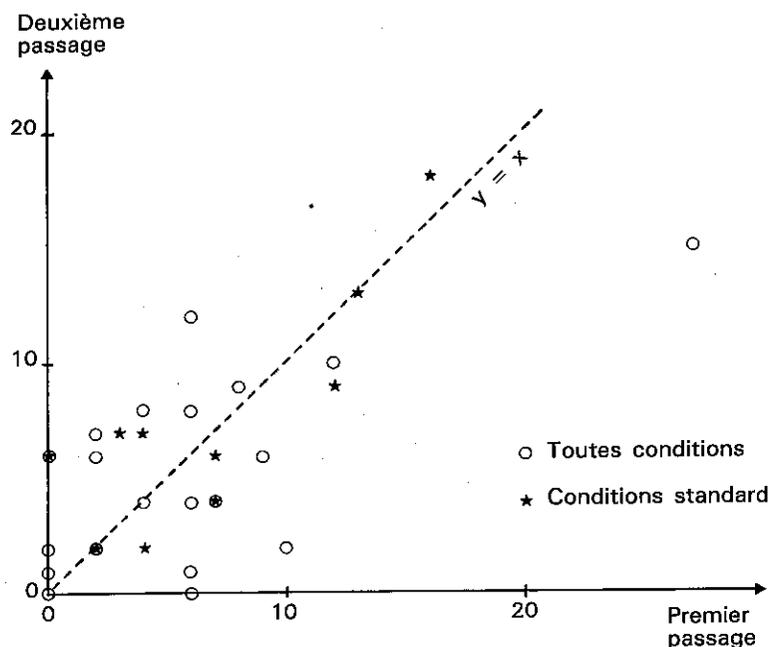


Figure 1 : Méthode de prospection des linéaires : représentation des répétitions effectuées sur 30 carrés-échantillons.

Figure 1 : Censusing by edge walking : repeats of the method in 30 quadrats.

III.2. EFFICACITÉ

Les coûts moyens des trois méthodes sont les suivants :

- 16 heures-homme pour la prospection des linéaires ;
- 6 heures-homme pour les comptages sur terres nues ;
- 8 heures-homme pour l'enquête auprès des agriculteurs, le temps de l'agriculteur étant comptabilisé.

Si l'on prend en compte la moyenne des deux mesures de variabilité constatées sur les GIC du Bas Bocage Nord-Yonnais et du Pays Mareuillais, les coefficients de variation corrigés en fonction du coût des méthodes sont de 58 % pour la prospection des linéaires, de 34 % pour l'enquête auprès des agriculteurs et de 33 % pour les comptages sur terres nues.

Les deux dernières méthodes seraient donc les plus efficaces.

III.3. VARIATIONS COMPARÉES DES RÉSULTATS

En 1988 et 1989, un dénombrement absolu par battue à blanc a été réalisé sur 19 carrés. Les résultats de ces dénombrements et des indices obtenus par les trois méthodes sont consignés dans le tableau II.

TABLEAU 2
Résultats des dénombrements absolus
et des comptages associés en 1988 et 1989
PL : prospection des linéaires ; CTN : comptage sur terres nues
EAG : enquête auprès des agriculteurs

TABLE 2
Results of absolute counts and pooled 1988 and 1989 censuses
PL : edge walking ; CTN : open ground census ; EAG : farmer survey

GIC	Carré	Densité	PL	CTN	EAG
GIC Yonnais	88113	14	10	11	10
	88142	17	12	6	8
	88151	7	6	4	5
	89163	4	3	0	5
	89171	3	3	3	1
GIC Mareuillais	88211	19	16	6	15
	88223	19	12	11	18
	88234	16	10	13	12
	88251	19	14	14	16
	88261	11	11	11	9
	89214	22	10	—	—
	89233	13	8	—	18
	89245	15	9	7	14
89252	9	6	6	4	12
GIC Canal Brivet	89411	13	7	4	10
	89442	13	7	10	18
GIC Vallée de l'Isac	88521	10	7	4	12
	88553	9	4	3	10
	89573	8	8	9	12

Le tableau III (page 139) résume les corrélations linéaires observées entre les différentes méthodes testées et la densité d'oiseaux. Les coefficients de détermination de la première colonne ont été calculés avec l'ensemble des valeurs du tableau II. La meilleure liaison linéaire avec la densité est obtenue avec la méthode de prospection des linéaires.

