

Les partenaires / Los socios:



Action de translocation de lagopèdes alpins

RAPPORT FINAL D'EXECUTION



Action de translocation de lagopèdes alpins

RAPPORT FINAL D'EXECUTION

Claude Novoa ¹, Jean Resseguier ¹, Ramon Martinez-Vidal ², Diego Garcia Ferré ², Jordi Solà de la Torre ³ et Marc Mossoll Torres ³

¹ Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

² Generalitat de Catalunya

³ Govern d'Andorra



Photo Pere Ignasi Isern

avec la collaboration de :

Josep Blanch Casadesús, Jordi Gràcia Moya, Daniel Olivera Aguilà

et les Agents Rurals de Cerdanya et du Ripolles (GENCAT),

Landry Riba Mandicó, Josep Maria Sanchez (Govern d'Andorra)

Jean Pierre Alazet, Alain Bataille, Raymond Berjouan, Jérémy Binder, Jimmy Bouchet, Gilles Boumaza et

Gilles Caffort (Service départemental des Pyrénées Orientales de l'ONCFS),

Pere Ignasi Isern, Alain Darné, Jean-François Brenot, Jérôme Garcia

et Edith Resseguier (bénévoles),

Jordi Xifra Corominas et Joaquim Felip Bahí (GENCAT, Delegació Medi Ambient Girona),

Xavier Parellada Viladoms (Servei Fauna – GENCAT),

Unitat de Suport Aeri del Agents Rurals (GENCAT),

Jordi Faus Colomer (Consorci Espais Interès Natural del Ripollès),

Jérôme Boissier, Nicolas Bech et Jean-François Allienne (Université de Perpignan).

Cyril Agnès (Fédération départementale des chasseurs des Pyrénées Orientales)

Antoine Segalen (Parc Naturel Régional des Pyrénées Catalanes)

Aubin Jannou et Valentin Jaquemet (stagiaires ONCFS)

Les objectifs de l'action :

Le lagopède alpin ou perdrix blanche occupe une vaste aire de répartition circumpolaire (Alaska, Groenland, Sibérie) mais se rencontre aussi sur certaines montagnes du sud de l'Europe comme les Alpes ou les Pyrénées. L'espèce s'est réfugiée sur les zones alpines de ces massifs méridionaux lors du réchauffement qui a suivi la dernière glaciation, il y a environ 10 000 ans. L'isolement ancien de ces populations a conduit à la différenciation de 2 sous-espèces *Lagopus muta helvetica* dans les Alpes et *Lagopus muta pyrenaica* dans les Pyrénées. De récentes études ont montré que les populations de la sous-espèce pyrénéenne présentaient une diversité génétique plus faible que leurs homologues des Alpes ou de Scandinavie (Caizergues et al. 2003). Cette perte de diversité génétique serait soit d'origine ancienne, faible nombre d'individus fondateurs lors du réchauffement post-glaciaire (Caizergues et al. 2003), soit d'origine plus récente, avec les effets négatifs conjugués de la surexploitation pastorale des montagnes pyrénéennes au cours des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles et du réchauffement climatique (Bech et al. en préparation). Plus récemment, des biologistes de l'université de Perpignan ont montré que cet appauvrissement génétique était encore plus marqué sur le chaînon frontalier reliant le Puigmal au Canigou (Bech et al. 2009). En raison de sa largeur et de sa faible altitude, le plateau de Cerdagne représenterait pour le lagopède alpin une barrière à la dispersion entre les zones de haute montagne situées de part et d'autre de la vallée du Sègre. Jusque dans les années 70, l'espèce était encore signalée comme nicheuse sur la Tossa d'Alp (Martinez-Vidal, com. pers.) et la distribution de l'espèce, au moins en période hivernale, s'étendait même jusqu'à l'ouest de la sierra del Cadi (Alamany et De Juan Monzon 1983) (figure1). Malgré quelques indices de présence encore récents, ces secteurs qui représentaient probablement le corridor entre haute chaîne et chaînon oriental ne sont plus fonctionnels aujourd'hui, en raison probablement de la contraction générale de l'aire de répartition de l'espèce, mais aussi du développement des domaines skiables réalisés au cours de ces 30 dernières années sur les massifs de la Tossa d'Alp et du Puigmal. Ainsi, les populations de perdrix blanches du Puigmal-Canigou se trouvent aujourd'hui isolées de celles occupant le reste de la haute-chaîne des Pyrénées. Cet isolement géographique représente un handicap, et à terme une menace, pour le maintien de l'espèce sur l'extrémité orientale de la chaîne. Sur le long terme, la perte de diversité génétique pourrait en effet limiter le potentiel d'adaptation de ces populations isolées et au-delà leur capacité à faire face aux changements environnementaux. Quelques signes avant-coureurs de cet isolement géographique sont déjà perceptibles et pourraient être l'expression directe de la dérive génétique actuellement en cours au sein de cette petite population isolée. Plusieurs individus présentant des anomalies de plumage (« brown plumage ») ont été observés au cours de ces dernières années sur le noyau oriental. Bien que les plumages aberrants ne soient pas rares chez les tétraonidés, de tels cas n'ont jamais été rapportés pour le lagopède alpin (Hein van Grouw, com. pers.). Sur un plan démographique, la réussite de la reproduction est régulièrement plus faible sur le noyau oriental que sur la haute-chaîne, sans pour autant que les conditions environnementales soient très différentes entre les massifs.

Pour freiner ce processus d'érosion génétique, une action de translocation d'oiseaux depuis la haute chaîne vers le chaînon oriental a été engagée dans le cadre du projet Gallipyr (Réseau Pyrénéen des Galliformes de montagne). Cette action, menée de décembre 2008 à septembre 2011, a été pilotée par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage en partenariat avec la Generalitat de Catalunya et le

Govern d'Andorra. L'action a été poursuivie d'octobre 2011 à octobre 2012 en partenariat avec le Parc naturel régional des Pyrénées Catalanes et la Fédération départementale des chasseurs des Pyrénées Orientales. Cette deuxième phase s'est déroulée dans le cadre du Fonds commun de coopération transfrontalière, soutenu par le Conseil Général des Pyrénées Orientales et le Conseil Régional du Languedoc Roussillon. Le présent rapport réunit l'ensemble des résultats obtenus au cours des deux phases du programme.

La réalisation de l'action:

A l'origine, le projet prévoyait de transférer entre 15 et 20 lagopèdes alpins depuis des populations dites « sources » (Puigpedrós et Tossa Plana de Lles en Cerdagne, Pic del Griu – Pedrusques en Andorre) vers des populations dites « cibles » (chaînon oriental Puigmal – Bastiments – Canigou). Pour limiter l'impact des prélèvements sur les populations « sources », l'objectif était de transférer des jeunes oiseaux âgés d'environ 2 mois, plutôt que des adultes. Le transfert de coq adulte a cependant été admis dans la mesure où les populations de lagopède alpin présentent régulièrement un excès de coqs.

