

Le suivi des oiseaux de rivière dans les Pyrénées : protocole et estimation de densité

Frank D'Amico

Résumé - L'estimation précise de l'abondance d'une population, d'une espèce ou d'une communauté d'espèces est cruciale pour suivre ou apprécier l'état de celle(s)-ci et lorsque l'on veut prendre des décisions en terme de gestion. Pour les oiseaux de rivière, différentes stratégies de suivi existent et elles peuvent être couplées à une modélisation plus ou moins poussée.

Dans les Pyrénées, j'ai choisi un suivi par recensement linéaire, associé à l'utilisation d'un modèle mathématique très simple (le modèle binomial) pour fournir un estimateur simple et pertinent de l'effectif d'oiseaux nicheurs associé à un intervalle de confiance et à une mesure de leur probabilité de détection. Dans ce travail, je présente succinctement l'approche utilisée et les premiers résultats concernant le suivi à long terme des oiseaux de rivière en vallée d'Ossau (Parc National des Pyrénées). Alors que les densités de Chevalier guignette sont très faibles, celles de Cincle plongeur y sont fortes (1,00 – 2,25 couples nicheurs/kilomètre) et figurent parmi les plus élevées d'Europe. En conclusion, je livre quelques perspectives méthodologiques.

Par définition, le groupe des oiseaux de rivière spécialistes comprend « *toutes les espèces trouvées exclusivement le long des cours d'eau et des rivières, ou dépendantes de ces milieux pendant une partie au moins de leur cycle de vie, notamment pour la reproduction ou l'hivernage*¹ » (BUCKTON & ORMEROD, 2002). Ce groupe est constitué de 60 espèces, également distribuées entre passereaux et non passereaux, et éparpillées entre 16 familles. A l'échelle du continent, la richesse spécifique est la plus grande dans les régions montagneuses à des latitudes de 20-40° N, notamment en Himalaya où 13 espèces coexistent, alors qu'elle est de 4 seulement en Europe (BUCKTON & ORMEROD, 2002). Les différentes espèces d'oiseaux de rivière offrent deux intérêts majeurs :

1/ en tant que prédateurs de dernier rang, ils constituent un compartiment important (cas des Cincles, cf. ORMEROD, 1994) des écosystèmes lotiques qui figurent aujourd'hui parmi les écosystèmes les plus défigurés au monde (DYNESIUS & NILSSON, 1994) ;

2/ ils ont un potentiel reconnu en tant qu'indicateurs de changements environnementaux (ORMEROD & TYLER, 1993, FROCHOT, FAIVRE & ROCHE, 2001 ; HEGELBACH, 2001 ; SORACE *et al.*, 2002 ; FECK & HALL, 2004 ; D'AMICO, 2007).

Les effets des pressions anthropiques sur les écosystèmes lotiques sont perceptibles à différentes échelles spatiales emboîtées depuis un niveau global (international, national ou régional) comprenant plusieurs bassins versants, jusqu'au niveau de l'habitat. Ainsi les problèmes de pluies acides, d'utilisation du sol, de régulation des rivières et de pollutions localisées représentent des exemples de modifications perceptibles respectivement à l'échelle d'un ensemble de bassins versants (massif montagneux entier par exemple), d'un bassin versant, d'un corridor et d'un segment de rivière. Parmi tous les indicateurs possibles (ORMEROD & TYLER, 1993 ; FURNESS & GREENWOOD, 1993 ; GREGORY *et al.*, 2005), le déclin ou la disparition d'une population locale sont

¹ *species found exclusively along streams and rivers, or dependent on them as breeding or wintering habitats during a significant part of their life cycle*

des manifestations fortes de changements drastiques de l'environnement. L'exemple le plus évocateur en France a été la disparition de la population bretonne de Cincle plongeur dans les années 1970 en rapport avec la dégradation de la qualité physico-chimique des rivières de cette région. Bien évidemment, les changements observés dans l'abondance d'une population peuvent aussi être liés à des variations stochastiques (SAETHER *et al.*, 2000).

Dans le contexte européen actuel de développement d'indicateurs (GREGORY *et al.*, 2003, 2005) et de programmes de monitoring à large échelle (VAN STRIEN, PANNEKOEK & GIBBONS 2001 ; Pan-European Common Bird Monitoring; <http://www.ebcc.info/pecbm.html>; Programme EuMon <http://eumon.ckff.si/>), de nombreux pays ont mis en place des suivis à long terme des effectifs des populations d'oiseaux reposant sur des approches standardisées et des modèles pertinents (revisés par VORISEK & MARCHANT, 2003). La France dispose d'un ensemble de suivis à différentes échelles spatiales (à l'échelle nationale, le programme STOC ; <http://www.ebcc.info/pecbm-france.html>) mais aucun ne concerne les oiseaux de rivière ou aquatiques *sensu lato* comme cela a été le cas au Royaume-Uni avec le Waterways Bird Survey (MARCHANT & HYDE, 1980). La plupart de ces protocoles fournissent seulement des indices relatifs d'abondance et non des estimations précises d'abondance absolue (voir GREGORY, GIBBONS & DONALD 2004 pour une présentation générale des approches).