Pour cette variable, l'analyse des résidus centrés réduits permet d'accepter les hypothèses de distribution de ces résidus. Pour les deux autres méthodes, la corrélation avec la densité est sensiblement identique.

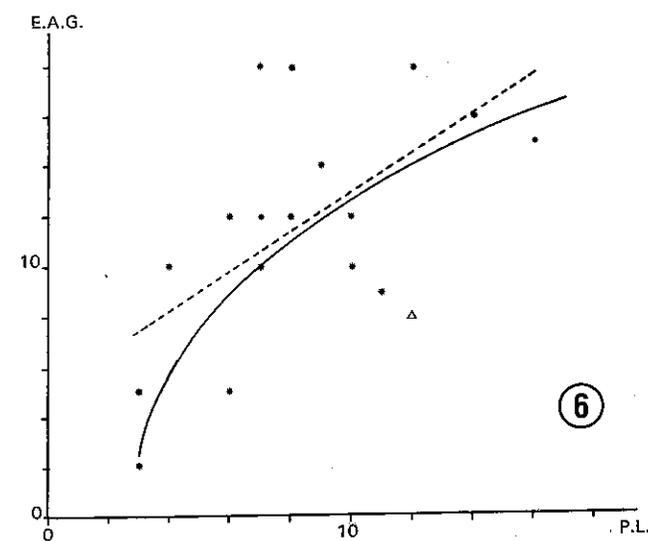
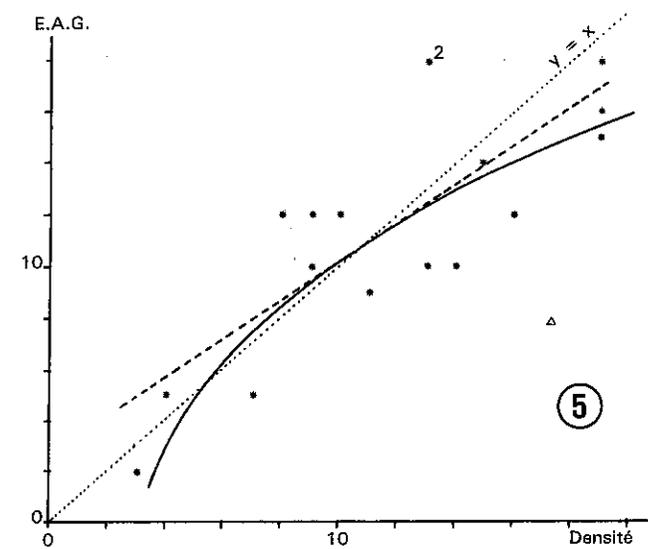
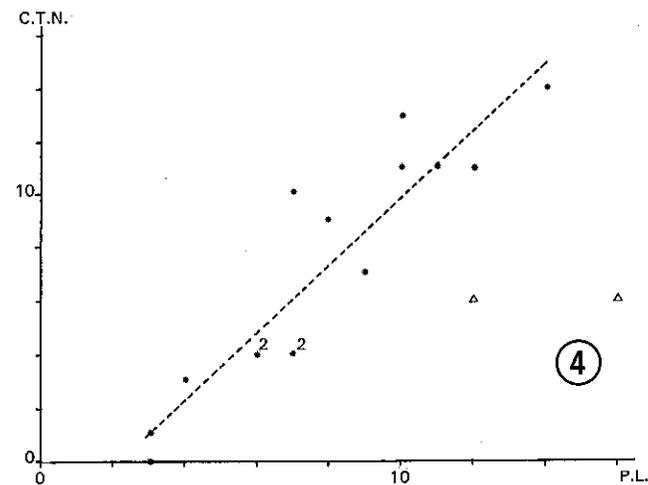
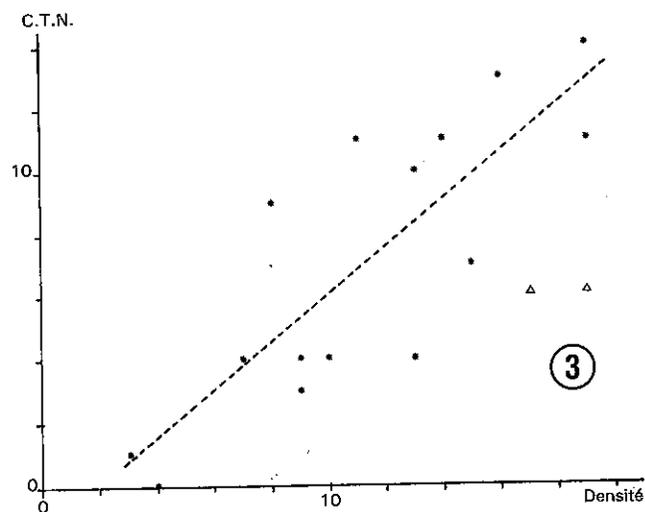
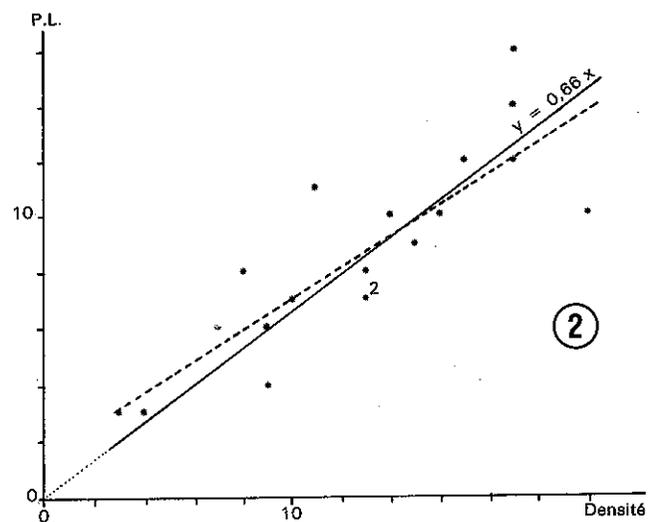
L'analyse graphique des régressions (fig. 2 à 7, pages suivantes) indique que deux valeurs jouent un rôle particulier dans le calcul des corrélations concernant les méthodes « enquête agriculteurs » et « comptages sur terres nues » ; les carrés 88142 et 88211. L'étude fine des conditions de recueil des données sur ces carrés suggère que les dates d'application des différentes méthodes ont pu entraîner un biais important.

