

ARTICLE ORIGINAL / RESEARCH PAPER

# La sexualité précoce des populations hivernantes de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) au Portugal<sup>1</sup>

par

Antonio Paulo FONTOURA<sup>2</sup>, David GONÇALVES<sup>2</sup>,  
Jean-Charles GUYOMARC'H<sup>3</sup> et Michel SAINT-JALME<sup>4</sup>

## SUMMARY : Sexual precocity of European quail (*Coturnix c. Coturnix*) wintering in Portugal

Quails issued of migrant parents show a large variability of their reproductive phenotypes when exposed in captivity to a winter Sahelian photoperiod (16° lat. N.). Fifteen per cent of these females lay spontaneously in December and/or January ; 75 % before late April.

In order to evaluate the possibility of this sexual precocity in natural conditions, we have measured the gonadal development and other sexual characteristics : song, cloacal development, pair formation of the European quail (*Coturnix c. coturnix*) populations wintering in the alluvial plains in the Centre (39-40° lat. N.) of Portugal. The study was based on samples of birds shot there during the hunting seasons (September to December) of 1991, 1992, 1993 and 1994 (n = 149).

Results indicate that these wintering populations are starting their sexual development in late autumn. Importance and chronology of this sexual precocity seem to be related with sex : males were sexually more advanced than females. Distinct results were obtained in different years and stations according to weather conditions (temperature) : in December 1992 (cold winter) only 38 % of the birds analysed in the coastal stations showed a beginning of sexual development, in contrast with the 88 % observed in December 1994.

A large proportion (46 % males, 51 % females) of the birds shot in coastal stations (any frozen day) showed signs of sexual precocity (more than 100 mg of gonad weight). Only a few birds were concerned the same year in colder interior stations of Centre Portugal as Guadiana basin (0 % males and 18 % females).

<sup>1</sup> Manuscrit reçu le 11 juillet 2000 ; accepté le 29 août 2000.

<sup>2</sup> Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências, P-4099 - 002, Porto, Portugal.

<sup>3</sup> UMR CNRS 6552, Ethologie-Evolution-Ecologie ; Université de Rennes-1, F-35042 Rennes, France.

<sup>4</sup> MNHN, Parc Zoologique de Clères, F-76690, Clères, France.

Comparison with previous results obtained for Morocco and Portugal allows us to say that the European quail seasonal cycles are similar in both North African and Iberian areas. Those wintering birds, probably « short migrants », are precocious March breeders, which means that in mild winter, they can initialize their sexual development as early as December.

These results justify the need of a wise protection of the quail present in December in some Portuguese agrosystems. Such conservative measures could have interesting consequences on the kinetics of all the Atlantic quail populations.

**Key words :** Common quail, *Coturnix c. coturnix*, sexual development, breeding cycle, photoperiod, wintering, Portugal.

## RÉSUMÉ

Des cailles issues de parents migrateurs expriment une grande variabilité phénotypique de leur sexualité quand elles sont exposées en captivité à une photopériode hivernale sahélienne (16° lat. N.). Quinze pour cent des femelles pondent spontanément en décembre et/ou janvier, 75 % avant la fin avril.

Pour voir si cette précocité sexuelle se rencontre dans la nature, le développement des gonades et d'autres caractéristiques sexuelles (chant des mâles, formation des couples, longueur de la fente cloacale) ont été appréciés dans les populations de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) hivernant dans les régions centrales du Portugal. Les cailles analysées (n = 149) ont été tuées à la chasse en automne (septembre à décembre) des années 1991, 1992, 1993 et 1994.

Les oiseaux analysés présentent un début de développement sexuel avant le solstice d'hiver. L'importance et la chronologie de cette précocité sexuelle sont en relation avec le sexe : les mâles sont plus avancés ; elles varient surtout d'une région à l'autre, et d'une année à l'autre, avec les conditions climatiques (température).

Dans la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo (climat plus doux du Centre-littoral, 39° lat. N.), la proportion moyenne d'oiseaux développés était de 46 % pour les mâles et de 51 % pour les femelles. Au contraire, dans la vallée du Guadiana — région plus froide de l'intérieur —, le pourcentage de cailles dans ces conditions ne dépassait pas 0 % pour les mâles et 18 % pour les femelles. Dans les mêmes stations littorales, on observe 88 % de cailles développées en décembre 1994 (hiver doux), pour l'ensemble des deux sexes, tandis qu'elles représentent seulement 38 % en décembre 1992 (hiver plus froid).

En comparant ces résultats avec ceux obtenus précédemment au Portugal et au Maroc, on peut conclure que le cycle sexuel saisonnier est très semblable aux latitudes inférieures à 40° N. Si l'hiver est doux dans ces pays, les cailles hivernantes pourraient commencer leur développement sexuel partiel très tôt, c'est-à-dire dès décembre. Le succès reproducteur de ces oiseaux sub-sédentaires pourrait expliquer les hautes densités qu'on peut trouver à la fin de l'automne au Portugal. Cela justifie une protection raisonnée de ces oiseaux, qui pourrait avoir des conséquences positives sur la cinétique démographique de toutes les populations atlantiques.

**Mots-clés :** Caille des Blés, *Coturnix c. coturnix* L., cycle reproducteur, photopériode, température, hivernage, Portugal.