De nombreux ouvrages traitent en détail des approches et modèles utilisés (SEBER, 1982 ; BORCHERS *et al.*, 2002 ; GREENWOOD, 2005) notamment pour les oiseaux (BIBBY, BURGESS & HILL, 2000). Pour autant, l'obtention d'estimations d'abondance absolue de certaines espèces est toujours un problème délicat et la validité d'un modèle plutôt qu'un autre reste toujours à démontrer (pour les oiseaux d'eau, voir notamment : GREGORY *et al.*, 1994 ; MARCHANT *et al.*, 1995 ; LANGSTON *et al.*, 1997). Et si un modèle, une fois validé, peut être retenu, il n'en demeure pas moins que des questions pratiques d'échantillonnage peuvent rester en suspens comme le nombre minimum ou optimum de visites de terrain à effectuer et la distance minimale ou optimale de suivi.

Indépendamment des programmes européens et nationaux, et en l'absence de consensus sur le dénombrement des oiseaux de rivière (malgré leur importance soulevée par FROCHOT, 1997), je développe une approche adaptée aux oiseaux de rivière dans les Pyrénées. Ce travail fait le point sur le modèle d'estimation d'abondance absolue utilisé, les premiers résultats et les perspectives.

UN MODELE SIMPLE, GENERALISABLE ET ADAPTE AUX OISEAUX DE RIVIERE

J'ai travaillé sur le choix et la validation d'une méthodologie et d'un modèle adapté au Cincle plongeur et aux autres oiseaux de rivière. En adoptant la démarche fréquentiste classique (SEBER, 1982 ; BORCHERS, BUCKLAND & ZUCCHINI, 2002), nous avons démontré l'intérêt de l'échantillonnage linéaire et du modèle binomial tronqué comme fonction de vraisemblance pour le Cincle plongeur (D'AMICO & HEMERY, 2003) et le Chevalier guignette (D'AMICO, 2001 ; 2002). Dans un travail en préparation, le modèle sera détaillé et généralisé à toutes les espèces, y compris la Bergeronnette des ruisseaux, espèce pour laquelle la modélisation de l'abondance est plus délicate compte tenu de sa dépendance plus limitée vis-à-vis du chenal de la rivière (HEMERY & D'AMICO, *in prep*). Ce modèle fournit non pas un indice relatif d'abondance mais une estimation simple du nombre de couples reproducteurs (notée \hat{N}) avec un intervalle de confiance (noté IC). De surcroît, y est associé un estimateur utile de la probabilité de détection d'un couple (notée \hat{p}) avec son intervalle de confiance. En fonction des objectifs, tout ornithologue peut optimiser son protocole de terrain et l'adapter à l'espèce étudiée en faisant varier le nombre de visites, la longueur du tronçon

de rivière ou la période d'échantillonnage. Pour le Cincle plongeur, dans le cas des rivières pyrénéennes, à partir d'une longueur utile de linéaire de rivière voisine de 4 kilomètres, nous parvenons à un nombre optimal de visites égal à 3 (D'AMICO & HEMERY, 2003). Nous démontrons également que la probabilité de détection peut varier d'un site à un autre, et dans une moindre mesure d'une année sur l'autre mais qu'elle est constante au cours d'une même saison de reproduction pour un site donné.

APPLICATION A L'ETUDE DES POPULATIONS PYRENEENNES

Les densités de Cincles nicheurs dans cette hydro-écorégion sont mal connues et peu étudiées. Jusqu'à présent, en l'absence de méthode validée, l'estimation des effectifs de Cincles nicheurs se bornait à un recensement plus ou moins exhaustif des individus, sur une longueur variable de cours d'eau et sur la base d'un nombre aléatoire de visites de terrain. De façon synthétique, le versant nord des Pyrénées héberge des populations denses de Cincles (D'AMICO & HEMERY, 2003 ; BERTRAND com. pers) mais le nombre d'études structurées et reposant sur un protocole validé est encore très réduit. Pour le versant sud, ESTEBAN (1997) mentionne des densités faibles (0,4 à 0,6 couples/km) sur les rivières basques de la Navarre. Depuis la mise en place de notre protocole de suivi, diverses études ont été entreprises notamment dans le Parc National des Pyrénées, en vallée d'Ossau et en vallée d'Aspe, dont une courte synthèse est fournie ci-dessous.

