



NOTE TECHNIQUE



CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
BOURGOGNE
FRANCHE-COMTÉ
OBSERVATOIRE RÉGIONAL
DES INVERTÉBRÉS

PROTOCOLES DE SUIVI DU NACRE DE LA CANNEBERGE (*BOLORIA AQUILONARIS* (STICHEL, 1908))

Version 1 - 2026



Photos de couverture :

- *Boloria aquilonaris* (B. Louboutin)
- Tourbière jurassienne favorable à *Boloria aquilonaris* (E. Gaillard)

Date de publication : 2026

Référence bibliographique : Gaillard E., Louboutin B., Itrac-Bruneau R., Doucet G., 2026. *Protocoles de suivi du nacré de la canneberge (Boloria aquilonaris (Stichel, 1908))*. Conservatoire botanique national de Bourgogne-Franche-Comté – Observatoire régional des Invertébrés, Office pour les insectes et leur environnement, Conservatoire des Espaces Naturels de Franche-Comté, 8 p.

Structures :

Étienne Gaillard & Raphaëlle Itrac-Bruneau : CBNBFC-ORI

Bastien Louboutin : Opie

Guillaume Doucet : CEN Franche-Comté

Contact :

etienne.gaillard@cbnbfrc.fr



PROTOCOLES DE SUIVI DU NACRE DE LA CANNEBERGE (*BOLORIA AQUILONARIS* (STICHEL, 1908))

RÉSUMÉ : Le nacré de la canneberge (*Boloria aquilonaris* (Stichel, 1908)) est un papillon emblématique des tourbières, protégé en France et ciblé par le PNA en faveur des papillons de jour 2018-2028. Classé « quasi-menacé » à l'échelle française (2012) et « menacé » dans toutes les régions où il est présent, son statut de conservation défavorable justifie la mise en place d'un suivi spécifique à l'échelle nationale. Ce document présente ainsi deux protocoles adaptés à différents objectifs, allant du suivi de l'évolution du nombre de stations occupées à large échelle, jusqu'à l'analyse des variations interannuelles des effectifs sur un site spécifique.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CONTEXTE	1
LE NACRE DE LA CANNEBERGE.....	2
Généralités	2
Habitats.....	2
 PARTIE 1.....	 4
PROPOSITION DE PROTOCOLES	4
Objectifs	4
Suivi décennal - bilan stationnel	4
Suivi répété des effectifs par station - comptage de 15 minutes de l'eBMS	4
Méthodologie relative au suivi décennal.....	4
Méthodologie relative au suivi répété des effectifs par station - comptage de 15 minutes de l'eBMS	4
Module fixe.....	5
Sous-modules optionnels.....	6
 PARTIE 2	 7
EXPLOITATION POSSIBLE DES DONNEES.....	7
Suivi décennal - bilan stationnel.....	7
Suivi répété des effectifs par station	7
 BIBLIOGRAPHIE	 8



Tourbière jurassienne (E. Gaillard)

INTRODUCTION

CONTEXTE

Un projet de suivi commun des populations vosgiennes du nacré de la canneberge (*Boloria aquilonaris* (Stichel, 1908)) a émergé entre le CEN Lorraine et le CBNFC-ORI en 2023. Initialement imaginé pour ne concerner que le Massif vosgien, un premier groupe technique réunissant le CEN Lorraine, le CBNFC-ORI, le CEN Franche-Comté et des structures d'Auvergne-Rhône-Alpes (CEN Auvergne et FNE Loire) s'est finalement constitué. En effet, ces dernières ayant déjà mis en place des opérations de suivi de l'espèce, il apparaissait opportun de les associer aux réflexions afin que leur retour d'expérience soit bénéfique au projet.

Une première réunion s'est tenue le 26 mars 2025, avec les personnes suivantes :

- Auvergne-Rhône-Alpes : Aurélie Soissons (CEN Auvergne) et Mickaël Villemagne (FNE Loire) ;
- Bourgogne-Franche-Comté : Guillaume Doucet (CEN Franche-Comté), Chloé Degabriel, Étienne Gaillard, Raphaëlle Itrac-Bruneau, Frédéric Mora et Nicolas Orliac (CBNFC-ORI) ;
- Grand Est : David Demergès (CEN Lorraine).