## Introduction

La caille des blés, *Coturnix c. coturnix*, est traditionnellement considérée comme un oiseau long migrant avec une aire d'hivernage dans les régions du Sahel et une aire de reproduction en Europe et au Maghreb (JOHNSGARD, 1988). Cependant, les études les plus récentes (GUYOMARC'H, 1992 ; GUYOMARC'H *et al.*, 1998) suggèrent que, dans les dernières décennies, il y aurait eu de grands changements dans le statut des populations sur la façade atlantique de l'aire de répartition. Les mouvements migratoires latitudinaux et altitudinaux de faible amplitude auraient pris la place des importantes migrations nord-sud de la majorité des oiseaux. Ces changements pourraient être attribués à des altérations climatiques et agronomiques importantes (PUIGCERVER *et al.*, 1989 ; SAINT-JALME et GUYOMARC'H, 1990 ; GUYOMARC'H, 1992).

Ainsi, pour simplifier, deux phénotypes migratoires extrêmes peuvent être considérés : « court migrant » et « long migrant ». Le phénotype « court migrant » serait par ailleurs avantagé par sa précocité sexuelle (GUYOMARC'H et BELHAMRA, 1998). Les références à des populations non migratrices ne sont pas rares. Par exemple, en Angleterre (WATERS, 1853, cité par MOREAU, 1951) et, plus récemment, au Portugal (RUFINO, 1989 ; GUYOMARC'H et FONTOURA, 1993 ; FONTOURA et GONÇALVES, 1995). Cependant, l'importance de ces observations n'est pas bien connue. On ne sait pas s'il s'agit d'une caractéristique de la population paléarctique ou seulement de profils individuels concernant une minorité des oiseaux.

La caille des blés est incluse dans l'annexe II de la Convention de Bonn relative à la préservation de l'avifaune migratrice (1979), soit comme une espèce apparaissant dans « un état de conservation défavorable ». Le déclin observé dans les dernières années dans quelques régions semble aggravé par l'affaiblissement des flux migratoires pré-nuptiaux (ROUX, 1985, *com. pers.*) et, par conséquent, celui des processus reproductifs estivaux.

Ainsi, en tenant compte de ces nouvelles hypothèses, ce sont les populations migratrices au long cours qui semblent les plus concernées par les appréciations pessimistes. Ce sont elles qui justifient les mesures de conservation à prendre, notamment en terme d'habitat. Simultanément, les populations les plus centrales de l'aire de répartition : péninsule Ibérique, Afrique du Nord, ont peut-être évolué différemment. Il est possible qu'elles constituent désormais le potentiel biologique le plus important au sein de l'ensemble de la métapopulation paléarctique occidentale. Doit-on poursuivre leur gestion comme s'il s'agissait toujours de populations migratrices ?

Pour répondre à cette question, on a étudié le développement sexuel des populations naturelles de cailles des blés hivernant au Portugal, en prenant comme référence un échantillon de cailles élevées sous une photopériode hivernale sahélienne.

## Matériel et Méthodes

### Approche expérimentale : aptitudes sexuelles des femelles élevées sous une photopériode hivernale sahélienne

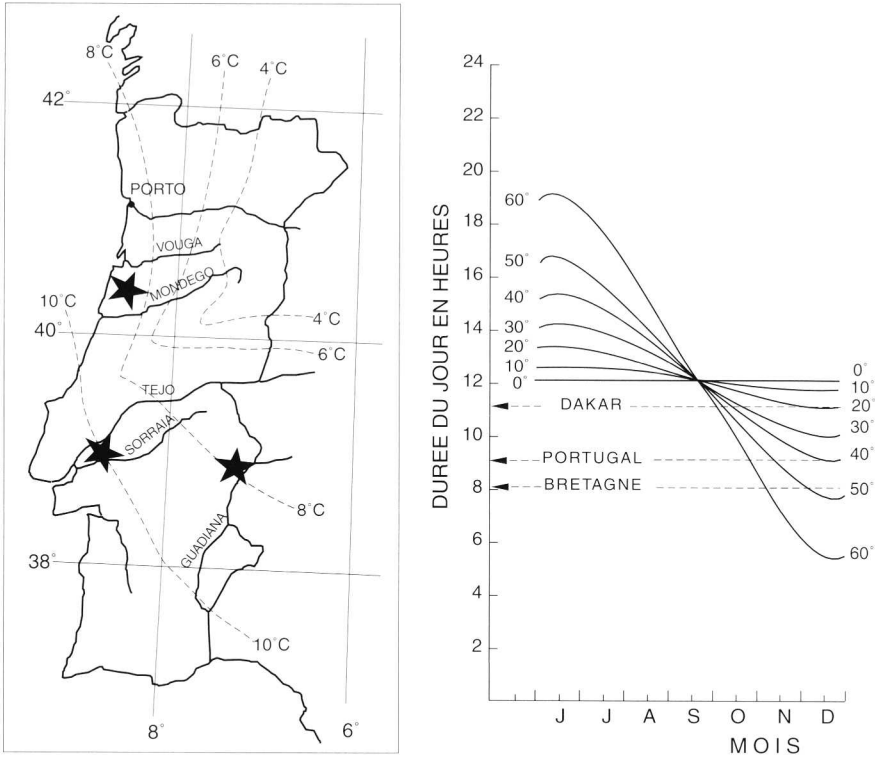
Quarante femelles (20 en 1987 et 20 en 1988) nées au cours de l'été précédent ont été placées, pendant l'automne 1986 pour le premier lot et l'automne 1987 pour le second lot, en petits groupes de 4 à 5 individus dans des terrariums (1 x 2 m). La photopériode est équivalente à celle qu'elles auraient vécue lors d'un hivernage à la latitude de Dakar (16° lat. N.), c'est-à-dire avec un niveau minimum de 11 h de lumière. À partir de l'équinoxe de printemps, la photopériode évolue comme dans la nature en Bretagne : 48° lat. N. L'amplitude thermique est d'environ 5 °C pendant l'hiver, avec des températures minimales régulières supérieures à 10-11 °C en janvier et février. Les oiseaux sont examinés et palpés régulièrement pour situer les phases de mue et préciser la date de leur première ponte et celle des oeufs suivants.

