



Réserve Naturelle  
**SABOT DE FROTEY**



# Rapport d'activité 2019



FRANCHE-COMTE

**RESERVE NATURELLE NATIONALE**

**DU SABOT DE FROTEY**

**(Frotey-lès-Vesoul – Haute-Saône)**

\*\*\*\*\*

**RAPPORT D'ACTIVITE 2019**

Hugues PINSTON

Alix MICHON

Patrick VIAIN

Anouck VIAIN

Eric VICAIRE

Mars 2020

Photographie de couverture :  
Orchis brûlé d'été *Neotinea ustulata* variété *aestivalis*  
(RN Sabot, 30 juin 2019, cliché Patrick Viain)

## SOMMAIRE

PREAMBULE .....	p.3
INTRODUCTION.....	p.4
I. METHODE .....	p.5
II. BILAN DES ACTIONS 2019 SELON LES 31 OBJECTIFS DU PLAN DE GESTION .p.	6
III. RESUME FINANCIER .....	p. 145
CONCLUSION .....	p. 146
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	p. 148
ANNEXES (dont RESUME DU PLAN DE GESTION 2014-18).....	p. 153

## PREAMBULE

Le rapport d'activité de la Réserve naturelle nationale du Sabot de Frotey pour l'année 2019 a été synthétisé par Hugues PINSTON (conservateur de la Réserve, salarié de la L.P.O. Franche-Comté), avec l'assistance d'Alix MICHON (garde technicienne de la Réserve, salariée de la L.P.O. Franche-Comté), d'Anouck VIAIN (ornithologue), de Patrick VIAIN (membre du Conseil d'administration de l'Association de gestion de la Réserve) et d'Eric VICAIRE (président de l'Association de gestion de la Réserve). Nous y avons intégré des éléments du rapport de stage de Thomas NEVERS de 2019 sur les papillons de jour et ceux du pré-rapport de Denis JUGAN sur les papillons nocturnes.

Nous remercions Alain et Laurent GOISET, Ludovic LOCATELLI (agriculteurs), Christian CHIRIO, François LOUITON, Romuald MIGNOT et François REY-DEMANEUF (bénévoles de la LPO Franche-Comté), Bernard MARCHISET (président de la LPO Franche-Comté), Nicolas LAVANCHY (directeur de la LPO Franche-Comté), Denis JUGAN et Jean-Luc PATULA (et leurs collègues de l'OPIE Franche-Comté), ainsi que Jean-Marie SCHIBER (maire de Frotey) et les employés communaux de Frotey.

Nous remercions aussi Camille SAUSSET, éducatrice à la Protection judiciaire de la jeunesse de Vesoul, et les trois jeunes participants au chantier, ainsi que Sébastien LEVRET, Delphine MAITIN, Jean-Claude VERSTATEN et leurs élèves, de la Maison familiale et rurale d'Aillevillers (70).

Nous remercions Jean-Noël LAVOCAT de la DDT de Haute-Saône, ainsi que Bruno RAMBOURG et Damien MARAGE de la DREAL Bourgogne Franche-Comté pour leur aide au cours de l'année écoulée.

Enfin, un chaleureux remerciement va aux bénévoles intervenus lors des divers chantiers en 2019.

## INTRODUCTION

**Précisons d'emblée que le plan de gestion 2014-18 (cf. Annexe 1 : résumé du plan) a été prorogé par arrêté préfectoral du 18 octobre 2019 en raison de l'instruction en cours du projet d'extension de la Réserve naturelle.**

**Nous allons présenter ci-dessous le rapport d'activité de l'année 2019 de la Réserve du Sabot sous une forme nouvelle**, en nous référant exactement à la trame des 31 objectifs et des 76 opérations prévues au plan de gestion 2014-2018, selon la méthode décrite pour les réserves par la fédération *Réserves Naturelles de France* (Chiffaut, 2006) et en s'inspirant du nouveau guide de 2018. L'évaluation des activités de 2019 sera ainsi plus claire.

## I. METHODE

Les têtes de paragraphes reprennent la formulation de chacun des 31 **objectifs déclinés en 76 opérations dont une partie a été mise en œuvre en 2019.**

Chacune des opérations sera rattachée à une codification prise parmi les 7 thèmes suivants du plan de gestion :

**SE pour *suivi écologique et inventaires***  
**(n=15)**

**TU pour *travaux uniques (chantiers de génie écologique), équipements*** (n=7)

**TE pour *travaux d'entretien, maintenance***  
**(n=21)**

**PI pour *pédagogie, information, animation, édition*** (n=7)

**AD pour *administration*** (n=16)

**PO pour *police et surveillance*** (n=6)

**RE pour *recherche*** (n=3)

Pour chaque thème, les opérations ont été numérotées par ordre d'apparition dans la liste des objectifs auxquelles elles se rattachent.

## II. BILAN DES ACTIONS 2019 SELON LES 31 OBJECTIFS DU PLAN DE GESTION

<p>□* <b>OBJECTIF N°1 - INVENTORIER DES GROUPES TAXONOMIQUES CLES POUR LA GESTION.</b></p>
--

- **SE 2 : Compléter l'inventaire des microlépidoptères (hétérocères) nocturnes.**

- **Contexte :** Suite aux précédents inventaires menés en 1998-2000 (D. Jugan) et 2006-2008 (D. Jugan et *al.*) pour les papillons nocturnes, une nouvelle étude a été menée en 2018 et 2019 (et sera complétée en 2020) par D. Jugan et J.L. Patula (OPIE Franche-Comté) avec pour objectifs :

- **Approfondir la connaissance des Papillons Hétérocères (y compris les Zygènes), macro- et microlépidoptères, de la Réserve ;**

- Outre les espèces actives de nuit, rechercher les espèces d'Hétérocères **actives le jour**, discrètes, peu ou pas sensibles au piégeage nocturne ;

- Etablir des listes les plus exhaustives possibles de familles peu ou pas étudiées : Pyralidae, Crambidae, Pyraustinae, Pterophoridae, Adelidae, Coleophoridae, Sesiidae... ;

- Redéfinir, pour les Hétérocères, les secteurs les plus favorables, en liaison avec la flore et la gestion de la Réserve.

- **Méthodologie en 2018 :**

Initialement, **l'année 2018** aurait dû permettre :

- Un parcours de 3 heures au minimum à chaque sortie, englobant le maximum d'unités écologiques ;

- Le battage des lisières et des buissons, fauchage avec un filet de la strate herbacée, de manière à provoquer l'envol des adultes ;

- Le piégeage, avec des lots de phéromones de synthèse, de mâles de la famille des Sesiidae.

Rapidement, **les conditions météorologiques exceptionnelles** (printemps humide puis chaleur et sécheresse estivales) ont imposé une adaptation des heures de prospection aux heures d'activité de la faune lépidoptérique. **Ainsi, les sorties matinales ont été privilégiées, en insistant sur les lisières ombragées.**

Malgré cela, il a été constaté un appauvrissement des densités au fur et à mesure de l'avancée de l'étude.

Certaines familles (Tortricidae et Pterophoridae) sont demeurées quasiment introuvables. Le battage des lisières restait inefficace avec des papillons s'enfonçant plus profondément dans les arbustes. Le fauchage de la strate herbacée n'a pas apporté son lot habituel de microfaune. L'émergence des Sesiidae qui devait s'étaler d'avril à août s'est concentrée de mai à la mi-juin, rendant très aléatoire l'action ciblée des phéromones de synthèse.

**L'année 2019 s'est avérée indispensable pour affiner l'étude**, avec recours à du piégeage lumineux crépusculaire et nocturne.

Cette année a porté sur la recherche de familles de Microlépidoptères peu inventoriées comme par exemple les Oecophoridae, les Elachistidae, les Coleophoridae et les Gelechiidae. Les Pterophoridae et les familles plus importantes comme les Pyralidae, les Crambidae et les Tortricidae ont continué d'être étudiées. De plus, toutes les familles de Macrolépidoptères nocturnes (Lasiocampidae, Sphingidae, Geometridae, Erebidae, Noctuidae...) ont été notées.

Les secteurs ayant fait l'objet de réouverture (défrichage, abattage des pins noirs) ont été ciblés (carrés I 8, E 17...). La pelouse et la corniche, caractéristiques de la réserve, ont été prospectées (K 17, A 14...). La « Combe au Siron », de par sa jonction avec l'ancien Auto-cross de Frotey et l'Aérodrome de Frotey-Comberjon qui abritent également des milieux xérothermiques remarquables, a particulièrement été retenue (Q 10, M 6...). La richesse du secteur libéré de l'élevage porcin a été évaluée par piégeage nocturne sur sa bordure externe (R 19).

**Chaque sortie se déroule ainsi :**

- Identification sur place et relâcher immédiat pour la plupart des espèces
- Capture et conservation, pour une identification ultérieure des espèces problématiques.
- Chaque observation localisée et consignée dans un carnet, au cours de la sortie, suivant le carroyage 50x50 habituellement utilisé (depuis 1998), en lien avec les unités écologiques et la flore.
- Tubes de capture immédiatement étiquetés.
- Matériel prélevé naturalisé, conservé en collection et mis à disposition des gestionnaires.

Les entomologistes spécialistes de certaines familles ont été sollicités. Leur disponibilité peut entraîner un retard dans la détermination de certains échantillons. Il faudra attendre la fin de l'étude pour l'identification de certaines espèces.

### **Résultats en 2018 et éléments de discussion :**

**En 2018**, les 16 prospections du 14 mars au 10 octobre ont apporté **237 données pour 69 espèces de papillons Hétérocères : 19 espèces sont nouvelles pour la Réserve** parmi 610 pour la période 1974-2018. **Précisons que beaucoup de Microlépidoptères n'ont pas de nom vernaculaire en français.**

Pour les Sesiidae, *Pyropteron affinis* et *Synanthedon conopiformis*, espèces non connues dans les autres départements de Franche-Comté selon la liste des hétérocères de Franche-Comté, version d'avril 2019) viennent confirmer l'importance de la Corniche (carré A 15) pour le maintien d'espèces xérothermiques. *Synanthedon andrenaeformis*, *Pyropteron chrysidiformis* et *Chamaesphecia empiformis* prouvent la présence d'une pelouse calcicole de qualité, riche en espèces (K 23, I 23, J 12...). La rare *Bembecia albanensis* observée en O 30 incite à approfondir la connaissance de ce secteur (espèce non connue dans les autres départements de Franche-Comté).



**La Sésie des Hélianthèmes**  
*Pyropteron affinis*  
(RN Sabot, 21 mai 2018,  
cliché Denis Jugan)

Pour les Pyraustinae, les fortes densités d'*Eurrhysis pollinalis*, *Pyrausta despicata* et *Pyrausta nigrata* mettent l'accent, malgré les conditions météorologiques défavorables sur les secteurs écologiques notables : K 11 (lentilles argileuses) et M 27, N 28 (prairie sèche à fort recouvrement de *Thymus sp.*).

**La Poudrée *Eurrhysis pollinalis***  
(RN Sabot, 12 mai 2018,  
cliché Denis Jugan)



Pour les Crambidae, il était évidemment attendu une bonne diversité due à la présence de strates herbacées. L'abondance de quatre espèces est donc notée : *Thisanotia chrysonuchella*, *Chrysoteuchia culmella*, *Agriphila inquinatella* et *Agriphila tristella*. Des échantillons prélevés permettront peut-être la découverte d'espèces « jumelles » sur la Réserve.



**Le Crambus des champs**  
*Thisanotia*  
*chrysonuchella*  
(RN Sabot, 21 mai 2018,  
cliché Denis Jugan)

Une espèce exceptionnelle a été observée : *Chrysocrambus linetella*, connue en Franche-Comté du Doubs et de la Haute-Saône :



**Le Crambus mordoré**  
*Chrysocrambus linetella*  
(RN Sabot, 9 juin 2018,  
cliché Denis Jugan)

Au niveau des Pyralidae, principalement nocturnes, peu d'espèces étaient attendues lors des recherches diurnes. Une nouvelle espèce fait cependant son apparition : *Aethes piercei*. Elle incite à parfaire la connaissance de la zone enfrichée P 11/P 12 (pâturage bovin automnal) par du piégeage lumineux ainsi que par l'utilisation des phéromones de synthèse.



*Aethes piercei* (RN Sabot, 12 mai 2018, cliché Denis Jugan)

Mais c'est du côté des Elachistidae que l'espèce la plus remarquable a été contactée : *Ethmia chrysopyga*. Surtout signalée du sud de l'Europe, sa répartition en France est très lacunaire et sa présence n'est pas connue dans les trois autres départements de Franche-Comté. Elle affectionne les biotopes xérothermiques et sa biologie (chenille, plante hôte) semble inconnue ! Sur la Réserve, elle a été observée en I 21 et F 14.



*Ethmia chrysopyga*  
(RN Sabot, 12 mai 2018,  
cliché Denis Jugan)

### **- Conclusion en 2018 et perspectives pour 2019 :**

Trois secteurs qui ont fait récemment l'objet de réouverture, ont donné des résultats prometteurs de jour, et seront prospectés la nuit à l'aide d'un piégeage lumineux : K 10/K 11, I 7/H 8, F 17/G 17.

La zone de friches P 11/P 12 (ourlets à brachypode), en liaison avec la prairie P 13/P 14, permet une excellente diversité et assure la jonction avec la « Combe au Siron » et la future extension vers les pelouses de l'ex-autocross de Frotey et l'Aérodrome de Frotey-Comberjon. Son étude va être poursuivie.

La prairie M 27/N 28/O 29 mérite une meilleure connaissance des espèces nocturnes, notamment les Tortricidae et Pterophoridae. A voir si l'éclairage urbain et celui de la Route nationale 19 ne concurrenceront pas celui du piégeage lumineux.