La première phase de l'opération, mise en œuvre au cours des mois de juillet-août de 2008 à 2011, a consisté à rechercher puis à capturer des poules accompagnées de jeunes sur les populations « sources ». Ces poules ont été équipées d'un collier-émetteur (Holohil system - RI2DM - 9g – 24 mois) afin de pouvoir suivre la nichée tout au long de l'été et, en cas de succès de la reproduction, de pouvoir capturer les jeunes en septembre, peu avant leur dispersion. Ces captures de jeunes ont été réalisées en rabattant les nichées vers des grands barrages de filet posés au sol. En septembre, les oiseaux juvéniles ont atteint leur taille adulte et peuvent être équipés à leur tour d'un collier-émetteur, un point important pour pouvoir suivre le devenir de ces oiseaux après translocation. Les transferts d'oiseaux de la population « source » vers la population « cible » ont été réalisés à l'aide de l'hélicoptère de l'Unitat de Suport Aeri dels Agents Rurals (GENCAT), ce qui a permis de relâcher les oiseaux environ 30' après leur capture et de réduire ainsi les temps de contention dans les boîtes de transport. Une partie seulement des jeunes capturés a été transférée, les jeunes restants étant relâchés sur le site même de capture pour servir « d'oiseaux témoins ». Ces jeunes « non transférés » ont également été équipés d'émetteurs afin de comparer leur survie avec celle des jeunes transférés.



Figure 1 : Localisation géographique de l'action de translocation de lagopède alpin. 1 : population source (massifs Pessons – Puigpedros), 2 : population cible (chaînon Puigmal – Canigou) ; 3 : Sierra del Cadi-Tossa d'Alp. Les zones grisées représentent les altitudes supérieures à 2 000 m soit, à quelques exceptions près, l'aire de présence potentielle du lagopède alpin sur la chaîne des Pyrénées.



Deux vues du principal site de capture : Pla du Campcardos (gauche) et Pic de Puigpedrós 2915m (droite) (photos Claude Novoa).

Les principaux résultats obtenus:

Captures sur les populations sources

De 2008 à 2011, 16 poules accompagnées de jeunes ont été capturées durant les mois de juillet-août : 9 en Cerdagne (5 sur Puigpedrós, 4 sur Tossa Plana de Lles – La Pera) et 7 en Andorre (6 sur Pic del Griu-Pedrusques – 1 sur Coma de Varhiles).

Durant les mois de septembre qui ont suivi, ces 16 poules ont permis la capture d'un total de 19 oiseaux (16 jeunes et 3 coqs adultes). Sur ces 19 oiseaux, 13 (12 jeunes, 1 coq adulte) ont été capturés sur le Puigpedrós, 4 (4 jeunes) sur Tossa Plana de Lles et 2 (2 coqs adultes) en Andorre. Aucun jeune n'a malheureusement pu être capturé en Andorre et ce malgré la capture de 7 poules en juillet. La mortalité prématurée de certaines de ces poules et des problèmes de dysfonctionnement d'émetteur sont à l'origine des mauvais résultats des captures d'automne en Andorre.



Comportement de distraction d'une poule en réponse à l'émission de cris de détresse de poussin de lagopède. L'oiseau tente d'éloigner l'observateur en feignant d'être blessé (photo Ramon Martinez-Vidal).