À l'issue de cette première réunion, une première version des protocoles répondant à divers objectifs de suivi a été rédigée par le CBNFC-ORI puis soumise aux membres du groupe pour correction, amendements et validation. Au cours des discussions engagées, il a été envisagé d'étendre ce groupe technique local à celui dédié à l'espèce dans le Massif central, pour former un groupe technique national réunissant l'ensemble des régions encore concernées par la présence du nacré de la canneberge en France.

Pour accompagner cette transition, le projet a donc été soumis à l'Opie et au groupe de travail Massif central afin d'engager une réflexion sur son déploiement global. Une prise de contact avec l'animatrice nationale du PNA papillons de jours a permis de diffuser ce document de travail à l'échelle nationale auprès de structures

susceptibles d'appliquer les protocoles de suivi, afin de recueillir leurs retours et d'échanger sur les modalités protocolaires. Ainsi, une relecture a été effectuée par des personnes externes au territoire prévu initialement :

- Bastien Louboutin, Gaëlle Sobczyk-Moran et Yoann Croisille (Opie) ;
- Philippe Goffart (Service public de Wallonie)

Ces documents, présentés ici, ont désormais vocation à être appliqués à l'échelle nationale.

Pour clore les réflexions, une réunion intégrant l'ensemble des personnes intéressées au niveau national s'est déroulée le 20 avril 2026 en présence de :

- Bourgogne-Franche-Comté : Étienne Gaillard & Raphaëlle Itrac-Bruneau (CBNFC-ORI), Guillaume Doucet (CEN Franche-Comté) ;
- Auvergne-Rhône-Alpes : Lucille Gallois (FNE Loire), Nathanaëlle Boyer (CEN Auvergne) ;
- Occitanie : Bastien Louboutin (Opie), Jocelyn Fonderflick & Isabelle Malafosse (Parc national des Cévennes), Françoise Plancheron (réseau entomologique de l'ONF) ;
- Belgique / Wallonie : Philippe Goffart (Service public de Wallonie).

Au cours de cette dernière réunion, différents protocoles et les modalités associées ont été proposés afin de statuer sur la méthode à retenir pour le suivi de cette espèce à enjeu. Finalement, il apparaît que le protocole quantitatif retenu correspond à un protocole de suivi quantitatif sans marquage, basé sur la méthode du **comptage de 15 minutes** avec l'application Butterfly Count de **leBMS** (European Butterfly Monitoring Scheme). Ensuite, le protocole qualitatif simplifié retenu correspond à la démarche du **bilan stationnel**.

Pour clore cette phase introductive, nous tenons à remercier particulièrement Philippe Goffart, attaché scientifique au Service public de Wallonie. Son expertise dans l'élaboration de méthodes de suivi d'espèces à enjeux, ainsi que sa disponibilité pour répondre à nos interrogations, ont grandement enrichi la construction de ces protocoles.

LE NACRE DE LA CANNEBERGE

GENERALITES

Le nacré de la canneberge (*Boloria aquilonaris* (Stichel, 1908)) est un papillon à répartition boréo-alpine emblématique des tourbières.

En France, cette espèce est protégée (article 3) et est classée « quasi-menacée » (UICN France et al., 2014). Elle est par ailleurs citée comme étant de priorité nationale au sein du plan national d'actions en faveur des papillons de jour 2018-2028 (Houard & Jaulin, 2018) et ainsi dans l'ensemble des déclinaisons régionales du PNA concernées par cet enjeu.

Dans les régions où ce nacré est encore présent (figure 1), il est classé « en danger » dans le Grand Est (ODONAT Grand Est (coord.), 2026) ainsi qu'en Bourgogne-Franche-Comté (Itrac-Bruneau & Mora, 2026) et « en danger critique » en Auvergne (Bachelard & Fournier, 2013), en Rhône-Alpes (Baillet & Guicherd, 2018) et en Occitanie (Louboutin et al., 2019).