La corniche (A 15) continue d'apporter son lot d'espèces indicatrices de ce type de milieu. Elle ne sera pas oubliée, d'autant plus que la Pyrale du Buis (*Cydalima perspectalis*) a rouvert le milieu.

Enfin, le secteur I 21 a déjà permis bon nombre d'observations et caractérise au mieux un des grands types de milieu de la Réserve : la pelouse calcicole.

### **- Méthodologie en 2019 :**

Le piégeage lumineux a été au centre de l'étude. Le phototropisme positif de bon nombre d'espèces est utilisé pour leur observation directe autour d'une source lumineuse.

Deux types de pièges sont simultanément installés :

- Un piège principal à large zone d'attraction, constitué de deux lampes de 125 w à vapeur de mercure, un tube actinique de 40 w, alimenté par un groupe électrogène. (cliché ci-dessous en G 9 le 19 août 2019 par D. Jugan).



- Un piège portatif constitué de LED UV (365 nm), alimenté par une batterie, placé hors de la zone d'attraction du précédent et permettant de cibler une petite unité écologique. (cliché ci-dessous en 0 16 le 9 août 2019 par D. Jugan).



En général, les papillons attirés par la lumière viennent tourner autour des lampes et finissent par se poser sur un drap blanc, ce qui facilite leur observation. En terrain découvert et en l'absence de haies, cas de certains secteurs de la pelouse, la zone d'attraction s'étend sur plusieurs centaines de mètres.

Parfois, certaines espèces lucifuges restent posées à distance dans les branches et dans l'herbe. Une simple lampe frontale permet de les repérer.

Toutes les espèces identifiables immédiatement sont notées dans un carnet, avec une fourchette horaire d'apparition du premier individu et le nombre d'exemplaires observés au cours de la soirée. Le carnet est complété par la photographie de chaque espèce présente. Deux appareils munis d'objectifs macros sont utilisés (par Denis Jugan et Jean-Luc Patula). C'est la méthode de détermination qui a été privilégiée pour des espèces qui seront ensuite identifiées sur l'écran d'un ordinateur, dans le souci de respecter au mieux le statut légal de « Réserve naturelle » de la zone étudiée, ainsi que la protection maximale des espèces.

Les déterminations sur photographies ont été menées séparément puis confirmées lors de réunion entre les deux personnes.

Parallèlement, le piégeage sexuel des Sesiidae grâce à l'utilisation des phéromones de synthèse, l'étude des Zygaenidae, des Pyralidae et des Crambidae a continué lors de sorties diurnes avec un transect couvrant un maximum d'unités écologiques.

**- Résultats en 2019 et éléments de discussion :**

Comme attendu, les 26 prospections (13 nocturnes et 13 diurnes) ont considérablement complété les données de 2018. En attendant quelques déterminations supplémentaires, les **1037 observations d'Hétérocères de 2019 (237 en 2018) concernant 410 espèces (69 en 2018)**, saisies sur un tableur *Excel*, sont réparties de la façon suivante :

<b>N° sortie</b>	<b>Dates 2019</b>	<b>Méthode</b>	<b>Nbre données</b>	<b>Nbre espèces</b>
1	31 mars	parcours diurne RNN	2	2
2	6 avril	parcours diurne RNN	3	3
3	9 avril	piégeages nocturnes en I 8 et K 11	39	30
4	15 avril	parcours diurne RNN	1	1
5	1 <sup>er</sup> mai	parcours diurne RNN	10	9
6	15 mai	parcours diurne RNN	8	8
7	18 mai	parcours diurne RNN	4	4
8	21 mai	piégeages nocturnes en Q 10 et O 15	46	42
9	23 mai	piégeages nocturnes en E 17 et A 14	101	84
10	26 mai	parcours diurne RNN	21	15
11	4 juin	piégeages nocturnes en L 30 et J 27	111	89
12	25 juin	piégeage nocturne en Q 10	112	112
13	29 juin	parcours diurne RNN / phéromones	20	11
14	3 juillet	parcours diurne RNN / phéromones	20	11
15	31 juillet	piégeages nocturnes en I 8 et G 9	73	63
16	1 <sup>er</sup> août	parcours diurne RNN / phéromones	13	8
17	8 août	piégeages nocturnes en Q 10 et O 13	81	65
18	13 août	parcours diurne / piégeages nocturnes en R 19 et O 13	71	53
19	16 août	parcours diurne RNN / phéromones	8	3
20	19 août	piégeages nocturnes en G 9 et G 11	108	87
21	23 août	parcours diurne RNN	27	13
22	16 septembre	parcours diurne RNN / phéromones	68	52
23	26 septembre	piégeages nocturnes en N 4 et M 6	38	30
24	30 septembre	parcours diurne RNN	6	3
25	11 octobre	piégeages nocturnes en I 8 et G 9	25	23
26	23 octobre	piégeages nocturnes en O 14 et O 12	21	18

Parmi les **Microlépidoptères**, de nombreuses familles comportant un petit nombre d'espèces n'avaient pas ou peu été étudiées. **Certaines familles plus importantes ont été largement complétées.**

Les Adelidae n'ont pour l'instant fourni qu'une seule espèce, *Adela reaumurella*. De prochaines recherches seront ciblées sur cette famille essentiellement diurne.



**Adèle verdoyante *Adela reaumurella*** (RN Sabot, 1er août 2019, cliché Denis Jugan)

La petite famille des Tischeriidae (7 espèces françaises) est représentée sur la Réserve par *Tischeria ekebladella*.

Les Tineidae font leur entrée avec *Tinea semifulvella*.

Déjà bien étudiées auparavant, les Yponomeutidae sont complétés par *Ypsolopha vittella* et *Yponomeuta cagnagella*, espèce en forte expansion qui se développe sur le Fusain d'Europe.

**Teigne automnale de l'Orme *Ypsolopha vittella***  
(RN Sabot, carré M 6, 26 septembre 2019, cliché Denis Jugan)



Peu attirés par la lumière et nécessitant plutôt la recherche des chenilles et des chrysalides, deux espèces spectaculaires de Coleophoridae ont cependant été observées : *Coleophora pyrrhulipennella* et *Coleophora hemerobiella*.



**Coléophore des arbres fruitiers** *Coleophora hemerobiella* (RN Sabot, carré O 16, 8 août 2019, cliché Denis Jugan)

Quelques Elachistidae sont à retenir : *Elachista argentella*, contactée plusieurs fois de jour, et *Elachista lugdunensis*, espèce xérothermophile encore mal connue en France. A noter de nouveau l'observation de *Ethmia chrysopyga* en I 21. *Agonopterix kaekeritziana*, *Agonopterix liturosa* et *Agonopterix irrorata* viennent enrichir la connaissance de cette famille.

***Elachista argentella*** (RN Sabot, carré G 11, 15 mai 2019, cliché Denis Jugan)



Les singulières *Crassa unitella* et *Batia lunaris* complètent la famille des Oecophoridae.

***Batia lunaris*** (RN Sabot, carré O 13, 13 août 2019, cliché Denis Jugan)



Chez les Gelechiidae ont été observées *Aristotelia decurtella* et *Dichomeris alacella*.



***Aristotelia decurtella***  
(RN Sabot, carré I 8, 31 juillet 2019, cliché Denis Jugan)

La famille des Sesiidae, déjà bien inventoriée en 2018 et requérant un piégeage sexuel à l'aide de phéromones, continue de livrer de nouvelles espèces - cas de *Synanthedon tipuliformis* et *Synanthedon stomoxiformis* – et son étude sera poursuivie en 2020.

Rappelons que les Zygaenidae évoluent de jour. **Une nouvelle espèce pour la Réserve** a été découverte en 2019 dans la « Combe au Siron » : La Turquoise des Chardons *Jordanita notata*.

Aux 46 espèces connues sur la Réserve de Tortricidae viennent s'ajouter de nombreuses espèces comme par exemple *Epagoge grotiana*, *Celypha cespitana*, *Pseudargyrotoza conwagana*, *Phtheochroa rugosana*, *Cochylis dubitana*, *Cydia amplana*, *Isotrias rectifasciana* et *Pammene splendidulana*.

***Phtheochroa rugosana***  
(RN Sabot, carré Q 10, 21  
mai 2019, cliché Denis  
Jugan)



**La sécheresse n'a pas été favorable aux Pterophoridae évoluant dans la strate herbacée.**  
A noter cependant la découverte de *Stenoptilia pterodactyla*.

Les Pyralidae voient leur effectif augmenter de plusieurs espèces dont *Moitrelia obductella*, *Acrobasis legatea*, *Acrobasis repandana*, *Euzophera pinguis* et *Pempelia genistella*.



**La Phycide de l'Origan *Moitrelia obductella*** (RN Sabot, carré G 9, 19 août 2019, cliché Denis Jugan)

Enfin les Crambidae, à la fois diurnes et nocturnes ont continué de livrer quelques espèces avec notamment *Mecyna flavalis*, *Udea fulvalis* et surtout *Palpita vitrealis* qui vit sur des plantes méditerranéennes (Jasmin, Olivier...) et fait régulièrement des incursions vers le nord au cours de migrations. Notons l'abondance de trois espèces rarement observées par le passé sur la Réserve : *Chrysocrambus linetella*, *Chrysocrambus craterellus* et *Ancylolomia tentaculella*.

**Le Botys jaune serin**  
*Mecyna flavalis* (RN Sabot, carré O 13, 13 août 2019, cliché Denis Jugan)



Parmi les familles de **Macrolépidoptères** diurnes et nocturnes qui avaient fait l'objet d'études précédentes, nous pouvons remarquer l'observation de plusieurs espèces caractéristiques soit de milieux xérotiques, représentés par la pelouse calcicole et les pierriers, soit de milieux plus frais et humide (Chemin agricole ZH 28 dans sa section au nord de la Réserve, « Combe au Siron »)

*Tethea ocularis* de la famille des Drepanidae et vivant sur les Peupliers n'avait pas encore été observé en Haute-Saône.



**L'Octogésime** *Tethea ocularis* (RN Sabot, carré G 9, 19 août 2019, cliché Denis Jugan)

Certains Geometridae sont notés pour la première fois en Haute-Saône et sont à la limite nord de leur répartition en France : cas de *Idaea degeneraria* et *Rhodostrophia calabra*. L'espèce *Selidosema brunnearia* (auparavant connue du nord de l'Aérodrome de Frotey-Comberjon) fréquente un biotope constitué de pelouses sèches peu ou pas fauchées.

**L'Acidalie dégénérée**  
*Idaea degeneraria* (RN Sabot, carré O 13, 13 août 2019, cliché Denis Jugan)



*Callimorpha dominula* augmente la famille des Erebidae et indique avec *Phymatopus hecta* de la famille des Hepialidae le caractère plus froid et forestier de certains secteurs.



**L'Écaille marbrée** *Callimorpha dominula* (RN Sabot, carré Q 10, 25 juin 2019, cliché Denis Jugan)

L'immense famille des Noctuidae s'enrichit notamment de *Catocala electa* et *Hadena bicruris*. Notons *Dysgonia algira* dont le nom vernaculaire « La Passagère » indique bien le caractère **migrateur** de l'espèce qui fait de plus en plus d'incursions vers le nord. **Même constat pour *Acontia lucida*, qui atteint donc pour la première fois le département de la Haute-Saône.**

**La Choisie (= L'Elue)**  
*Catocala electa* (RN Sabot, carré G 9, 19 août 2019, cliché Denis Jugan)



**La Passagère *Dysgonia algira*** (RN Sabot, carré G 11, 19 août 2019, cliché Denis Jugan)

La **Laineuse du Prunellier** *Eriogaster catax*, espèce protégée en France de la famille des Lasiocampidae, contactée sur deux secteurs (I 8 et O 14), devrait faire l'objet de recherche des chenilles le long des haies de prunelliers pour affiner sa distribution sur la Réserve.



La **Laineuse du Prunellier** *Eriogaster catax* (RN Sabot, carré O 14, 23 octobre 2019, cliché Denis Jugan)

**- Conclusion en 2019 et perspectives pour 2020 :**

Les recherches ciblées en 2019 sur les **Microlépidoptères** nocturnes permettent de compléter grandement la connaissance des papillons de la Réserve.

A l'occasion des piégeages lumineux, de nouveaux **Macrolépidoptères** ont été découverts.

**105 espèces sont nouvellement observées sur la Réserve naturelle du Sabot, parmi 410 notées en 2019, parmi 715 pour la période 1974-2019.**

La poursuite du piégeage sexuel lors de prospections diurnes apporte de nouvelles espèces d'une famille peu connue, les Sesiidae et permet un suivi de tous les papillons de jour.

Les secteurs traditionnels (pelouse calcicole, pierriers, friches, corniche et combe) ont tous été visités. Ceux ayant fait l'objet de travaux récents dans le cadre de la gestion de la Réserve (ouverture des friches P 11-12, K 10, I 7-8, coupe des pins J 18, création du corridor F 17-18 et abords...) ont commencé à être prospectés.

