



Relation faune-habitat : l'exemple du tétras-lyre dans les Alpes françaises

La disponibilité d'habitats en période de reproduction est-elle un déterminant essentiel de l'abondance des populations locales ?



© R. Isoard

▲ Poule de tétras-lyre.

Espèce emblématique alpine, le tétras-lyre fait l'objet de toutes les attentions. Les spécialistes de cette espèce considèrent que la disponibilité des habitats utilisés pendant l'élevage des jeunes est essentielle au maintien de populations pérennes. Ce postulat a conduit à la création d'un diagnostic de terrain conçu pour évaluer la qualité des habitats des nichées et orienter les mesures d'aménagement, en particulier la gestion pastorale. Cet outil a rencontré un franc succès et plus de 10 000 ha ont déjà été décrits dans les Alpes. Aussi, il nous a semblé intéressant de tester la validité de ce diagnostic au regard des milieux réellement occupés par les nichées de tétras-lyre, et par suite de voir si l'abondance de l'espèce peut être prédite par la disponibilité d'habitats favorables aux nichées.

**CLÉMENT JOURDAN¹,
MARC MONTADERT²**

¹ ONCFS, étudiant de Master II en apprentissage – Sevrier.

² ONCFS, Direction de la recherche et de l'expertise, Unité Petite faune sédentaire – Sevrier.

Contact : marc.montadert@oncfs.gouv.fr

Un oiseau emblématique, affecté par la modification des habitats...

Le tétras-lyre est en déclin plus ou moins marqué en France et ailleurs en Europe (Storch, 2000). Il affectionne les habitats ouverts à semi-ouverts comme les landes à éricacées, les tourbières ou encore les forêts claires entrecoupées de prairies (Baines, 1995). Dans les Alpes, on le retrouve ainsi dans les espaces pastoraux entre 1 400 et 2 300 m d'altitude, à l'interface entre forêts et prairies subalpines (Ellison *et al.*, 1984 ; Magnani, 1988). Deux causes majeures de son déclin sont

souvent citées : la modification des habitats suite aux changements d'usages, et l'augmentation du dérangement humain lié aux activités de sports d'hiver (Bernard-Laurent *et al.*, 1994 ; Arlettaz *et al.*, 2007). L'évolution des conduites pastorales affecte l'habitat selon deux modalités opposées : la déprise pastorale entraîne la fermeture des pelouses et des landes par les ligneux ou, au contraire, une charge pastorale trop forte et précoce provoque la disparition des strates de végétation basses recherchées par les nichées (Magnani, 1988 ; Novoa *et al.*, 2002 ; Decout, 2007). La grande vulnérabilité et les demandes énergétiques

élevées des poussins dans leur premier mois de vie requièrent la présence d'habitats spécifiques pour leur développement et leur survie (Bernard, 1981b ; Ludwig *et al.*, 2010 ; Signorell *et al.*, 2010). La qualité des habitats d'élevage des jeunes apparaît alors comme un facteur déterminant dans la dynamique des populations de l'espèce, *via* son effet sur le contrôle du succès reproducteur (Patthey *et al.*, 2012). Il s'avère donc important de pouvoir correctement identifier ces habitats pour mettre en œuvre une gestion adaptée. À cette fin, une méthode de diagnostic des habitats de reproduction (« diagnostic HR »), conçue pour identifier, cartographier et quantifier les habitats favorables à l'élevage des nichées de tétras-lyre, a été mise en œuvre en 2009 dans le cadre du suivi des habitats centralisé par l'Observatoire des galliformes de montagne (OGM).

Nous avons souhaité analyser *a posteriori* le comportement des poules de tétras-lyre en période de reproduction dans des espaces ainsi diagnostiqués, afin de vérifier l'existence d'une sélection préférentielle des différents types d'habitats identifiés par l'outil « diagnostic HR ».

Dans l'affirmative, nous avons dans un second temps utilisé cette cartographie pour évaluer l'un des paradigmes de la conservation du tétras-lyre, à savoir que le maintien des populations passe par la conservation de ses habitats de reproduction, plus précisément ceux spécifiquement utilisés par les nichées. Une des prédictions de ce paradigme est qu'il doit être possible de montrer une relation positive entre l'abondance locale du tétras-lyre et la proportion d'habitats favorables à l'élevage des jeunes.