### Le développement sexuel des populations naturelles hivernantes au Portugal

Les oiseaux (n = 149, dont 106 mâles et 88 femelles) ont été tués à la chasse en automne (septembre à décembre) dans les années 1991, 1992, 1993 et 1994. Les actions principales ont eu lieu dans des plaines alluviales, d'agriculture intensive (*Zea mais*, *Helianthus annuus*, *Triticum aestivum* et *Oriza sativa*) de la basse vallée des fleuves Mondego et Vouga (40° lat. N., alt. 10 m, n = 28), de la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo (39° lat. N., alt. 10 m, n = 117), et de la vallée du fleuve Guadiana, près d'Elvas (39° lat. N., alt. 200 m, n = 49). À ces latitudes, et pendant l'automne, la photopériode présente une phase lumineuse minimale sans crépuscule de 9 heures 15 (**fig. 1**).

Le développement sexuel a été évalué par le poids des gonades. Cinq stades ont été définis : du stade I, repos sexuel (< 20 mg pour le testicule, et < 45 mg pour l'ovaire) au stade V, pleine reproduction (100 % du poids maximum, c'est-à-dire plus de 700 mg pour le testicule, et plus de 400 mg pour l'ovaire) en référence à la croissance pondérale des gonades de *Coturnix japonica* (GUYOMARC'H et GUYOMARC'H, 1986) ainsi qu'aux mesures réalisées sur des cailles reproductrices « marocaines » (SAINT-JALME et GUYOMARC'H, 1990). Les cailles jeunes, âgées de moins de huit semaines, ont été exclues (n = 44).

Dans la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo, nous avons apprécié certains aspects du comportement reproducteur (chant et formation de couples) par des contrôles auditifs et des battues au chien d'arrêt. Parallèlement, la lar-



**Fig.1.** Localisation des trois stations d'échantillonnage au Portugal ; en tireté : isothermes de janvier. A droite, variation saisonnière de la durée du jour (crépuscules non inclus) à différentes latitudes de l'aire de répartition.  
*Géographic localization of sampling stations in Portugal ; dashed line : isotherms of January. Right part : seasonal variation of day-length (twilight not counted) at different latitude of repartition area.*

geur de la fente cloacale a été mesurée sur les cailles capturées dans cette région. Deux classes ont été considérées aussi bien pour les mâles que pour les femelles. D'un côté, les oiseaux en repos sexuel, et d'un autre côté, les individus en début de développement sexuel : fente cloacale de plus de 4,5 mm de longueur, avec une lèvre dorsale épaissie (SAINT-JALME, 1990).

Les effets des variables (fente cloacale, couples levés, etc.) qui pouvaient donner lieu à une ségrégation de la population d'oiseaux chassée aux différentes périodes ont été appréciés par le test du  $\chi^2$  (FOWLER et COHEN, 1986).

## Résultats

### **Aptitudes sexuelles des femelles élevées en captivité sous une photopériode hivernale sahélienne**

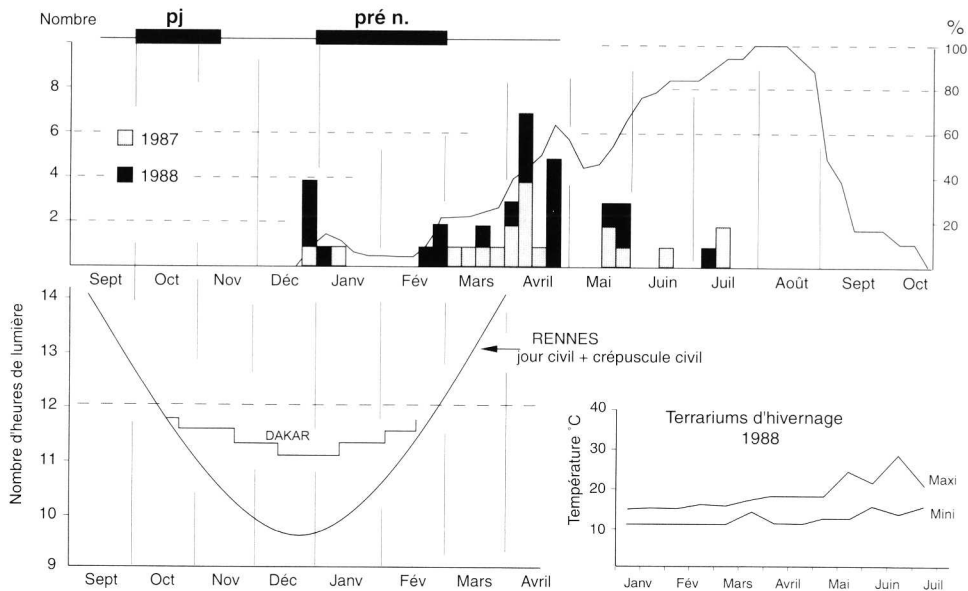
La distribution saisonnière de la semaine d'entrée en ponte de chaque femelle apparaît sur la **figure 2**, ainsi que l'évolution du pourcentage de femelles pondueuses au cours du premier semestre de 1987 et 1988. Il n'existe aucune différence significative entre les deux années.