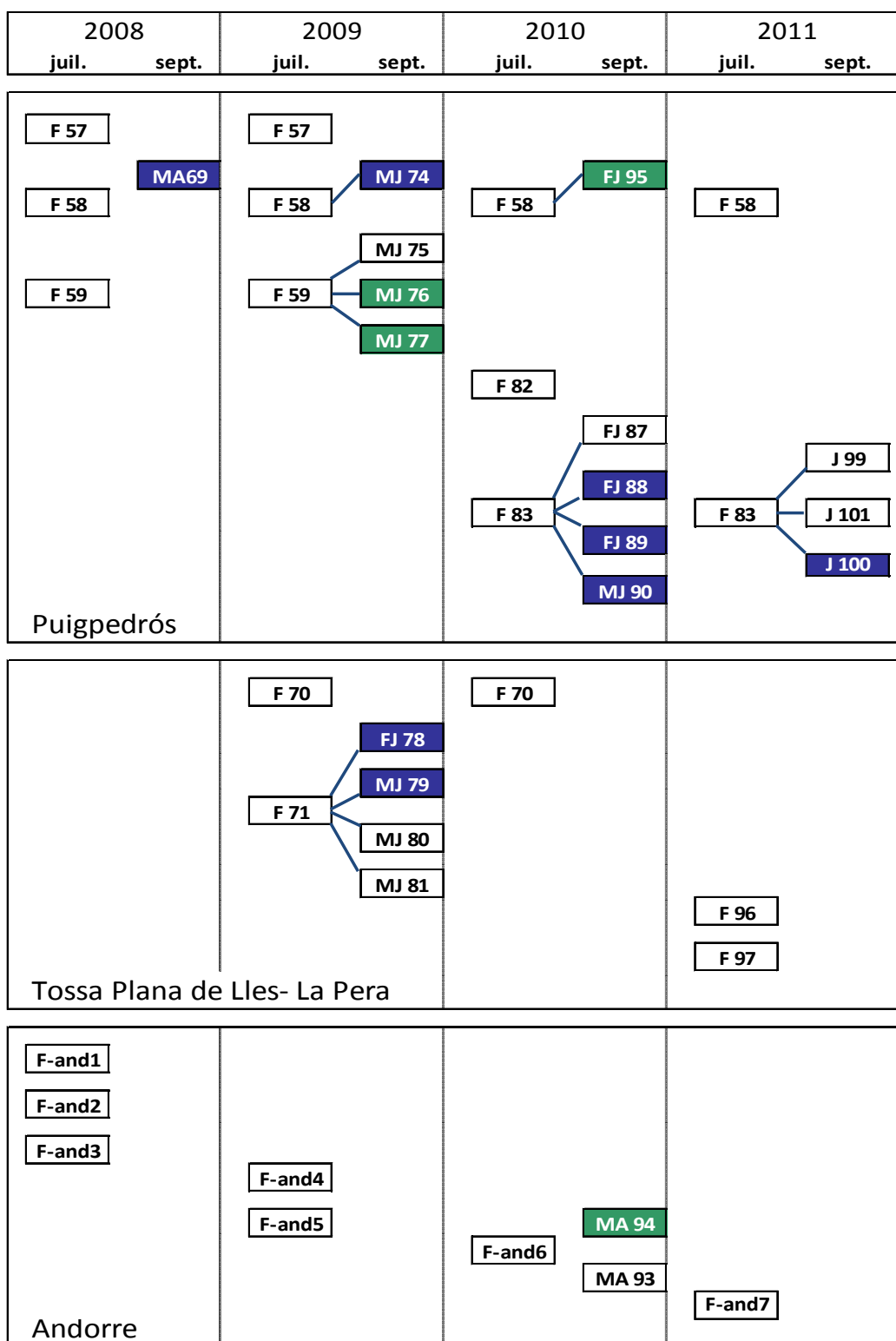


Figure 2: Bilan des captures et des transferts réalisés dans le cadre du programme de translocation lagopède alpin. Chaque oiseau est caractérisé par sexe, âge et n° de capture (F = femelle, M = mâle; A = adulte, J = jeune, and = Andorre). Les traits reliant deux oiseaux indiquent les liens de parenté (poule - jeune). Pour les oiseaux capturés en septembre : bleu = transféré sur le site de Vall Ter, vert = transféré sur le Canigou et blanc = non transféré ("témoin").

Transfert sur les populations cibles

Sur les 19 oiseaux capturés en septembre, 8 (7 jeunes, 1 coq adulte) ont été transférés sur Vall Ter, 4 (3 jeunes, 1 coq adulte) sur le Canigou et les 7 autres (6 jeunes, 1 coq adulte) ont été relâchés sur place comme « oiseaux témoins » (4 jeunes sur Puigpedrós, 2 jeunes sur Tossa Plana de Lles et 1 coq adulte sur Andorre).

En 2011, la réussite de la reproduction ayant été très faible sur les populations « sources », les possibilités de capture et de transfert ont été revues à la baisse. Quatre captures seulement (une poule et trois jeunes) ont pu être réalisées en 2011, et un seul de ces 4 oiseaux a été transféré.

C'est donc un total de 35 oiseaux qui ont été capturés et équipés dans le cadre de ce programme. La figure 2 donne le détail des captures, des liens de parenté entre oiseaux et des transferts réalisés.

Survie des oiseaux transférés

Le premier résultat significatif concerne la tolérance des oiseaux à la capture et au transfert. Sur les 12 oiseaux transférés, un seul a été prédaté dans les jours qui ont suivi son transfert, les onze autres ayant survécu au moins au-delà du deuxième mois suivant le transfert. L'estimation des taux de survie de septembre de l'année n à juillet de l'année n +1 a été réalisée à l'aide du programme MARK (known-fate model). Pour les 10 jeunes transférés, le taux de survie de septembre à juillet (11 mois) a été de 0,78 [IC_{95%} : 0,37 – 0,94], contre 0,54 [0,27 – 0,74] pour les 15 jeunes « témoins ». Ces derniers regroupent les 6 jeunes capturés sur les populations sources et non transférés, plus 9 jeunes capturés sur les populations du Canigou-Puigmal dans le cadre du programme d'étude sur la dispersion juvénile. Compte tenu de l'étendue des intervalles de confiance de ces estimations, il n'est pas possible de dire que la survie des jeunes oiseaux transférés a été meilleure que celle des oiseaux témoins. On peut cependant affirmer que la translocation n'a pas entraîné de mortalité anormale des oiseaux suite au lâcher, comme on aurait pu le craindre. La période des translocations a coïncidé, à quelques jours près, au début de la phase de dispersion juvénile qui intervient fin septembre début octobre. Comme les jeunes concernés par la translocation étaient sur le point d'acquérir leur indépendance par rapport au groupe familial, le fait de précipiter leur dispersion n'a donc pas constitué un handicap majeur. De plus, le fait de relâcher les oiseaux transférés à proximité de zones propices au regroupement postnuptial des oiseaux a certainement facilité leur intégration dans la population locale et au-delà, favorisé leur survie.



Photo Ramon Martinez-Vidal



Photo Pere Ignasi Isern

Le suivi des oiseaux équipés d'émetteurs permet d'étudier la survie, la dispersion et la participation à la reproduction des oiseaux transféré et témoins.

Dispersion des oiseaux transférés

La distance moyenne de dispersion calculée entre le site de relâcher (septembre de l'année n) et le site de reproduction (juin-juillet de l'année n +1) a été de 4,8km (Mini-Maxi = 2,7 – 6,2km) pour les 4 poules juvéniles et de 1,1km pour les 3 coqs juvéniles (Mini-Maxi = 0,5 – 1,8km). Ces distances peuvent être comparées aux distances moyennes de dispersion post-natale calculées sur 20 oiseaux juvéniles suivis par radiopistage entre 1999 et 2012. Ces distances ont été respectivement de 6,4km (Mini - Maxi = 0,7 – 17,7km) pour 8 poules juvéniles et de 4,5km (Mini - Maxi = 0,2 – 18,5km) pour 12 coqs juvéniles, soit des valeurs légèrement supérieures à celles observées sur les oiseaux transférés. Pour les 2 coqs adultes transférés, les distances de dispersion ont été respectivement de 5,1km et de 4,5km.

La présence de groupes d'oiseaux autochtones à proximité des sites de lâcher a certainement limité la dispersion des oiseaux après le transfert. De plus, le fait que la majorité des oiseaux transférés se soient appariés dès le premier printemps suivant la translocation a aussi facilité leur cantonnement.

Participation à la reproduction

Sur les 12 oiseaux transférés, 9 ont pu être suivis jusqu'à la saison de reproduction suivante voire sur 2 saisons de reproduction. Pour les 3 autres oiseaux restants, 2 ont été prédatés avant la saison de reproduction et un (FJ100) n'a pu être suivi suite à un dysfonctionnement de l'émetteur. Sept des 9 oiseaux ayant atteint la saison de reproduction suivante se sont appariés et un total de 9 tentatives de reproduction a pu être suivi de 2009 à 2011 (tableau 1). Le fait que 3 coqs, dont 2 juvéniles, se soient appariés dès le premier printemps suivant la translocation est un point intéressant à souligner, car le fort déséquilibre du sex-ratio en faveur des mâles, observé sur les populations du chaînon Canigou-Puigmal, limite considérablement les possibilités d'appariement des coqs juvéniles.