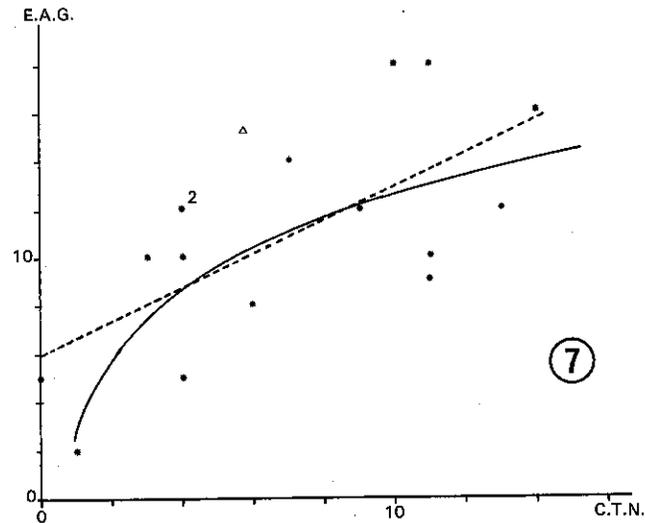
Figure 2 à 7 : Diagrammes de dispersion et courbes de régression

----- modèle linéaire
 ———— modèle linéaire avec contrainte de passage à l'origine des axes (fig. 2) ; après transformation logarithmique (fig. 5 à 7)
 Δ unités non retenues.

Figure 2 to 7 : Dispersion diagrams and regression lines

----- linear model
 ———— linear model with fitted slope through the origin of the axes (fig. 2) ; after logarithmic transformation (fig. 5 to 7)
 Δ excluded quadrats.





La figure 8 explicite l'hypothèse d'une chute probable des effectifs d'oiseaux sur ces deux carrés, à des dates différentes. Les données du carré 88142 sont alors éliminées dans les relations EAG/PL, EAG/Densité, CTN/PL et CTN/Densité ; celles du carré 88211 le sont pour les relations CTN/PL, CTN/Densité et CTN/EAG.

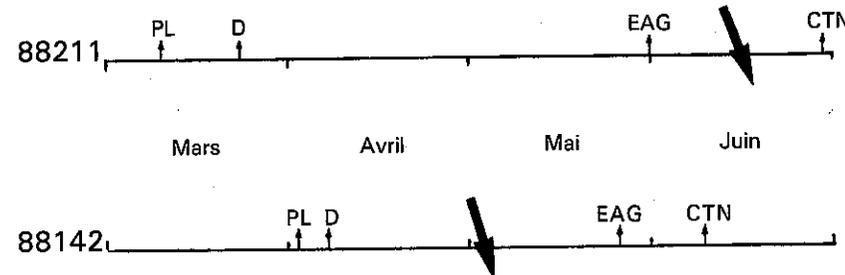


Figure 8 : Dates d'application des différentes méthodes sur les carrés 88142 et 88211

↘ « accident » probable.

Figure 8 : Dates of application of the various census methods in quadrats 88142 and 88211

↘ possible drop in bird numbers.

La deuxième colonne du tableau III présente les corrélations obtenues après suppression des deux carrés précités. On observe une très nette

amélioration des relations liant les résultats des comptages sur terres nues à la densité d'une part et aux prospections des linéaires d'autre part. Dans les deux cas, les hypothèses faites sur les résidus sont vérifiées.

TABLEAU 3

Corrélations obtenues entre les trois méthodes de comptage et la densité
 (A) à partir de toutes les données
 (B) après suppression des carrés 88211 et/ou 88142 (voir texte)
 (C) pour l'enquête auprès des agriculteurs, régression logarithmique $EAG = F(X + 1)$
 Entre parenthèses : nombre de données prises en compte

TABLE 3

Correlations between the three census methods and density
 (A) based on all data
 (B) after exclusion of quadrats 88211 and/or 88142 (see text)
 (C) after logarithmic transformation $EAG = F(X + 1)$ applied to farmer survey data
 In parentheses : number of data taken into account

		(A)		(B)		(C)	
		R ²	R _c ²	R ²	R _c ²	R ²	R _c ²
PL/Densité	(19)	0,710	0,693				
CTN/Densité	(17)	0,478	0,443	(15)	0,665	0,639	
CTN/PL	(17)	0,481	0,446	(15)	0,837	0,824	
EAG/Densité	(18)	0,499	0,468	(17)	0,623	0,597	0,677
EAG/PL	(18)	0,287	0,242	(17)	0,371	0,329	0,454
EAG/CTN	(17)	0,412	0,373	(16)	0,453	0,414	0,499

Les liaisons entre les résultats de l'enquête auprès des agriculteurs et la densité et les deux autres méthodes restent faibles, mais sont améliorées par une transformation logarithmique des variables : il apparaît un effet de saturation de l'indice obtenu par l'enquête auprès des agriculteurs lorsque la densité augmente.