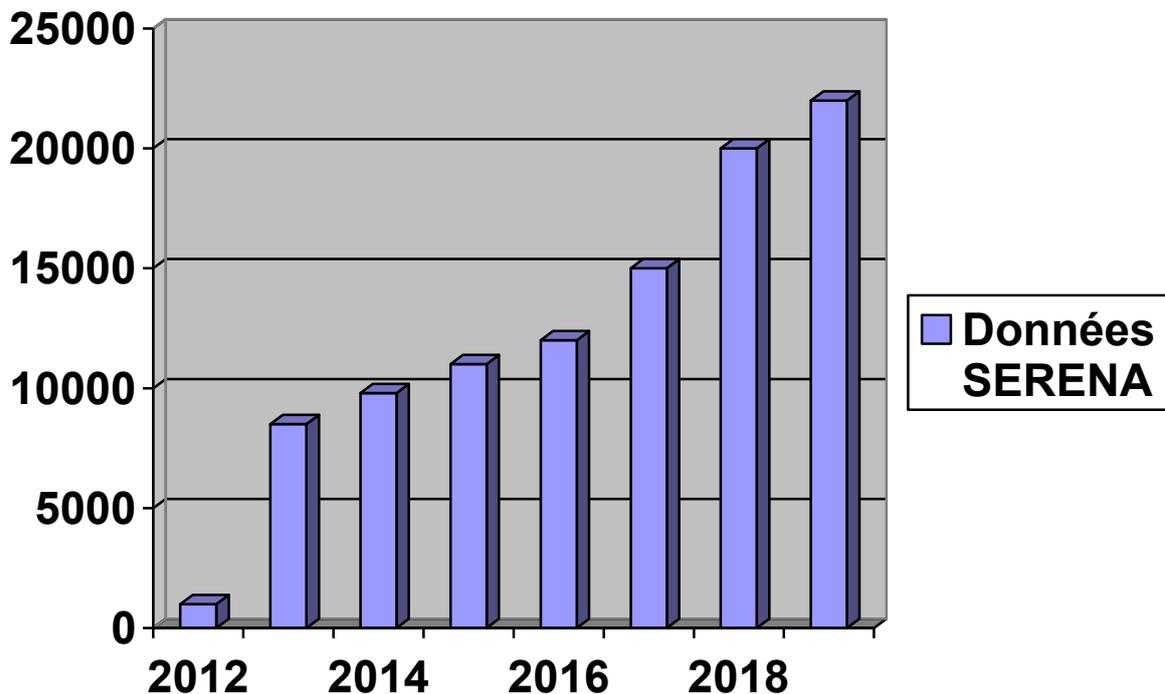
**L'année 2020** verra des compléments afin de mieux étudier certains secteurs sensibles comme la corniche (carrés A14-15, la prairie sèche au sud (carrés M 27/N 28, les pelouses maillées de haies et bosquets du versant nord, enfin le grand corridor F 17-18 des « Pins Rénét »).

Le rapport final reprendra toutes les données anciennes (ensemble des Hétérocères) auxquelles s'ajouteront celles de la présente étude 2018-2020.

□□ \* OBJECTIF N°2 - POURSUIVRE LA MISE A JOUR DE LA BASE DE DONNEES SERENA.

- SE 4 : Etre à jour sur la base SERENA pour les 5 ans du 3<sup>ème</sup> plan. Intégrer peu à peu les années et inventaires antérieurs.

La base de données **SERENA** de flore et faune de la Réserve compte désormais **22000** données fin 2019. L'intégration d'observations d'études anciennes sera une priorité pour 2020.



□□\* OBJECTIF N°3 - POURSUIVRE LA VEILLE NATURALISTE VERS DE NOMBREUX GROUPES TAXONOMIQUES DEJA ABORDES.

- SE 5 : Poursuivre l'inventaire permanent de la flore vasculaire, des lichens et champignons, des coléoptères, névroptères, odonates, orthoptères et papillons, des amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères (salariés et bénévoles).

Contexte : la veille écologique annuelle consiste à recueillir le maximum de données relatives à la flore et à la faune de la Réserve lors de toute visite, soit de façon manuscrite soit de toute autre façon (tablette, téléphone, photographie, ...). Les naturalistes sont donc sollicités, même pour des espèces dites communes, sachant que leur statut est évolutif. Ces

données contribuent à mesurer le rôle de réservoir de la Réserve du Sabot et aident à valider la gestion des milieux. Sont détaillés ici les principaux résultats : flore, orthoptères, oiseaux.

Le tableau I ci-dessous indique que **2641 espèces** ont été inventoriées depuis 1969 appartenant à 15 groupes taxonomiques (voir listes en annexes) dont **117 espèces supplémentaires en 2019**.

Groupe taxonomique	2523 espèces (sous-espèces...) inventoriées entre 1969 et 2018	118 espèces supplémentaires Inventoriées en 2019	2641 espèces (sous-espèces...) inventoriées entre 1969 et 2019
Bryophytes	77	0	77
Champignons	632	0	632
Plantes supérieures et conifères	467	7	474
Arachnides	5	0	5
Coléoptères	380 *	0	380
Hémiptères	37	0	37
Névroptères	2	0	2
Odonates	22	0	22
Orthoptères	40	1	41
Papillons diurnes (rhopalocères)	92	0	92
Papillons nocturnes (hétérocères)	610	<b>105</b>	<b>715</b>
Amphibiens	2	0	2
Reptiles	7	0	7
Oiseaux	118	3	121
Mammifères	33	1	34

*Tableau I: Evolution de la connaissance de la biodiversité de 1969 à 2019 sur la Réserve naturelle nationale du Sabot de Frotey (70). \*: 380 car *Ceramyx scopolii* en 2018 (F. Louiton)*



***Couleuvre d'Esculape  
Zamenis longissimus,***  
*jeune individu observé en  
bordure du chantier de  
coupe de pins noirs (de  
début 2019) qui faisaient  
écran à la lumière en  
bordure sud des  
« lavières » (15 mai 2019,  
carré K 17, cliché François  
Louiton)*

## Inventaire botanique pluriannuel

7 espèces (sous-espèces ou variétés) ont été ajoutées en 2019 à l'inventaire des plantes :

- **Cotoneaster à feuilles de saule** *Cotoneaster salicifolius* Franch. en I 18 le 13 février (H. Pinston ; détermination P. Viain), espèce originaire de Chine, dite « échappée de jardin ». La ramure et les feuilles de l'arbuste (de 3m environ) ont gelé peu près la coupe des pins noirs, formant écran protecteur, puis de jeunes tiges ont repoussé à la base au printemps.

- **Pissenlit** *Taraxacum tortilobum* Flotrstr. Il a été trouvé le 9 avril (P. Viain) en G 22 et F 20 sur le versant sud-ouest de la Réserve (P. Viain). Il s'agit d'un groupe de détermination délicate.

- **Laîche de Paira** *Carex pairae* F. W. Schultz le 14 mai (P. Viain) en N 14.

- **Raiponce en épi** *Phyteuma spicatum* L., 1 pied à fleur blanche en D 20 le 21 mai (H. Pinston) en bordure de sentier sous les pins noirs.



*Raiponce en épi Phyteuma spicatum, tige à fleur blanche découverte le 21 mai (RN Sabot, 24 mai 2019, cliché Patrick Viain)*

- **Pavot rose frisé à fleur de Pivoine** *Papaver somniferum* variété horticole « *Paeniflorum* », 1 pied en fleurs le 13 juin (H. Pinston).

- **Calamagrostide commune** *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, une dizaine de pieds (avec épillets) en limite de trembles et de pelouse en K 10 le 27 août (H. Pinston ; détermination P. Viain).

- **Orchis brûlé d'été** *Neotinea ustulata* (L.) R.M. Bateman *et al.* var. *aestivalis* (Kümpel) Tali *et al.*, deux pieds dont un en début de floraison le 28 juin (H. Pinston). Il s'agit de la première mention sur la Réserve du Sabot depuis le début du suivi sur la Réserve en 1989. Cette variété (ou sous-espèce selon les spécialistes) diffère de l'Orchis brûlé typique en particulier par sa floraison nettement plus tardive, par une hampe florale plus haute et aux fleurs moins denses.

La plante observée sur la Réserve du Sabot a séché au cours de sa floraison restée incomplète début juillet. Sur la Réserve, la période de floraison de l'Orchis brûlé *Neotinea ustulata*, de type classique, se situe vers mi-mai, donc plus d'un mois avant la variété estivale.

Outre la station découverte en 2019 sur la Réserve du Sabot, l'Orchis brûlé d'été est connu de seulement 3 communes de Haute-Saône, de 3 communes du Doubs, mais de 30 communes du Jura (selon la carte disponible sur le « site » du Conservatoire botanique de Franche-Comté).



*Orchis brûlé d'été* *Neotinea ustulata* variété *aestivalis*, unique tige fleurie découverte le 28 juin 2019, variété de l'Orchis brûlé jamais notée auparavant sur la Réserve du Sabot (RN Sabot, 30 juin 2019, cliché Patrick Viain)



*Orchis brûlé* *Neotinea ustulata* (RN Sabot, 28 avril 2015, cliché Patrick Viain)

Fin 2019, l'inventaire des plantes supérieures menés depuis 1985 sur la Réserve naturelle du Sabot comptait donc **474 taxons** (espèces, sous-espèces, variétés, types ; voir annexe 6)

## Orthoptères (sauterelles, grillons, criquets)

Il est à noter la détection du chant (au sonomètre) d'un seul individu du **Grillon domestique** *Acheta domesticus* en mai 2019 (P. Viain), sur un secteur de la grande pelouse communale exposée sud-ouest. Ce grillon isolé est sans doute échappé d'un élevage, puisque l'espèce est commercialisée comme nourriture de reptiles en terrarium.

**C'est la 41<sup>ème</sup> espèce d'orthoptère mentionnée sur la Réserve pour la période 1995-2019** (Annexe 8), dont **35 notées en 2019** (vues, entendues à l'oreille et/ou au sonomètre).



**Grillon domestique** *Acheta domesticus* (femelle, à gauche ; mâle, à droite) (clichés Frédéric Maillot)

Première observation sur la Réserve du Sabot d'une **Grande sauterelle verte** *Tettigonia viridissima* de couleur ... **jaune** le 12 juillet 2019 (H. Pinston). Une telle couleur, très **rare chez cette espèce**, fut notée dans la plaine de Vaivre-et-Montoille (70) le 14 juillet 2007 (P. Viain) et à Echenoz-le-Sec (70) le 30 juillet 2019 (F. Louiton). Il s'agirait des trois seules données connues en Franche-Comté.



**Grande sauterelle verte** *Tettigonia viridissima*, de couleur jaune, très rare chez cette espèce, cliché à gauche, à Vaivre et Montoille (70) (14 juillet 2007, cliché Patrick Viain), à droite à Echenoz-le-Sec (70) (30 juillet 2019, François Louiton)

## Pyrale du buis

**Contexte** : Nous insérons ici le suivi récent de la Pyrale du buis, papillon « nouveau » pour la Réserve où il fut découvert en 2015, **événement majeur de l'histoire du site**. Nous redonnons ci-après les éléments notés dans les rapports d'activité jusqu'en 2018, puis sont présentés les éléments de 2019.

Rappelons que la Réserve du Sabot couvre 98 hectares de pelouses et prairies sèches. **Le buis est le principal arbuste présent sur les pelouses sèches et milieux associés**, aussi bien en contexte ensoleillé que sous le couvert des pins noirs.

La **Pyrale du buis** *Cydalima perspectalis* est une espèce d'origine asiatique. Elle a été décelée en Allemagne en 2006, issue d'une introduction accidentelle liée au commerce international. Notée en Suisse en 2007, elle a été observée en 2008 en France (à Strasbourg) où elle s'étend rapidement.

C'est un fléau pour le buis car la chenille de la Pyrale consomme activement les feuilles et l'écorce des jeunes rameaux.

La première donnée de Pyrale du buis en Franche-Comté date de 2013 puis la première observation de l'espèce sur la Réserve fut celle d'un adulte le 3 août 2015 (D. Jugan, D. Lecornu, R. et H. Pinston) sur un buis en situation ombragée. En 2015, les recherches ultérieures furent vaines.



*Première observation de la Pyrale du buis Cydalima perspectalis le 3 août 2015 sur la Réserve du Sabot (cliché Didier Lecornu).*

**Du 8 avril au 21 octobre 2016**, 2 pièges à phéromones (attirant les mâles) fournis pas la FREDON Franche-Comté ont permis de suivre les variations de populations en deux points orientaux de la Réserve, l'un en situation ensoleillée (buis, mais pas d'arbre), l'autre en zone plus ombragée (buis et charmes, sur un site proche de la donnée de 2015).