Poule avec 3 jeunes âgés d'environ 2 semaines (photo Edith Resseguier)

Le succès de la reproduction des couples dont seul le coq était marqué n'a pu être déterminé dans la plupart des cas, les coqs ne participant pas à l'élevage des jeunes. Dans un cas cependant, nous avons pu attribuer la paternité d'une nichée de 5 jeunes à un coq transféré (mâle 76), grâce à la comparaison des profils génétiques des parents et de la descendance. Pour les poules transférées, le succès de la reproduction a été plus facile à déterminer. Les premières naissances issues d'un couple mixte « poule cerdane transfuge dénommée « Nuria » x « coq du Ripolles » ont été observées en août 2010 sur le Pic de

Noufontons. Au total, pour les 5 tentatives de reproduction concernant des poules suivies en 2010 et 2011, 4 sont arrivées à leur terme, donnant respectivement 2 jeunes en septembre 2010 (poule F78) et 3 jeunes (poule F89), 5 jeunes (poule F88), 8 jeunes (poule F91) en septembre 2011. Malheureusement, ces 3 dernières poules ont été prédatées (rapace) au cours du mois de septembre 2011, c'est à dire peu avant la dispersion de la nichée. Ces jeunes ayant quasiment atteint leur taille adulte au moment de la prédation de la poule, ils devaient pouvoir être autonomes. La capture et le marquage de 4 jeunes de la nichée de la poule F88, juste avant la mortalité de la poule, a permis de confirmer cette dernière hypothèse.

En résumé, on peut dire que les translocations ont abouti à la production d'au moins 23 jeunes en âge de se disperser, c'est-à-dire ayant atteint la taille quasi adulte.

Oiseaux	Secteur	2009		2010		2011		2012	
		accouplé	succès reproducteur	accouplé	succès reproducteur	accouplé	succès reproducteur	accouplé	succès reproducteur
MA 69	Pastuira	oui	?	-	-	-	-	-	-
MJ 76	Canigou	-	-	oui	?	oui	5 jeunes	-	-
FJ 78	Nou Fonts			oui	2 jeunes	oui	non	-	-
MJ 79	Bastiments			oui	non	-	-	-	-
FJ 88	Torreneules					oui	5 jeunes	-	-
FJ 89	Serre Gallinere					oui	3 jeunes		
MJ 90	Bastiments					non		non	
MA 94	Sept Hommes					non		non	
FJ 95	Gallinas					oui	8 jeunes		-
FJ 100	Puigmal							?	?

Tableau 1 : Succès de la reproduction de 10 lagopèdes alpins transférés dans le cadre du programme de translocation (M = mâle ; F = femelle ; A = adulte ; J = juvénile ; MA 69 = mâle adulte n°69).

Génétique

Il est encore trop tôt pour se prononcer sur le succès ou non de l'opération en termes de restauration de la diversité génétique du chaînon oriental. Seul le monitoring génétique à long terme de la population permettra de répondre à cette question. A ce stade, nous ne pouvons qu'estimer la contribution théorique des individus transférés à l'amélioration de la diversité génétique. Pour cela, Nicolas bech et Jérôme Boissier de l'Université de Perpignan ont comparé la diversité génétique des populations de lagopède des différents massifs avant et après translocation, en utilisant 13 microsatellites. Les résultats préliminaires indiquent que les individus transférés ont théoriquement amélioré la richesse allélique et dans une moindre mesure l'hétérozygotie des 2 populations cibles, sans pour autant affecter la diversité génétique de la population source (tableau 2). Le suivi à long terme de la diversité génétique de ces populations permettra de confirmer ou non la persistance des nouveaux allèles dans les populations du chaînon oriental.

Populations	Massifs	Diversité génétique ⁽¹⁾	Avant translocation	Après translocation	Signification (Test de Wilcoxon)
source	Campcardos	Ar	4.285	4.231	0.787
		He	0.671	0.674	0.588
cible	Carança	Ar	3.773	4.002	0.101
		He	0.656	0.663	0.893
	Canigou	Ar	3.316	3.506	0.033
		He	0.596	0.614	0.092

Tableau 2: Diversité génétique de trois populations de lagopède alpin des Pyrénées Orientales avant et après translocation. ⁽¹⁾(Ar : richesse allélique ; He :Hétérozygotie).

Tendance des effectifs de lagopède alpin sur les populations sources :

Bien que le nombre d'oiseaux prélevés dans les populations sources ait été relativement faible, on peut quand même s'interroger sur les conséquences possibles de ces prélèvements sur la dynamique de ces populations. Pour répondre à cette question, nous avons examiné la tendance des effectifs de lagopède alpin estimée à partir des données des comptages d'été. Depuis 2005, les services de la Direcció General del Medi Natural de la Generalitat de Catalunya organisent des comptages au mois d'août pour estimer le succès de la reproduction du lagopède alpin en Cerdagne. Ces comptages sont réalisés sur 4 sites (Bagueta, Coma de Boc, Tossa Plana et Puigpedrós) totalisant 560ha. Une ligne de 10 à 20 rabatteurs accompagnés de 5 à 8 chiens prospectent la totalité des secteurs en effectuant des virées successives depuis le bas vers le haut des secteurs. Le même dispositif de comptage étant reconduit d'une année sur l'autre, nous avons considéré que le nombre d'adultes observés durant les comptages d'été pouvait être assimilé à un indice d'abondance des effectifs de lagopède alpin. Les surfaces prospectées ayant été plus réduites en 2005 et 2006, nous n'avons retenu ici que les résultats des comptages réalisés depuis 2007, année à partir de laquelle le plan de comptage a été stabilisé. De la même façon, le site de Coma de Boc (70ha) n'a pas été retenu pour l'estimation des tendances, ce site n'étant suivi que depuis 2009. De 2007 à 2012, le nombre d'adultes dénombrés en été a varié de 29 à 41 individus mais globalement, on peut considérer que la tendance des effectifs est restée relativement stable sur l'ensemble de cette période (figure 3). Dans tous les cas, les prélèvements réalisés pour les transferts, essentiellement en 2009 et 2010, n'ont pas entraîné de baisse apparente des effectifs.