Toutes les pentes des droites de régression (tableau IV) sont significativement différentes de l'unité. Les abondances mesurées par chaque

TABLEAU 4
Equations des régressions retenues

TABLE 4
Regression equations

	A = pente	S _A	H ₀ : A = 1	B = constante	S _B	H ₀ : B = 0	N
PL = F(Densité)	0,56	0,09	$\alpha < 0,001$	1,45	1,19	$\alpha = 0,25$	19
CTN = F(Densité)	0,75	0,15	$\alpha < 0,001$	- 1,47	1,82	$\alpha = 0,44$	15
CTN = F(PL)	1,27	0,16	$\alpha = 0,10$	- 2,85	1,30	$\alpha = 0,05$	15
EAG = F[Ln (Densité + 1)]	8,40	1,50		- 9,09	3,76	$\alpha = 0,03$	17
EAG = F[Ln (PL + 1)]	7,61	2,16		- 4,74	4,72	$\alpha = 0,30$	17
EAG = F[Ln (CTN + 1)]	4,27	1,14		2,79	2,30	$\alpha = 0,25$	16

méthode sont donc biaisées et les biais des trois méthodes ne sont pas identiques. La prospection des linéaires et les comptages sur terres nues notamment ont une relation avec la densité assez proche, puisque les droites de régression calculées avec une contrainte de passage à l'origine des axes sont respectivement : $PL = 0,66 \times \text{Densité}$ et $CTN = 0,64 \times \text{Densité}$, mais la droite de la relation $CTN = f(PL)$ est très différente de la bissectrice.

IV. DISCUSSION

IV.1. PROSPECTION DES LINÉAIRES

La prospection des linéaires possède la variabilité non expliquée la plus forte. Cependant, cette variabilité peut être réduite de façon importante (30 % contre 48 %) si on limite les conditions d'application : sept à neuf observateurs par unité, séances de 90 à 150 mn, conditions météorologiques clémentes.

Le coût important de la méthode est à l'origine de sa faible efficacité. Mais, dans l'état d'avancement des études, le coefficient de variation peut être réduit, ce qui n'est pas le cas des deux autres méthodes. Dans ces conditions, l'efficacité des trois méthodes devient équivalente ($CV_e = 30$ à 34 %). D'autre part, le coût évalué en nombre d'heures-homme ne reflète pas la réalité. La prospection des linéaires ne fait pas appel à un personnel professionnel ou tout au moins qualifié, comme c'est le cas des deux autres méthodes : elle peut ainsi être mise en œuvre par les chasseurs locaux, sans personnel étranger à l'unité de gestion.

La bonne corrélation observée entre les résultats de la méthode et la densité ainsi que l'équation de régression linéaire obtenue avec une contrainte de passage à l'origine des axes montrent que la prospection des linéaires a un rendement presque constant de 66 % pour des densités comprises entre 1,5 et 10 couples de perdrix par km^2 . Il apparaît donc possible d'envisager cette méthode comme une technique d'estimation de la densité.

IV.2. COMPTAGES SUR TERRES NUES ET ENQUÊTE AUPRÈS DES AGRICULTEURS

Les deux méthodes, telles qu'elles ont été utilisées dans l'étude, possèdent un coefficient de variation assez élevé. Cependant, cette variabilité n'est qu'estimée, des répétitions n'ayant pu être pratiquées. Pour l'enquête auprès des agriculteurs, la pratique des répétitions serait par ailleurs assez délicate : le questionnement des mêmes agriculteurs à deux dates rapprochées est a priori très sensible à des phénomènes psychologiques, et il serait dangereux de considérer les deux séries de résultats comme indépendantes. D'autre part, il serait difficile, voire impossible, d'interroger 8 à 10 agriculteurs par carré.