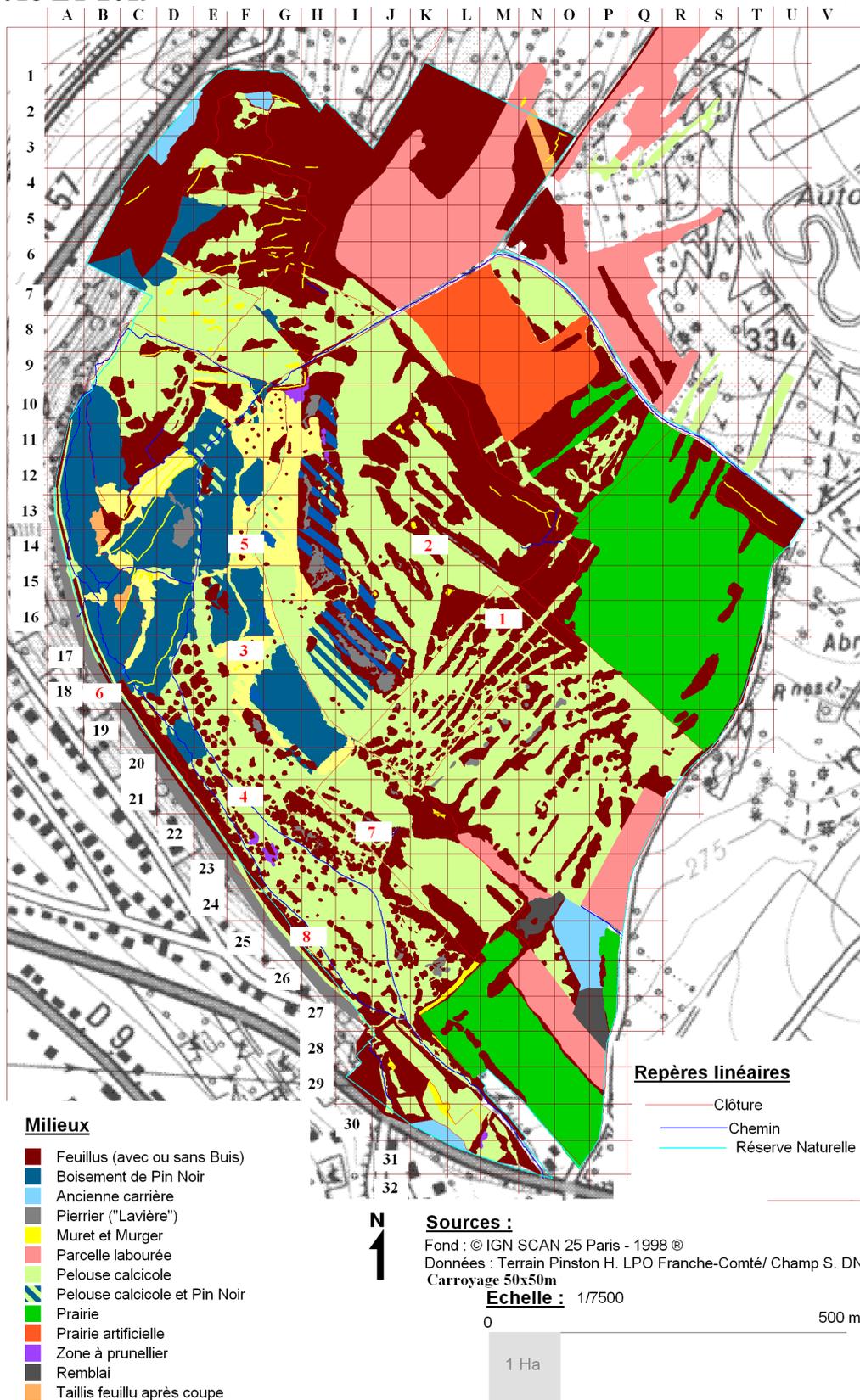
Les relevés faits par les 2 salariés LPO de la Réserve furent (le plus souvent) hebdomadaires. Les premiers papillons furent capturés fin juin (le 27). Une gelée blanche matinale dans la première décade d'octobre marqua la brusque fin des observations.

La première période d'émergence se situa du 28 juin au 11 juillet (13 jours). L'effectif cumulé pour 2 pièges fut alors de **44** papillons capturés, soit une moyenne journalière de **3,3**, d'où **1,6 papillons/piège**.

La seconde période d'émergence fut située du 7 au 20 septembre (13 jours), d'où un effectif cumulé de **460** papillons pour 2 pièges, soit une moyenne journalière de **35**, d'où **17,5 papillons/piège**. Ce second pic fut plus marqué en zone ombragée.

**LOCALISATION DES 8 PIEGES  
A PYRALE DU BUIS EN 2017  
2018 ET 2019**

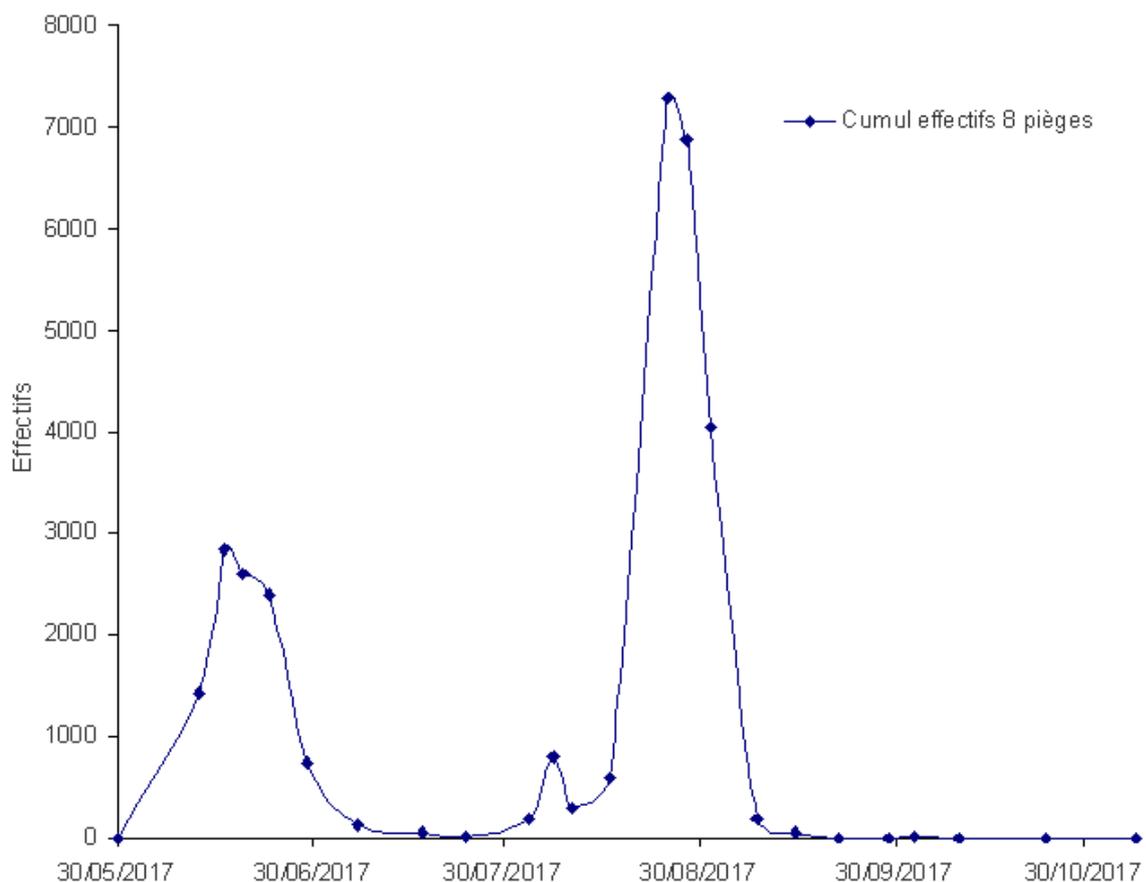
Réserve Naturelle du Sabot de Frotey



**Les prospections sur l'ensemble de la Réserve en septembre 2016 ont montré en effet la présence de centaines voire milliers de papillons**, surtout en zone un peu ombragée (sur buis en sous-bois des pins noirs). Le compte total des individus prélevés s'élève à 1 060 individus dans les deux pièges.

**Au final, les dégâts par les chenilles sur les buis en 2016 furent globalement très mineurs en zone ensoleillée, mais déjà spectaculaires en zone ombragée sous les pins (défoliation sur 50cm à partir du sol, en coaction avec des champignons).**

**En 2017, huit pièges (plan en page précédente) furent installés** (et suivis par Ch. Oudot, P. Philip, H. Pinston) entre les 5 mai (pièges 1 à 4) et 6 juin (5 à 8), **en situation volontairement variée** : vers des buis ensoleillés sans arbre proche (pièges 2 et 4), ou au contraire vers des buis situés en sous-bois ou en lisière, plus moins ombragés par des pins (5 et 6) ou des feuillus (1, 3, 7 et 8).



*Figure 1 : Evolution en 2017 des effectifs cumulés de papillons capturés dans 8 pièges à phéromones sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (relevés Ch. Oudot, P. Philip, H. Pinston).*

### **Deux périodes principales d'émergence des papillons ont été notées en 2017 :**

-du 13 au 23 juin (10 jours), effectif cumulé pour 8 pièges de **7817** papillons capturés, soit une moyenne journalière de **781**, ramenée à **97 papillons/piège** ;

-du 17 au 28 août (11 jours), effectif cumulé de **14141** papillons capturés, soit une moyenne journalière de **1285**, ramenée à **160 papillons/piège**, **donc 2/3 en plus que lors de la première émergence !**

L'été 2017, les effectifs moyens par piège ont été près de 10 fois ceux de 2016 :

Emergence des papillons	2016	2017	Coefficient multiplicateur 2016-17
Premier pic	1,6/jour	97/jour	60,6
Second pic	17,5/jour	160/jour	9,1
Coef. X entre Pics 1 et 2	10,9	1,6	

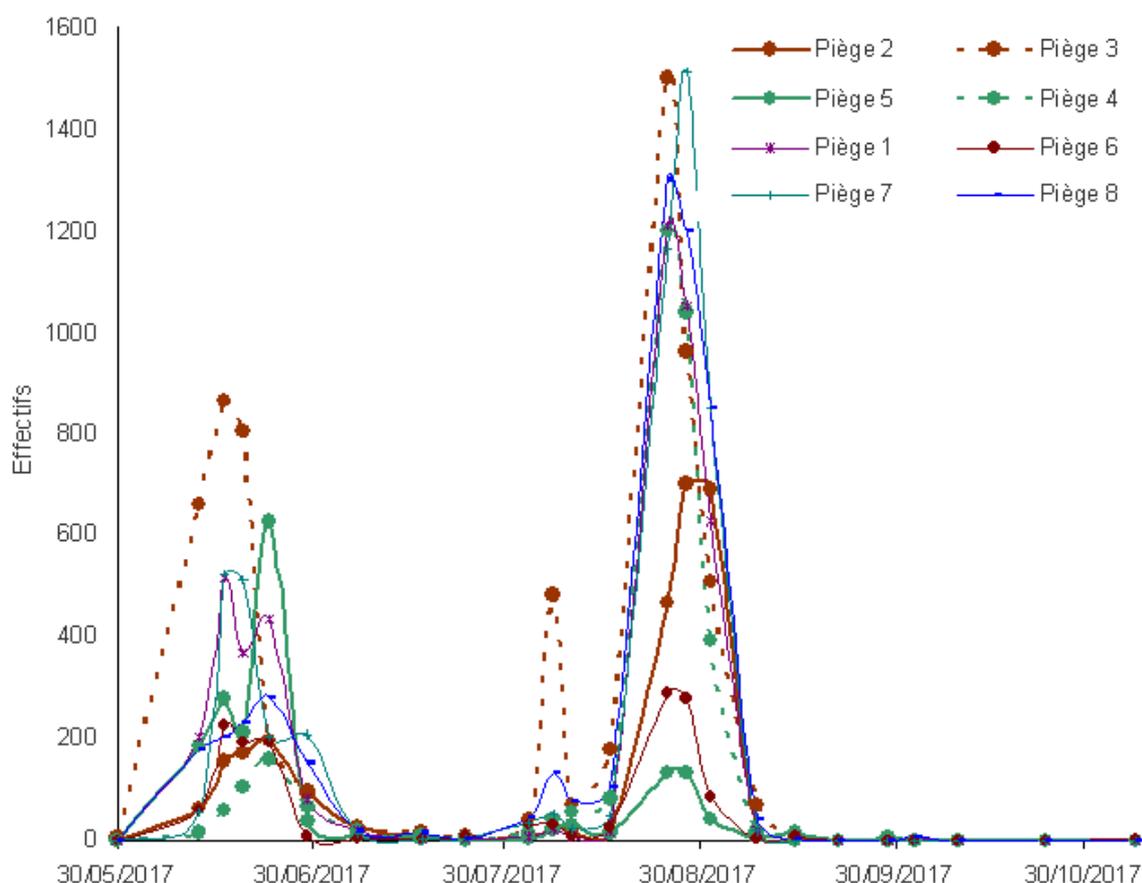


Figure 2 : Evolution en 2017 des effectifs de papillons capturés dans chacun des 8 pièges à phéromones sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (relevés ch. Oudot, P. Philip, H. Pinston).

En zone boisée ombragée sur faible pente nord (piège 5), donc relativement plus fraîche, où tous les buis avaient été très touchés par les chenilles en 2016, le premier pic de papillons de juin 2017 fut encore élevé, mais le second fut faible, alors qu'en zone arbustive ensoleillée (pièges 2 et 4), après un premier pic encore médiocre (et des buis peu atteints), le second en août fut très élevé (avec des buis souvent très atteints fin juillet, mais pas tous, environ 10% restant peu touchés).

Une situation particulièrement favorable à la pyrale (traduite par le nombre très élevé de captures) est celle des secteurs des pièges 1, 5, 6, 7 et 8 avec du buis et des feuillus, mais sans pins (sauf le piège n°6 en peuplement mixte).

**Nous attribuons cette vulnérabilité plus grande des buis en zone de taillis feuillus ou sous les pinèdes avec sous étage feuillu, à la forme étalée du limbe des feuillus (au contraire des aiguilles fines des pins), dont la face inférieure sert d'abri à l'essentiel des papillons la journée.**

De plus, avant la nymphose, la chenille enroule une ou deux feuilles avec une soie. Or, dans les zones ombragées, **les chenilles de seconde génération quasi privées de feuilles de buis (déjà largement consommées en 2016) ont fabriqué leur fourreau sur toutes les essences feuillues disponibles** (plus de 10 espèces notées, outre les ronces et la Digitale jaune *D. lutea*, abondante en zone ouverte) et elles ont même consommé la marge des feuilles peu avant la nymphose.

**Quant aux prédateurs** en phase de découverte d'une nouvelle proie, notons que le 10 août, une dizaine d'hirondelles de fenêtre ont capturé en moins d'une minute la totalité des dizaines de pyrales qui s'envolaient des arbres feuillus à notre passage, parallèlement à la recherche sur les buissons opérée par une dizaine de mésanges bleues et charbonnières, voletant quelques mètres pour attraper d'autres pyrales.

Fin août, les chauves-souris chassaient chaque soir des pyrales en vol sous la corniche du Sabot.