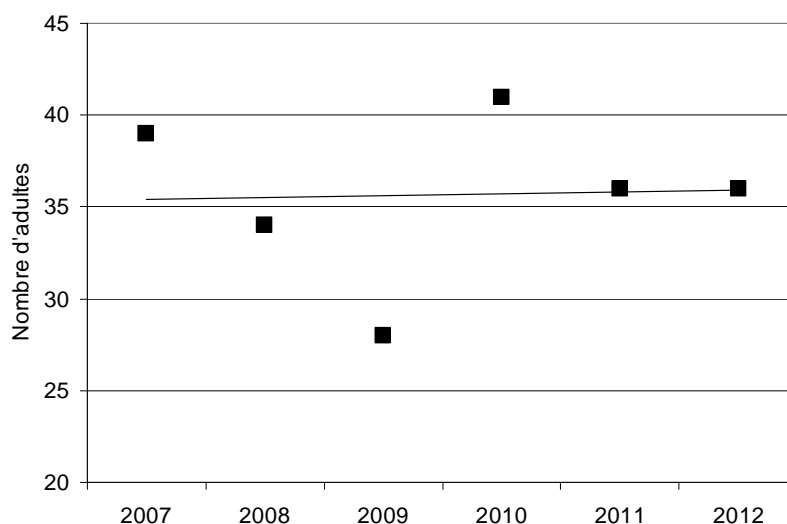


Figure 3 : tendance des effectifs d'adulte de lagopède alpin durant les comptages d'été en Cerdagne (Bagueta - Tossa Plana - Puigpedrós : 490ha)

Discussion:

L'isolement géographique de la population de lagopède alpin du chaînon Canigou-Puigmal a eu pour conséquence une baisse significative de la diversité génétique de ce noyau de population (Bech et al 2009). Même si les aléas démographiques liés aux faibles effectifs en présence représentent certainement la menace la plus importante à court terme pour cet isolat (Lande 1988), on ne peut sous-estimer complètement les effets négatifs à plus long terme de la dépression consanguine et de la perte de diversité génétique sur le potentiel adaptatif des individus et au-delà les risques d'extinction de cette petite population (Frankham 1995).

Pour les espèces à faibles capacités de dispersion, l'isolement géographique des populations se traduit souvent par une perte de diversité génétique qui à son tour, peut avoir des conséquences sur la démographie des populations concernées (Simberloff 1998). Un tel enchaînement a été montré chez le tétras des prairies (*Tympanuchus cupido*) en Amérique du Nord (Bouzat et al., 1998). Chez cette espèce, la perte de diversité génétique constatée sur une population isolée a eu pour principale conséquence une baisse du taux d'éclosabilité des œufs et donc de la fertilité. La translocation d'individus en provenance de populations génétiquement plus diversifiées a permis de restaurer ces paramètres de fécondité (Westemeier et al., 1998). Cet exemple illustre parfaitement les recommandations formulées par Storch (2007) concernant les réintroductions et renforcements de populations de tétraonidés qui proposent notamment que les translocations d'individus sauvages devraient à l'avenir être utilisées principalement pour augmenter la diversité génétique des populations isolées. Notre programme de translocation s'inscrit donc dans cette logique de restauration de la diversité génétique d'une population en situation d'isolat biogéographique.

En Amérique du Nord, les translocations d'individus sauvages d'une ou plusieurs populations sources vers une population cible ont été largement utilisées pour la conservation des populations de tétraonidés. De nombreuses opérations ont été menées pour le tétras des armoises (*Centrocercus urophasianus*) (Connelly 1997, Reese and Connelly 1997, Baxter et al., 2008) ou le tétras à queue fine (*Tympanuchus phasianellus*) (Schroeder et al., 2008). Rien que pour cette dernière espèce, ces auteurs ont recensé de 1998 à 2007 aux Etats-Unis, un total de près de 1500 individus déplacés entre différentes populations. Les translocations ont également été utilisées avec succès pour l'établissement de nouvelles populations de lagopède à queue

blanche (*Lagopus leucura*) (Hoffman and Giesen, 1983, Braun et al., 2011). Plus récemment, dans l'Archipel des Aléoutiennes (Alaska), 75 lagopèdes alpins capturés sur l'île d'Attu ont été transférés avec succès sur l'île voisine d'Agattu, d'où l'espèce avait disparu (Kaler 2007). Au-delà de la reconstitution d'une population viable sur Agattu, cette réintroduction a constitué un bon modèle d'étude des effets fondateurs sur les caractéristiques démographiques et génétiques d'une population (Kaler et al. 2010, Kaler et al. 2011, Gregory et al. 2012). Ce dernier exemple illustre un des intérêts majeurs des opérations de réintroduction, à savoir le fait de pouvoir reproduire expérimentalement les processus de colonisation qui interviennent dans le fonctionnement des métapopulations (Sarrazin et Barbault 1996).

En Europe, les opérations de translocation d'oiseaux sauvages sont plutôt rares chez les tétraonidés. On peut citer le travail de Unger et Klaus (2008), portant sur le renforcement d'une petite population de grand tétras en Thuringe (Allemagne) à l'aide de 145 oiseaux sauvages capturés en Russie de 1999 à 2003. Plus récemment, dans le nord de l'Angleterre, Ewen *et al.* (2009) ont réalisé des translocations de mâles de tétras-lyre sur des sites situés en limite d'aire de répartition. Ces transferts avaient pour but de compenser la faible capacité de dispersion naturelle des jeunes mâles de tétras-lyre et de créer ainsi de nouveaux noyaux de population en limite d'aire. A notre connaissance, aucune opération de translocation de lagopèdes alpins sauvages n'avait été engagée à ce jour en Europe. Une tentative de réintroduction à partir de lagopède alpins provenant de l'Alpenzoo d'Innsbruck a été tentée en 2002-2003 sur le Monte Baldo (Italie-Province de Trento), mais les 16 oiseaux lâchés n'ont pas permis la constitution d'un noyau de population viable (Brugnoli et al. 2012). Le programme expérimental engagé dans le cadre du projet Gallipyr vaut donc avant tout par son caractère innovant et les acquis techniques qu'il a permis d'obtenir en matière de translocation.

Le premier résultat à souligner dans ce travail concerne la bonne tolérance des oiseaux aux différentes étapes de la translocation (capture-marquage-transfert). Le stress provoqué par les différentes manipulations est en effet un facteur de risque non négligeable pour la réussite des opérations de translocation (Dickens *et al.* 2010). Certaines techniques de capture entraînent des myopathies de capture plus ou moins sévères qui peuvent affecter la survie des oiseaux à court terme (Spraker et al. 1987, Höfle et al. 2004, Marco et al. 2006). Lors de nos captures, nous avons également noté à trois reprises des symptômes attribuables à la myopathie de capture, comme les difficultés des oiseaux à se déplacer ou à voler juste après le relâcher. Il ne nous est pas possible de dire au bout de combien de temps ces symptômes se sont dissipés, mais les contrôles effectués le jour suivant les lâchers ont tous confirmé le bon état physique apparent de ces oiseaux (envol à l'approche de l'observateur). On peut noter cependant que le seul cas de mortalité (prédation) observé dans les 15 jours suivant le lâcher concerne un des oiseaux ayant présenté ces symptômes de myopathie, sans qu'il soit possible pour autant d'établir un lien de cause à effet direct.