Pour répondre à ces questions, nous avons compilé les données d'habitats et d'observations de tétras-lyre en période d'élevage des jeunes relevées dans les Alpes françaises, et procédé à leur analyse (voir l'*encadré 1*, p. 44, pour la méthode).

Une sélection de certains types d'habitats par les nichées, globalement bien reconnus par le « diagnostic HR »

Les résultats soulignent un phénomène significatif de sélection d'habitat par les nichées en regroupant l'ensemble de sites ($\text{Khi}^2 = 403,6$; $\text{df} = 154$; $p < 0,001$), qui se vérifie également indépendamment sur 85 % des sites étudiés (22/26). Ces résultats permettent d'écarter l'hypothèse d'une utilisation aléatoire des habitats par les nichées. L'analyse approfondie de la sélection révèle un rejet marqué des habitats diagnostiqués

comme « défavorables » ($\text{RSi} < 1$), une tendance de sélection des habitats *a priori* « favorables » et une tendance moins claire, plus hétérogène, des habitats « potentiellement favorables » (figure 4).

La même approche réalisée pour les poules ayant échoué dans la reproduction (poules seules) révèle aussi un phénomène de sélection globalement significatif ($\text{Khi}^2 = 252$; $\text{df} = 113$; $p < 0,001$), avec cependant seulement 61 % des sites (11/18) ayant un phénomène marqué (Figure 5).

Un outil de diagnostic fiable, mais perfectible

L'analyse de sélection d'habitat réalisée pour les nichées montre que ce sont principalement les habitats diagnostiqués « défavorables » qui, sans ambiguïté, sont systématiquement évités. Les habitats « favorables », quant à eux, ne sont pas tous nettement sélectionnés : à côté des types 32 et 42, qui sont nettement préférés, le type 21 s'avère peu recherché alors que cet habitat de lande arborée en mosaïque est reconnu pour être favorable aux nichées. Ce résultat peut traduire un manque de puissance du test, du fait de la rareté de ce type 21 dans notre échantillon.

Enfin, comme attendu, les habitats de qualité « potentiellement favorables » ont montré des phénomènes de sélection plus ambigus. En effet, pour l'habitat « prairie ouverte » (ou lande à myrtille) (type 11) et celui « lande arborée non mosaïque » (type 22), il n'est pas possible d'attribuer un statut de sélection (large intervalle de confiance de part et d'autre du seuil $\text{RS} = 1$). L'absence de sélection apparente pour le type 11 nous a surpris, car des études précédentes avaient montré que les nichées utilisaient aussi ces prairies (Bernard, 1981b ; Magnani, 1988). Ce résultat peut s'expliquer par une

forte hétérogénéité dans la composition floristique de ces habitats, certains types présentant une structure favorable (30 cm de hauteur), alors que d'autres sont dominés par des plantes trop hautes pour les nichées (par exemple les prairies à ombellifères). De plus, il n'a pas été possible de savoir sans ambiguïté si ces prairies étaient ou non pâturées en juillet, situation qui peut d'ailleurs varier d'une année à l'autre selon la conduite pastorale. Ainsi, un même habitat prairial peut, selon la gestion pratiquée localement, être ou non utilisable par les nichées. Le diagnostic prévoit qu'un indice de pâturage soit noté (intense et/ou précoce, ou non), mais il ne semble pas avoir été suffisamment pris en compte lors de l'application du « diagnostic HR ». Enfin, il est possible que la sélection des prairies ait été sous-estimée par les comptages au chien réalisés en août, quand la plupart des jeunes tétras-lyres devenus herbivores sont probablement moins attirés par ces habitats riches en insectes, nourriture principale jusqu'à l'âge de 3 semaines (Ponce, 1992).

La sélection de l'habitat « forêt ou lande claire » (type 31) est également intéressante à discuter, puisqu'il est jugé seulement potentiellement favorable par le diagnostic HR, alors qu'il est nettement sélectionné dans notre analyse. Il s'agit le plus souvent de landes refermées par le rhododendron et/ou l'aunle vert, ce qui fait alors passer la strate herbacée/myrtille mésophile sous la barre des 50 % de recouvrement de la maille. Il y a donc un fort effet de seuil, qui fait qu'un même habitat peut facilement basculer d'une appréciation favorable à défavorable selon que l'observateur estime être d'un côté ou de l'autre de ces 50 %. En réalité, de nombreuses mailles jugées peu favorables sont en fait encore bien utilisées par les nichées, soit parce qu'une lande avec 30-40 % de recouvrement de strate



▲ Evol d'un pouillard lors d'un comptage au chien d'arrêt.