**En septembre 2017, la repousse des feuilles de buis avait été assez spectaculaire, mais surtout en situation ensoleillée. En sous-bois, la défoliation fut le plus souvent totale. Peu de pieds ou même de rameaux complets étaient morts, mais le sommet des brindilles était souvent tristement sec ...**



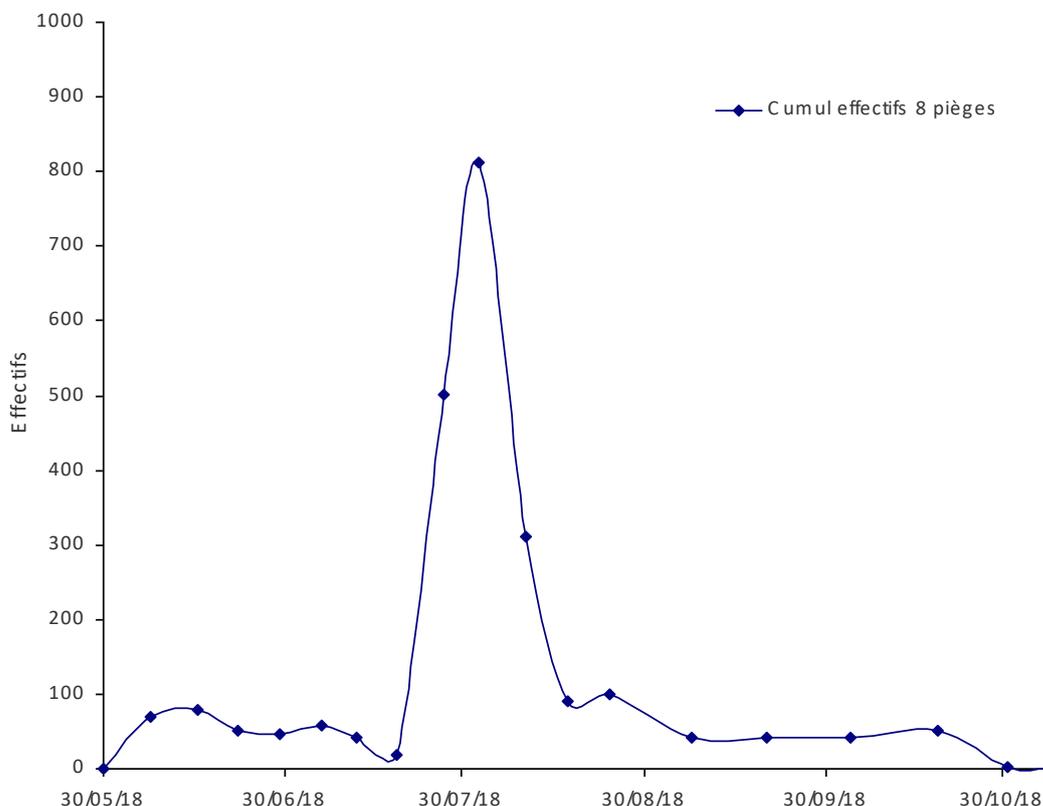
*Feuilles neuves de Buis  
Buxus sempervirens à  
l'automne 2017 sur le  
versant sud-ouest ensoleillé  
en G 22 (RN Sabot, 19  
octobre 2017, cliché Christian  
Chirio)*

**Dans le rapport de l'année 2017, nous indiquions que la première génération de papillons de 2018** serait issue de papillons de 2017 aux effectifs très élevés à l'émergence, mais qui ont subi la **prédation** par les oiseaux, encore mal quantifiée, avec un probable effet d'apprentissage en 2018, outre l'action des chauves-souris, peut-être essentielle.

**De plus, nous notions dans ce bilan de 2017 qu'une partie importante des chenilles avait été contrainte en 2017 de construire l'abri hivernal sur des feuilles autres que celles du buis. Ces feuilles tombées à l'automne vont pourrir ... facteur de régulation peut-être essentiel.**

**En 2018, les 8 pièges furent installés le 5 mai, exactement aux mêmes endroits qu'en 2017 et ont été suivis (Ch. Oudot et H. Pinston) du 11 mai (0 pyrale) au 7 novembre (dernières pyrales le 2 novembre).**

La figure 3 ci-dessous décrit l'évolution des effectifs de papillons en 2018 :



*Figure 3 : Evolution en 2018 des effectifs cumulés de papillons capturés dans 8 pièges à phéromones sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (relevés Ch. Oudot, H. Pinston).*

**Vers les mêmes périodes qu'en 2016 et 2017, deux phases principales d'émergence des papillons ont été notées en 2018 :**

- du 7 juin (premières captures) au 15 juin 2018 (8 jours), effectif cumulé pour 8 pièges de seulement 80 papillons, soit une moyenne journalière de 10, ramenée à 1,2 papillon/piège ;
- du 27 juillet au 2 août (6 jours), effectif cumulé plus notable de 813, soit une moyenne journalière de 135,5, ramenée à 16,9 papillons/piège.

Emergence des papillons	2016	2017	2018	Coefficient multiplicateur 2016-17	Coefficient multiplicateur 2017-18
Premier pic	1,6/jour	97/jour	1,2/jour	60,6	0,012
Second pic	17,5/jour	160/jour	16,9/jour	9,1	0,105
Coef. X entre Pics 1 et 2	10,9	1,6	14		

**Les effectifs de papillons de 2018 furent donc assez bas et analogues à ceux de 2016, après la phase explosive de 2017.**

**Cette situation qui pourrait sembler rassurante quant au nombre de papillons est à confronter à l'aspect des buis lié à l'action des chenilles de pyrales :** les buis des zones ensoleillées qui avaient pour la plupart refait des feuilles à l'automne 2017, outre quelques buis ensoleillés restés peu touchés jusqu'à fin 2017, ont été cette fois quasiment tous complètement défoliés au printemps 2018 par les nombreuses chenilles issues des pontes de l'été 2017. Une partie au moins des pontes de l'été 2017 ont donc passé correctement l'hiver. Fin 2018, la repousse des feuilles, énergique, surtout en zone ensoleillée, était limitée à la base des tiges ou sur 10 à 20 cm maximum, alors que fin 2017 la repousse concernait au contraire la presque totalité de la ramure (en 2017, 10 à 20 cm secs au sommet). En sous-bois, les feuilles de l'automne 2017 ont été consommées au printemps 2018. La repousse de l'automne à la base est visible dans certains secteurs. Fin 2018, les plantules autres que le buis ayant poussé dans les massifs de buis à la faveur de la défoliation des buis étaient encore peu nombreuses et très basses.

**Nous écrivions dans le rapport de 2018 : L'aspect général des buis fin 2018, que ce soit en zone de sous-bois (comme fin 2017) et désormais aussi en zone ensoleillée (contrairement à 2017) était donc partout tristement grisâtre.**

**Quant aux effectifs de papillons adultes, sommes-nous passés, après l'explosion des effectifs très élevés de 2017, typiques d'une espèce invasive, à des effectifs plus faibles mais réguliers, typiques d'une espèce faisant désormais partie de la faune locale en équilibre précaire avec le buis ?**

**La repousse des feuilles de l'automne 2018 à la base des buis (surtout en zones ensoleillées) sera-t-elle compromise par les chenilles du printemps 2019, avec cette fois une possible mortalité des buis ? En quelle proportion ?**

**En 2019**, les 8 pièges ont été réinstallés le 7 mai aux mêmes points. Les premiers papillons capturés ont été notés le 18 juin (pour mémoire : 7 juin 2018, 30 mai 2017, 27 juin 2016), les derniers furent notés le 31 octobre. **Le nombre de papillons est resté faible en 2019** (maximum de 5 à 10 papillons par piège en août).

**Deux phases principales d'émergence des papillons ont été notées en 2019** (voir figure 4 en page suivante) :

-du 18 au 28 juin 2019 (10 jours), effectif cumulé pour 8 pièges de seulement 28 papillons soit une moyenne journalière de 2,8, ramenée à 0,35 papillon par piège soit environ 4 fois moins qu'en 2018.

- du 27 août au 5 septembre (9 jours), effectif cumulé pour 8 pièges de 58 papillons, soit une moyenne journalière de 6,4, ramenée à 0,80 papillon par piège soit environ 20 fois moins qu'en 2018. Des nuits fraîches ralentissent un peu les émergences vers le 12 septembre (fig.4).

Emergence des papillons	2016	2017	2018	2019	Coefficient multiplicateur 2016-17	Coefficient multiplicateur 2017-18	Coefficient multiplicateur 2018-19
Premier pic	1,6/jour	97/jour	1,2/jour	0,35/jour	60,6	0,012	0,291
Second pic	17,5/jour	160/jour	16,9/jour	0,8/jour	9,1	0,105	0,047
Coef. X entre Pics 1 et 2	10,9	1,6	14	2,3			

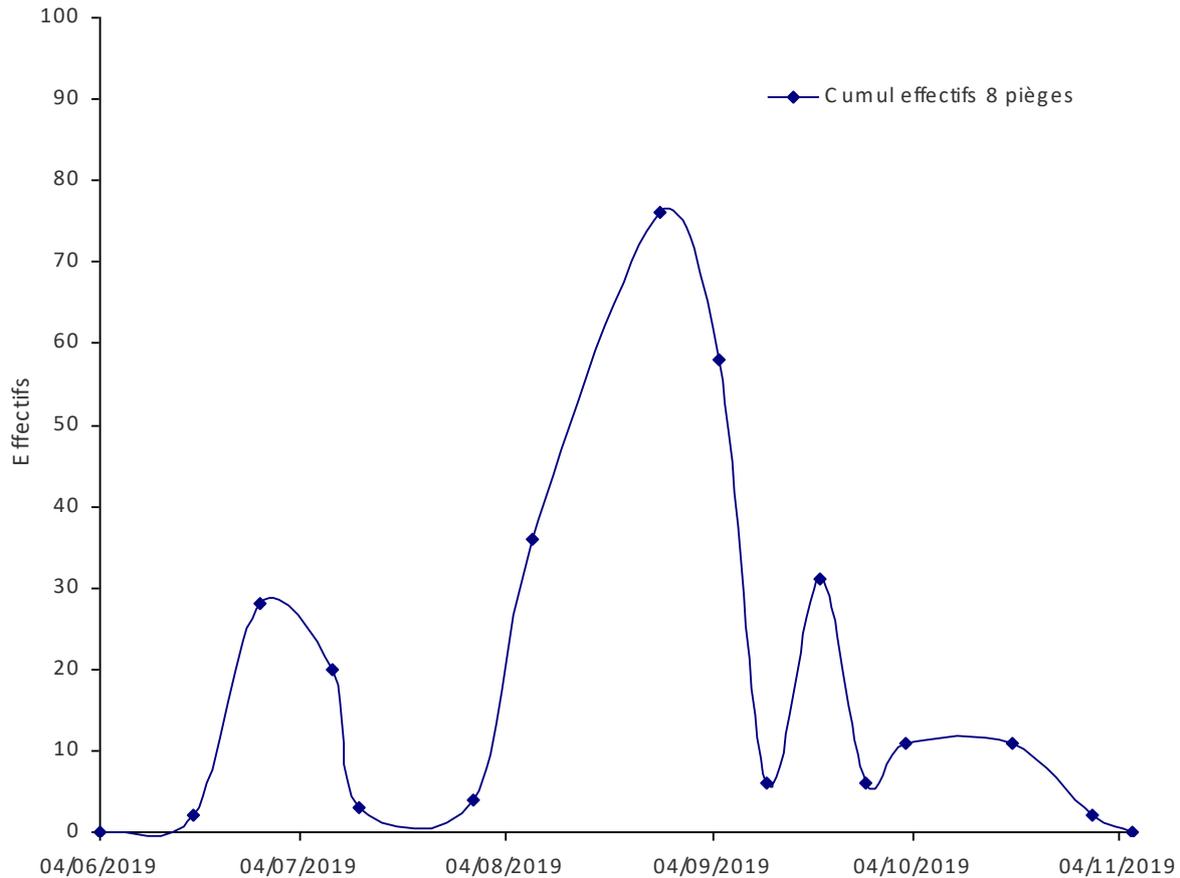


Figure 4 : Evolution en 2019 des effectifs cumulés de papillons capturés dans 8 pièges à phéromones sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (relevés H. Pinston).

**En 2019, l'effectif journalier moyen par piège à pyrale du buis a été 200 fois inférieur à celui de 2017, qui fut l'année de l'explosion démographique de cette espèce invasive.**

**Fin 2019, la situation était la suivante : l'aspect des buis restait encore très hétérogène, gris, vert ou, plus souvent, mélangé de ces deux teintes. La faible attaque sur les feuilles de buis par de rares chenilles de pyrales au printemps 2019 n'a pas empêché la poursuite globale de la repousse des feuilles, mais parallèlement :**

- de nombreux rameaux sont en partie morts sur 10 à plus de 100 cm.
- en sous-étage des pins, zone fraîche très attaquée dès 2016, **des dizaines à centaines de pieds sont morts en 2019**, aussi bien des pieds de plus de 3m, que des tiges traçantes puis redressées (en général enracinées) en couronne autour d'un pied central (souvent encore vivant) .
- de nombreux jeunes buis (de 30 à 100 cm) épars dans les mini clairières des pinèdes sont morts en 2019.

**La sécheresse de 2019, ajoutée à celle de 2018, semble la cause ultime de la mort d'une partie des buis, déjà affaiblis par les attaques de chenilles.**

**Par ailleurs, les rejets issus de buis coupés lors de chantiers divers (de réouverture des pelouses vers 2016-19) repoussent vigoureusement. Certains ont montré quelques attaques de chenilles et de champignons en 2019.**



*Rameaux de buis en partie secs (défoliés, gris) ou avec des feuilles nouvelles en 2018-19 (RN Sabot, 5 septembre 2019, cliché Hugues Pinston)*



*Aspect verdoyant typique des buis des pelouses du versant sud-ouest de la Réserve le 17 mars 2014, vu de la plaine de Frotey (cliché Hugues Pinston). Ce paysage sera-t-il à nouveau le nôtre ?*

## Oiseaux :

En parallèle aux suivis structurés présentés plus loin (méthode des IPA ; recherche ciblée des espèces patrimoniales (Alouette lulu, Engoulevent d'Europe, Faucon pèlerin, Grand Corbeau, Grand Duc, Pie-grièche écorcheur), la **veille naturaliste appliquée aux oiseaux** a permis le recueil en 2019 de données parfois remarquables (Christian Chirio : CC ; François Louiton : FL ; Alix Michon : AM ; Christophe Morin : CM ; Hugues Pinston : HP ; Patrick Viain : PV, et autres personnes *via* la base de données LPO Franche-Comté).