Densités d'oiseaux sur le Gave d'Aspe (DUSSAU 1999)

En utilisant une approche de recensement cartographique (méthode des plans quadrillés), M. DUSSAU a dénombré les couples nicheurs de Cincle plongeur le long de deux tronçons (Escot et Cette-Eygun) du gave d'Aspe, chacun longs de 4 kilomètres, au cours de la saison de reproduction 1999. Il parvient à une densité proche de 1 couple/kilomètre, comparable à celle qu'avait obtenue A. BERTRAND (1997).

Densités d'oiseaux sur le Gave du Lourdios (DOLET 2006)

Un total de 3 visites réalisées sur un tronçon long de 3,8 kilomètres conformément à nos recommandations (D'AMICO & HEMERY 2003) a permis à G. DOLET (2006) d'obtenir un effectif de Cincle plongeur égal à $\hat{N} = 7,21$ ($IC = 0,69$), soit une fourchette de valeurs comprises entre $N_{min} = 5,63$ et $N_{max} = 10,00$. La densité estimée en couple de Cincle plongeur sur cet affluent du gave d'Aspe est donc de 1,90 couples par km. Dans le cas de la Bergeronnette des ruisseaux (*Motacilla cinerea*), compte tenu des limites imposées par l'application du modèle à cette espèce, G. DOLET a proposé une estimation empirique en s'appuyant sur le nombre de 16 individus au maximum lors de la première visite et en avançant un potentiel de 8 couples sur le tronçon étudié. Ramené au linéaire étudié, la densité de Bergeronnette des ruisseaux du Lourdios atteint 2,10 couples par km.

Densités d'oiseaux sur le Gave d'Ossau et suivi des variations temporelles

Les travaux menés sur plusieurs années depuis 1995 sur deux tronçons différents (gave de Bioux et gave de Brousset, dans le Parc National des Pyrénées) indiquent que les densités des espèces varient selon le cours d'eau et selon l'année. Pour le Cincle, elles oscillent entre 1,0 et 2,25 couples par kilomètre, restant remarquablement plus faibles et surtout constantes sur le tronçon de Bioux (figure 1). Les densités de Bergeronnette des ruisseaux sont deux fois plus basses sur le tronçon de Bioux et ont décliné au cours de l'étude alors qu'elles semblent osciller sur le tronçon du Brousset (figure 2). Les effectifs du Chevalier guignette sont très faibles dans la zone d'étude (figure 3) et sa reproduction reste un événement rare (D'AMICO 2002).

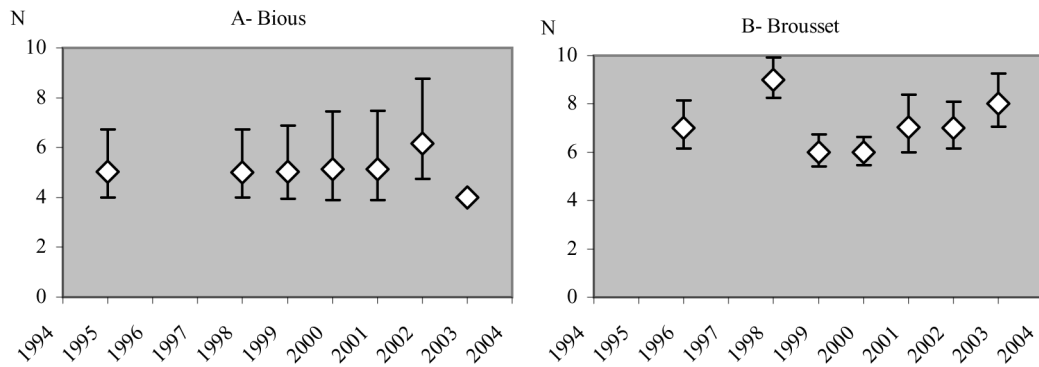


Figure 1 - Variations du nombre de couples reproducteurs ($\hat{N} \pm IC$) de Cincle plongeur *Cinclus cinclus* entre 1995 et 2003, le long de deux tronçons longs de 4 kilomètres du haut-Gave d'Ossau: A) Bious (1250-1420 m) et B) Brousset (1480-1760 m).
 Nota : pas de suivi en 1996 et 1997 pour le tronçon de Bious et en 1995 et 1997 pour celui du Brousset.