Nous observons une très grande variabilité interindividuelle des dates de début de ponte qui s'étalent du 25 décembre au 15 juillet, avec un mode centré sur la première quinzaine du mois d'avril. Quinze pour cent des femelles pondent leur premier oeuf entre le 25 décembre et le 15 janvier, à une période d'autant plus précoce que la photophase est stabilisée à son niveau minimum (11 h de lumière). Après un creux en janvier-février, qui correspond normalement à la phase de mue pré-nuptiale, une nouvelle proportion de femelles atteint la maturité sexuelle fin février - début mars. Le nombre de nouvelles pondueuses passe par un maximum en avril. A cette date, 75 % des femelles ont eu au moins une phase de ponte. Puis, nous observons à nouveau un creux coïncidant avec la phase d'activité migratoire d'avril-mai. Dès la fin de cet épisode migratoire printanier, six oiseaux nouveaux (15 %) commencent à pondre à leur tour, mais il faut attendre la première quinzaine de juillet pour que toutes les caillies aient commencé à pondre.

Une femelle qui participe à un épisode reproducteur participe également aux suivants, le plus souvent sans phase migratoire intermédiaire. Si bien que les caillies les plus précoces, qui pondent fin décembre, ont pratiquement la capacité de se reproduire toute l'année, à condition de retirer les oeufs pondus. Les capacités migratoires de ces oiseaux sont très faibles, et la ponte s'interrompt uniquement pendant la mue automnale (octobre et novembre).

### **Le développement sexuel des populations naturelles hivernantes au Portugal**

On a pu constater pendant toute la période automnale que 35 % des oiseaux présentaient un début de développement sexuel. Il n'existe aucune différence significative entre les deux sexes si on se base sur le poids net des gonades. Mais si on se fie au stade de développement, on peut dire que les mâles étaient plus avancés que les femelles.

