

ÉCOLOGIE, TÉLÉDÉTECTION ET SIG : LES ÉCOTOPES DU GRAND TÉTRAS DANS LE HAUT-JURA

Dominique Laffly*

RÉSUMÉ. Utilisés conjointement, les données de satellites à haute résolution spatiale et les systèmes d'informations géographiques fournissent des résultats intéressants pour l'écologie. À titre d'exemple, nous présentons une étude des écotopes du grand tétras dans le massif du Jura, réalisée en deux temps : une analyse de texture d'image (Spot panchromatique), son intégration à des données topographiques et thématiques par l'intermédiaire d'un SIG. Les résultats obtenus se présentent sous la forme de cartes de potentiels des milieux à accueillir le grand tétras.

ABSTRACT. High spatial resolution satellite imagery used together with geographical information systems produce interesting results for the ecology. For example, we present a study of the capercaillie's ecotopes in the Jura highlands, carried out in two steps : a supervised analysis of image texture on panchromatics Spot data then integration of this structure in topographic and thematic data through a GIS. The obtained results appear as potential surface maps so as to be capercaillie's ecotopes.

RESUMEN. Utilizadas conjuntamente, las imágenes satelitarias de alta resolución espacial y los sistemas de información geográfica dan resultados interesantes para la ecología. A título de ejemplo, presentamos un estudio de los ecotopos del uragallo en el macizo de Jura, realizado en dos tiempos: un análisis supervisado de textura de imagen sobre datos Spot pancromático y luego la integración de esa textura a datos topográficos y temáticos a través de un SIG. Los resultados obtenidos se presentan en forma de medios potenciales de los ecotopos del urogallo.

• BIOGÉOGRAPHIE • ÉCOTOPE • GRAND
TÉTRAS • IMAGE • SIG • TÉLÉDÉTECTION •

• BIOTOPE • CAPERCAILLIE • GIS • IMAGE
TEXTURE • REMOTE SENSING

• BIOGEOGRAFÍA • BIOTOPO • IMAGEN • SIG
• TELEDETECCIÓN • UROGALLO

Le grand tétras (*Tetrao urogallus*) ou coq de bruyère (photo 1) est aujourd'hui en voie de disparition dans le Jura : alors que l'on comptait mille couples d'oiseaux voici quinze ans sur le massif du Mont d'Or, il n'en resterait actuellement qu'une cinquantaine. Son aire vitale a été réduite par la fréquentation touristique du massif et par l'abandon de la gestion pastorale des forêts au profit d'une exploitation intensive en futaie régulière (destruction du sous-bois nourricier et protecteur). Il était donc utile d'identifier des lieux où il pourrait encore se réfugier : ses écotopes potentiels (1). Une enquête exhaustive de terrain eut été trop coûteuse. Les images de satellite à haute résolution spatiale (Spot Panchromatique) sont apparues comme les données les mieux adaptées à l'échelle demandée. Le recours à un «système d'information géographique» (SIG)

est indispensable pour modéliser les variables topographiques (altitudes, pentes, orientations) et thématiques («pression humaine») qui conditionnent l'habitat des grands tétras. On peut alors dresser une cartographie des potentiels de l'espace à servir de niche écologique au coq de bruyère. La principale difficulté rencontrée dans cette étude a été de transcrire en termes d'analyse spatiale les connaissances éthologiques des ornithologues.

Les bons sites d'après l'analyse d'images

Un coq de bruyère fréquente un espace d'une cinquantaine d'hectares tout au long de l'année. En hiver, son aire vitale se réduit à une portion de forêt de 1 à 4 hectares. De gros arbres isolés servent d'habitat, un sous-bois dense fournit nourriture

* UMR 5603 Société Environnement Territoire, Université de Pau et des Pays de l'Adour, avenue du Doyen Poplawski, 64000 Pau.