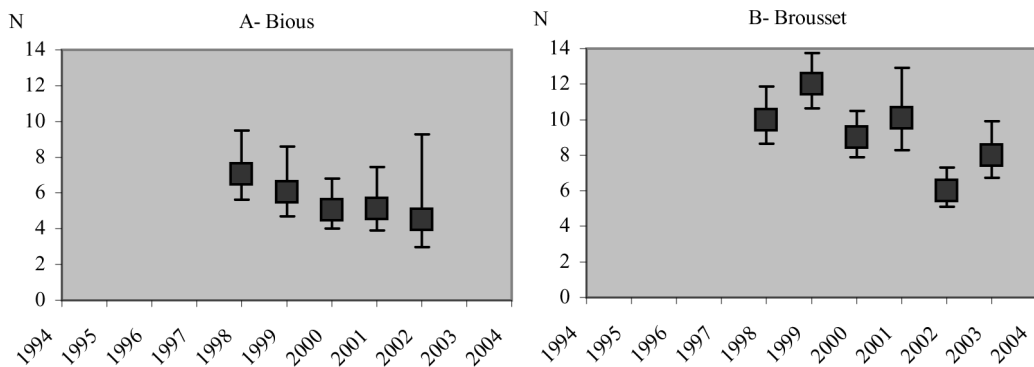


Figure 2 - Variations du nombre de couples reproducteurs ($\hat{N} \pm IC$) de Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea* entre 1998 et 2002, le long de deux tronçons longs de 4 kilomètres du haut-Gave d'Ossau: A) Bious et B) Brousset.

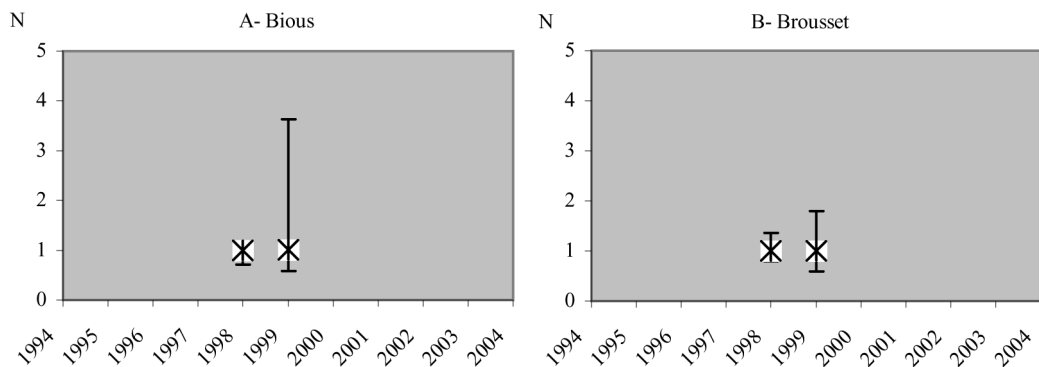


Figure 3 - Variations du nombre de couples reproducteurs ($\hat{N} \pm IC$) de Chevalier guignette *Actitis hypoleucos* entre 1995 et 2003, le long de deux tronçons longs de 4 kilomètres du haut-Gave d'Ossau: A) Bious et B) Brousset. Les effectifs sont égaux à zéro depuis l'an 2000 sur ces tronçons.

DENSITES DE CINCLE PLONGEUR : COMPARAISON AVEC LES AUTRES POPULATIONS A L'ECHELLE NATIONALE ET EUROPEENNE

Plusieurs auteurs ont fourni une synthèse plus ou moins exhaustive et généralement redondante des travaux existant sur les densités de Cincles en Europe (TYLER & ORMEROD, 1994 ; ROCHE & D'ANDURAIN, 1995 ; FRACASSO *et al.*, 2000 ; D'AMICO, 2007), l'espèce la plus étudiée des oiseaux de rivière pour les raisons évoquées en introduction. Dans la majorité des cas, les méthodes sont basées sur un recensement linéaire des couples nicheurs mais les méthodologies sont hétérogènes (nombre et longueur des tronçons étudiés, nombre d'observateurs, moyen de détection des oiseaux, nombre de visites...) et ont conduit les auteurs à exprimer les densités en nombre d'individus ou de couples par kilomètre de rivière ou pour 10 km de linéaire de cours d'eau. Par conséquent, la synthèse proposée dans le tableau 1 n'est pas parfaite et doit être analysée avec cette réserve à l'esprit. On pourra noter toutefois qu'en moyenne, en Europe, les densités de Cincles sont généralement inférieures à 1 couple par kilomètre. Seules 5 études signalent des valeurs maximales dépassant 2 couples par kilomètre : en Allemagne dans des régions proches des Alpes (2,33 à 2,56 couples/km ; ROCKENBAUCH 1985 & SCHMID 1985 respectivement), dans les Alpes suisses (2,00 couples/km ; BREITENMOSER & MARTI, 1987), dans les Préalpes italiennes (2,07 couples/km ; FRACASSO *et al.*, 2000) et dans le Parc National des Pyrénées (2,25 couples/km ; D'AMICO & HEMERY, 2003).