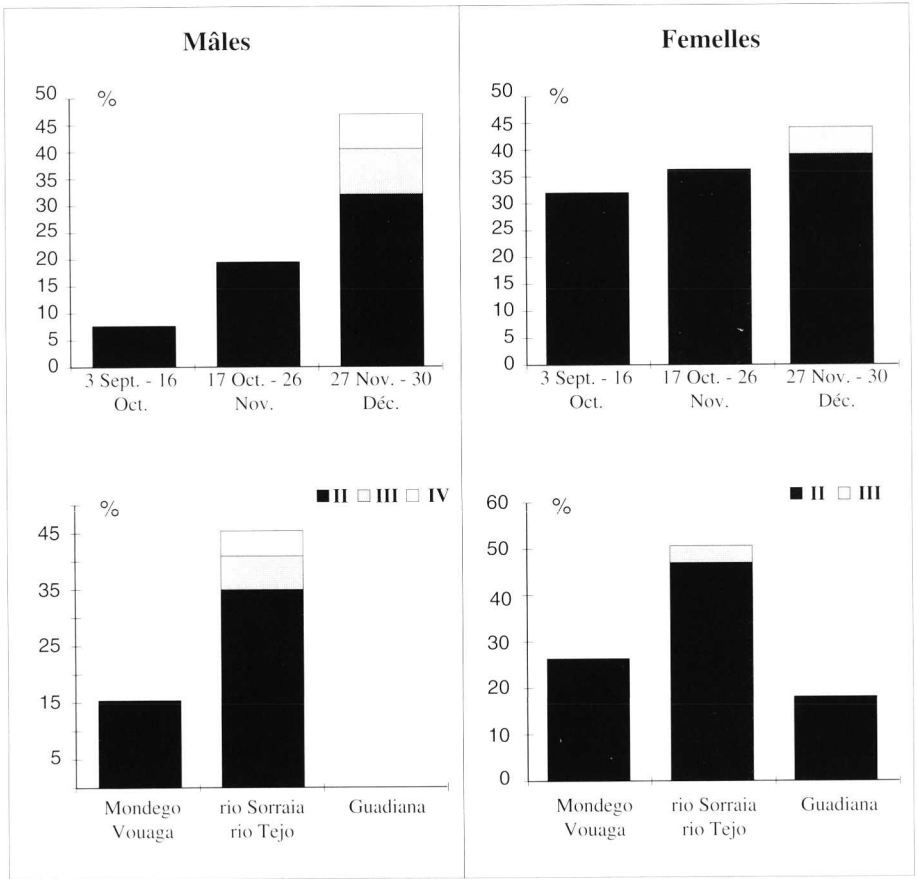


**Fig.2.** Distribution de fréquence de la date du premier jour de ponte chez les femelles élevées sous une photopériode hivernale sahélienne, et évolution saisonnière du pourcentage de pondueuses (n = 40) ; pj : mue post-juvenile, pré n. : mue pré-nuptiale. *Frequency distribution of the first day of egg-laying in captive females exposed to sahelian wintering photoperiod, and seasonal evolution of the proportion of laying females (N = 40) ; pj : post-juvenile molt ; pré. n. : prenuptial molt.*

### Evolution saisonnière

Chez les mâles, l'évolution de ce pourcentage est très nette (**fig. 3**) et il y a une association statistiquement significative avec la saison ( $\chi^2_2 = 11,598$  ;  $p < 0,01$  ;  $n = 106$ ). Depuis le début du mois de septembre jusqu'au 16 octobre, seulement 8 % (1/13) avaient un poids testiculaire supérieur à 21 mg. Cette proportion croît ensuite régulièrement : 20 % (9/46) du 17 octobre au 26 novembre ; et 47 % (22/47) depuis cette date jusqu'à fin décembre. Pendant cette dernière période on a même trouvé 4 mâles au stade III (testicule > 101 mg) et 3 au stade IV (testicule > 251 mg, max. 524 mg), soit 15 % des oiseaux tués.

Chez les femelles, les pourcentages sont élevés pendant tout l'automne : 32 % (7/22), 36 % (9/25) et 44 % (18/41) pour les trois périodes définies. Cependant, il n'y a que deux femelles (5 %) avec le poids de l'ovaire supérieur à 100 mg (maximum 132 mg), c'est-à-dire au stade III. Malgré une croissance progressive, il n'existe pas de différences significatives entre les trois périodes.



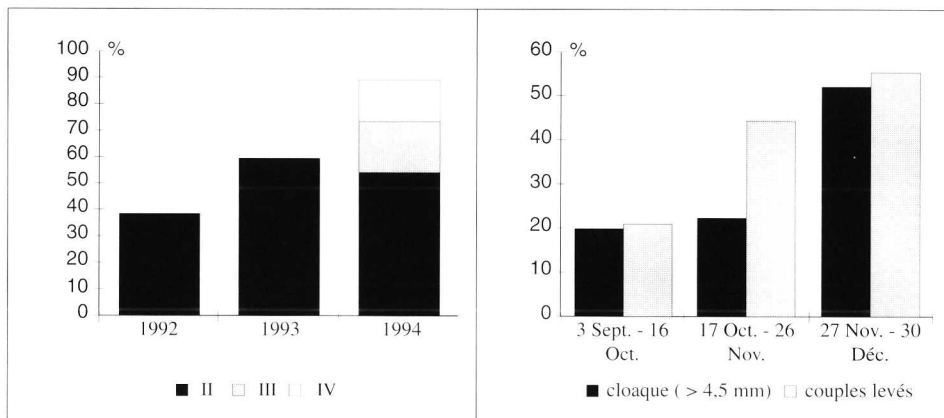
**Fig. 3.** Distribution du pourcentage de caillies mâles et femelles sexuellement développées, au cours des trois périodes étudiées et dans les différentes stations d'échantillonnage au Portugal ; II, III et IV : stades de développement sexuel croissant appréciés à travers le poids de leurs gonades.

*Percentages of sexually developed male and female quails, according to the season and the different sampling areas in Portugal ; II, III, IV : increasing sexual stages as defined by the gonadal weight of birds.*

### Comparaison entre les stations

On observe une grande variabilité de la précocité sexuelle entre les différentes stations d'échantillonnage. La proportion d'oiseaux en début de développement sexuel est significativement supérieure dans la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo aussi bien pour les mâles ( $\chi^2_2 = 20,439$  ;  $p < 0,01$  ;  $n = 106$ ) que pour les femelles ( $\chi^2_2 = 8,076$  ;  $p < 0,05$  ;  $n = 88$ ). Dans ces deux régions, le pourcentage est respectivement de 46 % (30/66) pour les mâles et de 51 % (26/51) pour les femelles.





**Fig. 4.** Développement sexuel des cailles présentes dans la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo (Portugal) en décembre. A : Distribution du pourcentage de cailles sexuellement développées au cours des différentes années (II, III, IV : stades de développement) ; B : Distribution du pourcentage de cailles avec un cloaque développé et de couples levés au cours du temps en 1994.

*Sexual development of quails settled in the Sorraia and Tejo river (Portugal) in December. A : percentage of sexually developed birds from year to year (II, III, IV as in preceding figure) ; B : Percentage of sexually developed quail, and numbers of mated pair started in the course of time in autumn 1994.*

Au contraire, dans la basse vallée des fleuves Mondego et Vouga et dans la vallée du Guadiana, la proportion de mâles dont le poids testiculaire dépasse les 21 mg est respectivement 15 % (2/13) et 0 % (0/27). La proportion de femelles au stade II (ovaire > 45 mg) est respectivement 27 % (4/15) et 18 % (4/22) (**fig. 3**).