**Pour 2 espèces, il s'agit de la première mention sur la Réserve :** Pic mar. Une **Calopsitte élégante** *Nymphicus hollandicus*, perruche échappée de captivité (originale d'Australie) a été vue en vol bas sur la pelouse ouest le 6-8 (CM).

- **Alouette lulu** *Lullula arborea* : 1 chant en I 22 et 1 autre individu posé en J 24 le 1-4 (FL), 1 en I 14 le 11-4 (FL), 2 en L 28 et 2 en M 25 le 7-5 (FL), 3 en M 24 le 31-5 (FL), 2 dans la *Combe au Siron* le 2-6 (Bernard Marconot), 1 en J 16 le 15-7 (FL), 2 en K 23 le 5-8 (FL), 1 au niveau de la pelouse ouest le 6-8 (CM), 1 chant timide en K 6 le 15-9 (FL) ;
- **Autour des palombes** *Accipiter gentilis* : 1 en chasse sur la partie nord du parc V1 le 8-8 (FL), première donnée depuis 2010 (CM) ;
- Bécasse des bois *Scolopax rusticola* : 1 s'envole du sol en G 14 le 29-1 (Thomas Jouan), 1 s'envole d'un pin noir en G 17 le 6-11 (HP) ;
- **Bec croisé des sapins** *Loxia curvirostra* : 1 au moins entendu le 14-9 (FL) ;
- **Bondrée apivore** *Pernis apivorus* : 2 dans la *Combe au Siron* le 2-6 (Bernard Marconot) ;
- **Bruant jaune** *Emberiza citrinella* : 1 en F 18 le 23-4 (FL), espèce commune, devenue occasionnelle en 10 ans ! ;
- **Bruant zizi** *Emberiza cirulus* : 1 en J 26 le 23-4, 1 chant en I 26 le 7-5, 1 en F 22 le 7-5, 1 chant en I 23 le 15-5, 1 en F 13 le 15-5, 1 vu en H 22 le 13-7 (HP), 2 en L 28 le 5-8 (FL), espèce absente, devenue presque banale en 20 ans ! ;
- **Caille des blés** *Coturnix coturnix* : 1 chant vers M 9 sur le nord de la prairie mésophile ZH 29 le 3-7 (HP), déjà notée en 1999 (HP), 2002 (PV), 2005 et 2010 (HP). Selon D. Lecornu (courriel du 13-2-20), le chant de la Caille est annuel sur la zone *Natura 2000* à l'est de la Réserve et notamment sur l'aérodrome. Ce sont sans doute des individus en halte migratoire car les chanteurs ne sont pas réentendus les jours suivants.
- Chardonneret élégant *Carduelis carduelis* : groupe de 5 en L 7 dans la *Combe au Siron* le 14-9 (FL), première donnée depuis 1989 (PV) ;
- **Chevêche d'Athéna** *Athene noctua* : cris sur le parc nord le 11-10 (HP), **première donnée depuis 1989** (PV) ;
- Effraie des clochers *Tyto alba* : 1 entendue sur parcelle ZA 41 (ou abords) le soir du 9-4 (FL, HP) ;
- Epervier *Accipiter nisus* : 1 posé en F 9 le 26-11 (AM) ;
- Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* : 1 dans la *Combe au Siron* le 16-1 (JMG), 1 en chasse en J 21 le 1-4 (FL), 1 en I 9 le 14-5 (AM et HP), 1 en K 28 le 29-9 (FL), 1 le 19-10 (Madeleine Klein) ;
- Gobe mouche gris *Muscicapa striata* : 1 en N 10 le 23-5, 2 en I 14 le 14-8, 2 en J 21 le 23-8, 1 en E 15 le 23-8 (FL) ;
- Gobe mouche noir *Ficedula hypoleuca* : 2 en J 21, 3 en F 10 et 2 en D 15 le 23-8, 1 en L 27, 1 en S 13, 1 en C 15 le 3-9, 1 en B 14 le 15-9 (FL) ;
- Grive mauvis *Turdus iliacus* : 1 migratrice le 9-4 dans la *Combe au Siron* (FL) ;
- Hypolaïs polyglotte *Hippolais polyglotta* : 1 en G 22 le 15-5, 1 en N 27 le 31-5 (FL) ;
- Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina* : 2 en I 12 le 15-9 (FL) ;

- Lorient *Oriolus oriolus* : 1 chant en C 12 le 4-6, 1 mâle en vol en N 10 le 18-6, 1 chant en H 12 les 19 et 25-6 (HP) ;
- Mésange boréale *Poecile montanus* : 1 en G 7 le 18-4 (FL) ;
- Mésange huppée *Parus cristatus* : 1 en I 19 et 1 en G 19 le 5-2 (CC et HP) ;
- Milan noir *Milvus migrans* : 1 en vol sur le parc V3 le 26-2 (HP), 1 en vol le 1-4 dans la partie ouest de la Réserve (FL) ;
- Pic épeiche : 1 le 19-2 (HP) puis le 22-2 et 19-3 (CC) en T 13 ;
- **Pic épeichette** *Dendrocopos minor* : 1 en D 11 le 25-6, 1 au nord de la *Combe au Siron* le 1<sup>er</sup> août et 1 en L 29 le 5-8 (FL) ;
- **Pic mar** *Dendrocopos medius* : 1 en J 22 le 3-9 (FL), **première donnée sur la Réserve** ;
- Pic noir *Dryocopus martius* : cris en vol vers E 13 le 24-1 (HP), 1 vu (et entendu) en H 16 le 5-2 (CC et HP), cris en H 13 le 6-2 (HP), 2 en H 12 le 21-2, 1 en B 15 le 1-4, 1 en H 19 le 11-4, cris en I 18 le 16-4 (HP), 1 en E 10 et 1 en G 7 le 18-4, cris (pl. mn) en H 12 les 10 et 13-5 (HP), cris en F 14 le 15-5 (HP), cris en H 12 le 23-5 (HP), 1 en M 22 le 31-5 et 1 en F 17 le 15-7 (FL), 1 en vol sur prairie ZA 34 le 2-8 (HP) ;
- **Pipit des arbres** *Anthus trivialis* : 1 chanteur cantonné en G 12 le 4-6 (HP), 2 en E 18 le 23-8, 1 en I 12 et 1 en O 9 le 15-9 (FL) ;
- **Pouillot de Bonelli** *Phylloscopus bonelli* : 1 chant (et oiseau vu) en D 20 vers la corniche le 5-6 (FL) ; **la seule donnée antérieure est de 2013** (D. Lecornu) ;
- Pouillot siffleur *Phylloscopus sibilatrix* : 1 chant en F 12 le 23-4 (FL) ;
- Rouge-queue à front blanc *Phoenicurus phoenicurus* : 1 en F 10 le 23-8 (FL) ;
- Serin cini *Serinus serinus* : 1 en N 24 le 5-6 (FL), espèce désormais rare sur la Réserve ;
- Sittelle torchepot *Sitta europaea* : 1 sur un pin en H 16 le 10-12 (HP) ;
- Tarier des prés *Saxicola rubetra* : 1 en N 7 le 3-9 ;
- Tarier Pâtre *Saxicola rubicola* : 2 dans la *Combe au Siron* le 2-6 (Bernard Marconot).



**Rouge gorge familier** *Erithacus rubecula* (RN Sabot, carré H 20, chantier de coupe de pins noirs, 23 janvier 2017, cliché Christian Chirio)

**□□\* OBJECTIF N°6 - POURSUIVRE ET RENFORCER LE SUIVI DE LA BIODIVERSITE.**

**- SE 8 : Poursuivre le suivi phytosociologique annuel des 8 placettes de référence (5 dès 1992 + 2 par partir de 2012 +1 partir de 2018).**

**Contexte :** Le suivi de la végétation vise à vérifier le « bon état de conservation » (espèces, abondance relative) de la « pelouse sèche à Brome » rattachée au *Mesobromion*, en lien avec la gestion pratiquée (fauche, pâturage ovin) et/ou les facteurs climatiques.

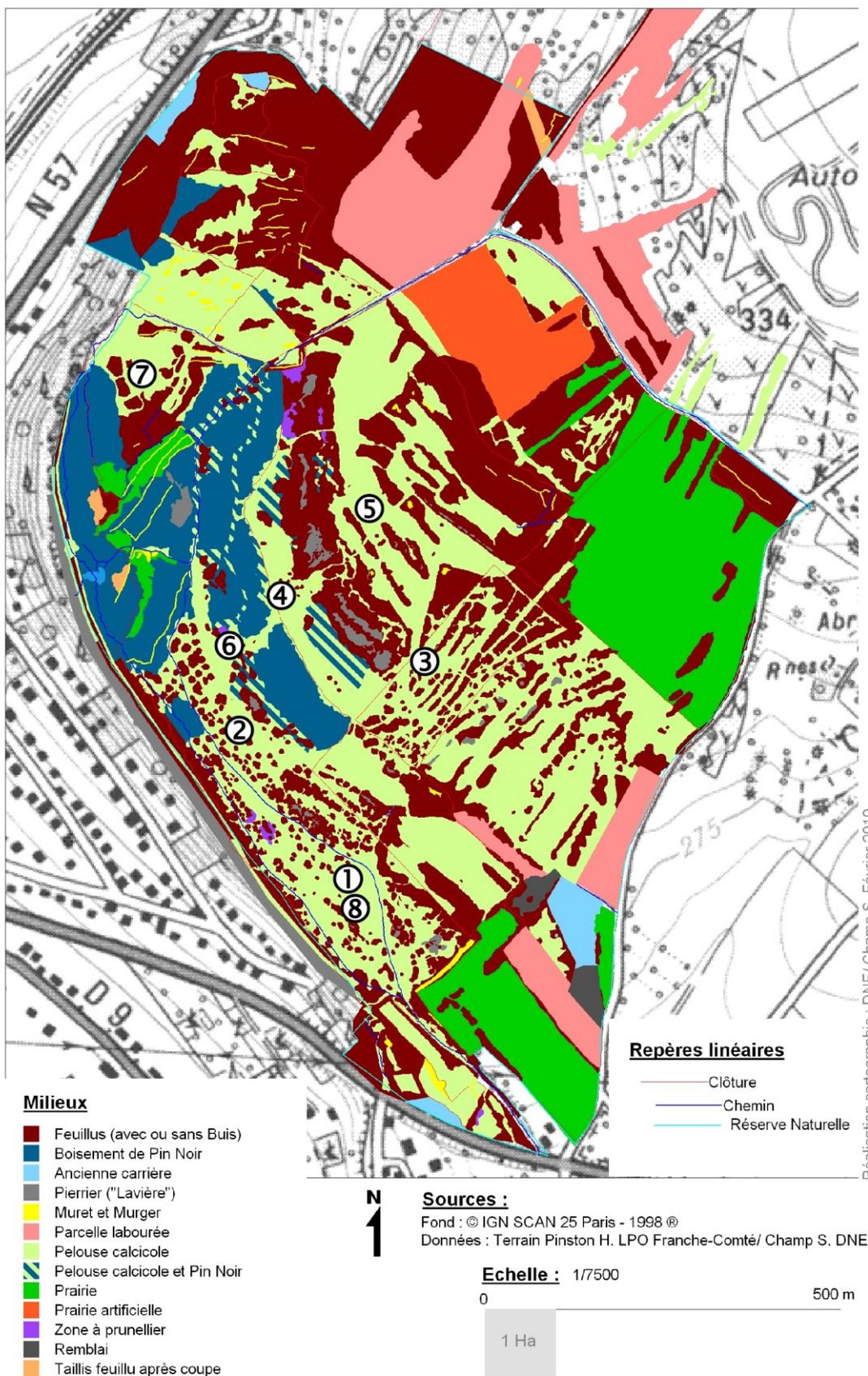
**Méthodologie :** Huit carrés permanents (non plus 7) sont désormais suivis chaque année (voir le plan général en page suivante et les clichés en page 44). Cinq sont installés (depuis 1992) sur les principales pelouses à brome de la Réserve naturelle, pelouses thermophiles et mésoxérophiles à Fétuque de Léman et Brome dressé, *Festuco lemanii – Bromopsidetum erectae* Royer (1973) 1978 au sein du *Mesobromion erecti*.

Deux autres carrés (n°6 et 7) ont été ajoutés en 2012. Le carré n°6 est situé dans la partie ouest du corridor d'environ 1ha dégagé de 2007 à 2012 dans le bois de pins central dit des « Pins Rénet » (parcelle ZH 47). Le carré n°7 est sur une zone d'environ 1ha du versant nord-ouest ouverte début 2010.

Ajouté en 2018, le carré permanent C8 permet de suivre l'évolution de la végétation sur une zone retournée par des sangliers en octobre 2011 (PINSTON *et al.*, 2019).

Chaque carré fait généralement l'objet de trois relevés de végétation selon la méthode de la phytosociologie sigmatiste et l'échelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. Le relevé principal est généralement programmé entre fin mai et fin juin, suivant l'avancement de la végétation. Il est complété par un relevé programmé fin avril (pour les espèces les plus printanières) et un dernier, généralement programmé en septembre, pour les espèces les plus tardives. Les listes de taxons, identifiés selon TISON *et al.* (2014), sont ensuite compilées en un seul relevé pour ne conserver que les coefficients d'abondance-dominance les plus élevés.