Certains facteurs peuvent expliquer en partie cette forte variabilité observée : le nombre de séances d'observation et la fluctuation interannuelle des surfaces de « terres nues » d'une part, le nombre des agriculteurs enquêtés et la variation de date de leur présence effective sur le terrain d'autre part. La recherche d'une amélioration de l'efficacité des deux méthodes conduirait vraisemblablement à trop alourdir les protocoles d'application pour une utilisation généralisée.

Les régressions semblent montrer que les comptages sur terres nues donnent, par rapport à la densité, des résultats du même type que la prospection des linéaires. La moins forte valeur du coefficient de détermination ($R^2(CTN) = 0,665$ pour $R^2(PL) = 0,710$) peut s'expliquer par l'écart de temps entre la mesure de la densité et la réalisation des comptages sur terres nues. Il est cependant équivalent à celui obtenu par RICCI (1989) pour trois répétitions d'un Indice Kilométrique d'Abondance sur circuits en voiture dans des paysages semi-ouverts du sud de la France. Les comptages sur terres nues paraissent avoir un rendement très bas pour les faibles densités (0 à 2 couples/ km^2), mais le nombre de données de ce type est trop petit pour conclure.

Les résultats de l'enquête auprès des agriculteurs sont plus dépendants de la densité, comme le montre l'amélioration homogène apportée par un même modèle logarithmique aux corrélations avec la densité et les deux autres méthodes. Ce phénomène de saturation peut s'interpréter comme suit : les données recueillies auprès d'un agriculteur représentent des observations cumulées sur une période assez longue. Pour limiter les risques de double comptage, les observations proches d'une même espèce sont assimilées à une seule observation. Lorsque la densité augmente, le nombre d'éliminations abusives augmente.

POUPINEAU (1986), analysant la variation du pourcentage d'éliminations abusives en fonction de la densité pour la Perdrix rouge, l'estime trop fort au-delà d'une densité de trois couples/ km^2 . Les résultats de la présente étude tendent à indiquer que cette affirmation est trop pessimiste lorsqu'il y a présence simultanée de perdrix grises et de perdrix rouges : la saturation serait alors atteinte pour une densité cumulée de six à sept couples de perdrix par km^2 .

V. CONCLUSION

Des moyennes basses à cause de la petite taille des unités d'échantillonnage et des variances fortes conduisent à une faible reproductibilité des trois méthodes de dénombrement. L'utilisation de moyennes des résultats de plusieurs carrés-échantillons permettrait d'obtenir une précision suffisante pour une gestion de la Perdrix au niveau communal dans les régions bocagères.

Les comptages sur terres nues semblent avoir un rendement trop faible pour des densités inférieures à trois couples/ km^2 , ce qui les rend inutilisables dans un certain nombre de situations.

La prospection des linéaires présente un rendement sensiblement constant pour des densités de un à 10 couples de perdrix par km^2 . Elle possède, par rapport à l'ensemble des autres méthodes de comptage, l'avant-

tage de faire appel aux chasseurs eux-mêmes et elle est d'ores et déjà employée comme outil de gestion sur les Groupements d'Intérêt Cynégétique.

Enfin, les résultats encourageants de l'enquête auprès des agriculteurs nous conduisent à l'envisager sous une forme différente : avancée de la période de réalisation, création d'un réseau d'enquête, normalisation des dates d'enquête en fonction des travaux agricoles, de façon à améliorer sa fiabilité.

Pour les trois méthodes, les études à venir devront porter sur la différenciation possible des deux espèces de perdrix.

REMERCIEMENTS

Nous associons à nos travaux les chasseurs et les enfants des Groupements d'Intérêt Cynégétique qui ont participé aux prospections des linéaires et aux battues à blanc, ainsi que les stagiaires BEPA cynégétique qui ont réalisés les comptages sur terres nues et l'enquête auprès des agriculteurs.