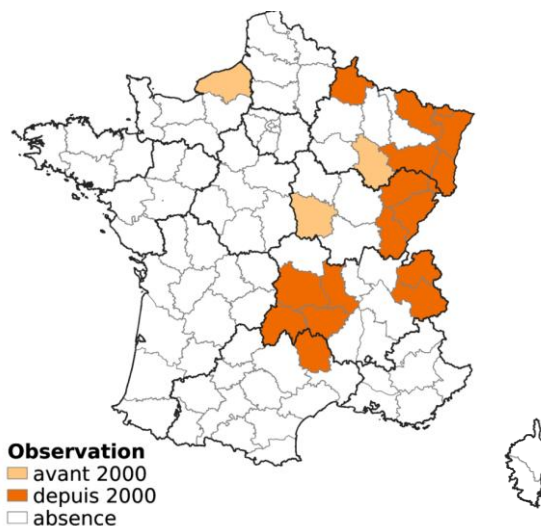


FIGURE 1 – Répartition de *Boloria aquilonaris* en France. Source : OPIE, février 2024. Données issues du travail sur l'indicateur papillons (INPN, Lepi'Net, Oreina).

HABITATS

Boloria aquilonaris est lié à des **habitats hébergeant ses plantes hôtes**, sur lesquelles se développent les chenilles (Crosson Du Cormier & Guérin, 1947 ; Crosson Du Cormier et al., 1953 ; Lafranchis et al., 2015) : la **canneberge** (*Vaccinium oxycoccos* L., 1753) et le **canneberge à petits fruits** (*Vaccinium microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh., 1871) et l'Andromède à feuilles de polium (*Andromeda polifolia* L., 1753). Ces dernières se développent sur des sols tourbeux pauvres en nutriments et plutôt acides, tels que les tourbières bombées actives et les landes tourbeuses.

La plante hôte n'est cependant pas le seul facteur limitant pour l'espèce. Il apparaît ainsi que l'abondance du nacré de la canneberge est fortement **influencée également par l'abondance des plantes nectarifères** (Turlure et al., 2010c, 2010b) **mais aussi des buttes de sphaignes où pousse sa plante hôte** (Turlure et al., 2010a). En effet, les stations riches en plantes nourricières, principalement à comaret des marais (*Comarum palustre* L., 1753) et à cirse des marais (*Cirsium palustre* (L.) Scop., 1772), sont favorables au nacré de la canneberge. Concernant les buttes de sphaignes, ces dernières sont nécessaires pour le développement des chenilles où elles trouvent refuge en cas de fortes chaleurs ou sécheresses (Turlure et al., 2010a).



FIGURE 2 – Ponte de *Boloria aquilonaris* sur une canneberge située sur une butte à sphaigne (G. Doucet).

Globalement, le domaine vital (reproduction et alimentation) du nacré de la canneberge correspond à une **tourbière haute active** caractérisée, d'une part par la présence de **buttes de sphaignes où poussent les canneberges** (*Vaccinium spp.*), et d'autre part par la **présence de plantes nectarifères**. L'ensemble de ces éléments doit donc faire l'objet d'une attention particulière pour l'élaboration d'un protocole de suivi cohérent du papillon.



FIGURE 3 – Tourbière haute jurassienne favorable au nacré de la canneberge (E. Gaillard).

PARTIE 1

PROPOSITION DE PROTOCOLES

Après discussion entre les différents membres présents, deux protocoles ont été retenus :

- Un protocole qualitatif (bilan stationnel) ;
- Un protocole quantitatif (suivi répété des effectifs).

Dans ce document, **les protocoles sont présentés par ordre croissant d'implication nécessaire**. Ainsi, étant le moins chronophage, le bilan stationnel est exposé en premier. Il est suivi du protocole de suivi répété des effectifs basé sur le comptage de 15 minutes de l'eBMS.

