

**VERGLEICH DER VOM ALPENSCHNEEHUHN (*LAGOPUS MUTUS*)
UND DEM PYRENÄENREBHUHN (*PERDIX PERDIX HISPANIENSIS*)
GEWÄHLTEN BIOTOPE IM CARLIT-MASSIV
(OST-PYRENÄEN)**

C. NOVOA und G. GONZALEZ

SCHLÜSSELWÖRTER: Alpenschneehuhn (*Lagopus mutus*), Pyrenäenrebhuhn (*Perdix perdix hispaniensis*), Habitat, zwischenartliche Beziehungen.

ZUSAMMENFASSUNG

Anhand einer Kartographie mit 14 Parametern wurden 64 Rebhuhn- und 98 Alpenschneehuhnortungen von 1980 bis 1985 im Carlit-Massiv (Ost-Pyrenäen) analysiert und verglichen.

Eine Voruntersuchung der planimetrischen Organisation der Aufzeichnungen und der Verteilung der Beobachtungen nach Höhen und Lage zeigt deutlich die räumliche Trennung in dem erforschten Massiv.

Die raum-zeitlichen Besetzungsweisen und die Eigenschaften der aufgesuchten Habitats zeigen erneut die Anpassungsdifferenzen zwischen Phasianidae und Tetraonidae im Gebirgsmilieu.

Übers. Kerstin Ebner

**UN MODÈLE D'ESTIMATION DE LA RÉUSSITE
DE LA REPRODUCTION DE LA PERDRIX GRISE
(*PERDIX PERDIX* L.)
A PARTIR DES CONDITIONS CLIMATIQUES**

F. REITZ

Office National de la Chasse,
SAINT-BENOIST, 78610 LE PERRYAY-EN-YVELINES (FRANCE)

MOTS CLÉS: Perdrix grise (*Perdix perdix* L.), succès reproducteur, climat, modèle.

RÉSUMÉ

Un modèle établi par régression linéaire multiple sur des variables climatiques permet d'expliquer 93% des variations du nombre moyen de jeunes perdrix grises (*Perdix perdix* L.) par femelle présente en fin d'été dans le Nord de la France durant les neuf dernières années. La façon dont peuvent intervenir les deux variables du modèle retenu, l'intensité des précipitations et l'évaporation en juin, est discutée.

INTRODUCTION

La réussite de la reproduction de la Perdrix grise (*Perdix perdix* L.), évaluée par le rapport du nombre de jeunes au nombre de femelles observées en fin d'été, varie de façon importante d'une année à l'autre dans le Nord de la France et le Bassin parisien (REITZ, 1988). Les caractéristiques du milieu les plus susceptibles de déterminer de telles fluctuations à cette échelle et sur cette courte période sont les conditions climatiques. RICCI et GARRIGUES (1986) ont déjà mis en évidence dans la même région à l'échelle de territoires de chasse une corrélation significative entre d'une part les températures moyennes de février, mars, juin et juillet et d'autre part la proportion de femelles sans jeunes et le nombre moyen de jeunes accompagnant les autres femelles. BLANK et ASH (1962) avaient remarqué auparavant en Angleterre la concordance entre les conditions climatiques de juin et juillet (ensoleillement, nom-

de mai, les précipitations en mai et le nombre de jours de gel en mai et juin et, d'autre part, la taille moyenne des couvées en fin d'été.

S'il semble donc prouvé que la réussite de la reproduction de la Perdrix grise est étroitement liée à des conditions climatiques intervenant pendant les phases de nidification et d'élevage des poussins, c'est-à-dire essentiellement de mai à juillet (BIRKAN, 1979), l'incertitude subsiste sur la nature précise des conditions climatiques les plus susceptibles d'expliquer les variations du niveau de la reproduction. La levée de cette incertitude doit aboutir à l'établissement d'un modèle descriptif pouvant être utilisé pour estimer, avant que les observations directes ne le permettent, le niveau de la reproduction en vue du calcul des effectifs de perdrix présents en fin d'été.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Chaque année depuis 1979, la réussite de la reproduction de la Perdrix grise est établie à l'issue de tournées d'observations de compagnies effectuées sur 36 à 114 zones géographiques distinctes réparties dans les régions du Nord et du Bassin parisien. Ces tournées consistent en la prospection systématique en véhicule à moteur de toutes les parcelles cultivées et récoltées. Elles s'effectuent de la mi-août à la mi-septembre aux heures les plus favorables à l'observation des compagnies (début de matinée et soirée) jusqu'à ce qu'au moins 30% des femelles dénombrées au printemps aient été observées. La plupart des jeunes (au moins 85%) ont à cette époque quatre semaines ou plus. Pour chaque compagnie, le nombre et le sexe des adultes et le nombre de jeunes sont enregistrés.

