

Demande de dérogation espèce protégée

Réf (N° ONAGRE) : 2026-03-17-00579

Projet PASPAT

Objet: Réponse à l'avis du CSRPN Auvergne-Rhône-Alpes
N°AURA-2026-Exp-018

Le 28/04/2026



Suite à l'avis rendu, nous remercions le CSRPN pour l'attention portée à notre projet ainsi que pour ses remarques constructives. Le CSRPN conditionne son avis à la définition préalable de protocoles d'analyses biostatistiques robustes afin de garantir l'adéquation entre les données collectées et les objectifs scientifiques poursuivis. Les éléments suivants visent à répondre à cette demande.

I. Design expérimental

Les nids suivis seront recherchés sur des secteurs d'alpage prédéfinis selon les critères suivants :

- ▶ Sélection selon un gradient de pâturage par les troupeaux domestiques (de nul à fort).
- ▶ Secteurs bénéficiant d'un suivi GPS des troupeaux domestiques.
- ▶ Secteurs disposant de suivis complémentaires (structure de la végétation, communautés d'insectes, activité acoustique)

Des travaux antérieurs récents et en cours se déroulent sur les mêmes zones du Massif de Belledonne et permettent déjà de bénéficier de variables explicatives d'intérêts (météo, végétation (Chauveau et al., 2025), topographie (Prima et al., 2024; Redcliffe et al., 2025), etc.).

II. Approche analytique envisagée :

Les analyses porteront sur deux variables réponses principales :

- ▶ La croissance des poussins (mesure de la masse à j3 et j8) : mesures répétées d'une variable quantitative continue.
- ▶ Le succès reproducteur (nombre de poussins à l'envol) : données de comptage et donc une variable discrète positive.

Les données présenteront une structure hiérarchique (poussins au sein de nids, nids au sein de secteurs, suivis interannuels), qui sera explicitement prise en compte.

Une liste importante de variables explicatives sera à disposition. Elles seront sélectionnées en fonction des hypothèses biologiques testées et en tenant compte des corrélations entre variables. Concernant le choix des variables météorologiques, nous explorerons différentes fenêtres temporelles glissantes (de Zwaan et al., 2020; Masoero et al., 2024; van de Pol et al., 2016).

L'effet spatial sera pris en compte via l'intégration du facteur « secteur » en effet aléatoire. Si nécessaire, des structures de corrélation spatiale complémentaires pourront être intégrées aux modèles.

II.1 Analyses exploratoires

Des analyses exploratoires (analyses graphiques et méthodes multivariées) seront réalisées préalablement à la modélisation.

II.2 Croissance des poussins

La croissance sera analysée à l'aide de modèles linéaires mixtes (LMM). (Pérez et al., 2016)

Effets fixes :

- ▶ intensité de pâturage (issue des données GPS herbivores)

- ▶ présence des troupeaux (avant / pendant / après l'élevage)
- ▶ structure de la végétation
- ▶ variables liées aux communautés d'insectes
- ▶ variables topographiques : altitude, exposition, pente, etc.
- ▶ variables météorologiques
- ▶ date d'éclosion

Effets aléatoires :

- ▶ nid
- ▶ secteur
- ▶ année de suivi

II.3 Succès reproducteur

Le succès reproducteur correspond au nombre de poussins ayant atteint l'âge de j8 et qui n'ont pas été retrouvés mort dans le nid ou aux alentours jusqu'à la l'âge d'envol j14.

Ce nombre de poussins sera analysé à l'aide de modèles linéaires mixtes généralisés (GLMM), avec une distribution adaptée à la nature des données (Poisson, avec vérification de la dispersion) (Arct et al., 2025).

Effets fixes :

- ▶ condition des poussins (masse, croissance)
- ▶ intensité de pâturage (issue des données GPS herbivores)
- ▶ présence des troupeaux avant/pendant/après l'élevage
- ▶ structure de la végétation
- ▶ variables relatives aux communautés d'insectes
- ▶ variables topographiques : altitude, exposition, pente, etc.
- ▶ variables météorologiques
- ▶ date d'éclosion

Effets aléatoires :

- ▶ nid
- ▶ secteur
- ▶ année de suivi

III. Approches alternatives

En cas de taille d'échantillon insuffisante pour l'application de modèles mixtes, des approches alternatives seront mises en œuvre, incluant :

- ▶ la simplification des modèles (GLM/LM) avec un nombre restreint de variables explicatives ;
- ▶ une agrégation des données au niveau du nid afin de réduire la pseudo-réplication.
- ▶ une approche centrée sur l'estimation des tailles d'effet (*d* de Cohen, *g* de Hedges (Ruffino et al., 2014) ou *delta* de Cliff) et leurs intervalles de confiance (estimé par bootstrap) ;
- ▶ l'utilisation de tests non paramétriques (*U* de Mann-Whitney, *H* de Kruskal-Wallis) et de méthodes par permutation ;

Ces adaptations permettront de maintenir une robustesse analytique tout en restant cohérent avec les contraintes du jeu de données.