OBJECTIFS

Suivi décennal - bilan stationnel

Le bilan stationnel décennal a pour objectif principal de **déterminer la variation de l'occupation de *Boloria aquilonaris* à l'échelle d'étude considérée** (ex : Franche-Comté ou Massif central). Ce suivi simplifié permet d'obtenir une vision globale de l'occupation de l'espèce au sein de l'aire d'étude. Cela correspond typiquement à la **variation du nombre de stations occupées en fonction des années**. L'évolution de l'occupation peut également correspondre à une variation spatiale de l'emplacement des stations en fonction des années.

Suivi répété des effectifs par station - comptage de 15 minutes de l'eBMS

L'objectif principal de ce suivi répété des effectifs est de **déterminer la tendance interannuelle des effectifs de *Boloria aquilonaris* à l'échelle d'une station d'étude**.

Certains objectifs secondaires peuvent être atteints à l'aide de ce suivi. Ce dernier permettrait d'étudier le décalage interannuel de la phénologie, à travers la variation du nombre d'individus par passage en fonction des années. En outre, les données issues du protocole (cf. proposition 2) contribueraient à mieux caractériser les espèces compagnes et les cortèges d'espèces représentatifs des stations de forte abondance du nacré de la canneberge.

Enfin, la généralisation de ce suivi des effectifs sur de nombreux sites permettrait d'évaluer avec plus de fiabilité, la tendance de *Boloria aquilonaris* au sein d'une plus large échelle d'étude que la station (département, massif, etc.).

METHODOLOGIE RELATIVE AU SUIVI DECENNAL

Le **suivi décennal** de *Boloria aquilonaris* correspond à un **bilan stationnel** appliqué à l'échelle d'étude considérée (massif, département, région...). Cette méthode de suivi simplifié consiste à prospecter l'ensemble des stations de présence actuelles, historiques, voire potentielles en appliquant un protocole léger et peu contraignant. Généralement, un seul passage est nécessaire par station. L'observateur doit parcourir la station définie pendant la période de vol de *Boloria aquilonaris*. À minima, le statut de présence du nacré (présent/absent) est renseigné à l'échelle de chaque station.

Le protocole est à réaliser lors de conditions météorologiques favorables, c'est-à-dire avec un vent faible à nul (≤ 5 sur l'échelle de Beaufort), une absence de pluie, des températures supérieures à 13°C si le ciel est ensoleillé (couverture nuageuse <50%) ou légèrement plus chaud (18°C) en cas de temps couvert. De plus, si la température atteint ou dépasse le seuil d'alerte canicule (32 à 36°C selon les départements), il n'est pas recommandé de réaliser la prospection que ce soit pour la fiabilité des comptages comme pour la sécurité des personnes. Pour un bilan stationnel, les conditions météorologiques requises sont toutefois plus malléables que pour les protocoles de suivi des effectifs, puisque le nombre d'individus observés (variable dépendante de la météo) par station n'interfère pas dans les résultats finaux du bilan.

METHODOLOGIE RELATIVE AU SUIVI REPETE DES EFFECTIFS PAR STATION - COMPTAGE DE 15 MINUTES DE L'EBMS

Afin de prendre en compte les spécificités de chaque territoire ainsi que les volontés propres aux différents organismes et les contraintes locales, le suivi a été structuré en deux parties distinctes :

- 1 module fixe ;
- Des sous-modules optionnels.

Module fixe

Le module fixe comprend un socle commun à toutes les structures.

Comme évoqué, ce protocole de suivi quantitatif se base sur la méthodologie du **comptage de 15 minutes, d'après l'eBMS**. L'**eBMS** (Suivi européen des Papillons) est un projet européen de « Butterfly Conservation Europe » et du « Centre for Ecology & Hydrology ». Dans ce cadre, plusieurs protocoles sont proposés et sont détaillés sur le [site internet](#) dédié.

La méthode de base est le transect (correspondant en France au suivi Sterf). Néanmoins, afin de proposer un protocole flexible et applicable dans un large panel d'habitats (tourbières notamment), il est possible de se baser sur un protocole où la contrainte principale est un temps de prospection défini à 15 minutes.