Au-delà du premier mois suivant le transfert, les résultats concernant la survie des oiseaux après translocation ont également été très satisfaisants, même s'il faut relativiser la portée de ce résultat compte tenu des faibles effectifs concernés. Les deux coqs adultes transférés ont survécu respectivement 17 et 21 mois, des durées relativement normales. Le taux de survie de septembre à juillet des 10 jeunes transférés a été supérieur, ou pour le moins égal, à celui des 15 oiseaux témoins suivis sur la même période. Pour expliquer la bonne survie des jeunes on peut souligner le fait que les translocations ont coïncidé avec la période de dislocation de nichées et que dans tous les cas, ces jeunes étaient sur le point d'entamer leur dispersion juvénile. Les jeunes ont été transférés entre le 08/09 et le 16/09, soit peu avant la date de dislocation normale des nichées. Trois-quarts des 40 nichées suivies de 1998 à 2011 dans les Pyrénées orientales se sont dispersées avant le 20/10 (date la plus précoce = 16/09 ; médiane = 10/10). Cette

« dispersion forcée » est donc intervenue à un moment opportun du cycle biologique des jeunes oiseaux, un point essentiel pour la réussite des opérations de translocation (Reese and Connelly 1997).

La dispersion des oiseaux loin de leur site de relâcher représente potentiellement une cause d'échec des translocations, car elle diminue les chances d'intégration des oiseaux transférés dans la population cible (Dickens et al., 2009). Dans le cas de translocation d'oiseaux adultes, certains individus vont même jusqu'à regagner leur site de capture en raison de leur forte fidélité au site de reproduction. Des exemples de ce genre ont été décrits chez la perdrix choukar (*Alectoris chukar*) (Dickens et al., 2009). Les deux mâles adultes transférés dans le cadre de ce travail ont fait preuve d'une certaine instabilité spatiale suite à la translocation, sans pour autant revenir sur leur site de capture, ce qui d'ailleurs aurait mis à mal le postulat de départ à savoir l'isolement géographique du chaînon oriental. Si pour les jeunes oiseaux la question de la fidélité au site ne se pose pas, on pouvait quand même craindre une sur-dispersion des oiseaux en lien avec la translocation. En fait, il n'en a rien été, puisque les distances et les biais de dispersion observés sur les oiseaux transférés ont été comparables à ceux relevés sur les oiseaux témoins, avec notamment des distances de dispersion plus importantes chez les jeunes poules. De la même façon, la chronologie de la dispersion pour les oiseaux transférés a été échelonnée, à l'image de ce que l'on observe généralement chez les oiseaux non transférés. A l'exception d'une jeune poule qui s'est déplacée de 7,5 km dans la semaine qui a suivi la translocation, tous les oiseaux sont restés un mois ou plus à proximité du site de relâcher. Le fait que les lâchers aient tous été réalisés à proximité de sites connus pour être favorables aux regroupements d'oiseaux en début d'automne est un point qui nous paraît essentiel pour expliquer l'absence de dispersion immédiatement après le lâcher. Les oiseaux transférés ont été rapidement en contact avec des congénères, ce qui a certainement favorisé leur sédentarisation. Chez le tétras des armoises, les translocations réalisées au printemps à proximité des leks sont celles qui ont les plus grandes chances de réussite (Reese and Connelly 1997, Baxter et al. 2008). Par ailleurs, on peut penser que les grandes similitudes d'habitat entre les populations sources et cibles ont certainement facilité l'intégration des transfuges dans leur nouvel environnement, les oiseaux n'ayant pas été trop dépayés.

La participation des oiseaux transférés à la reproduction de la population cible dès le premier printemps suivant leur transfert est sans conteste un des résultats les plus significatifs de la translocation. En premier lieu, on peut souligner que le taux d'appariement des mâles transférés a été largement supérieur à la moyenne observée jusqu'à présent. Ceci est particulièrement vrai pour les jeunes, puisque 2 des 3 coqs transférés étaient appariés au printemps suivant alors que de 1998 à 2011, un seul des 11 jeunes mâles suivis dans les populations « témoins » a réussi à s'apparier au printemps suivant. Ce faible taux d'appariement s'explique vraisemblablement par le fort déséquilibre du sex-ratio en faveur des mâles observé sur le chaînon oriental. Pour les adultes, un seul des deux coqs était accouplé au printemps suivant la translocation. Au-delà de ce taux d'appariement élevé, il faut également souligner la bonne fécondité globale de ces couples mixtes. Un total de 23 jeunes volants issus de 7 couples « Cerdagne x Conflent ou Cerdagne x Ripolles » a pu être observé au cours des mois d'août de 2010 et 2011. Une nichée de 8 jeunes a même été observée au cours de l'été 2011, valeur d'autant plu remarquable qu'il s'agit d'une poule dans sa première année, classe d'âge dont la productivité est légèrement inférieure à celle des poules de deux ans et plus (Novoa et al. 2011). La seule ombre au tableau réside dans le fait que les trois poules transférées en 2010 et accompagnées de jeunes en août 2011 ont toutes été prédatées en fin de saison de reproduction, illustrant une fois de plus pour cette espèce les risques et le coût liés à l'élevage des jeunes.

Nos résultats sont encore trop récents et fragmentaires pour conclure sur une réelle amélioration de la diversité génétique des populations du chaînon oriental. Si le transfert des 12 individus améliore sensiblement la richesse allélique et à un degré moindre l'hétérozygotie des populations cibles, ce n'est à ce stade que sur un plan théorique. La contribution des oiseaux transférés à l'amélioration de la diversité génétique ne sera en effet effective que si les jeunes issus des couples mixtes participent de façon significative au recrutement dans la population cible. A noter qu'en termes d'impact sur les populations sources, les prélèvements opérés pour les translocations n'ont entraîné aucune modification de la diversité génétique de ces populations (tableau 2).