Les données climatiques utilisées sont celles qui figurent dans le Résumé Mensuel du Temps édité par la Météorologie Nationale et qui concernent les sept stations du groupe VIII situées en Ile-de-France, centrées sur la région étudiée (fig. 1), et permettant ainsi de connaître les tendances climatiques dans cette région. Ne disposant pas de relevés journaliers de certaines variables météorologiques, nous avons été amenés à étudier les moyennes mensuelles sur les mois pendant lesquels se déroulent les phases de nidification et d'élevage des jeunes chez la Perdrix grise: mai, juin et juillet. Pour chacun de ces trois mois, sept variables météorologiques ont été analysées: la température minimale moyenne, la température moyenne, l'évaporation mesurée à l'aide d'un évaporomètre PICHE, la quantité de précipitations, leur durée, l'intensité calculée à partir des deux variables précédentes, et le nombre de jours avec précipitations.

Les corrélations et la régression linéaire progressive sont calculées à l'aide du programme STATITCF.

RÉSULTATS

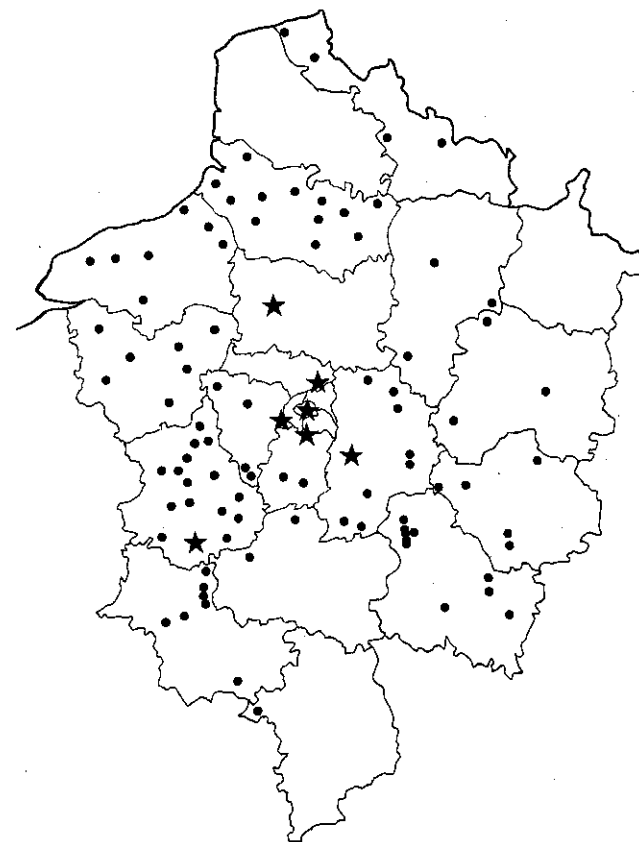


Figure 1: Emplacement des zones d'observation de compagnies en fin d'été pour l'année 1986 (●) et des stations de la Météorologie Nationale (★).

Figure 1: Locations of the study areas of the coveys at the end of summer in 1986 (●) and of the weather stations of the Météorologie Nationale (★).

vés par femelle (tableau I) montre que les températures minimales moyennes et moyennes journalières de juin, l'intensité et la durée des précipitations au cours de ce même mois ainsi que l'évaporation en juillet sont corrélées significativement à cet indice de reproduction.

L'intensité des précipitations en juin est la variable la plus fortement corrélée au nombre de jeunes par femelle. C'est donc la première variable introduite dans le modèle linéaire. La régression sur cette variable permet d'expliquer 76% de la variance totale (R^2 corrigé). Selon le principe de la régression progressive, on recherche ensuite parmi les autres variables météorologiques si l'ajout de l'une d'entre elles dans le modèle

TABLEAU I
Données météorologiques et leur corrélation avec le nombre de jeunes par femelle
TABLE I
Weather data and their relationship with the number of young per female