Ce **comptage de 15 minutes** consiste pour l'observateur à prospecter pendant ce temps défini la station d'étude, que ce soit totalement ou partiellement. L'observateur doit privilégier notamment les secteurs jugés favorables à l'aide des plantes nourricières et hôtes du nacré de la canneberge.

L'observateur doit parcourir la station à marche lente (vitesse constante) et noter l'ensemble des individus des papillons de jours observés, en y associant si possible le nom de l'espèce correspondante (genre ou famille si vu trop rapidement). Le comptage doit s'effectuer dans une boîte fictive de 2,5m de chaque côté de l'observateur et mesurant 5m devant et au-dessus (figure 2).

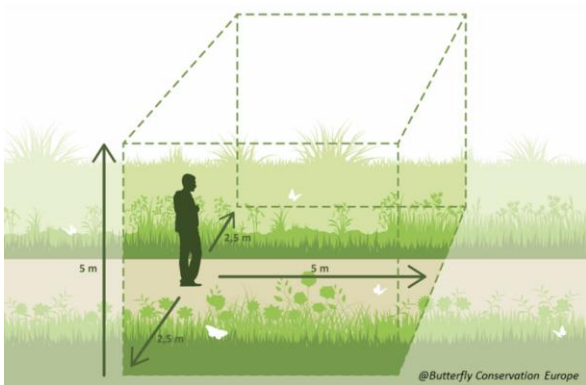


FIGURE 4 – Boîte fictive délimitant le comptage autour de l'observateur (Butterfly Conservation Europe).

Pour les grandes stations, il est envisageable de multiplier les comptages de 15 minutes dans des sous-stations cohérentes au sein de la station. Ces sous-stations devront être clairement définies

cartographiquement, afin de pouvoir répéter rigoureusement le suivi.

La méthodologie de l'eBMS ne spécifie pas de nombre de passages annuels, ni de rythme de visites interannuelles.

Idéalement, à l'échelle d'une station (ou d'une sous-station), **2 à 3 comptages** (1 tous les 6 à 7 jours) sont à réaliser **annuellement** pendant une période correspondant au pic de vol du nacré de la canneberge (ex : semaines 24 à 28 en Franche-Comté ou 26 à 28 dans le Massif central, avec des variations d'une année sur l'autre). Néanmoins, en fonction des contraintes, il est envisageable d'espacer de plusieurs années le suivi sur un site.

Le protocole est à réaliser entre 10h et 17h lors de conditions météorologiques favorables, c'est-à-dire avec un vent faible à nul (≤ 5 sur l'échelle de Beaufort), une absence de pluie, des températures supérieures à 13°C si le ciel est ensoleillé (couverture nuageuse $< 50\%$) ou légèrement plus chaud (18°C) en cas de temps couvert. De plus, si la température atteint ou dépasse le seuil d'alerte canicule (32 à 36°C selon les départements), il n'est pas recommandé de réaliser la prospection que ce soit pour la fiabilité des comptages comme pour la sécurité des personnes.

L'eBMS offre la possibilité pour l'observateur d'utiliser l'application [ButterflyCount](#) dédiée aux différents suivis proposés par l'eBMS. Cette dernière permet de lancer le protocole de comptage de 15 minutes, de pointer l'ensemble des espèces observées (et les effectifs) et également d'enregistrer la trace de l'observateur.

Différentes métadonnées sont par ailleurs préremplies par l'application ou si besoins précisés par l'observateur (date, heure de début et de fin, température, etc.). Certaines métadonnées (température, vent, etc.) sont à contrôler par l'observateur puisque le pré-remplissage automatique par l'application est parfois de faible précision en fonction de la station météorologique assignée à la position.

Il est à noter que l'application offre la possibilité de mettre le protocole en pause ; modalité éventuellement utile dans le cas de l'identification d'un individu. Une [vidéo](#) sur l'utilisation de l'application ButterflyCount est par ailleurs disponible.