### Comparaison interannuelle

Elle est possible seulement entre 1992, 1993 et 1994 pour la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo en décembre (**fig. 4a**). On observe dans ce cas des différences significatives dans le développement sexuel ( $\chi^2_2 = 9,091$  ;  $p < 0,05$  ;  $n = 51$ ). Ainsi, 88 % des oiseaux (23/26) étaient au moins au stade II en 1994, tandis qu'il n'y avait que 59 % (10/17) en 1993, et 38 % (3/8) en 1992.

Il est intéressant de noter que les cailles les plus développées (stades III et IV) étaient toutes originaires de la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo, et

qu'elles furent tuées en 1994. Dans cette région, on a mesuré la largeur de la fente cloacale sur 82 individus (57 mâles et 25 femelles). La proportion d'oiseaux avec une fente cloacale supérieure à 4,5 mm augmente progressivement (**fig. 4b**) d'une façon statistiquement significative : 20 % (2/10) à la mi-octobre ; 22 % (11/49) fin novembre ; puis 52 % (12/23) en décembre ( $\chi^2_2 = 7,077$  ;  $p < 0,05$  ;  $n = 82$ ).

L'étude des comportements sexuels observés dans la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo est en parfait accord avec tous les résultats précédents. En effet, nous avons entendu les premiers triolets des mâles le 28 novembre en 1993 et encore plus tôt (13 novembre) en 1994.

On peut déduire des battues au chien d'arrêt que la proportion d'oiseaux levés par paire croît progressivement ( $\chi^2_2 = 10,578$  ;  $p < 0,01$  ;  $n = 288$ ) au cours du temps (**fig. 4b**). Jusqu'au 16 octobre, on a levé 29 cailles dont seulement 6 étaient appariées (21 %). Du 17 octobre au 26 novembre, cette proportion atteint 44 % (78 cailles appariées sur 176 levées). A la fin de l'automne (fin décembre), la majorité des oiseaux (46/83 soit 55 %) est appariée. On estime qu'il s'agissait bien de couples, car dans 93 % des cas contrôlés ( $n = 14$ ), les deux oiseaux levés étaient bien une paire hétérosexuée.

## Conclusion et Discussion

Après trois générations d'élevage en captivité, les cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) issues de parents fondateurs migrateurs capturés dans la nature manifestent une grande variabilité intrapopulationnelle de leur précocité sexuelle. Quand elles sont exposées à une variation de la photophase hivernale simulant celle de Dakar (16° lat. N.), le mode principal de la distribution de fréquence du premier oeuf pondu est centré sur la première quinzaine du mois d'avril. Mais une fraction non négligeable des femelles (15 %) pond en décembre et/ou en janvier, alors que la durée du jour est nettement inférieure à 11 heures 30.

De nombreuses recherches endocrinologiques ont pourtant démontré l'importance inductrice majeure de l'accroissement de la photophase sur la sexualité des oiseaux (FARNER et MEDWALT, 1952). On montre chez la caille japonaise d'élevage que la libération de l'hormone lutéinisante (LH) intervient pour des durées critiques du jour excédant 12 à 14 heures suivant la saison (FOLLETT et MAUNG, 1978 ; ROBINSON et FOLLETT, 1982 ; WADA *et al.*, 1992).

Ces processus activateurs contrôlent-ils pour autant à eux seuls les cycles reproducteurs dans la nature ? On peut en douter. « Pour beaucoup d'espèces d'oiseaux vivant dans la zone tempérée, par exemple le canard colvert, les comportements sexuels s'intensifient pendant les mois d'hiver bien avant que la

durée critique du jour soit atteinte » (SHARP, 1984). Ces espèces (revue par MORLEY, 1943) exprimeraient ainsi une rythmicité annuelle endogène (GWINNER, 1975). Ainsi, des cailles des blés éclosent en été, et maintenues en conditions thermiques et photopériodiques constantes pendant des mois (11,20-12,40 LD ; 20 °C), commencent spontanément à se développer sexuellement en décembre, malgré la brièveté relative du jour (GUYOMARC'H *et al.*, 1990).

Les résultats de la première expérience exposée ici confirment cette aptitude à anticiper sur l'allongement des jours. Ils montrent aussi que l'intensité de cette tendance varie dans la population de référence : seulement une fraction de notre échantillon (15 %) atteint le stade ultime de développement en janvier, à condition de n'être jamais exposé à des températures inférieures à 11 °C.

Est-ce que ces potentialités peuvent réellement s'exprimer dans la nature pour les cailles, et notamment au Portugal ? Les mesures pondérales des gonades, effectuées sur les échantillons chassés en automne entre 1991 et 1994, prouvent qu'il en est bien ainsi. Malgré une variabilité interindividuelle considérable, une partie importante des populations hivernantes portugaises montre très tôt un début de développement sexuel significatif.