▲ L'abondance locale des coqs chanteurs au printemps a été utilisée pour rechercher le lien avec la disponibilité des habitats de reproduction.

mésophile leur suffit, soit parce que cette dernière a été sous-estimée par l'observateur.

Une nouvelle version du protocole a été mise en œuvre en 2016, afin de corriger les limites soulignées ici. Cependant, le faible jeu de données issu de cette version ne nous a pas permis d'intégrer ces nouveaux diagnostics dans l'analyse.

L'abondance des populations locales de tétras-lyre bien expliquée par la disponibilité en habitats de qualité pour l'élevage des nichées

La modélisation de l'abondance des coqs chanteurs a dans un premier temps montré que la relation positive entre

l'abondance des coqs et le pourcentage d'habitats favorables était influencée par le type de protocole utilisé (comptages sur sites de référence ou sur des inventaires complets d'unités naturelles). Afin de supprimer ces effets conjoints, les deux sources de données de comptages ont été traitées séparément.

Le modèle qui s'est montré le plus efficace (principe de parcimonie) est celui retenant uniquement la proportion d'habitats favorables. Le niveau de dérangement hivernal, évalué par la proportion d'habitats compris dans un domaine skiable, n'a pas d'effet significatif sur la densité de coqs chanteurs. Ainsi, la proportion d'habitats de bonne qualité pour l'élevage des nichées paraît donc suffisante, parmi les 3 variables testées, pour expliquer au mieux la variation de la

► Encadré 1 • Méthode d'analyse

L'outil « diagnostic des habitats de reproduction »

Le « diagnostic HR » s'appuie sur une typologie de 11 habitats utilisée pour qualifier des unités de 1 ha (100 m x 100 m) selon la proportion de recouvrement de ligneux (%), la proportion de recouvrement de la strate herbacée/myrtille mésophile (%) et l'organisation structurale (ex. : structure en mosaïque), en leur attribuant un code à 2 chiffres (Lauer *et al.*, 2012) – (figure 1). Le premier chiffre donne la proportion de recouvrement des ligneux, le second décrit la strate herbacée/myrtille, source alimentaire pour l'oiseau. Chaque hectare diagnostiqué se voit ainsi décrit par un code, lui-même associé à une couleur, qui le qualifie comme habitat « favorable » (code 21, 32 ou 42 ; couleur verte), « potentiellement favorable » (code 11, 22, 31 ou 41 ; couleur marron) ou « défavorable » (code 13, 23, 33 ou 43 ; couleur grise).



▲ Séance de formation au « diagnostic HR ».

Des données d'habitat croisées avec les observations de tétras-lyre

Les observations de tétras-lyre ont été obtenues lors des comptages au chien d'arrêt conduits dans les Alpes afin d'estimer le succès reproducteur. Toutes les observations de poules avec ou sans jeunes sont géo-référencées depuis 2004 et centralisées par l'OGM. Le croisement des diagnostics d'habitat avec les localisations de poules a permis d'identifier 26 sites de plus de 100 ha sur lesquels au minimum

20 observations de nichées ont été rapportées depuis 2004 (figures 2 et 3). L'analyse de la sélection d'habitat par les nichées sur ces sites a alors été effectuée en utilisant la méthode des ratios de sélection (Manly *et al.*, 2002). Cette méthode consiste à calculer un ratio de sélection (RS) pour chacun des 11 types d'habitats identifiés, puis à tester la significativité de ce ratio de sélection par rapport à celui qui aurait résulté d'une utilisation aléatoire des habitats disponibles (RS = 1). Le RS d'un habitat i s'obtient en divisant le ratio d'utilisation (U_i) par le ratio de disponibilité (D_i), tel que $RS_i = U_i / D_i$. Ainsi, si $RS_i > 1$, l'habitat est considéré comme sélectionné par les nichées ; si $RS_i < 1$, il est considéré comme évité.