Du reste, un projet commun nommé « Suivi 15 min *Boloria aquilonaris* (PNA) » a été créé au sein de la plateforme de l'eBMS, afin de répertorier l'ensemble des sessions de comptage de 15 minutes dans le cadre du suivi du nacré de la canneberge : <https://butterfly-monitoring.net/join/suivi-15-min-boloria-aquilonaris-pna>.

Sous-modules optionnels

Les sous-modules, facultatifs, ont été pensés pour répondre à des besoins spécifiques exprimés par les différentes structures impliquées dans le protocole de suivi. Ces sous-modules sont proposés par thématique (gestion, impacts des conditions météorologiques, évaluation de la ressource florale...) et ne sont pas exhaustifs.

Sous-module « habitat »

Afin de mettre en parallèle les résultats du protocole qualitatif ou quantitatif avec des variables d'habitats, témoignant de l'état de conservation de la station, il est pertinent de définir des modalités communes de relevé.

Les paramètres d'habitat à prendre en considération sous forme d'un recouvrement au sein de la station (ou d'une sous-station) sont :

- les buttes de sphaignes ;
- les plantes hôtes (*Vaccinium oxycoccos* et *microcarpum* et/ou *Andromeda polifolia*) ;
- les plantes nectarifères (*Cirsium palustre* et *Comarum palustre* principalement).

Pour le relevé, l'observateur doit définir un maillage au sein de sa station d'étude. Ensuite, *a minima*, il doit définir, au sein de chaque maille, la présence ou l'absence des paramètres susmentionnés (présence de butte de sphaignes, présence de la plante hôte...). Pour une analyse plus fine, il est possible de travailler avec des classes d'abondance ou estimation surfacique pour chaque paramètre (ex : 5 à 10 pieds d'espèces nectarifère ou 10 à 20 m² de buttes à sphaignes avec canneberge).

En ce qui concerne la surface des mailles, cette dernière doit être adaptée à la station de manière à ce que la relève des habitats ne dépasse pas ½ journée par station. A titre d'exemple, pour des sites dont la surface fait entre 1.5 et 3 ha, il est conseillé d'utiliser des mailles de 20 m x 20 m, entre 3 et 7 ha des mailles de 30 m x 30 m, etc.

L'idée est d'avoir entre 40 et 80 mailles à parcourir à l'échelle de la station.

Ces paramètres doivent être relevés idéalement tous les **5 à 10 ans**, dans l'optique de répondre à l'objectif relatif à l'état de conservation de la station.

Afin de se localiser dans le site d'étude, il est pertinent d'utiliser une application cartographique permettant de se situer sur le terrain au sein d'une maille. À ce sujet, Qfield semble être une bonne option.

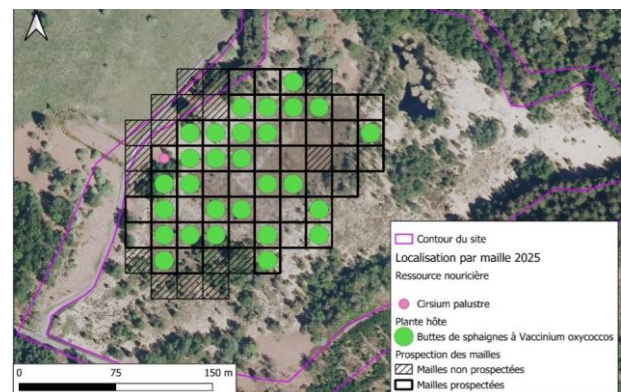


FIGURE 5 – Localisation par maille de la ressource nourricière et de la plante hôte en faveur de *Boloria aquilonaris* (G. Doucet).

Sous-module « tendance à large échelle »

Il est possible de mobiliser les résultats du protocole quantitatif (comptage de 15 minutes) afin de définir la tendance des effectifs de *Boloria aquilonaris* à une échelle d'étude plus conséquente (massif, région naturelle, région administrative, etc.).

Dans l'idée d'augmenter la puissance de l'analyse, il serait pertinent de coupler les données issues du protocole à des données opportunistes. Cette association permet de maximiser la régularité interannuelle et le nombre de passage annuel sur les sites.