Pour rendre compte de la fidélité des espèces aux différents carrés permanents (ou groupes de carrés permanents) un indice de fidélité au site (*IFs*) a été déterminé à partir de la fréquence d'observation *f* de l'espèce dans le carré permanent ou le groupe de carrés permanents. Cet indice comporte plusieurs classes suivant la fréquence calculée. : V pour  $f \geq 80\%$ , IV pour  $60\% \leq f < 80\%$ , III pour  $40\% \leq f < 60\%$ , II pour  $20\% \leq f < 40\%$ , I pour  $10\% \leq f < 20\%$ , x pour  $5\% \leq f < 10\%$  et r pour  $f < 5\%$ . Son utilisation permettra, en première approximation, d'éliminer des analyses les espèces accessoires ou simplement accidentelles.



**PLAN DES CARRÉS PERMANENTS** : n°1 à 5 (depuis 1992), n° 6 et 7 (depuis 2012), n°8 (depuis 2018).

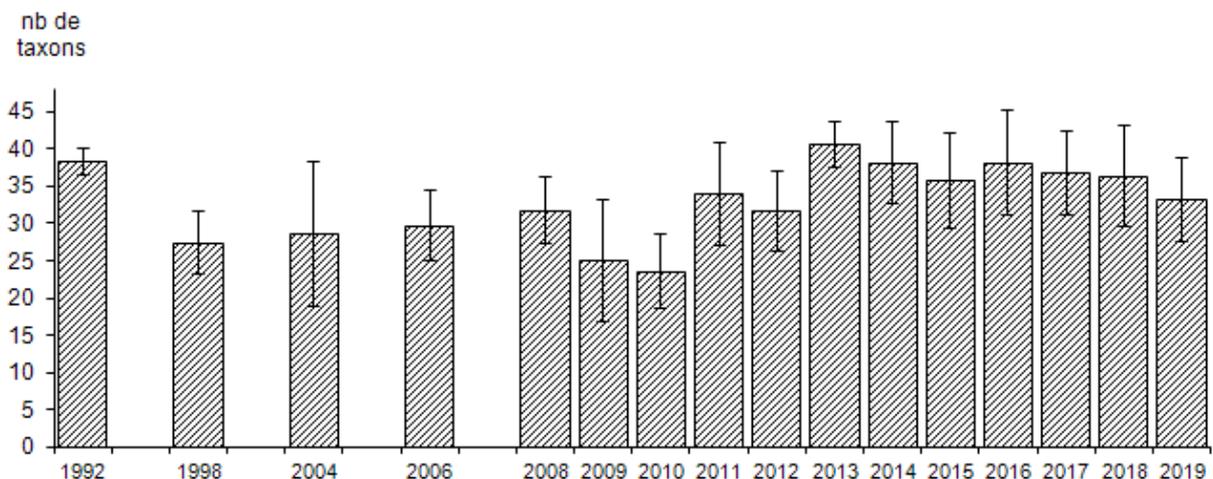
## **- Résultats et discussion :**

L'année 2019 se classe au 3<sup>e</sup> rang des années les plus chaudes en France depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle (METEO FRANCE, 2020). L'hiver 2018-2019 figure parmi les 10 hivers les plus doux depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Si le printemps est resté très contrasté avec de belles périodes chaudes et ensoleillées, l'été a été marqué par deux canicules exceptionnelles. La première a duré 6 jours, du 25 au 30 juin, tandis que la seconde, d'une intensité record tous mois confondus ex æquo avec celle d'août 2003, a sévi du 21 au 26 juillet. Entre septembre 2018 et avril 2019, la Haute-Saône affichait déjà un déficit hydrique compris entre 25 et 50% (OIEau (a), 2019). Ce déficit pluviométrique associé aux températures estivales très élevées a provoqué un assèchement remarquable des sols superficiels. Entre juin et août 2019, l'indice de sécheresse des sols s'est encore accentué (OIEau (b), 2019) et, au 10 octobre 2019, l'ensemble des plateaux de Haute-Saône était encore classé en alerte sécheresse (DREAL Bourgogne Franche-Comté, 2019). Cette seconde année de canicule, qui faisait suite à celle de 2018, a affecté particulièrement certains groupes de plantes des grandes pelouses de la Réserve du Sabot.

### **Carrés permanents C1 à C5**

Les carrés C1, C2, C4 et C5 ont été inventoriés dans de bonnes conditions les 7 mai et 6 juillet. Le carré C3 a pu bénéficier de deux relevés : le 7 mai, juste avant le pâturage de printemps (mois de mai) et le 14 juillet. A cause de la sécheresse estivale, aucun d'eux n'a pu être parcouru en fin de saison pour observer dans de bonnes conditions les éventuelles espèces tardives.

Pour ces cinq carrés permanents, le nombre moyen d'espèces inventoriées en 2019 est comparable à celui enregistré l'année précédente (33,1 ( $\pm$  6,4) taxons/carré contre 36,4 ( $\pm$  6,8) taxons/carré en 2018) (voir figure 5 ci-dessous).



*Figure 5 : diversité spécifique moyenne dans les cinq carrés permanents pour la période 1992-2019 (1992, 1998, 2004, 2006 puis chaque année de 2008 à 2019) avec indication de l'écart standard.*

**De manière plus générale, les fluctuations d'effectifs, enregistrées entre 2011 et 2019 sur ces cinq carrés permanents, ne montrent pas d'évolution significative.**

Cette année 2019, 64 espèces ont été observées sur l'ensemble des carrés ce qui est une valeur semblable à celle de 2018 (62 espèces). La richesse absolue sur ces cinq carrés est passée à 96 espèces avec l'apparition, dans le carré C1, de *Knautia arvensis*. Depuis 1992 cette espèce, présente par ailleurs dans d'autres secteurs de la Réserve, n'avait jamais été observée sur les carrés permanents de végétation. Les diversités spécifiques annuelles sont toutes statistiquement conformes à la diversité spécifique moyenne (DSm) calculée pour chaque carré depuis 1992 (voir tableau II ci-dessous).

n° des carrés	Richesse absolue par carré	Diversité spécifique 2019	Diversité relative 2019	Diversité relative moyenne 2004 à 2018	DSm ( $\pm$ sd)
<b>C1</b>	<b>56</b>	<b>32</b>	<b>57.1%</b>	52.3%	<b>30 (<math>\pm</math> 5)</b>
<b>C2</b>	<b>64</b>	<b>28</b>	<b>43.8%</b>	49.8%	<b>31 (<math>\pm</math> 6)</b>
<b>C3</b>	<b>68</b>	<b>28</b>	<b>41.2%</b>	45.1%	<b>29 (<math>\pm</math> 10)</b>
<b>C4</b>	<b>59</b>	<b>35</b>	<b>59.3%</b>	61.4%	<b>36 (<math>\pm</math> 6)</b>
<b>C5</b>	<b>68</b>	<b>43</b>	<b>63.2%</b>	59.7%	<b>40 (<math>\pm</math> 5)</b>

*Tableau II : richesses absolues, diversités spécifiques 2019, diversités relatives 2019, diversités relatives moyennes de 2004 à 2018 et Diversités Spécifiques moyennes (DSm  $\pm$  sd) pour les carrés C1 à C5 (les richesses absolues et DSm portent respectivement sur les périodes 1992-2019 et 1992-2018).*

Pour les carrés C1, C2, C4 et C5, les diversités relatives 2019 représentent entre 43,8% et 63,2% de la richesse absolue de chaque carré permanent.

La variation la plus spectaculaire est notée pour le carré C2 qui passe de 41 espèces en 2018 à seulement 28 en 2019. Pour le carré C3, la diversité spécifique reste faible (28 espèces), comparable à celle de 2018 (27 espèces). Cette diversité relative ne représente que 41,2% de la richesse totale. Cette situation résulte d'un pâturage ovin programmé tôt en saison sur la parcelle avec souvent un piétinement localement fort de la zone suivie, ce qui complique fortement la réalisation des relevés.

Pour l'ensemble des cinq carrés permanents, la composition floristique comporte cependant quelques modifications spectaculaires. Ainsi, *Carex caryophylla*, espèce commune, encore présente en 2018 dans tous les carrés de végétation, a complètement disparu des relevés en 2019. *Carex flacca* ou *Thymus pulegioides* ne subsistent que dans un seul relevé, toujours en faible ou très faible abondance. D'autres espèces comme *Dactylis glomerata* L., *Briza media* ou *Hippocrepis comosa* ont simplement disparu de la pelouse pâturée du versant sud. A contrario, des espèces jusqu'ici plus rares sur le site, comme *Centaurea jacea* subsp. *angustifolia*, *Allium oleraceum* ou *Allium sphaerocephalon*, ont connu en 2019 un développement particulièrement remarquable en particulier sur les pelouses les plus sèches avec une exposition sud/sud-ouest.

**La sécheresse de 2019, faisant suite à celle de 2018, a donc provoqué un phénomène en tout point identique à celui observé en 2004, suite à la sécheresse record de l'année 2003 et a impliqué les mêmes espèces.**

## Carrés permanents C6 et C7

En 2019 les deux carrés ont été inventoriés chacun avec deux relevés : le 19 avril et le 5 juin. Comme pour les carrés C1 à C5, aucun relevé de fin de saison n'a pu être programmé pour les espèces les plus tardives. Pour ces deux carrés permanents C6 et C7, la composition floristique reste très hétérogène et encore assez peu caractéristique (voir Annexe 15). Sur la période 2012-2019, 75 espèces différentes ont pu être notées au moins une fois sur au moins un des deux carrés soit 2 espèces nouvelles supplémentaires par rapport à la période 2012-2018 (*Cerastium fontanum* et *Myosotis ramosissima* subsp. *ramosissima*). Sur cette période, 49 taxons différents ont été notés en commun dans les deux carrés soit 65,3% de la richesse totale. Pour la seule année 2019, la richesse absolue est passée à 62 taxons pour chacun des carrés C6 et C7 (voir tableau III ci-dessous).

n° des carrés	Richesse absolue par carré	Diversité spécifique 2019	Diversité relative 2019	Diversité relative moyenne 2012 à 2018	Dsm (±sd)
<b>C6</b>	<b>62</b>	<b>28</b>	<b>45.2%</b>	55.1%	34 (±6)
<b>C7</b>	<b>62</b>	<b>28</b>	<b>45.2%</b>	49.8%	31 (±6)

*Tableau III : richesses absolues, diversités spécifiques 2019, diversités relatives 2019, diversités relatives moyennes de 2004 à 2018 et Diversités Spécifiques moyennes (Dsm ± sd) pour les carrés C6 et C7 (les richesses absolues et DSm portent respectivement sur les périodes 2012-2019 et 2012-2018).*

Parmi ces espèces, neuf d'entre elles n'ont pas été revues depuis 2013. Comme dans le cas des carrés permanents C1 à C5, plusieurs espèces, jusqu'ici communes, ont totalement disparu des relevés. On pourra citer les deux carex (*Carex caryophyllea* et *Carex flacca*) mais encore *Linum catharticum*, *Viola hirta*, *Coronilla varia* ou encore *Brachypodium rupestre* (voir Annexe 15).

**La sécheresse de 2018 ainsi que le fort déficit hydrique de l'hiver 2018/2019 semblent avoir plus particulièrement affecté les espèces à développement vernal mais aussi certaines familles de plantes comme les Fabacées (*Trifolium*, *Medicago*, etc.) dont l'abondance a fortement chuté cette année 2019.**

## Carré permanent C8

Ajouté en 2018, le carré permanent C8 permet de suivre l'évolution de la végétation sur une zone retournée par des sangliers en octobre 2011.

Le carré C8 a été visité le 27 mars puis le 5 juin. Cette année, le recouvrement végétal est tombé à 70% seulement de la surface. Le cortège d'espèces reste hétérogène avec une mosaïque de seulement 23 taxons contre 31 en 2018 (voir Annexe 16). L'évolution de la structure végétale semble s'être accélérée en 2019 avec la disparition dans les relevés de plus de la moitié des espèces des pelouses basophiles à brome dressé (*Veronica scheererii*, *Hippocrepis comosa*, *Carex halleriana*, *Carex caryophyllea*, *Thymus pulegioides*, *Briza media*, *Lotus corniculatus*, *Asperula cynanchica*, *Pimpinella saxifraga*). A contrario, deux espèces nouvelles enrichissent le cortège des plantes des pelouses sur dalles et tonsures annuelles (*Allium sphaerocephalon*, *Minuartia hybrida*). **Ici encore, les deux sécheresses de 2018 et 2019 ont fortement contribué à l'accélération de ce processus qui s'étend maintenant également à d'autres secteurs de la grande pelouse ouest de la Réserve.**

### Conclusion pour l'ensemble des 8 carrés permanents de végétation

Les grands axes de la gestion conservatoire analysés dans le rapport d'activité de l'année 2018 (PINSTON et *al.*, 2019) sont confortés par les observations de 2019 :

La fauche tardive, appliquée aux pelouses sèches communales du plateau (autour des «lavières »), assure une bonne stabilisation de la végétation.

Même avec des conditions climatiques excessives (sécheresse répétée, déficit hydrique important), le groupement végétal originel semble stabilisé et la richesse en orchidées est parfaitement maintenue sur le site (ce qui reste un objectif majeur de la Réserve).

Le pâturage extensif, vernal sur les pelouses sud-est, estival sur les pelouses sud/sud-ouest, permet d'assurer une diversification optimale de la végétation.

Sur certains secteurs l'évolution naturelle progressive se poursuit avec développement d'espèces des ourlets dans les zones de refus puis installation de buissons, de taillis favorables à la faune (oiseaux nicheurs, insectes, etc.).