Un diagnostic qui permet d'évaluer la relation entre la qualité de l'habitat et l'abondance du tétras-lyre

Si le « diagnostic HR » se révèle bien capable d'identifier les habitats sélectionnés (ou évités) par les nichées, il est alors pertinent de chercher un lien entre la disponibilité des habitats et l'abondance locale du tétras-lyre. Nous avons utilisé l'abondance des coqs chanteurs au printemps comme indicateur du niveau d'abondance local. Nous avons cherché à expliquer cette abondance de coqs en fonction, d'une part, de l'habitat (proportion d'habitats favorables et proportion d'habitats potentiellement favorables) et, d'autre part, du niveau d'emprise par un domaine skiable en pourcentage de la surface du site (noté 1 : < 20 % ; 2 : 20 à 50 % ; 3 : > 50 %). L'idée était de tenter de quantifier indirectement le niveau de dérangement hivernal, supposé être un facteur explicatif du niveau d'abondance. Comme les nombres de coqs chanteurs sont issus de deux protocoles de comptage différents, nous avons aussi rajouté une variable identifiant le type de protocole utilisé.

Nous avons utilisé le cadre des modèles linéaires généralisés (GLM) sous la forme suivante : $\text{Log}(\text{nb coqs chanteurs}) \sim \% \text{ hab. favorable} + \% \text{ hab. potentiellement favorable} + \text{domaine skiable} + \text{type de comptage}$. Le log de la surface du site était mis en offset. Nous avons retenu le modèle le plus parcimonieux en retenant celui au plus faible AIC. Nous avons examiné les interactions entre type de comptage et % hab. favorable.

densité de coqs entre les sites (figure 6). De plus, la corrélation ainsi démontrée entre « proportion d'habitats favorables » et « densité de coqs » est positive dans les deux cas (« sites de référence » : coeff. = 2,7 ± 0,6 ; t = 4,4 ; p < 0,001 – « sites d'inventaire » : coeff. = 10,8 ± 3,1 ; t = 3,4 ; p < 0,001).

Ces différences de pente dans la relation abondance ~ % habitat favorable entre les deux protocoles de comptages résultent probablement de sources de biais différentes entre les deux méthodes. Le protocole « site de référence » montrerait une relation moins forte, car les sites pauvres en tétras-lyres sont plus rares dans l'échantillon ; alors qu'à l'opposé, le protocole « inventaire », du fait de sa mise en œuvre sur de larges espaces, couvre aussi des zones pauvres. De plus, on peut supposer qu'étant réalisés occasionnellement dans des sites moins connus des opérateurs, les inventaires conduisent localement à une sous-estimation des effectifs.

Le fait que nous n'avons pas détecté d'effet négatif des stations de ski sur l'abondance du tétras-lyre peut

surprendre, alors qu'une relation de ce type a déjà été montrée dans les Alpes (Patthey *et al.*, 2008). Nous pensons que nos résultats doivent être interprétés avec prudence, car la proportion des sites comprise dans les domaines skiables n'était pas très importante dans notre échantillon. Par ailleurs, cette variable ne traduit probablement qu'imparfaitement le niveau réel d'exposition de la population de tétras-lyre au dérangement (existence du hors-pistes, présence de refuges naturels dans ou à proximité des domaines...). De plus, les domaines skiables présentent de fortes variations en termes de disponibilité d'habitats pour les nichées, ce qui peut masquer grandement les effets directs du dérangement. Enfin, il est possible qu'après plusieurs décennies d'exposition à un fort dérangement dans les domaines skiables, certaines populations locales montrent des formes d'habituatation/adaptation leur permettant de recouvrer des effectifs conséquents, comme le suggèrent des études menées en Bavière (Zeitler, 2007) ou certaines observations réalisées dans les stations alpines françaises.

Figure 2 Exemple d'un site d'étude décrit par le « diagnostic des habitats de reproduction » du tétras-lyre et renseigné des localisations des nichées observées.