Plusieurs méthodes sont mobilisables pour déterminer les variations à large échelle. À ce sujet, certaines méthodes sont adaptées à l'image de la méthode « list-length » (Szabo *et al.*, 2010) qui corrige la pression d'échantillonnage à l'aide du nombre d'espèces observées. Cette variable relative au nombre d'espèces observées permet de prendre en considération ce biais inhérent aux données non protocolées.

Il est à noter qu'il est possible d'analyser les données protocolées couplées aux données opportunistes à l'aide du package R *Unmarked* (Kellner *et al.*, 2023) via une approche en « site-occupancy multi-season » (présence-absence sur plusieurs années). Un [article](#) traite de ce package et des étapes à respecter afin de fournir des analyses robustes. Certaines assumptions sont à respecter afin d'utiliser correctement les méthodes d'analyses citées dans ce dernier.

Afin d'obtenir une vision plus robuste, il semble pertinent d'étudier les tendances à large échelle en utilisant ces deux méthodes.

PARTIE 2

EXPLOITATION POSSIBLE DES DONNEES

SUIVI DECENNAL - BILAN STATIONNEL

Le bilan stationnel décennal traite de l'évolution spatiale de *Boloria aquilonaris* et peut ainsi correspondre simplement à la variation du nombre de stations de présence en fonction des années de relevé (tous les 10 ans). Graphiquement, cette variation décennale peut être représentée simplement par un diagramme en barre. En complément, la variation spatiale de l'occupation des stations en fonction des années peut être mise en évidence à l'aide d'une cartographie afin de cerner des patterns d'évolution (glissement des stations vers le nord, secteurs délaissés, etc.) et éventuellement d'en expliquer les causes (occupation du sol, changement climatique, etc.).

SUIVI REPETE DES EFFECTIFS PAR STATION

L'analyse principale consisterait en l'étude de la variation de l'effectif du nacré de la canneberge par station ou sous-station, en fonction des années. L'hypothèse principale serait qu'il existe un effet de l'année sur le nombre d'individus de *Boloria aquilonaris* au sein d'une station d'étude.

L'année serait ainsi considérée comme la variable explicative (prédictive) et la variable réponse serait l'effectif annuel de *Boloria aquilonaris* au sein d'une station considérée.

Plusieurs approches statistiques, adaptées à l'analyse des suivis basés sur des comptages sans marquage, peuvent être mobilisées selon le recul temporel disponible :

Pour les premières années de suivi, il est possible simplement d'étudier la variation des effectifs à l'aide de l'abondance maximale ou d'une moyenne annuelle des passages par station. Au moyen d'un modèle statistique, il serait ensuite possible de déterminer la significativité de l'effet de la variable explicative

« année » (variable fixe) sur les effectifs. Concernant le modèle, un Modèle Linéaire Généralisé (GLM) semble adapté puisque souvent utilisé dans les analyses basées sur des données de comptage. Par défaut, la distribution de Poisson est privilégiée. Toutefois, en cas de surdispersion des données (phénomène fréquent en entomologie), une loi binomiale négative (ou une quasi-Poisson) devra être adoptée pour garantir la validité des tests de significativité.

À plus long terme (>5 ans), il est envisageable d'utiliser un modèle mixte, à l'image d'un Modèle Linéaire Généralisé Mixte (GLMM). Ce dernier permet d'exploiter les données brutes de chaque passage sans avoir à les condenser (perte d'information en utilisant une moyenne ou un maximum). Il est statistiquement incorrect d'analyser les données de chaque passage avec un GLM classique, car cela violerait l'hypothèse d'indépendance des données (les différents passages d'une même année étant liés par des conditions météorologiques communes par exemple). Le GLMM résout ce problème de non-indépendance en intégrant l'année (définie en facteur) en effet aléatoire, tandis que l'année (définie en variable continu) reste l'effet fixe mesurant la tendance.