Si cette action de translocation vaut avant tout par son caractère innovant et les acquis techniques qui en découlent, elle soulève néanmoins un certain nombre de questions. Alors que dans de nombreux pays les translocations sont depuis longtemps largement utilisées en biologie de la conservation (Griffith et al 1989, Seddon et al. 2007), ces pratiques sont encore regardées avec une certaine méfiance, toute idée de manipulation de la faune sauvage étant considérée par définition contre nature. L'objectif initial de cette action de translocation de lagopède alpin était d'améliorer la diversité génétique des populations du massif Puigmal-Bastiments-Canigou, chaînon isolé de la haute chaîne par la vallée du Sègre. L'opération s'appuyait donc sur les préconisations de l'IUCN formulées dans le cadre du Grouse Action Plan 2006-2010 qui stipulent *au sujet des réintroductions et renforcements* « ...in the future, translocations are likely to be used more to increase genetic heterogeneity and fertility of small isolated populations ...» (Storch 2007). Cette recommandation repose sur le postulat que perte de diversité génétique et dépression de consanguinité sont des processus inhérents aux petites populations qui augmentent leur vulnérabilité face aux changements environnementaux (Frankham, 1995, Frankham et al., 2002). Cependant, d'autres auteurs considèrent que les facteurs démographiques et environnementaux ont un effet plus important que les facteurs génétiques pour la persistance des petites populations (Shaffer 1981, Lande 1988). En effet, de nombreux exemples existent dans la littérature montrant que la baisse de diversité génétique n'a pas d'effets délétères au moins à court ou moyen terme sur la persistance des populations, certaines d'entre elles pouvant même se maintenir malgré un fort taux d'homozygotie grâce à la purge des allèles délétères.

D'autres études insistent elles sur le fait que les translocations peuvent potentiellement éliminer le bénéfice éventuel des adaptations locales issues de l'isolement des populations ou que la descendance des individus transférés présenterait des caractéristiques moins bien adaptées aux conditions locales des massifs cibles (dépression hybride) (Storfer 1999). Dans notre cas, on fera remarquer que, sur un plan génétique, les populations du noyau oriental ne présentaient pas d'allèles spécifiques, tous les allèles présents dans ces populations cibles se trouvant également dans les populations sources. De plus le risque de dépression hybride peut être d'autant plus prononcé que les conditions environnementales entre populations cibles et sources diffèrent de façon importante ce qui n'est pas le cas ici, les populations concernées n'étant séparées que de quelques kilomètres.

Les perspectives pour l'avenir:

Comme nous l'avons souligné précédemment, le programme de translocation de lagopède alpin depuis les massifs du Puigpedrós et de l'Andorre vers le chaînon oriental (Bastiments – Canigou) vaut avant tout pour son caractère expérimental. En effet, aucune action du même genre n'avait été jusqu'à présent entreprise au niveau européen. Les résultats préliminaires acquis au terme de ces 4 années sont encourageants tant au niveau de la survie des oiseaux transférés que de leur participation à la reproduction.

Le pic de mortalité par prédation observé en septembre 2011 sur les poules transférées à l'automne 2010 tempère cependant quelque peu l'optimisme que laissait espérer ces premiers résultats. Compte tenu des faibles effectifs concernés par les translocations, il est difficile de dire si l'objectif d'amélioration de la diversité génétique du chaînon oriental sera atteint à court terme et seul le monitoring génétique des populations orientales permettra de le confirmer. Ceci étant, la réalisation de translocations supplémentaires permettrait de consolider ces résultats préliminaires.

Au-delà de ces aspects purement techniques, l'intérêt du projet réside aussi dans sa dimension de coopération transfrontalière. Les agents de la Generalitat de Catalogne ont pu bénéficier de l'expérience des partenaires français pour se former aux techniques de capture-marquage et de suivi par radiopistage. Grâce aux efforts de tous les participants, c'est donc une véritable dynamique qui a été créée pour l'étude et la conservation du lagopède alpin de part et d'autre de la crête frontière.

Références citées :

- Alamany, O & A. De Juan Monzon. 1983. Le grand tétras (*Tetrao urogallus*) et le lagopède (*Lagopus mutus*) dans les Pyrénées orientales ibériques. *Acta Biologica Montana*. 2-3 : 363-381.
- Baxter, R. J., Flinders, J. T. & D. L. Mitchell. 2008. Survival, movements, and reproduction of translocated Greater Sage-Grouse in Strawberry valley, Utah. *Journal of Wildlife Management*, 72: 179–186.
- Bech, N., Boissier, J., Drovetski, S. & C. Novoa. 2009. Population genetic structure of rock ptarmigan in the 'sky islands' of French Pyrenees: implications for conservation. *Animal Conservation*, 12: 138-146.
- Bouzat, J. L., Cheng, H. H., Lewin, H. A., Westemeier, R. L., Ronald, L., Brawn, J. D. & K. N. Paige. 1998. Genetic evaluation of a demographic bottleneck in the Greater Prairie Chicken. *Conservation Biology*, 12 : 836-843.
- Braun, C. E., Taylor, W. P., Ebbert, S. E., Kaler, R. S. A. & B. K. Sandercock. 2011. Protocols for successful translocation of ptarmigan. In R. T. Watson, T. J. Cade, M. Fuller, G. Hunt, and E. Potapov (Eds.). *Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World*. The Peregrine Fund, Boise, Idaho, USA (in press).
- Brugnoli, A., Furlani, L., Tonolli, G. & M. Bottazo. 2012. Sulla presenza invernale della pernice Bianca (*Lagopus muta helvetica* Montin, 1776) sul Monte Baldo (Trentino, Italia settentrionale). *Ann. Mus. civ. Rovereto, Sez.: Arch., St., Sc. nat.* 27: 297-314.
- Caizergues, A., Bernard-Laurent, A., Brenot, J.-F., Ellison, L. & J.Y. Rasplus. 2003. Population genetic structure of rock ptarmigan *Lagopus mutus* in Northern and Western Europe. *Molecular Ecology*, 12: 2267-2274.
- Connelly, J. W. 1997. Prairie grouse translocations in North America: a viable management alternative? *Grouse News*, 14: 7-11.
- Dickens, M. J., Delehanty, D. J. & L. M. Romero. 2009. What happens to translocated game birds that 'disappear'? *Animal Conservation*, 12: 418-425.
- Dickens, M. J., Delehanty, D. J., Reed, J. M. & L. M. Romero. 2010. Stress: An inevitable component of animal translocation. *Biological Conservation*, 143: 1329-1341
- Ewen, M. K., Warren, P. K. & D. Baines. 2009. Preliminary results from a translocation trial to stimulate black grouse *Tetrao tetrix* range expansion in northern England. *Folia Zoologica*, 58: 190-194.
- Frankham, R. 1995. Inbreeding and extinction: a threshold effect. *Conservation Biology*, 9: 792-799.