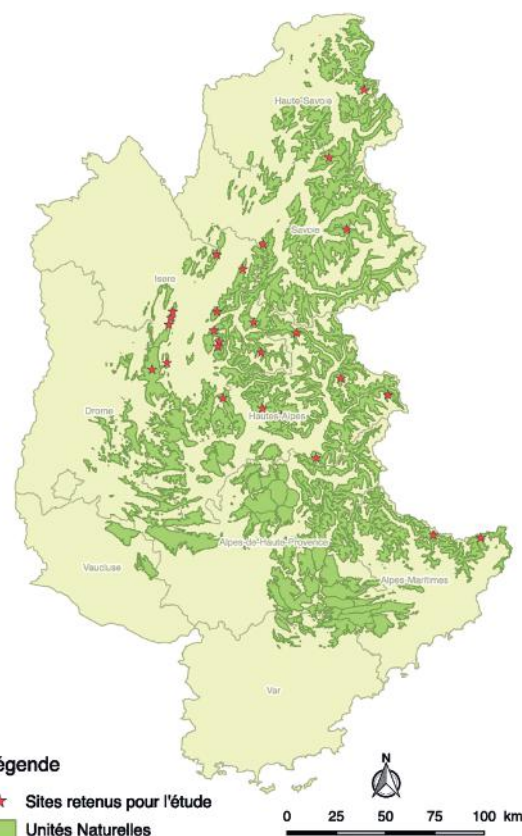






Figure 1 Codification du protocole de diagnostic des habitats de reproduction du tétras-lyre. (Extrait de Lauer *et al.*, 2012)

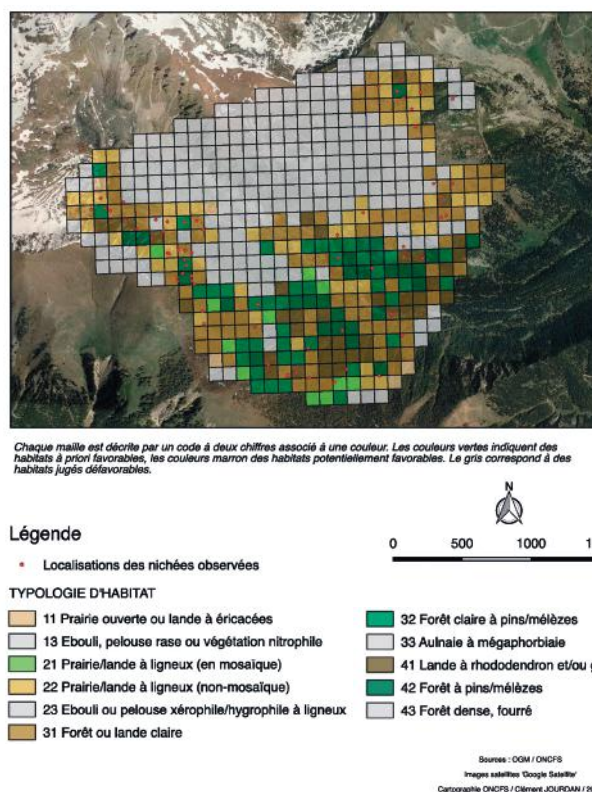
CODIFICATION DES MAILLES

Lors de la visite, il convient d'attribuer à chaque maille, un code qui précise le **taux de recouvrement et la répartition des ligneux** et l'éventuelle **dominance et le taux de recouvrement de la strate herbacée mésophile d'une hauteur de 25 à 50 cm**.

Recouvrement ligneux	Strate herbacée 25-50 cm	Code
Cas 1 < 10 %	• Strate herbacée mésophile dominante. Recouvrement de la maille > 50 %. Prairies fleuries, landes à myrtilles ou aireselles des marais.	Code 11
	• Autres cas : éboulis, rocaillies, pelouse rase, mégaphorbiaie, nardaaie, plage d'épilobes, piste de ski, strate herbacée mésophile constituée uniquement d'espèces monopolistes nitrophiles (orties, rumex...) ou sur blocs et/ou éboulis stabilisés...	Code 13
Cas 2 > 10 et < 50 %	• Strate herbacée mésophile dominante. Recouvrement de la maille > 50 %. Ligneux en mosaïque répartis selon au moins 10 bouquets.	Code 21
	• Strate herbacée mésophile dominante. Recouvrement de la maille > 50 %. Autres répartitions de ligneux.	Code 22
	• Autres cas : zone humide, pelouse rase, strate herbacée mésophile constituée uniquement d'espèces monopolistes nitrophiles (orties, rumex...) ou sur blocs et/ou éboulis stabilisés...	Code 23
Cas 3 > 50 et < 80 %	• Strate herbacée mésophile dominante. Recouvrement de la maille < 50 %. Forêts ou landes claires (lande à genévrier et/ou à rhododendron)...	Code 31
	• Strate herbacée mésophile dominante. Recouvrement de la maille > 50 %, le plus souvent sous mélèzin ou pinède.	Code 32
	• Autres cas : aulnaie avec mégaphorbiaie, strate herbacée mésophile constituée uniquement d'espèces monopolistes nitrophiles (orties, rumex...) ou sur blocs et/ou éboulis stabilisés...	Code 33
Cas 4 > 80 %	• Strate herbacée mésophile 25-50 cm présente. Recouvrement de la maille < 50 %. Lande à rhododendron et/ou genévrier...	Code 41
	• Strate herbacée mésophile 25-50 cm dominante. Recouvrement de la maille > 50 %, le plus souvent sous mélèzin ou pinède.	Code 42
	• Autres cas : forêts denses, fourrés...	Code 43