Garder l'ensemble des passages et traiter leur dépendance via l'ajout d'un effet aléatoire (année) permet de multiplier le nombre de données par le nombre de passages réalisés (2 ou 3 d'après les recommandations protocolaires). De plus, en conservant les passages, il est possible d'intégrer les covariables abiotiques (température, nébulosité, vent, etc.) associées aux différents passages afin d'estimer leur effet sur l'abondance du nacré de la canneberge.

BIBLIOGRAPHIE

Bachelard P. & Fournier F. (coord.), 2013. *Liste rouge des espèces menacées en Auvergne - Rhopalocères et zygènes*. Société d'Histoire naturelle Alcide-d'Orbigny, Association Entomologique d'Auvergne, 9 p.

Baillet Y. & Guicherd G., 2018. *Dossier de présentation de la liste rouge Rhopalocères & Zygènes de Rhône-Alpes*. Flavia Association pour les Papillons et leur Etude, 19 p.

Crosson Du Cormier A., Guérin B. & Toulgoët H., 1953. Nouvelle note sur *Boloria aquilonaris* Stichel., *Revue française de Lépidoptérologie* **14**, p : 21-23.

Crosson Du Cormier A. & Guérin P., 1947. A propos de la division spécifique du genre *Boloria* MOORE - *B. aquilonaris* STICHEL en France, *Revue française de Lépidoptérologie* **11(9)**, p : 177-195.

Houard X. & Jaulin S. (Coord.), 2018. *Plan national d'actions en faveur des « Papillons de jour » - Agir pour la préservation de nos lépidoptères diurnes patrimoniaux 2018-2028*. Office pour les insectes et leur environnement, DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, Ministère de la Transition écologique et solidaire, 64 p.

Itrac-Bruneau R. & Mora F., 2026. *Liste rouge des papillons de jour et zygènes de Bourgogne-Franche-Comté - Document de synthèse*. Conservatoire botanique national de Bourgogne-Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés, 36 p.

Kellner K. F., Smith A. D., Royle J. A., Kéry M., Belant J. L. & Chandler R. B., 2023. The unmarked R package: Twelve years of advances in occurrence and abundance modelling in ecology. *Methods in Ecology and Evolution* **14** (6), p : 1408-1415. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14123>

Lafranchis T., Jutzeler D., Guillosson J.-Y., Kan P. & Kan B., 2015. *La Vie des Papillons. Ecologie, Biologie et Comportement des Rhopalocères de France*. Diatheo, 751 p.

Louboutin B., Jaulin S., Charlot B. & Danflous S. (Coord.), 2019. *Liste rouge des Lépidoptères Rhopalocères et Zygènes d'Occitanie*. Office pour les insectes et leur environnement, Conservatoire des Espaces Naturels Midi-Pyrénées, Conservatoire des Espaces Naturels Midi-Pyrénées Languedoc-Roussillon, 304 p.

ODONAT Grand Est (coord.), 2026. *Liste rouge des Papillons de jour (Rhopalocères et Zygènes) du Grand Est*. ODONAT Grand Est, 48 p.

Szabo J. K., Vesk P. A., Baxter P. W. J. & Possingham H. P., 2010. Regional avian species declines estimated from volunteer-collected long-term data using List Length Analysis. *Ecological Applications* **20** (8), p : 2157-2169. <https://doi.org/10.1890/09-0877.1>

Turlure C., Choutt J., Baguette M. & Van Dyck H., 2010a. Microclimatic buffering and resource-based habitat in a glacial relict butterfly: significance for conservation under climate change. *Global Change Biology* **16** (6), p : 1883-1893. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02133.x>

Turlure C., Choutt J., Van Dyck H., Baguette M. & Schtickzelle N., 2010b. Functional habitat area as a reliable proxy for population size: case study using two butterfly species of conservation concern. *Journal of Insect Conservation* **14** (4), p : 379-388. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9269-3>

Turlure C., Schtickzelle N. & Baguette M., 2010c. Resource grain scales mobility and adult morphology in butterflies. *Landscape Ecology* **25** (1), p : 95-108. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9403-3>