Les remarques et les conseils de B. SCHERRER nous ont aidés à réaliser la partie statistique de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBINEAU J. et TETAUD G. (1982). — La bande-échantillon utilisée comme méthode de recensement d'une population de perdrix grises. *Le Chasseur Vendéen*, 76 : 90-92.
- BLONDEL J, FERRY C. et FROCHOT B. (1970). — La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par « stations d'écoute ». *Alauda*, XXXVIII, 1 : 55-71.
- BRUN J.C. et AUBINEAU J. (1989). — La reconstitution des populations de perdrix rouges (*Alectoris rufa*) et grises (*Perdix perdix*) à l'aide d'oiseaux d'élevage. *Gibier Faune Sauvage*, 6 : 205-223.
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.P. et LAAKE J.L. (1980). — Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildl. Monogr.*, 72 : 202 p.
- ESTIENNE O. (1988). — Gestion de la Perdrix grise (*Perdix perdix* L.) sur de grandes surfaces en région de grandes cultures ; étude de méthodes de recensement au printemps et de détermination du niveau de la reproduction ; analyse des facteurs limitant la densité de Perdrix grise. Office National de la Chasse — ENSA Rennes, 28 p. + annexes.
- FARTHOUAT J.P. (1983). — Expérimentations de méthodes de recensement des perdrix rouges (*Alectoris rufa*) dans le Sud de la France. XV Congr. Int. Fauna Cinegetica y Silvestre, Trujillo, 1981 : 709-719.
- FERRY C. et FROCHOT B. (1958). — Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. *La Terre et la Vie*, 2 : 85-102.
- GEROUDET P. (1978). — Grands Echassiers, Gallinacés et Râles d'Europe. Delachaux et Niestlé, 429 p.
- LANAU T. (1979). — Contribution à la mise au point d'une méthode de gestion des populations naturelles de Perdrix rouge (*Alectoris rufa* L.). Rapport ENITA, 45 p. + annexes.
- LESCOURRET F. (1980). — Etude comparative de quelques méthodes de dénombrement applicables à la Perdrix rouge (*Alectoris rufa* L.). Mémoire de 3^e année INAPG Spécialisation Ecologie Appliquée et Aménagement, 83 p. + annexes.
- MAYOT P., MARCHANDEAU S. et SCHERRER B. (1988). — Comparaison de trois méthodes de recensement de coqs faisans (*Phasianus colchicus*). *Gibier Faune Sauvage*, 5 : 345-355.
- MIDDLETON A.D. (1935). — The population of partridges (*Perdix perdix*) in 1933 and 1934 in Great Britain. *J. Anim. Ecol.*, 4 : 137-145.

- MOYLES D.L.J. et LESTER L.A. (1987). — Gray Partridge in Alberta : present status and experiences with census techniques in KIMMEL R.O., SCHULZ J.W. et MITCHELL G.J., *Perdix* IV : Gray Partridge workshop, Minnesota Department of Natural Resources, 91-105.
- OCHANDO-BLEDA B. (1975). — Evolution durant trois années consécutives d'une population de perdrix grises (*Perdix perdix* L.) d'un secteur du Sud-Est du Gâtinais. *Bulletin de l'Institut d'Ecologie Appliquée*, 1 : 11-23.
- PÉPIN D. (1983). — Utilisation et valeur de diverses méthodes d'estimation de la densité de la Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) au printemps. XV Congr. Int. Fauna Cinegetica y Silvestre, Trujillo, 1981 : 725-735.
- PÉPIN D. et BIRKAN M. (1981). — Comparative total and strip-census estimates of hares and partridges. *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, vol. 2 : 151-160.
- POUPINEAU J.M. (1986). — Estimation de la valeur d'une méthode de recensement : l'enquête « agriculteurs ». Rapport CSTC, 19 p. + annexes.
- RICCI J.C. (1982). — Quelques aspects de l'écoéthologie de la Perdrix rouge (*Alectoris rufa* L.). Thèse de docteur ingénieur INAPG, vol. I, textes, 115 p.
- RICCI J.C. (1989). — Une méthode de recensement des perdrix rouges (*Alectoris rufa* L.) au printemps par indice kilométrique d'abondance (IKAPRV) dans le midi-méditerranéen. *Gibier Faune Sauvage*, 6 : 145-158.
- ROTELLA J.J. et RATTI J.T. (1986). — Test of a critical density index assumption : a case study with gray Partridge. *J. Wildl. Manag.*, 50 (4) : 532-539.
- SCHERRER B. (1983). — Techniques de sondages in FRONTIER S., *Stratégies d'échantillonnage en écologie*, Masson : 63-162.
- SEBER G.A.F. (1986). — A review of estimating animal abundance. *Biometrics*, 42 : 267-292.
- SWINDEL B.F. (1983). — Choice of size and number of quadrats to estimate density from frequency in Poisson and binomially dispersed populations. *Biometrics*, 39 : 455-464.