Chaque maille dispose d'un code à deux chiffres associé à une couleur. Les couleurs vertes correspondent à des habitats favorables, les couleurs marron à des habitats potentiellement favorables.

Figure 3 Exemple d'un site d'étude décrit par le diagnostic des habitats de reproduction du tétras-lyre et renseigné avec les localisations des nichées observées.



Le « diagnostic HR » : un bon outil pour aider à la gestion/conservation prioritaire des habitats à nichées

Les préoccupations autour des populations de tétras-lyre dans les Alpes françaises ont poussé les experts à développer des outils d'aide à la gestion/conservation de l'espèce, tels que le « diagnostic des habitats de reproduction ». Toutefois, la mise en place d'un tel outil, conçu pour être utilisé rapidement sur le terrain par des techniciens non spécialisés, impose nécessairement une simplification susceptible de déformer la réalité. Notre étude a cependant pu vérifier la capacité globale de cet outil à qualifier correctement les différents habitats pour l'élevage des nichées.

Il est aussi intéressant de signaler que les poules seules ont un patron de sélection moins marqué que les nichées, avec une préférence pour les milieux plus fermés. Cette différence était déjà connue (Bernard, 1981a), et indirectement cela confirme la bonne capacité descriptive du diagnostic.



▲ Habitat favorable aux nichées de tétras-lyre dans les Alpes internes du Nord, avec rhododendrons et myrtilles.

La disponibilité d'habitats favorables aux nichées : un facteur déterminant pour le maintien des populations locales

L'importance de ces habitats à nichées a par ailleurs été mise en évidence par une relation positive entre abondance du tétras-lyre et proportion d'habitats favorables. Ce résultat soutient une politique

de conservation qui mettrait l'accent sur la préservation des habitats à nichées, primordiale pour le maintien à long terme des populations. Ces habitats couvrent une faible proportion de l'aire occupée par le tétras-lyre dans les Alpes (seulement 10 % des 100 000 ha diagnostiqués ont été classés comme favorables aux nichées), ce qui confirme leur caractère prioritaire.

Figure 4 Ratio de sélection (et son intervalle de confiance) des 11 catégories d'habitats des nichées de tétras-lyre sur l'ensemble des sites. Le ratio de sélection des différents types d'habitats tient compte de l'éventuelle variabilité de sélection entre les sites.

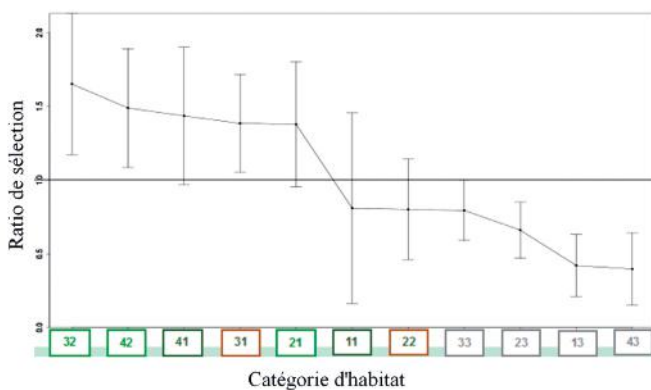


Figure 5 Ratio de sélection (et son intervalle de confiance) des 11 catégories d'habitats des poules de tétras-lyre dont la reproduction a échoué sur l'ensemble des sites.