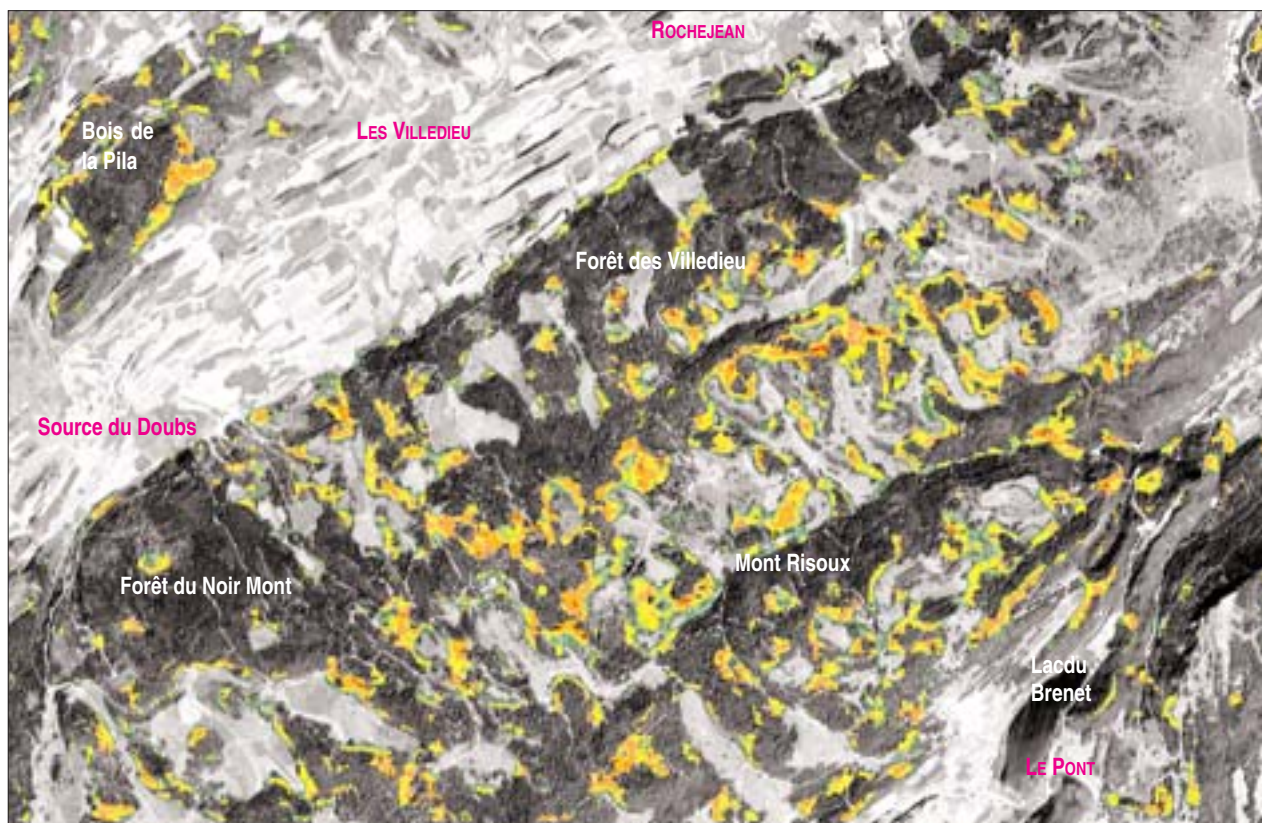
et abris (photo 3). Le maintien de l'espèce est directement lié à la densité des portions de forêt qui permettent de passer l'hiver.

Ces sites sont identifiables à un agencement particulier de pixels sur les images Spot. Une unité de 4 ha environ représente une aire de 21x21 pixels. L'analyse de l'image revient à mesurer l'écart au modèle défini : on compare la fréquence obtenue pour chaque fenêtre examinée aux fréquences données par les sites de référence. Si l'écart par rapport au modèle ne dépasse pas 1%, le pixel situé au centre de la fenêtre est rangé dans la classe 1, la plus favorable aux coqs. Cinq classes supplémentaires sont déterminées de 1% en 1%. La dernière regroupe les cas où le seuil de 5% est franchi. À ce stade des traitements, les milieux dont le degré d'ouverture de la forêt correspond aux besoins des oiseaux sont correctement identifiés (fig. 2). Une vérification de terrain se fait en compagnie des ornithologues, afin de valider



1. Le grand tétras (*Tetrao urogallus*) ou coq de bruyère
(photo Marc Montadert)

l'analyse du couvert forestier. Ce critère – même fondamental – ne suffit cependant pas à définir, à lui seul, les biotopes



2. Les sites potentiels d'après l'analyse de l'image SPOT panchromatique, du plus élevé, en rouge vif, au plus faible, en vert foncé