La précocité sexuelle est aussi évidente par l'étude des autres variables : la longueur de la fente cloacale, ainsi que les comportements sexuels (chant et appariement). Ces deux variables sont corrélées au laboratoire (SAINT-JALME, 1990). La plupart des oiseaux avec un cloaque de plus de 4 mm réalisent déjà des parades et des tentatives de copulation. D'autre part, on sait que le chant du mâle stimule le développement sexuel des femelles (GUYOMARC'H et GUYOMARC'H, 1989 ; GUYOMARC'H et RICHARD, 1990), ce qui peut justifier la maturité plus avancée observée chez les mâles.

Les cailles des blés hivernantes qui se développent sexuellement au Portugal restent ainsi plusieurs mois au stade de l'appariement. Elles ne poursuivent pas le cycle jusqu'à nidifier et/ou pondre comme on l'a vu au laboratoire. Il y a deux explications complémentaires pour justifier ce blocage du cycle reproducteur. Tout d'abord, la durée de la photophase naturelle de décembre au Portugal est très inférieure à ce qu'elle était dans l'expérience de laboratoire : 9 heures au lieu de 11 heures, ce qui limite forcément les effets inducteurs de la lumière.

Ensuite, il faut prendre en compte les effets de la température subie par les oiseaux. On a démontré, en élevant des cailles japonaises en volières extérieures, que la température ambiante joue un rôle modulateur sur la concentration de LH au printemps (WADA *et al.*, 1992). Quand vient l'automne, des températures inférieures à 10 °C sont nécessaires pour obtenir une régression complète de la sexualité ; faute de quoi les cailles en hivernage conservent un niveau d'activité gonadique faible, mais suffisant pour chanter, parader, et même copuler (TSUYOSHI et WADA, 1992).

Ces résultats expliquent ce qui se passe à la fin de l'automne au Portugal. Malgré une influence certaine de la photopériode, qui induira les développements sexuels constatés en mars ultérieurement (GUYOMARC'H et FONTOURA, 1993), les facteurs endogènes, puis les conditions climatiques (notamment la température) jouent un rôle plus important que prévu par les théories sur la photo-réfractorité relative.

Ceci explique les différences obtenues dans différentes régions du Portugal et pendant les différentes années d'étude. La basse vallée des fleuves Mondego et Vouga est classée comme appartenant au type « méso-méditerranéen » de la région bioclimatique « eurosibérienne ». Les autres régions, la basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo et la vallée du Guadiana, sont toute deux incluses dans la région « méditerranéenne », mais respectivement dans le type « méso-méditerranéen sous-humide » et le type « thermo-méditerranéen sous-humide » (RIVAS-MARTINEZ, 1979 ; RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1990). Cela veut dire que dans ces deux dernières régions, l'hiver est plus doux que dans la première. L'analyse des variables climatiques (information de l'Institut de Météorologie du Portugal) montre que l'amplitude thermique et surtout le nombre de jours givrés sont bien plus importants en décembre dans la vallée du Guadiana (9,6 °C, et 12 jours givrés en 1994) que dans la basse vallée du Sorraia et Tejo (8,6 °C, et 0 jours givrés cette même année).

En comparant ces résultats avec ceux obtenus par SAINT-JALME et GUYOMARC'H (1990) pour le Maroc (février, mars) et par GUYOMARC'H et FONTOURA (1993) pour le Portugal (en mars), on peut déduire que, au moins dans quelques régions avec des hivers doux, le cycle saisonnier est semblable pour les deux pays. Il faut noter que, en se basant sur l'importance de la couche graisseuse accumulée par les oiseaux, FONTOURA et GONÇALVES (1995) ont pu montrer que là où la précocité sexuelle est plus importante (basse vallée des fleuves Sorraia et Tejo), il y a une tendance très marquée pour la sédentarisation, avec des densités très élevées de cailles (FONTOURA et GONÇALVES, 1996 a, b). Ainsi, on ne peut plus conserver les appréciations anciennes pour déterminer les mesures de gestion cynégétique et de conservation de l'espèce au Portugal. Un critère qui consiste à fixer l'arrêt de la chasse à partir du moment où les oiseaux ont commencé leur migration pré-nuptiale n'a plus aucun sens quand on a affaire à une population qui se prépare à réaliser son premier cycle reproducteur sur place sans migrer.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'Institut forestier du ministère de l'Agriculture du Portugal de nous avoir autorisés à effectuer les échantillonnages en décembre 1994, en dehors de la période de chasse. Nous remercions aussi l'ONC de Paris pour sa participation financière à la partie expérimentale du programme.