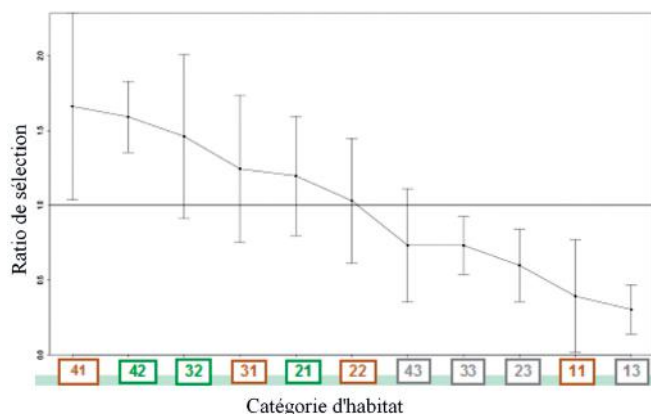
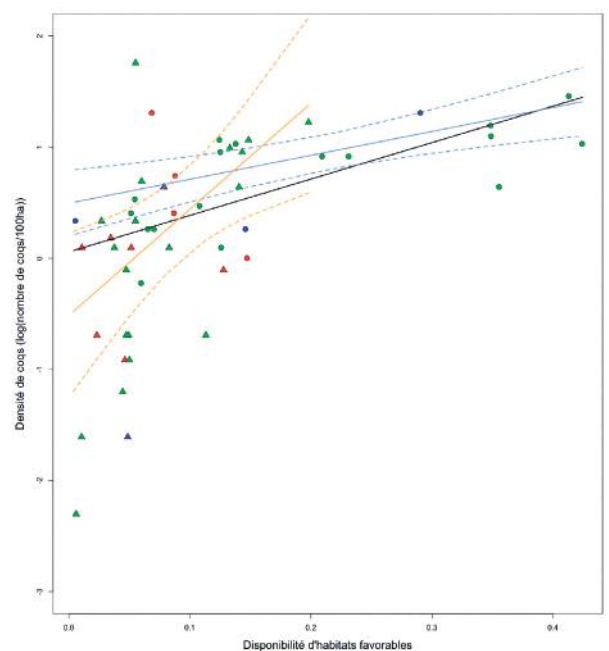


Figure 6 Relation entre la densité de coqs chanteurs sur les sites de comptage et la disponibilité d'habitats favorables aux nichées caractérisée par le « diagnostic HR ».

Les densités (log) de coqs chanteurs dans les sites « référence » sont représentées par des ronds, celles des sites « inventaire » par des triangles. Les droites bleues et orange sont leurs droites de régression respectives issues du modèle linéaire généralisé. La droite noire donne la régression obtenue en rassemblant tous les sites sans prendre en compte l'effet de l'interaction entre type de comptage et % d'habitat favorable. Le niveau d'emprise des domaines skiables (degré 1, 2 ou 3) est illustré par des couleurs : vert = 1 ; bleu = 2 ; rouge = 3.



Des efforts de gestion pertinents mais coûteux

Ce travail montre la pertinence des efforts consacrés depuis plusieurs décennies par les gestionnaires des espaces pour tenter de préserver la qualité des habitats d'élevage des nichées (Novoa *et al.*, 2002). Si les techniques pour maintenir des habitats de reproduction de qualité sont maintenant bien éprouvées (coupe, gyrobroyage, pâturage contrôlé), elles se heurtent désormais à des difficultés de mise en œuvre à large échelle du fait de leur coût élevé.

Remerciements

Nous sommes particulièrement redevables envers les inventeurs de l'outil « diagnostic des habitats de reproduction » : Y. Magnani, A. Bernard-Laurent, I. Losinger (ONCFS), E. Lauer (FDC 38) et Nathalie Buffet (OGM). Nos plus vifs remerciements vont ensuite aux opérateurs de terrain qui, annuellement, réalisent les comptages et les diagnostics.



▲ Autre type d'habitat favorable aux nichées de tétras-lyre, dans les Alpes du Sud : pré-bois clair d'épicéas sur pelouse subalpine.

Trop nombreux pour être cités individuellement, ils appartiennent au partenariat de l'Observatoire des galliformes de montagne (FDC de Haute-Savoie, Savoie, Isère, Drôme, Hautes-Alpes, Alpes-de-Haute-

Provence et Alpes-Maritimes ; services départementaux alpins de l'ONCFS, ONF, PNR de Chartreuse, Bauges, Vercors et Queyras ; Asters ; PN de la Vanoise, des Écrins et du Mercantour ; SEA 74). ●