Tous les auteurs s'accordent à dire que les densités varient énormément selon le pays et le site d'étude. Aucun n'a réussi à identifier de facteurs environnementaux (par exemple largeur, pente, altitude du cours d'eau) susceptibles d'expliquer les variations observées. En réalité, comme on l'a vu à l'instant, la disparité elle-même des données fournies dans ces synthèses (cf. tableau 1) est aussi à mettre en cause.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous espérons que les éléments de standardisation apportés par notre travail (utilisation du modèle binomial tronqué pour l'estimation de l'abondance, d'un intervalle de confiance et de la probabilité de détection, nombre optimal de 3 visites) serviront de base pour l'élaboration d'un protocole de suivi plus homogène à l'échelle européenne². Ceci me paraît d'autant plus important que le Cincle plongeur, avec sa facilité d'étude, l'attrait qu'il exerce vis-à-vis des ornithologues et surtout sa forte dépendance vis-à-vis de l'écosystème rivière (D'AMICO & HEMERY, 2007), présente de nombreux atouts pour mériter un suivi spécifique à l'échelle européenne. Bien entendu, quelques inconnues subsistent avant cette étape de standardisation. Il me paraît nécessaire de :

1/ estimer l'intérêt du recensement linéaire par rapport à une approche de type « échantillonnage ponctuel » (FROCHOT, 1997 ; FROCHOT, FAIVRE & ROCHE, 2001) ;

2/ déterminer une distance optimale de recensement adaptée à l'approche qu'elle soit de type recensement linéaire ou échantillonnage ponctuel ;

3/ affiner encore les modèles mathématiques en explorant aussi l'approche bayésienne (MC CARTHY & MASTERS, 2005). L'étape ultime sera de poursuivre le transfert des connaissances et de l'expertise acquise vers divers organismes gestionnaires ou structures déjà engagées dans un tel suivi (ex. LOIRE NATURE 2006) ou d'autres soucieuses de mettre en place un tel suivi à long terme des oiseaux de rivière, et du Cincle plongeur en particulier en raison de son intérêt et de la facilité de son suivi.

² Le protocole est déclaré au programme européen EuMon (<http://eumon.ckff.si/>)

Tableau 1 - Densités comparées (nombre de couples nicheurs / kilomètre) du Cincle plongeur en Europe (sources diverses citées dans TYLER & ORMEROD, 1994 ; ROCHE & D'ANDURAIN, 1995 ; FRACASSO *et al.*, 2000 ; D'AMICO, 2007)

Auteurs	Pays / région	Densités (nombre de couples / km)
N Europe		
Efteland & Kyllingstad (1984)	S Norvège	0,14 – 0,22
Borgström (1991)	C Suède	0,30 – 0,40
UK		
Cowper (1973)	S Ecosse	0,14 – 0,22
Shaw in Cramp (1988)	Ecosse	0,77 – 0,97
Wilson (1996)	S Ecosse	0,18 – 1,66
Vickery (1991)	S Ecosse	1
Horn (1985)	S Ecosse	0,30 – 0,33
Shinton (1988)	N Angleterre	0,71
Robson (1956)	N Angleterre	0,21 – 0,62
Round & Moss (1984)	Pays de Galles	0,12 – 0,27
Ormerod <i>et al.</i> (1985)	Pays de Galles	0,29 – 0,85
Centre Europe		
Vangeluwe <i>et al.</i> (1993)	Belgique	0,40 – 1,30
Daulne (1990)	Belgique	0,22 – 0,87
de Liedekerke (1980)	Belgique	0,17 – 1,04
Wiesmes (1977, 1978)	Belgique	0,40 – 0,49
Süß (1972)	Allemagne	0,19 – 0,23
Rockenbauch (1985)	Allemagne	0,55 – 2,33
Schmid (1985)	Allemagne	0,33 – 2,56
Klein & Schaack (1972)	Allemagne	0,12 – 0,36
Kaiser (1988)	Allemagne	0,22 – 0,29
Oelke (1975)	Allemagne	0,17 – 1,00
Jost (1975)	Allemagne	0,11 – 0,37
Steffens & Sturm (1978)	Allemagne	0,07 – 0,24
Priemetzhofer & Priemetzhofer (1984)	Autriche	0,37