## BIBLIOGRAPHIE

- FARNER D.S. et L.R. MEDWALT (1952). — The relative roles of photoperiod and temperature in gonadal recrudescence in male *Zonotrichia leucophrys*. *Anat. Record*, **113** : 612.
- FOLLETT B.K et S.L. MAUNG (1978). — Rate of testicular maturation, in relation to gonadotropin and testosterone levels, in quails exposed to various artificial photoperiods and natural daylength. *J. Endocrinol.*, **78** : 267-280.
- FONTOURA A.P. et D. GONÇALVES (1995). — Sedentariness of European quail (*Coturnix c. coturnix*) in Portugal. 7-12 in N. Botev (ed.) : *Proc. XXII IUGB Congress*, 3-8 Sept. 1995, Sofia.
- FONTOURA A.P. et D. GONÇALVES (1996a). — Contribuição para o conhecimento do estatuto da codorniz (*Coturnix c. coturnix* L. 1758) em Portugal. *Ciência e Natureza*, **2** : 79-87.
- FONTOURA A.P. et D. GONÇALVES (1996b). — Estrutura duma população de codorniz (*Coturnix c. coturnix*) num agroecossistema do centro de Portugal. *Revista Florestal*, **9** : 211-226.
- FOWLER J. et L. COHEN (1986). — Statistics for ornithologists. *BTO Guide*, **22**. British Trust for Ornithology, 175 p.
- GUYOMARC'H C. et J.C. GUYOMARC'H (1989). — Stimulation of sexual development in female Japanese quail by male song : influence of ecoethological variables. *Biology of Behaviour*, **14** : 52-65.
- GUYOMARC'H C. et J.P. RICHARD (1990). — Role of social signals in photoperiodic control of reproduction in European quail (*Coturnix coturnix coturnix*). 81-91 in E. MORGAN (ed.) : *Chronobiology and Chronomedicine : Basic Research and Applications*. ESC, Paris.
- GUYOMARC'H C., J.C. GUYOMARC'H et M. SAINT-JALME (1990). — Potentialités reproductrices chez les jeunes cailles des blés (*Coturnix coturnix coturnix*). *Cah. Ethol. Appl.*, **10** : 125-142.
- GUYOMARC'H J.C. (1992). — Structure, fonctionnement et microévolution des populations de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) dans le Paléarctique Occidental. *Gibier Faune Sauvage*, **9** : 387-401.
- GUYOMARC'H J.C. et M. BELHAMRA (1998). — Les effets de la sélection sur l'expression des tendances sexuelles et migratoires chez la caille des blés (*Coturnix c. coturnix*, L.). *Cah. Ethol.*, **18** : 1-16.
- GUYOMARC'H J.C et C. GUYOMARC'H (1986). — Étude morphophysiological et comportementale de la sexualité chez la caille japonaise : développement des males. *Cah. Ethol. Appl.*, **6** : 185-208.
- GUYOMARC'H J.C. et A.P. FONTOURA (1993). — Structure et statut étho-physiologique de populations de cailles des blés (*Coturnix c. coturnix*) présentes en automne-hiver au Portugal. *Gibier Faune Sauvage*, **10** : 119-134.
- GUYOMARC'H J.C, O. COMBREAU, M. PUIGSERVER, P.A FONTOURA et N.J. AEBISCHER (1998). — *Coturnix coturnix* Quail. 27-46 in *BWP Update*, 2. Oxford Univ. Press, Oxford.
- GWINNER E. (1975). — Circadian and circannual rhythms in birds. 221-228 in D.S. Farner and J.R. King (eds) : *Avian Biology*, vol 5. Acad. Press, New York.

- JOHNSGARD P.A. (1988). — Genus *Coturnix* BONNATERRE 1791. 192-205 in : *The Quails Partridges and Francolins of the world*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- MOREAU R.E. (1951). — The british status of the quail and some problems of its biology. *Br. Birds*, **44** : 257-276.
- MORLEY A. (1943). — Sexual behaviour in British birds from October to January. *Ibis*, **85** : 132-158.
- PUIGCERVER M., J.D. RODRIGUEZ-TEIJEIRO et S. GALLEGRO (1989). — Migration y/o nomadismo en la codorniz (*Coturnix c. coturnix*) ? *Etologia*, **1** : 39-46.
- RIVAS-MARTINEZ S. (1979). — Brezales y jarales de Europa occidental (revision fitosociológica de las classes Calluno-Ulicetea y Cisto-Lavanduletea). *Lazaroa*, **1**.
- RIVAS-MARTINEZ S., M. LOUSA, T. DIAZ, F. FERNANDO-GONZALEZ et J.C. COSTA (1990). — La vegetacion del sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve). *Itinera Geobot.*, **3** : 5-126.
- ROBINSON J.E et B.K. FOLLETT (1982). — Photoperiodism in Japanese quail : the termination of seasonal breeding by photorefractoriness. *Proc. R. Soc. London, B. biol. Sci.*, **215** : 95-116.
- RUFINO R. (1989). — *Atlas das aves que nidificam em Portugal Continental*. CEMPA, 215 p.
- SAINT-JALME M. (1990). — La reproduction chez la caille des blés (*Coturnix c. coturnix*) : Études expérimentales des cycles saisonniers et de la variabilité interindividuelle. *Thèse de Doctorat*, Univ. Rennes, 289 p.
- SAINT-JALME M. et J.C. GUYOMARC'H (1990). — Recent changes in population dynamics of European quail in the western part of its breeding range. *Trans. 19th IUGB Congress*, Trondheim 1989, 130-135.
- SHARP P.J. (1984). — Seasonality and autonomous reproductive activity in birds. *Boll. Zool.*, **51** : 395-403.
- TSUYOSHI H. et M. WADA (1992). — Termination of LH secretion in Japanese quail due to high- and low-temperature cycles and short daily photoperiods. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **85** : 424-429.
- WADA M., R. AKIMOTO et H. TSUYOSHI (1992). — Annual changes in levels of plasma LH and size of cloacal protrusion in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) housed in outdoor cages under natural conditions. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **85** : 415-423.