Variables climatiques	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Corrélation avec jeunes par femelle
MAI										
Température: minimale moyenne (°C)	7,9	7,3	9,1	8,8	7,5	7	9,2	8,7	6,6	0,18
moyenne (°C)	12,6	12,4	13,1	13,8	11,8	10,8	13,5	13,8	11,4	0,37
Evaporation (mm)	68	75	49	64	49	42	56	66	62	0,33
Précipitations: quantité (mm)	56	49	109	88	72	115	69	33	58	0,30
durée (h)	68	45	101	76	66	129	77	44	54	0,30
intensité (mm/h)	0,82	1,09	1,08	1,16	1,09	0,89	0,89	0,74	1,08	0,07
nombre de jours avec	13	9	19	13	18	17	11	10	11	0,24
JUIN										
Température: minimale moyenne (°C)	11,7	10,6	11,1	13,4	12,5	11,1	10,3	12,9	11	0,68 (*)
moyenne (°C)	16,1	15,2	15,4	18,2	17,7	16,2	15,2	18,3	15,1	0,81 (**)
Evaporation (mm)	60	63	63	68	73	69	67	82	43	0,55
Précipitations: quantité (mm)	42	82	61	81	58	43	55	39	102	0,20
durée (h)	20	57	87	35	30	40	37	30	93	0,84 (**)
intensité (mm/h)	2,1	1,44	0,7	2,31	1,93	1,08	1,49	1,3	1,1	0,89 (**)
nombre de jours avec	6	13	9	13	7	6	9	6	17	0,22
JUILLET										
Température: minimale moyenne (°C)	12,4	12,3	13,1	14,5	16,3	13	13,1	12,9	13,5	0,37
moyenne (°C)	17,8	16,4	17,9	20	22,3	18,6	18,9	18,4	18,2	0,46
Evaporation (mm)	87	60	66	93	114	66	88	87	63	0,71 (*)
Précipitations: quantité (mm)	15	102	45	59	70	39	50	18	93	0,16
durée (h)	16	97	51	19	19	30	31	23	57	0,47
intensité (mm/h)	0,94	1,05	0,88	3,1	3,68	1,3	1,61	0,78	1,62	0,54
nombre de jours avec	3	13	10	5	9	5	9	3	10	0,45
Jeunes/femelle	4,74	4,37	2,54	5,84	5,09	3,87	4,27	4,79	2,96	—

(*) Significatif p < 0,05. (**) Significatif p < 0,01. - (*) Significatif p < 0,05. (**) Significatif p < 0,01.

quer 93% de la variance totale (fig. 2). C'est le deuxième et dernier pas de régression puisqu'aucune autre variable n'apporte une explication complémentaire significative. Le modèle ainsi obtenu s'écrit:

$$JF = 1,60 I + 0,039 E - 0,66 \text{ (r corrigé} = 0,96; P < 0,001)$$

où JF est le nombre de jeunes observés par femelle, I l'intensité des précipitations en juin en mm/h et E l'évaporation en juin en mm.

L'analyse des résidus de régression (écart entre valeurs observées et théoriques) ne révèle aucune anomalie remarquable.

L'intervalle de confiance d'une valeur prévue à l'aide de ce modèle est:

$$JF \pm t_6 \sqrt{(0,034 I^2 + 0,000085 E^2 - 0,00063 I E - 0,060 I - 0,0101 E + 0,45)}$$

où t_6 est le t de Student pour 6 degrés de liberté.

Par exemple, pour des conditions climatiques identiques à la moyenne de celles observées pour la constitution du modèle (I = 1,49 mm/h de pluie et E = 65,3 mm), l'étendue de cet intervalle, minimale dans ce cas, est de 2 × 0,62 jeunes par femelle pour un risque de 0,05.

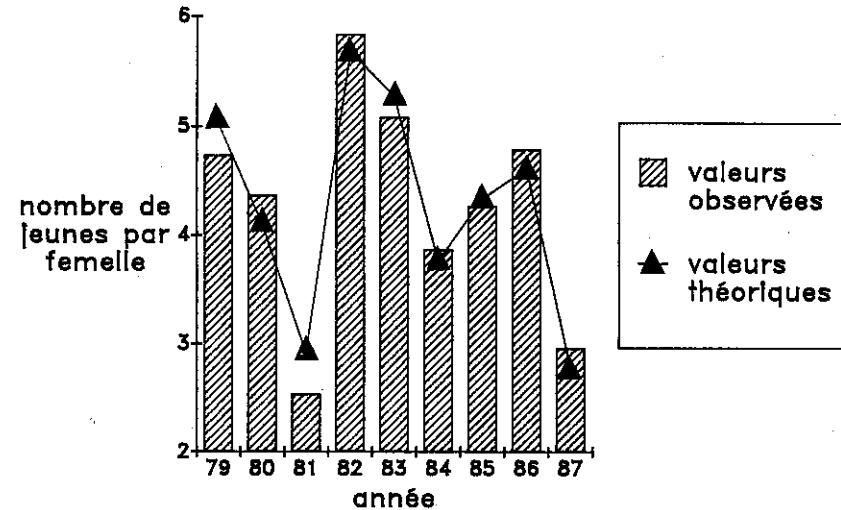


Figure 2: Variations du nombre de jeunes par femelle de 1979 à 1987. Comparaison des valeurs obtenues par observation et des valeurs fournies par le modèle.