3 Le biotope du grand tétras : une forêt ouverte au sous-bois relativement fourni
(photo Marc Montadert)

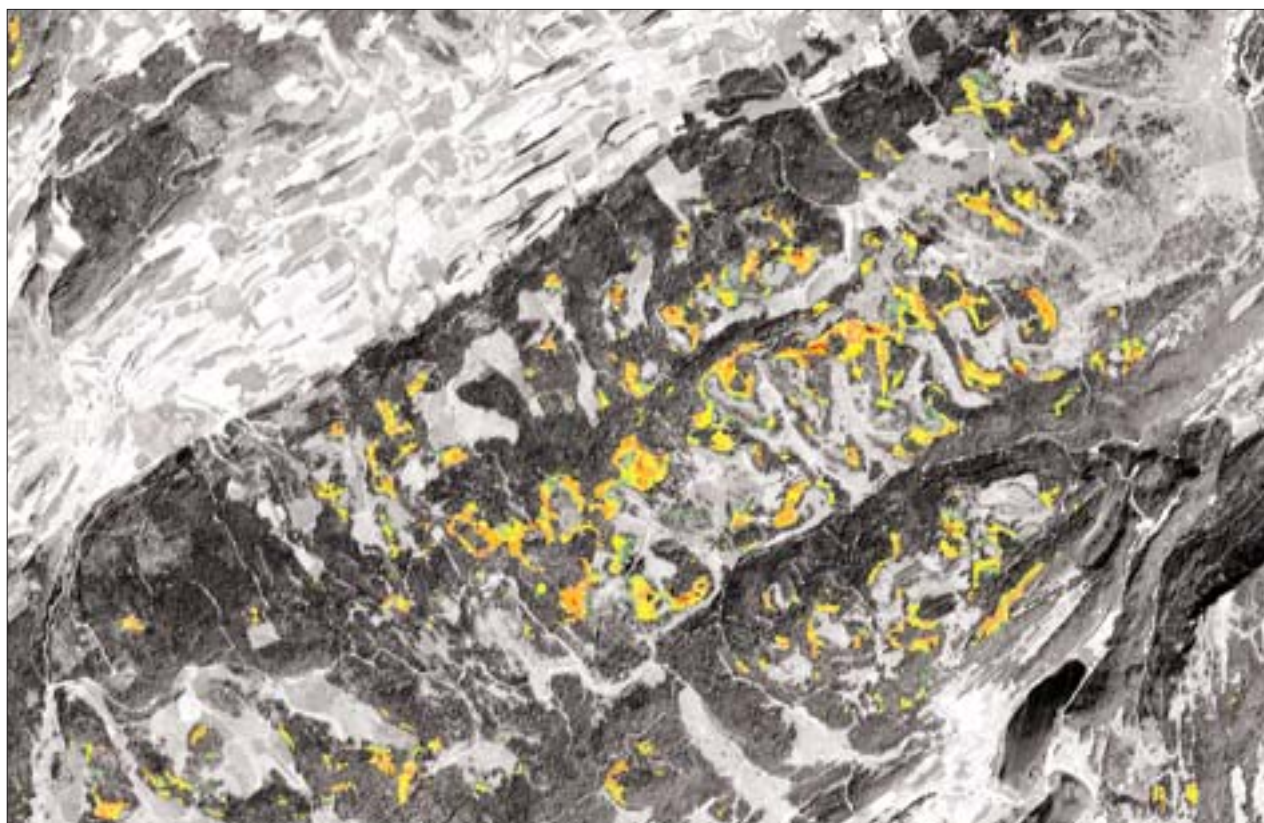
potentiels, il est nécessaire de tenir compte d'autres paramètres, notamment ceux liés aux fréquentations humaines.

Le SIG pour les contraintes

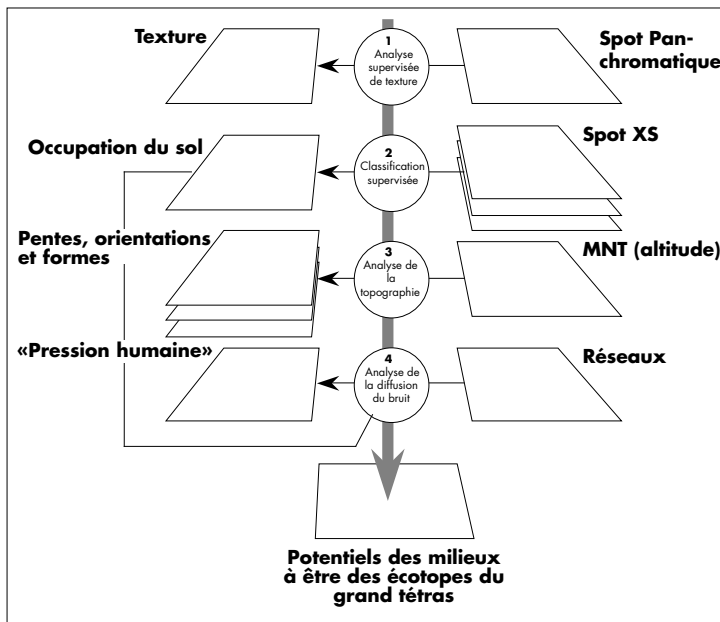
Les principales contraintes qui s'exercent sur le grand tétras relèvent de l'occupation du sol, de la topographie, de la pression humaine. Pour chacune, nous déterminons un ensemble d'indicateurs qui permettront d'estimer les influences sur le biotope (fig. 5).