Suite tableau 1

Auteurs	Pays / région	Densités (nombre de couples / km)
Centre Europe (suite)		
Dick & Sackl (1985)	Autriche	0,16 – 1,13
Roché (1989)	France	0,13 – 1,20
Roché & d'Andurain (1995)	France	0,36 – 1,37
Kempf (1977)	France	0,67 – 1,25
Joubert (1981)	France	0,82 – 1,14
Marzolin (cit. in Roché & d'Andurain (1995))	France	0,04 – 0,92
Boitier (1998)	France	0,57 – 1,94
Loire Nature (2006)	France	0,47 – 0,55
Alpes		
Wagner (1985)	Autriche	0,24
Goller & Goller (1987)	Autriche	0,57
Breitenmoser & Marti (1987)	Suisse	0,43 – 2,00
Schifferli (1980)	Suisse	1,00 – 1,33
Fracasso <i>et al.</i> (2000)	NE Italie	0,68 – 2,07
Pyrénées		
Dolet (2006)	Lourdios (Gave d'Aspe)	1,9
D'Amico & Hémerly (2003)	Gave d'Ossau	1,00 – 2,25
Sud Europe		
Esteban (1997)	N Espagne (Navarra)	0,40 – 0,60
Peris <i>et al.</i> (1991)	C Espagne	0,14 – 1,50
Sara <i>et al.</i> (1994)	Sicile	0,10 – 1,00

Summary – Study of river birds in the Pyrenees: protocol and density.

An estimation as precise as possible of a population of a species or a community of species is important in order to study or appreciate their state and when one wishes to take management decisions. For river birds, different methods of study exist and from them, more or less complicated models can be deduced. In the Pyrenees, I decided on a straightforward count, combined with a very simple mathematical model (the binomial model) to give a simple and pertinent estimate of the number of nesting birds associated with reliability and a measure of the probability of detection. In this article I present briefly the methods used and the first results concerning the long term study of river birds in the Ossau valley (Pyrenees National Park). While there are few Common Sandpipers *Actitis hypoleucos*, the density of Dippers *Cinclus cinclus* is high (1.00 – 2.25 nesting pairs per kilometre), which is amongst the highest in Europe.

Resumen - Seguimiento de aves de río en los Pirineos: protocolo y estimación de densidad

La estimación precisa de la abundancia de una población, de una especie o de una comunidad de especies, es crucial para hacer el seguimiento y poder evaluar el estado de la/s misma/s, cuando se tienen que tomar decisiones en términos de gestión. En cuanto a las aves de río, existen diferentes estrategias de seguimiento que pueden ser combinadas con una modelización poblacional más o menos detallada. En los Pirineos he elegido un seguimiento mediante un censo lineal, asociado con la utilización de un modelo matemático simple (modelo binomial) para proporcionar una muestra simple y pertinente de los efectivos de aves nidificantes asociadas a un intervalo de confianza y a una medida de su probabilidad de detección. En este trabajo presento sucintamente, el enfoque utilizado y los primeros resultados obtenidos en cuanto al seguimiento a largo plazo de aves de ríos en el valle de Ossau (Parque Nacional de los Pirineos). Mientras que las densidades de andarríos chico son poco importantes, las densidades de mirlo acuático son fuertes (1,00-2,25 parejas nidificantes/kilómetros) y figuran entre las densidades más elevadas de Europa. En conclusión, propongo algunas diferentes perspectivas metodológicas.

Remerciements

Ce programme de suivi à long terme des populations d'oiseaux de rivière est réalisé dans le cadre d'un programme personnel validé annuellement par le Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (MNHN – Paris) et bénéficie de l'appui scientifique et réglementaire (autorisations de capture) de la Direction et du Service Scientifique du Parc National des Pyrénées. Le Conseil Régional d'Aquitaine et le Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques ont apporté leur soutien financier. J'exprime enfin toute ma gratitude à différents collègues (Claude MOUCHES, Georges HEMERY, Yann LALANNE, Steve ORMEROD, John O'HALLORAN, Gilbert MARZOLIN...) ainsi qu'aux différents étudiants impliqués dans différentes phases du travail.

Bibliographie

- BERTRAND A., 1997. *Le Desman des Pyrénées, le Cincle plongeur et la Bergeronnette des ruisseaux sur le gave d'Aspe Pyrénées-Atlantiques en relation avec l'aménagement de la RN 134: synthèse des études et perspectives de recherches appliqués*. Rapport non publié, 41 pp.
- BIBBY C.J., BURGESS N.D. & HILL D.A., 2000. *Bird Census Techniques*. Academic Press, London, 2nd edition.
- BORCHERS D.L., BUCKLAND S.T. & ZUCCHINI W., 2002. *Estimating animal abundance: closed populations*. Springer Verlag, London, UK.
- BREITENMOSER-WURSTEN C. & MARTI C., 1987. Verbreitung und Siedlungsdichte von Wasseramsel *Cinclus cinclus* und Bergstelze *Motacilla cinerea* im Saanenland Berner Oberlanda. *Der Ornithologische Beobachter* 84: 151-172.