Figure 2: Changes in the number of young per female from 1979 to 1987. The values obtained by observation and those yielded by the model are compared.

DISCUSSION

Selon ce modèle, l'intensité des précipitations en juin et l'évaporation pendant ce même mois permettent d'expliquer 93% des variations du

la reproduction qu'un mois de juin en permanence froid et humide (1981 et 1987) ou même qu'un mois de juin chaud et sec (1986). En effet, l'intensité des précipitations est d'autant plus élevée que les précipitations sont importantes et groupées dans le temps; l'évaporation, plus importante lorsque la température est plus élevée et l'air plus sec, traduit l'existence de périodes chaudes et sèches. Ces deux variables décrivent donc bien le caractère favorable d'une alternance de courtes périodes pluvieuses et de longues périodes chaudes et sèches. Ces résultats rejoignent ceux des travaux antérieurs précédemment cités puisque la dépendance entre d'une part la température ou l'ensoleillement et la cadence des précipitations en juin et juillet et d'autre part les différents indices de reproduction utilisés par les auteurs a déjà été plusieurs fois mise en évidence.

On peut être surpris que les étés à tendance orageuse, donc à forte intensité de précipitation soient favorables à la réussite de la reproduction de la Perdrix grise. En effet, l'impact désastreux de cet avatar climatique sur la nidification de cette espèce est bien connu (POTTS, 1986) puisqu'il implique souvent la destruction complète du nid ou son abandon par la femelle ou encore la destruction de la couvée. Pourtant, l'année 1982, celle de la meilleure réussite de la reproduction observée depuis 1979, fut une année très orageuse: la Météorologie Nationale indique que sept vagues orageuses ont régulièrement traversé la France cette année-là en juin et juillet. En fait, ces orages ont pu être très dévastateurs localement et le climat chaud et humide les accompagnant très favorable partout ailleurs, l'effet négatif des orages n'étant alors plus sensible à l'échelle considérée. A l'inverse, un temps froid et humide en permanence est susceptible d'induire un certain nombre d'abandons de nids suivis ou non de pontes de remplacement.

On sait par ailleurs que la chaleur et des périodes de pluie les plus courtes possible sont les conditions climatiques les plus favorables à l'activité des poussins et donc à leur quête de nourriture: l'absence de réflexes homéothermiques, particulièrement marquée pendant la première semaine de vie, les contraint en effet à un réchauffement périodique par la mère. Les phases d'activité, qui sont essentiellement des phases d'alimentation, sont donc d'autant plus courtes et peu nombreuses que le temps est froid et humide (GREEN, 1982 et 1984). Une mortalité plus importante par inanition interviendra par conséquent dans ces conditions défavorables. C'est très vraisemblablement ce qui s'est produit en 1981, 1984 et 1987, en plus d'éventuels abandons de nids.

La reproduction semble, en outre, meilleure par temps chaud lorsque les précipitations sont plus intenses (c'est le cas en 1982 par comparaison à 1986). Ce fait a également été remarqué par POTTS (1986): il note que le taux de mortalité des jeunes perdrix diminue avec l'augmentation du nombre de jours de pluie orageuse entre le 10 juin et le 10 juillet. Cela peut être expliqué par la variation d'abondance de la ressource alimentaire des poussins: les insectes qui constituent la majeure partie de celle-ci se développent d'autant plus vite et ont une activité

tiques et une plus faible durée de précipitations, la réussite de la reproduction de 1986 ait été inférieure à celle de 1982.