IV. Encadrement statistique

Ce projet s'inscrit dans une dynamique de recherche à l'échelle de l'écosystème d'alpage d'altitude sur le massif de Belledonne. Les décisions concernant les choix méthodologiques sont prises de façon collégiales en mobilisant un appui en biostatistique au sein d'une équipe de chercheurs de l'OFB rattachée à la Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique, au service Anthropisation et Fonctionnement des Ecosystèmes Terrestres.

Nous espérons que ces éléments répondent aux attentes du CSRPN et restons à disposition pour toute précision complémentaire.

Le 28/04/2026



Maxime PASSERAULT
Chargé de recherche Ecosystèmes terrestres
Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique

Office français de la biodiversité
5 allée de Bethléem - Z.I. Mayencin, 38610 Gières
Tél : 06 20 78 91 51
Mél : maxime.passerault@ofb.gouv.fr



Références :

- Arct, A., Martyka, R., Miler, K., Skorb, K., Gustafsson, L., & Drobniak, S. M. (2025). The impact of weather conditions on avian breeding performance : Insights from a long-term study. *Frontiers in Zoology*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s12983-025-00569-z>
- Chauveau, V., Garel, M., Toïgo, C., Anderwald, P., Apollonio, M., Bassano, B., Beurrier, M., Bouche, M., Brambilla, A., Brivio, F., Bunz, Y., Cagnacci, F., Canut, M., Cavailles, J., Champly, I., Filli, F., Frey-Roos, A., Gressmann, G., Grignolio, S., ... Marchand, P. (2025). It's time to go—Drivers and plasticity of migration phenology in a short-distance migratory ungulate. *Journal of Animal Ecology*, 94(6), 1204-1220. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.70031>
- de Zwaan, D. R., Drake, A., Greenwood, J. L., & Martin, K. (2020). Timing and Intensity of Weather Events Shape Nestling Development Strategies in Three Alpine Breeding Songbirds. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.570034>
- Masoero, G., Dumas, M. N., Martin, J. G. A., & Bize, P. (2024). Trait-specific sensitive developmental windows : Wing growth best integrates weather conditions encountered throughout the development of nestling Alpine swifts. *Ecology and Evolution*, 14(6), e11491. <https://doi.org/10.1002/ece3.11491>
- Pérez, J. H., Krause, J. S., Chmura, H. E., Bowman, S., McGuigan, M., Asmus, A. L., Meddle, S. L., Hunt, K. E., Gough, L., Boelman, N. T., & Wingfield, J. C. (2016). Nestling growth rates in relation to food abundance and weather in the Arctic. *The Auk*, 133(2), 261-272. <https://doi.org/10.1642/AUK-15-1111>
- Prima, M.-C., Garel, M., Marchand, P., Redcliffe, J., Börger, L., & Barnier, F. (2024). Combined effects of landscape fragmentation and sampling frequency of movement data on the assessment of landscape connectivity. *Movement Ecology*, 12(1), 63. <https://doi.org/10.1186/s40462-024-00492-8>
- Redcliffe, J., Wilson, R., Holton, M., Hopkins, P., Garel, M., Marchand, P., Wilson, G., Brown, R., & Börger, L. (2025). Steep slopes, shallow angles : Mountain ungulates create their own topography through movements. *Canadian Journal of Zoology*, 103, 1-18. <https://doi.org/10.1139/cjz-2024-0095>
- Ruffino, L., Salo, P., Koivisto, E., Banks, P. B., & Korpimäki, E. (2014). Reproductive responses of birds to experimental food supplementation : A meta-analysis. *Frontiers in Zoology*, 11(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s12983-014-0080-y>
- van de Pol, M., Bailey, L. D., McLean, N., Rijdsdijk, L., Lawson, C. R., & Brouwer, L. (2016). Identifying the best climatic predictors in ecology and evolution. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(10), 1246-1257. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12590>