- Frankham R, Ballou J & D. Briscoe. 2002. Introduction to Conservation Genetics. *Cambridge:Cambridge University Press*.
- Gregory, A. J., Kaler, R. S. A., Prebyl, T. J., Sandercock, B. K. & S. M. Wisely. 2012. Influence of translocation strategy and mating system on the genetic structure of a newly established population of island ptarmigan. *Conservation Genetics*, 13: 465–474.
- Griffith, B., Scott, J. M., Carpenter, J. W. & C. Reed. 1989. Translocation as a Species Conservation Tool: Status and Strategy. *Science*, 245: 477-480.
- Hoffman, R. W. & K. M. Giesen. 1983. Demography of an introduced population of white-tailed ptarmigan. *Canadian Journal of Zoology*, 61: 1758-1764.
- Höfle, U., Millan, J., Gortazar, C., Buenestado, F. J., Marco, I. & R. Villafuerte. 2004. Self-injury and capture myopathy in net captured juvenile red-legged partridge with necklace radiotags. *Wildlife Society Bulletin*, 32: 344-350.
- Kaler, R. S. A. 2007. Demography, habitat use and movements of a recently reintroduced island population of Evermann's rock ptarmigan. Master of Science, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 67 p.
- Kaler, R. S. A., Ebbert, S. E., Braun, C. E. & B. K. Sandercock. 2010. Demography of a reintroduced population of Evermann's Rock Ptarmigan in the Aleutian Islands. *The Wilson Journal of Ornithology*, 122: 1-14.
- Kaler, R. S. A. & B. K. Sandercock. 2011. Effects of translocation on the behavior of island ptarmigan. Pp. 295–306 in B. K. Sandercock, K. Martin, and G. Segelbacher (editors). *Ecology, conservation, and management of grouse. Studies in Avian Biology* (no. 39), University of California Press, Berkeley, CA.
- Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science*, 241: 1455-1460.
- Marco, I., Mentaberre, G., Ponjoan, A., Bota, G., Mañosa, S. & S. Lavín. 2006. Capture myopathy in Little Bustards after trapping and marking. *Journal of Wildlife Diseases*, 42: 889-891.
- Novoa, C., Desmet, J.-F., Brenot, J.-F., Muffat-Joly, B., Arvin-Bérod, M., Resseguier, J. & B. Tran. 2011. Demographic traits of two alpine populations of Rock Ptarmigan. Pp. 267–280 in B. K. Sandercock, K. Martin, and G. Segelbacher (editors). *Ecology, conservation, and management of grouse. Studies in Avian Biology* (no. 39), University of California Press, Berkeley, CA.
- Reese, K. P. & J. W. Connelly. 1997. Translocations of sage grouse *Centrocercus urophasianus* in North America. *Wildlife Biology*, 3: 235-241.
- Sarrazin, F. & R. Barbault. 1996. Reintroduction: challenges and lessons for basic ecology. *TREE*, 11: 474-478.
- Schroeder, M.A., Smith, R., Greer, R., Hagen, C., Jury, D., Cope, M., Espinosa, S. Whitney, R., Northrup, R. & S. C. Gardner. 2008. Twenty-two years of Columbian sharp-tailed grouse translocations: have we made a difference? 11th International Grouse Symposium. Whitehorse, Yukon., (abstract).
- Shaffer, M. L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience*, 31: 131-134.
- Spraker, T. R., Adrian, W. J. & W. R. Lance. 1987. Capture myopathy in wild turkeys (*Meleagris gallopavo*) following trapping, handling and transportation in Colorado. *Journal of Wildlife Diseases*, 23: 447-453.
- Seddon, P. J., Armstrong, D. P. & R. F. Maloney. 2007. Developing the science of reintroduction biology. *Conservation Biology*, 21: 303-312.
- Simberloff, D. 1998 Small and declining populations. In *Conservation science and action* (ed. W. J. Sutherland), pp. 116–134. Oxford, UK: Blackwell Scientific Ltd.
- Storch, I. 2007. Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006 –2010 IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and World Pheasant Association, Fordingbridge, UK.

- Storfer, A. 1999. Gene flow and endangered species translocations: a topic revisited. *Biological Conservation*, 87: 173-180.
- Unger, C. & S. Klaus. 2008. A translocation study using capercaillie *Tetrao urogallus* from Central Russia. *Grouse News*, 36: 16-19.
- Westemeier, R. L., Brawn, J. D., Simpson, S. A., Esker, T. L., Jansen, R. W., Walk, J. W., Kershner, E. L., Bouzat, J. L. & K. N. Paige. 1998. Tracking the long-term decline and recovery of an isolated population. *Science*, 282: 1695-1698.

Liste des documents produits:

- Novoa, C. 2009. L'isolement géographique et la diversité génétique des populations pyrénéennes de lagopède alpin. Rapport Scientifique de l'ONCFS 2008 : 43.
- Novoa, C., Resseguier, J., Martinez-Vidal, R., Mossoll Torres, M., Garcia Ferré D. & L. Riba Mandicó. 2009. Translocation de lagopède alpin depuis la Haute-Chaîne des Pyrénées vers le chaînon Puigmal – Canigou. Note de présentation. Programme POCTEFA 2007-2013 / « Projet GALLIPYR », 8p.
- Novoa, C., Resseguier, J., Martinez-Vidal, R., Mossoll Torres, M., Garcia Ferré D. & L. Riba Mandicó. 2010. Translocation de lagopèdes alpins depuis la Haute-Chaîne des Pyrénées vers le chaînon Puigmal-Canigou. Poster - Journée de présentation des programmes POCTEFA le 28/10/2010 à Luchon
- Novoa C., Resseguier J., Martinez Vidal R., Mossoll Torres M., Garcia Ferrer D. & L. Riba Mandicó. 2010. Réalisation de translocation de lagopède alpin depuis la Haute-Chaîne des Pyrénées vers le chaînon Puigmal – Canigou. Bilan au 30/06/2010. Programme POCTEFA 2007-2013 / « Projet GALLIPYR », 13p.
- Novoa, C & D. Garcia-Ferré. 2011. Conservació de les poblacions de perdiu blanca de l'Alt Ripollès: millora experimental de la diversitat genètica. *Lacerta*, publicació del Consorci per a la protecció i gestió dels espais d'interès natural del Ripollès, 2 : 24-25.
- Novoa, C., Bech, N., & J. Boissier. 2011. Lagopèdes des Pyrénées : isolement géographique et diversité génétique, mountain wilderness - n°86 : 10-11.
- Novoa C., Martinez-Vidal, R., Resseguier, J. & D. Garcia Ferré. 2011. Conservació de les poblacions de perdiu blanca del Pirineu Oriental. El Picot Negre. *Revista informativa del Parc Natural del Cadi-Moixeró*, 2011, n°18 : 14-18.
- Novoa, C., Resseguier, J., Martinez-Vidal, R., Mossoll Torres, M., Garcia Ferré, D., Riba Mandicó, L., Bech, N. & J. Boissier. 2011. Restoration of the genetic diversity of a Pyrenean rock ptarmigan population by translocation Preliminary results. Poster, XXXth IUGB Congress, Barcelona, 5th-9th September 2011.