Enfin, on aura remarqué que seules les conditions climatiques de juin interviennent dans le modèle alors que le pic des éclosions des oiseaux échantillonnés à la fin de l'été se situe pour les cinq dernières années durant la première quinzaine de juillet (REITZ, 1987 et 1988). Deux interprétations, l'une statistique et l'autre biologique, peuvent être données de cette anomalie apparente. D'une part, les conditions climatiques de juin et de juillet n'étant pas totalement indépendantes (la corrélation pour chaque variable entre ces deux mois n'est significative que pour les précipitations totales mais est toujours supérieure à 0,5 (tableau II), les variables de juillet sont partiellement prises en compte dans celles de juin ce qui explique que leur ajout dans le modèle n'aurait apporté que peu d'informations complémentaires. D'autre part, c'est en juin, période de couvaison des nids de première ponte et des éclosions les plus précoces, que les pertes de nids par abandon sont les plus déterminantes pour la réussite de la reproduction (ces nids ne sont pas toujours remplacés et, lorsqu'ils le sont, le nid de deuxième ponte est de taille inférieure) et que les couvées déjà écloses, moins nombreuses qu'en juillet mais de taille moyenne plus importante, sont soumises à des conditions climatiques en moyenne plus limitantes (températures minimales et moyennes toujours plus faibles en juin qu'en juillet sur les neuf années considérées, intensité des précipitations et évaporation en moyenne inférieures respectivement de 10 et 19% à celles de juillet, etc.).

TABLEAU II
Corrélation temporelle des variables climatiques de 1979 à 1987

TABLE II
Climatic variables and their correlations over the period 1979-1987

Variables climatiques	Mai/juin	Juin/juillet	Mai/juillet
Température:			
minimale moyenne	0,22	0,52	- 0,05
moyenne	0,35	0,61	- 0,05
Evaporation	- 0,16	0,52	- 0,12
Précipitations:			
quantité	- 0,07	0,86 (**)	- 0,08
durée	0,04	0,64	- 0,26
intensité	0,09	0,60	0,57
nombre de jours avec	- 0,41	0,57	- 0,04

(**) Significatif P < 0,01.

(**) Significant P < 0.01.

CONCLUSION

des jeunes. Les résultats s'interprètent, en outre, aisément conformément à la biologie de l'espèce.

Le modèle établi permet d'estimer le niveau moyen de la reproduction de la Perdrix grise dans le Nord de la France et le Bassin parisien dès la mi-juillet, c'est-à-dire plus d'un mois avant que ne puissent être effectuées les opérations de mesure directe. Le délai dont on dispose pour informer les personnes concernées est ainsi rallongé d'autant. La précision donnée par la régression est grande si l'on tient compte du faible nombre d'années de reproduction considéré. Le calcul n'est bien sûr valable que dans la mesure où, à l'avenir, l'effet des conditions climatiques reste le même que par le passé et où ces conditions ne soient pas trop éloignées de celles observées pendant les neuf années sur lesquelles repose le modèle.

Le calcul théorique donne la possibilité d'extraire des valeurs de la réussite de la reproduction observées localement la composante due à la tendance climatique générale de l'année, ceci afin de mieux déterminer l'influence d'autres facteurs du milieu agissant localement sur la reproduction tels que des orages ou certaines pratiques agricoles.

Il est toutefois bien évident que ce modèle pourra être amélioré par l'apport des données qui seront recueillies dans les prochaines années et par l'analyse des variations locales. Il pourrait l'être également par la mise en œuvre de techniques plus sophistiquées telles qu'une étude des corrélations entre le niveau de la reproduction et des variables météorologiques relevées sur une période dont le jour de début et la durée sont variables (méthode du corrélogramme de GOLDWIN utilisée par PIERRE et al. (1986)); toutefois, le coût d'une telle mise en œuvre semble démesuré au regard des possibilités d'amélioration du modèle (seulement 7% de la variance ne sont pas expliqués). On pourra aussi envisager la création de modèles similaires applicables à d'autres régions de France.

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement MM. les Présidents des Fédérations Départementales des Chasseurs de l'ancienne Région cynégétique Nord-Bassin parisien, les responsables des territoires de chasse, le personnel technique des Fédérations Départementales des Chasseurs et les Gardes Nationaux de la Chasse et de la Faune Sauvage qui ont permis ou ont contribué à la récolte des données. Que M. Raymond GARRIGUES qui a mis en place le réseau de collecte des données et m'a permis de poursuivre son travail dans les meilleures conditions possibles trouve ici tous les remerciements qui lui sont dus.