L'image de l'occupation du sol est obtenue par une classification supervisée d'une image Spot : on exclut routes, carrières, habitations, falaises, sols très secs, pelouses et champs secs, zones d'ombre, étendues d'eau, forêts denses de résineux ; on retient au contraire les forêts mixtes hêtraies-résineux, les pelouses grasses, clairières et friches. Les variables topographiques utilisées sont déduites du modèle numérique de terrain : altitude, pente, orientation et forme

du relief. Selon les ornithologues, les conditions à retenir pour qu'un site soit adapté au grand tétras sont : entre 1 050



4. Les sites potentiels d'après l'analyse issue du SIG, en tenant compte des activités humaines



5. Organisation chronologique du SIG (flèche grise)

et 1 350 m, en excluant fonds de vallées et crêtes ; pentes de moins de 25% ; présence de grands versants.

Pour les ornithologues, il paraît évident que c'est le bruit qui avertit les grands tétras de la présence humaine. On a donc tenu compte de la distance aux routes, pistes de skis et de randonnée, points de vue, restaurants, parkings. Afin de tenir compte de l'occupation du sol, un indice pondérateur intervient selon la densité du couvert végétal : en milieu ouvert (prairies, cultures) le bruit porte plus qu'en milieu fermé (friches, forêts).

La carte issue du SIG (fig. 4) présente une surface disponible pour les oiseaux considérablement réduite par rapport au relevé sur images Spot (580 contre 2 550 ha), surtout à cause de la pression humaine, la topographie étant moins contraignante. Parmi les sources sonores retenues, les remon-tées mécaniques jouent un rôle moindre que les routes ; ce sont des installations ponctuelles, contrairement aux tracés routiers (transformés en pistes de ski de fond l'hiver).

Conclusion.

Les cartes obtenues par cette étude sont utilisées actuellement par les ornithologues afin de promouvoir des actions d'aménagement de la forêt en faveur des grands tétras (augmentation du degré d'ouverture de certaines parcelles, réglementation de la fréquentation des voies de circulation). Ces résultats peuvent servir également de référence pour réaliser des simulations dans le temps et dans l'espace, afin d'observer la manière dont la surface des écotopes du grand tétras évoluera selon les aménagements réalisés ou l'évolution des fréquentations touristiques du massif.

(1) À la demande des ornithologues Bernard Leclercq et Marc Montadert, groupe Tétràs-Jura, 39 310 Lajoux, France. Les images présentées sont centrées sur le massif du Mont d'Or (image 1), elles ne représentent qu'une section (15x10 km) de l'espace étudié (60x30 km).

(2) La notion de potentiel désigne ici une différence plus ou moins marquée avec des biotopes de référence.

(3) Les biotopes que nous cherchons à identifier correspondent aux sites d'hivernage d'où cette petite surface de 4 hectares. En réalité, les coqs parcourent des espaces de plus de 50 hectares durant l'année.

Références bibliographiques

- BROSSARD T., LAFFLY D., MONTADERT M., 1993, «Reconnaissance automatique sur des images SPOT panchromatiques des écotopes du grand tétras dans le sud du Jura», Actes des deuxièmes rencontres CNRS-GSTS sur les *Changements d'échelle dans les modèles de l'environnement et de la télédétection*, Strasbourg, p. 85-89.
- BROSSARD T., JOLY D., LAFFLY D., VUILLOD P., WIEBER J.-C., 1994, «Pratique des systèmes d'information géographique et analyse des paysages», *Géomatique*, vol. 4, n° 3-4, p. 243-256.
- LECLERCQ B., 1987, *Écologie et dynamique des populations du grand tétras dans le Jura français*, Université de Bourgogne, thèse de doctorat d'État, 500 p.
- LAFFLY D., 1990 b, *Évolutions et potentiels de l'espace comtois : recherche de méthodes par la télédétection*, Besançon : Université de Franche-Comté, thèse, 376 p.