- BUCKTON S. & ORMEROD S.J., 2002. Global patterns of diversity among the specialist birds of riverine landscapes. *Freshwater Biology*, 47: 695-709.
- BUCKTON S.T., BREWIN P.A., LEWIS A., STEVENS P. & ORMEROD S.J., 1998. The distribution of dippers, *Cinclus cinclus* L., in the acid-sensitive region of Wales, 1984-1995. *Freshwater Biology* 39 : 387-396.
- D'AMICO F., MANEL S., MOUCHES C., ORMEROD S.J., 2000. River birds in regulated rivers: cost or benefit ?. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27 : 167-170.
- D'AMICO F., BOITIER E. & MARZOLIN G., 2003. Timing of onset of breeding in three different Dipper *Cinclus cinclus* populations in France. *Bird Study* 50: 189-192.
- D'AMICO F. & HEMERY G., 2003. Calculating census efficiency for river birds: a case study with the White-throated Dipper *Cinclus cinclus* in the Pyrénées. *Ibis*: 145 : 83-86.
- D'AMICO F. & HEMERY G., 2007. Time-activity budgets and energetics of Dippers *Cinclus cinclus* are dictated by temporal variability of river flow. *Comparative Biochemistry and Physiology*. sous presse.
- D'AMICO F., 2001. Distribution morcelée et abondance du Chevalier guignette *Actitis hypoleucos* en rivière de montagne Vallée d'Ossau ; Parc National des Pyrénées. *Alauda* 69 : 223-228.
- D'AMICO F., 2002. High reliability of linear censusing for Common Sandpipers *Actitis hypoleucos* breeding along upland streams in the Pyrénées, France. *Bird Study* 49 : 307-309.
- D'AMICO F., 2004. Utilisation d'un hydrosystème de montagne par les oiseaux de rivière : variations d'abondance et connectivité. *Alauda* 72 : 173-185.
- D'AMICO F., 2007. *Contrôle descendant par les oiseaux de rivière et implications pour le fonctionnement des rivières pyrénéennes*. Mémoire de Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Pau & Pays de l'Adour, 197 pages + annexes.
- DOLET G., 2006. *Le Cincle plongeur Cinclus cinclus sur la rivière du Lourdios 64 : abondance et impact de la prédation sur les invertébrés aquatiques*. Mémoire de Licence Professionnelle Espaces naturels, Université de Pau & Pays de l'Adour, 25 pages + annexes.
- DUSSAU M., 1999. *Impacts des aménagements routiers et de l'élargissement de la RN 134 sur le patrimoine naturel en vallée d'Aspe*. Mémoire de Maîtrise en géographie, Université de Pau & Pays de l'Adour, 203 pages + annexes.
- DYNESIUS M. & NILSSON C., 1994. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the World. *Science* 266 : 753- 762.
- ESTEBAN L., 1997. *El Mirlo acuatico Cinclus cinclus L. en Navarra. Su importancia como indicador de calidad de aguas*. Memoria Tesis Doctoral, Universidad de Navarra. 387 pp.
- FECK J. & HALL R.O., 2004 Response of American dippers *Cinclus mexicanus* to variation in stream water quality. *Freshwater Biology* 49 : 1123-1137.
- FRACASSO G., TASINAZZO S. & FACCIN F., 2000. A population study of the Dipper *Cinclus cinclus* in the Italian Prealps. *Avocetta* 24: 25-38.
- FROCHOT B., 1997. Conclusion sur l'intérêt des recensements systématiques d'avifaune le long de cours d'eau. *Alauda* 65 : 82-84.