Bibliographie

- ▶ Arlettaz, R., Patthey, P., Baltic, M., Leu, T., Schaub, M., Palme, R. & Jenni-Eiermann, S. 2007. Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274: 1219-1224.
- ▶ Baines, D. 1995. Habitat requirements of black grouse. *in: Proceedings of the International Symposium on Grouse*. Readings, UK: 147-150.
- ▶ Bernard, A. 1981a. An analysis of black grouse nesting and brood habitat in the French Alps. *in: Proceedings of the International Symposium on Grouse*. W.P.A., Edinburgh, Scotland: 156-172.
- ▶ Bernard, A. 1981b. Biologie du tétras lyre (*Lyrurus tetrix* L.) dans les Alpes françaises : la sélection de l'habitat de reproduction par les poules. *Bulletin Mensuel ONC, n° scient. et tech.* Tétraoïdés, déc. : 87-144.
- ▶ Bernard-Laurent, A., Magnani, Y. & Ellison, L. 1994. Plan de restauration pour le tétras-lyre (*Tetrao tetrix*) en France. *Gibier Faune Sauvage, Game and Wildlife* 11: 241-263.
- ▶ Decout, S. 2007. Effets des patrons d'organisation spatiale du paysage sur l'habitat d'une espèce animale à gestion conservatoire : le cas de l'habitat de reproduction du tétras-lyre (*Tetrao tetrix* L.) dans un contexte d'expansion des aulnaies vertes (*Alnus alnobetula* (Ehrh.) C. Koch). Thèse Doct., Univ. Grenoble 1.
- ▶ Ellison, L., Bernard-Laurent, A., Magnani, Y., Gindre, R. & Corti, R. 1984. Le tétras-lyre (*Lyrurus tetrix*). Dynamique des populations, chasse et biotopes de reproduction dans les Alpes françaises. ONC, section Faune de Montagne. 80 p.
- ▶ Lauer, E., Bernard-Laurent, A., Lavigne, T., Losinger, I. & Magnani, Y. 2012. Mémento : Tétrés-lyre - Diagnostic des habitats de reproduction. ONCFS, FRC-RA, SUACI Alpes du Nord, CREN Rhône-alpes, OGM.
- ▶ Ludwig, G.X., Alatalo, R.V., Helle, P. & Siitari, H. 2010. Individual and environmental determinants of early brood survival in black grouse *Tetrao tetrix*. *Wildlife Biology* 16: 367-378.
- ▶ Magnani, Y. 1988. Sélection de l'habitat de reproduction et influence de l'évolution des pratiques sylvo-pastorales sur la population de tétras lyre (*Tetrao tetrix* L.) de la réserve des Frêtes (Haute-Savoie). *Gibier Faune Sauvage* n° 5 : 289-307.
- ▶ Manly, B.F.J., McDonald, L.L., Thomas, D.L. McDonald, T.L. & Erickson, W.P. 2002. Resource selection by animals: Statistical design and analysis for field studies. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- ▶ Novoa, C., Magnani, Y., Auliac, P., Roche, P., Berger, M. & Ellison, L. 2002. La restauration des habitats de reproduction de tétras-lyre dans les Alpes du Nord. *Faune sauvage* n° 257 : 49-54.
- ▶ Patthey, P., Signorelli, N., Rotelli, L. & Arlettaz, R. 2012. Vegetation structural and compositional heterogeneity as a key feature in Alpine Black Grouse microhabitat selection: Conservation management implications. *European Journal of Wildlife Research* 58: 59-70.
- ▶ Patthey, P., Wirthner, S., Signorelli, N. & Arlettaz, R. 2008. Impact of outdoor winter sports on the abundance of a key indicator species of alpine ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 45: 1704-1711.
- ▶ Ponce, C. 1992. Régime et sélection alimentaires des poussins de Tétrés-lyre (*Tetrao tetrix*) dans les Alpes françaises. *Gibier Faune Sauvage* n° 9 : 27-51.
- ▶ Signorelli, N., Wirthner, S., Patthey, P., Schranz, R., Rotelli, L. & Arlettaz, R. 2010. Concealment from predators drives foraging habitat selection in brood-rearing Alpine black grouse *Tetrao tetrix* hens: Habitat management implications. *Wildlife Biology* 16: 249-257.
- ▶ Storch, I. 2000. An overview to population status and conservation of black grouse worldwide. *Cahiers d'Ethologie* n° 20 (2-3-4) : 153-164.
- ▶ Zeidler, A. 2007. Habituation of Black Grouse to humans in the Bavarian Alps? Communication abstracts, *in: 4th International Black Grouse Conference. Vienna, 16-21 sept. 2007.*