BIBLIOGRAPHIE

- BIRKAN M. (1979). — Perdrix grises et rouges de chasse et d'élevage. La Maison rustique. Paris, 128 p.
- BLANK T.H., ASH J.S. (1962). — Fluctuations in a partridge population, in *The Exploitation of Natural Animal Populations*, LE CREN E.D., HOLDGATE M.N., Oxford, pp. 118-133.
- DAJOZ R. (1975). — Précis d'Ecologie. 3^e édition, Gauthier-Villars. Paris, 552 p.
- GREEN R.E. (1982). — The effects of weather on partridge chicks. *Game Conservancy Annual Review*, 13: 30-34.
- GREEN R.E. (1984). — The feeding ecology and survival of partridge chicks (*Alectoris rufa* and *Perdix perdix*) on arable farmland in East Anglia. *J. Appl. Ecol.*, 21: 817-830.
- MITCHELL G.J. (1977). — The effects of spring and summer weather on hungarian partridge productivity in Southern Alberta, in *Proceedings of Perdix I. Hungarian partridge Workshop* (ed. KOBRIGER G.D.), North Dakota Chapter of Wildlife Society, pp. 201-209.
- PIERRE J.S., GUILLOME M., QUERRIEN M.T. (1986). — Une méthode statistique et graphique de recherche des périodes de l'année où les populations animales sont particulièrement sensibles à une composante donnée du climat (périodes critiques). Application au cas des pucerons des céréales. *Acta Oecol. Oecol. Generalis*, 7 (4): 365-380.
- POTTS G.R. (1986). — *The Partridge. Pesticides, Predation and Conservation*. Collins, London, 276 p.
- REITZ F. (1987). — Station d'Avertissement Perdrix grise. Résultats de la reproduction en 1986. *Bulletin mensuel ONC*, 110: 7-10.
- REITZ F. (1988). — Résultats du suivi des populations de Perdrix grise en 1987 dans le Nord et le Bassin parisien. *Bulletin mensuel ONC*, 120: 20-22.
- 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.

A MODEL FOR ESTIMATING BREEDING SUCCESS IN THE GREY PARTRIDGE (*PERDIX PERDIX* L.) FROM WEATHER CONDITIONS

F. REITZ

KEY WORDS: Grey partridge (*Perdix perdix* L.), breeding success, climate, model.

SUMMARY

A model established by multiple linear regression on weather variables allows to explain 93% of the variation in the mean number of young grey partridges per female, present at the end of summer in northern France over the last nine years. The way in which the two variables used in the model (intensity of rainfall and evaporation in June)

**EIN SCHÄTZUNGSMODELL DES BRUTERFOLGES
DES REBHUHNS (*PERDIX PERDIX* L.)
ANHAND DES WETTERS**

F. REITZ

SCHLÜSSELWÖRTER: *Perdix perdix* L., Bruterfolg, Modell.

ZUSAMMENFASSUNG

Anhand eines durch lineare multiple Regression erstellten Modells über die klimatischen Variablen können 93% der Variationen der durchschnittlichen Jungenanzahl pro Ende des Sommers effektiv im Norden Frankreichs im Laufe der letzten neun Jahre vorhandenes Weibchen erklärt werden. Diskutiert wird die Art und Weise, wie die zwei Variablen des angewandten Modells, die Intensität der Niederschläge und die Verdunstung im Juni, in das Geschehen eingreifen können.

Übers. Kerstin Ebner

**VARIATION GÉOGRAPHIQUE DE LA TAILLE
CHEZ LA PERDRIX ROUGE (*ALECTORIS RUFUS*)**

D. PÉPIN (*), B. CARGNÉLUTTI (*) et J.-F. MATHON (**)

(*) INRA-IRGM, BP 27, 31326 CASTANET-TOLOSAN Cedex

(**) ONC, L'Argelière, 34290 SERVIAN

MOTS CLÉS: Perdrix rouge (*Alectoris rufa*), taille, adulte, variation géographique, climat, cline, lâcher, Sud de la France.

RÉSUMÉ

Les variations de poids, de longueur totale et de longueur de l'aile pliée sont examinées pour 444 perdrix rouges adultes prélevées à la chasse dans diverses localités de l'Hérault et de l'Aude. Un cline morphologique particulièrement net est mis en évidence dans le cas du poids corporel. Cette variation géographique de la taille chez la Perdrix rouge correspond vraisemblablement à la combinaison de causes environnementales et génétiques (lâchers d'oiseaux d'élevage de diverses origines). Elle doit inciter à une gestion des populations à l'échelle locale.

I. INTRODUCTION

Comme pour de nombreux autres animaux, les oiseaux d'une espèce donnée sont susceptibles de changer significativement de taille par suite des contraintes environnementales auxquelles ils sont confrontés (JAMES 1970; GRAMP & SIMMONS 1980 et La Perdrix rouge (*Alec-*