- FROCHOT B., FAIVRE B. & ROCHE J., 2001. *Les peuplements d'oiseaux indicateurs de l'état de santé des écosystèmes d'eau courante*. in: Synthèse du programme de recherche sur l'état de santé des écosystèmes aquatiques : de nouveaux indicateurs biologiques 1996-1999. Cemagref Ed. pp. 125-152
- FURNESS R.W. & GREENWOOD J. J. D., 1993. *Birds as monitors of environmental change*. London: Chapman & Hall.
- GREENWOOD J.J.D., 2005. *Basic techniques*. In: SUTHERLAND W.J. ed.: Ecological Census Techniques: a handbook. Cambridge University Press, Cambridge, 2nd edition.
- GREGORY R.D., GIBBONS D.W. & DONALD P.F., 2004. *Bird census and survey techniques*. In: SUTHERLAND W.J., NEWTON I. et GREEN R. E. eds.: Bird Ecology and Conservation; a Handbook of Techniques. Oxford University Press, Oxford: 17-56.
- GREGORY R.D., NOBLE D., FIELD R., MARCHANT J., RAVEN M. & GIBBONS D.W., 2003. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica* 12-13: 11-24.
- GREGORY R.D., VAN STRIEN A.J., VORISEK P., GMELIG MEYLING A.W., NOBLE D.G., FOPPEN R.P.B. & GIBBONS D.W., 2005. Developing indicators for European birds. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 360: 269-288.
- GREGORY R.D., MARCHANT J.H., BAILLIE S.R. & GREENWOOD J.J.D., 1994. *A comparison of population changes among British breeding birds using territory mapping and point count data*. In HAGENMEIJER E.J.M. & VERSTRAEL T.J. eds. Bird Numbers. Distribution, Monitoring and Ecological Aspects : 503-512. Proceedings of the 12th International Conference of IBCC and EOAC, Noordwijkerhout, The Netherlands. Statistics Netherlands, Voorburg/Heerlen and SOVON, Beek-Ubbergen.
- HEGELBACH J., 2001. Water temperature and phytophenology indicate the earlier onset of oviposition in Eurasian Dipper *Cinclus cinclus* from the Swiss Lowlands. *J. Ornithol.* 142: 284-294
- LANGSTON R.H.W., MARCHANT J.H. & GREGORY R.D., 1997. *Waterways Bird Survey : evaluation of population monitoring and appraisal of future requirements*. In BOON P.J. & D.L. HOWELL D.L. eds., Freshwater Quality : Defining the Indefinable ? 282-289. The Stationery Office, Edinburgh.
- LOIRE NATURE 2006. *Le Cincle plongeur sur le bassin de la Loire*. 14 pages. www.loirenature.org/IMG/pdf/Cincle_en_2005.pdf
- MARCHANT J.H. & HYDE P.A., 1980. Aspects of the distribution of riparian birds on waterways in Britain and Ireland. *Bird Study* 27 : 183-202.
- MARCHANT, J.H., LANGSTON, R. & GREGORY, R.D., 1995. *An evaluation of the waterways bird survey as a monitor of regional and national populations of waterbirds and an appraisal of its future rôle*. BTO Resarch Report n° 155 to the National Rivers Authority. British Trust for Ornithology, Thetford.
- MC CARTHY M.A. & MASTERS P., 2005 Profiting from prior information in Bayesian analyses of ecological data. *Journal of Applied Ecology* 42: 1012-1019.
- ORMEROD S.J., 1994. Dippers *Cinclus cinclus* as predators in upland streams. In: *Aquatic Predators and their Prey*. GREENSTREET, S., TASHER, U. eds, Proceedings of the International Conference, Aberdeen.

- ORMEROD S.J. & TYLER S.J., 1993. *Birds as indicators of changes in water quality*. In FURNESS R.W. & GREENWOOD J.J.D. eds., *Birds as Indicators of Environmental Change* : 179-216. Chapman and Hall, London.
- ROCKENBAUCH D., 1985. Wasseramsel *Cinclus c. aquaticus* und Zivilisation - am Beispiel des Fluss-Systems der Fils Schwabische Alb.. *Ökologie Vogel* 7: 171-184.
- ROCHE J. & D'ANDURAIN P., 1995. Ecologie du Cincle plongeur *Cinclus cinclus* et du Chevalier guignette *Tringa hypoleucos* dans les gorges de la Loire et de l'Allier. *Alauda* 57 : 172-183.
- RUSHTON S.P., HILL D. & CARTER S.P., 1994. The abundance of river corridor birds in relation to their habitats : a modelling approach. *Journal of Applied Ecology* 31 : 313-328.
- SAETHER B.-E., TUFTO J., ENGEN S., JERSTAD K., ROSTAD O.W. & SKATAN J.E., 2000. Population dynamical change for a small temperate songbird. *Science* 287 : 854-856.
- SCHMID W., 1985. Daten zur Brutbiologie der Wasseramsel *Cinclus c. aquaticus* im Bachsystem der Lauter und Lindach im Landkreis Esslingen. *Ökologie Vogel*, 7: 225-238.
- SEBER G.A.F., 1982. *The estimation of animal abundance and related parameters*, 2nd Edition. Griffin, London.
- SORACE A., FORMICETTI P., BOANO A., ANDREANI P., GRAMEGNA C., & MANCINI L. 2002 The presence of a river bird, the dipper, in relation to water quality and biotic indices in central Italy. *Environmental Pollution* 118, 89-96.
- TYLER S.J. & ORMEROD S.J., 1994. *The Dippers*. Poyser, London.
- VAN STRIEN A.J., PANNEKOEK J. & GIBBONS D.W., 2001. Indexing European bird population trends using results of national monitoring schemes: a trial of a new method. *Bird Study* 48: 200-213.
- VORISEK P. & MARCHANT J. H., 2003. Review on large-scale generic population monitoring schemes in Europe. *Bird Census News* 16:14-30.

Franck D'Amico : Université de Pau & Pays de l'Adour, UMR UPPA-INRA « EcoBioP »
 IBEAS, avenue de l'Université, BP 1155, 64013 Pau Cedex
 et Campus Montaury, allée du Parc 64600 Anglet
 • e-mail : frank.damico@univ-pau.fr