COMPARISON OF THREE CENSUS METHODS FOR PARTRIDGES (*ALECTORIS RUFA* AND *PERDIX PERDIX*) IN A BOCAGE HABITAT

J.-C. BRUN, P. CHE and J. AUBINEAU

KEY WORDS : *Alectoris rufa*, *Perdix perdix*, census, method, comparison, bocage, reproducibility, efficiency.

SUMMARY

The grey (*Perdix perdix*) and red-legged (*Alectoris rufa*) partridge populations inhabiting a bocage habitat are the objectives of the present study.

The authors compare three quadrat-type methods of census : edge walking, open ground census and a farmer survey.

Whereas the model relating density to bird numbers counted on open ground is not fully satisfactory, especially on territories with low densities, the edge walking method provides an efficient tool for monitoring partridge populations. Under the normal conditions described here it gives an index of abundance related to density using the equation $I = 0.66 D$.

The farmer survey has shown that the observed yield decreases when the bird's population size exceeds a density of 6 to 7 pairs/km². However, since the data could not be sampled under optimal conditions, more research should be carried out.

Trans. by Eveline Taran

**VERGLEICH VON DREI ERHEBUNGSMETHODEN FÜR REBHÜHNER
(ALECTORIS RUF A UND PERDIX PERDIX) IM BUSCHWERKMILIEU**

J.-C. BRUN, P. CHE und J. AUBINEAU

SCHLÜSSELWÖRTER : *Alectoris rufa*, *Perdix perdix*, Erhebung, Methode, Vergleich, Buschwerk, Reproduzierbarkeit, Aussagekraft.

ZUSAMMENFASSUNG

*Die Untersuchung betrifft Populationen von Rebhühnern (*Perdix perdix*) und Rothühnern im Buschwerkmilieu.*

Die Autoren vergleichen drei Erhebungsmethoden : Randstreifenprospektion, Zählungen auf freiem Boden und Umfrage bei den Landwirten.

Das Modell, in dem die Dichte mit den Ergebnissen der Zählungen auf freiem Boden in Verbindung gesetzt wird, ist unzufrieden und namentlich für Territorien mit schwacher Rebhuhndichte. Die Randstreifenprospektion hingegen gestattet ein strenges Folgen der Populationen. Sie gibt einen Abundenzindex, der anhand der Gleichung $I = 0.66 D$ unter den beschriebenen Standardbedingungen mit der Dichte in Zusammenhang gebracht wird.

Aus der Befragung der Landwirte geht hervor, daß der Ertrag ab einer Dichte von 6 bis 7 Paaren/km sinkt. Diese Erhebungsmethode verdient jedoch tiefgründigere Untersuchungen, da die Datengewinnung nicht unter optimalen Bedingungen durchgeführt werden konnte.

Übers. K. Ebner