Dans d'autres secteurs, l'action conjointe de la météorologie et du pâturage ovin extensif engendre une évolution régressive favorisant, selon les endroits, l'apparition d'une végétation plus xérophile ou la réapparition de tonsures avec parfois mises à nu des dalles calcaires. Les cortèges végétaux qui se développent permettent alors de voir réapparaître des espèces végétales dont l'espace vital régressait avec la fermeture du paysage, suite à l'abandon de tout pâturage des pelouses vers 1969.

La bonne conservation des pelouses du Sabot constitue un objectif majeur pour la Réserve naturelle. Le milieu est fragile, sensible aux perturbations d'origine anthropique mal maîtrisées.

La sauvegarde des espèces patrimoniales (animales et végétales) qui y trouvent refuge passe par une gestion de qualité, parfaitement adaptée au site, afin d'éviter les dérives trop souvent observées sur les sites comparables de la région vésulienne.



**Lin à feuilles menues *Linum tenuifolium* L. jolie plante de pelouse sur sol très mince (RN Sabot, 21 juin 2008, cliché Laurent Galliot)**



**Carré permanent C1**

Surface en m<sup>2</sup> : 100 ; (10 x 10)

Coordonnées centre : N 47° 37' 40.4" E 6° 11' 3.2"

Orientation : pente sud-ouest, 15°

Année du premier relevé : 1992



**Carré permanent C2**

Surface en m<sup>2</sup> : 80 ; (8 x 10)

Coordonnées centre : N 47° 37' 47.9" E 6° 10' 56.6"

Orientation : pente sud-ouest, 10°

Année du premier relevé : 1992



**Carré permanent C3**

Surface en m<sup>2</sup> : 50 ; (5 x 10)

Coordonnées centre : N 47° 37' 50.6" E 6° 11' 9.4"

Orientation : pente sud-est, 5°

Année du premier relevé : 1992



**Carré permanent C4**

Surface en m<sup>2</sup> : 100 ; (10 x 10)

Coordonnées centre : N 47° 37' 54.0" E 6° 11' 0.1"

Orientation : pas de pente notable, 0°

Année du premier relevé : 1992



**Carré permanent C5**

Surface en m<sup>2</sup> : 100 ; (10 x 10)

Coordonnées centre : N 47° 37' 51.1" E 6° 11' 6.2"

Orientation : pas de pente notable, 0°

Année du premier relevé : 1992



**Carré permanent C6**

Surface en m<sup>2</sup> : 50 ; (5 x 10)

Coordonnées centre : N 47° 37' 51.4" E 6° 11' 56.9"

Orientation : pente sud-ouest, 5°

Année du premier relevé : 2012



**Carré permanent C7**

Surface en m<sup>2</sup> : 100 ; (10 x 10)

Coordonnées centre : N 47° 38' 3.8" E 6° 10' 51.0"

Orientation : pente nord-ouest, 10°.

Année du premier relevé : 2012



**Carré permanent C8**

Surface en m<sup>2</sup> : 40 ; (5 x 8)

Coordonnées centre : N 47° 37' 39.8" E 6° 11' 3.4"

Orientation : pente sud-ouest, 15°

Année du premier relevé : 2017

- **SE 9 : Poursuivre le suivi annuel des orchidées. Depuis 1989, est réalisé pour chaque espèce le décompte des pieds en fleurs selon un carroyage de 50x50m.**

- **Contexte** : 460 carrés (de 50x50m) complets ou non sur la Réserve, dont 270 (soit environ 67ha) concernent un réseau de pelouses plus ou moins vastes (de quelques ares à plusieurs hectares) maillées de haies et bosquets, parfois très envahies (voire remplacées) par des pins noirs épars à denses (parcelles communales ZH 46-47 dites des "Pins Rénet").

- **Méthodologie** : Tous les carrés ou presque (sauf oublié) pouvant abriter des orchidées (hors cultures et prairies amendées) ont été visités en 2019 comme depuis 30 ans par l'un et/ou l'autre des 2 observateurs principaux (H. Pinston depuis 1995, P. Viain depuis 1989), une ou plusieurs fois selon l'avancement de la floraison.

Les effectifs sont notés de façon absolue sinon (notamment pour les effectifs élevés) suivant les classes d'abondance suivantes : (<10) de 1 à 9 tiges fleuries, (<50) de 10 à 49, (<100) de 50 à 99 et (≥100) pour plus de 100.

La dernière classe (≥100) ne rend pas bien compte des variations des espèces à forts effectifs (Orchis mâle, Orchis pyramidal, Orchis bouffon, Ophrys frelon, avec parfois plusieurs centaines de pieds par carrés).

**Afin de compléter le protocole, en 2019 (comme certaines autres années), les effectifs de l'Orchis bouffon (espèce la plus abondante sur la Réserve) ont été comptés à l'unité (sauf sur 8 carrés). Cela permet d'avoir une idée des effectifs les plus élevés par espèce.**

**De façon globale pour le groupe des orchidées, l'objectif est de dégager les tendances à la hausse ou à la baisse, selon divers facteurs (météorologie, exposition, gestion), afin d'alerter le gestionnaire.**

- **Résultats, analyse et commentaires** : Nous présentons les résultats de 2019 pour l'ensemble des espèces, puis comme nous l'avons fait pour l'Orchis militaire (dans le rapport 2017), espèce localisée et à effectifs réduits (< 100 sur la Réserve), nous avons cette fois analysé l'ensemble des données de la période 1990-2019, soit 30 ans, pour l'Orchis bouffon et l'Ophrys frelon, espèces à large répartition et aux effectifs élevés.

- **Ensemble des espèces** : 14 seulement des 24 espèces inventoriées depuis 1975 sur la Réserve (voir Annexes 11 et 12) ont fleuri en 2019, nombre sous la moyenne de 16,8 ± 1,6 espèces pour la période 2008-19. Première espèce en fleurs : 3 tiges le 3 avril pour l'Orchis bouffon *Anacamptis morio*.

7 espèces ont eu une floraison normale, voire très bonne :

L'Orchis brûlé *Neotinea ustulata* (23 tiges sur 5 carrés), dont 1 carré nouveau contigu à une station historique (non fleurie depuis 2017).

L'Orchis militaire *Orchis militaris* a eu une floraison normale (avec 65 tiges, proche du maximum de 69 en 2017) sur sa station classique (mais le pied nouveau de 2016, revu en 2017, sur une autre station proche n'a pas été visible en 2019 ni en 2018).

L'Orchis bouffon *Anacamptis morio* (> 8478 tiges), l'Orchis pyramidal *Anacamptis pyramidalis* (>1083) et l'Orchis mâle *Orchis mascula* (> 598) ont eu une floraison correcte.

L'Orchis superbe *Orchis ovalis* a connu une floraison normale pour l'unique tige connue (deux parfois) depuis 2005.

L'Orchis bouc *Himantoglossum hircinum* a eu une très bonne floraison : au moins 230 tiges fleuries sur 60 carrés, meilleurs résultats depuis 2006. C'est une espèce pionnière adaptable à des conditions variées.

7 autres espèces, dont 6 classiquement assez localisées (environ 2 à 10 carrés occupés sur la Réserve), outre l'Ophrys frelon à large répartition, ont peu ou assez peu fleuri en raison de la sécheresse dès le printemps 2019 :

**Céphalanthère blanchâtre** *Cephalanthera damasonium* (18 tiges sur deux carrés), **Ophrys abeille** *Ophrys apifera* (19 tiges sur 10 carrés), **Ophrys mouche** *Ophrys insectifera* (7 tiges sur un carré), **Ophrys frelon** *Ophrys fuciflora* (année médiocre avec moins de 544 tiges sur 48 carrés), **Orchis homme-pendu** *Orchis anthropophora* (4 tiges sur 2 carrés, dont 1 non connu auparavant), **Orchis moucheron** *Gymnadenia conopsea* (seulement 16 tiges sur 4 carrés), **Platanthère à deux feuilles** *Platanthera bifolia* (< 45 tiges sur 14 carrés).

10 espèces de statut très divers n'ont pas fleuri en 2019 :

L'**Orchis à large feuilles** *Dactylorhiza majalis* (unique station de 1 pied en **1995 et 1996**) et à proximité l'**Orchis incarnat** *Dactylorhiza incarnata* (1 pied en mai **2015**) sont des espèces de milieux dits humides, que l'on peut qualifier d'**accidentelles** sur la Réserve caractérisée par des pelouses sèches.

L'**Orchis pourpre** *Orchis purpurea* fut connu d'une station (1 pied unique en **1980**) puis d'une seconde (1 pied non fleuri en avril 1994, fleuri en **1995**). Cette espèce protégée en Franche-Comté est très rare sur la Réserve, sans doute en raison des sols à trop faible rétention d'eau. Quelques zones argileuses pourraient l'accueillir.

L'**Ophrys araignée** *Ophrys araneola* fut connu d'une unique station de 2 pieds fleuris en 1992, puis 1 pied de 1993 à 1995. La station fut rouverte en vain en 2002. Le pâturage ovin estival introduit en 2000 ne concerne pas cette orchidée très précoce, rare en Haute-Saône.

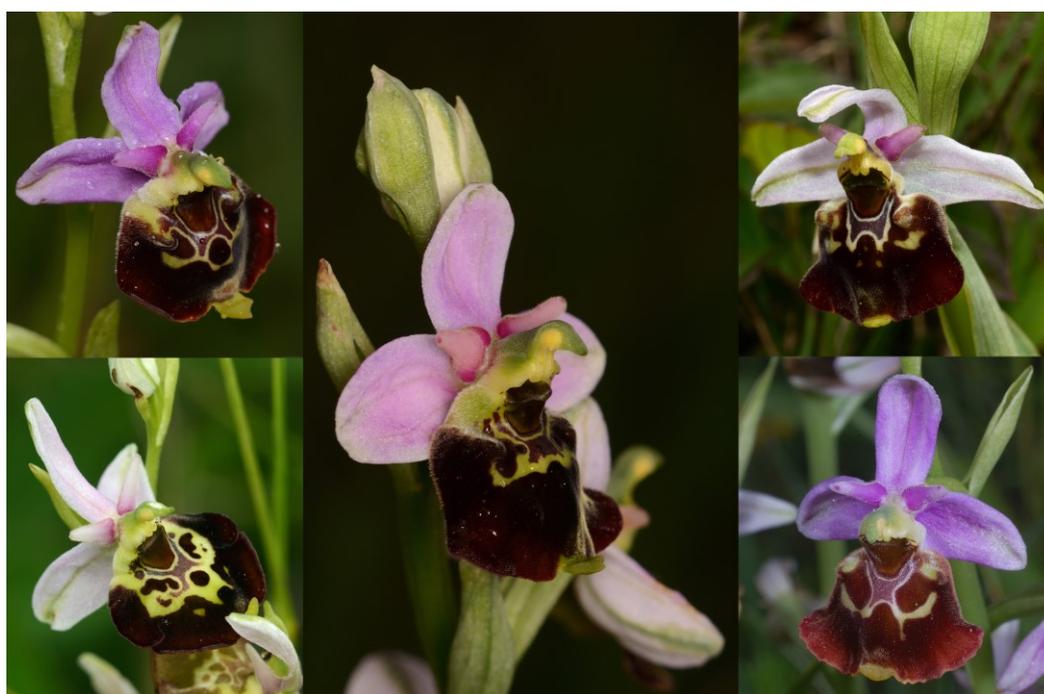
L'**Epipactis rouge foncé** *Epipactis atrorubens*, peu commun en Haute-Saône a été découvert en 2005 sur la Réserve où il fleurit sur une station unique de la Réserve, sauf les années trop sèches dont 2019.

D'autres espèces, moins localisées sans être communes sur la Réserve, n'ont pas fleuri en raison de la sécheresse dès le printemps 2019 :

**Epipactis à larges feuilles** *Epipactis helleborine* (y compris la variété *orbicularis*), **Epipactis à labelle étroit** *Epipactis leptochila*, **Epipactis de Mueller** *Epipactis muelleri*, **Listère ovale** *Listera ovata* et **Néottie nid-d'oiseau** *Neottia nidus-avis*.

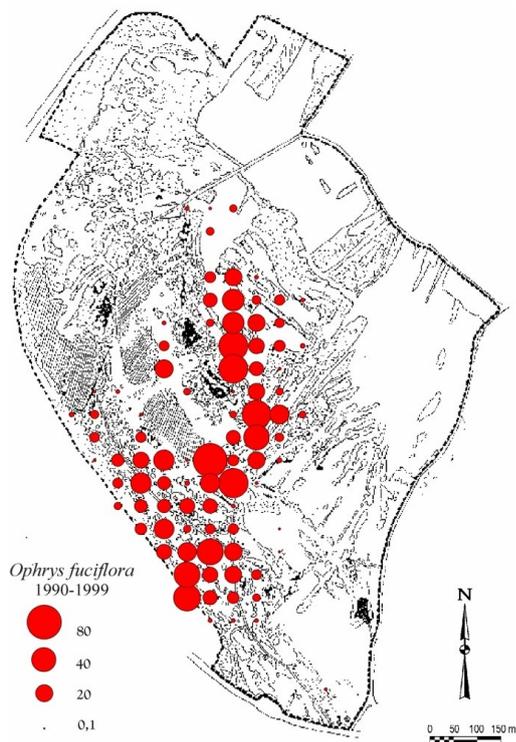
**Analyse de deux espèces sur 30 ans (1990-2019) : l'Ophrys frelon *Ophrys fuciflora* et l'Orchis bouffon *Anacamptis morio*.**

Après la présentation dans le rapport d'activité de 2017 (Pinston et *al.*, 2018) sur la période 1989-2017 de l'évolution des effectifs d'Orchis militaire, espèce très localisée sur la Réserve, mais en croissance globale des effectifs (20 en 1989 à 69 en 2017 : voir Annexe 13), nous proposons cette fois la même analyse sur la période 1990-2019 pour **l'Ophrys frelon et l'Orchis bouffon, deux espèces à large répartition sur la Réserve.**

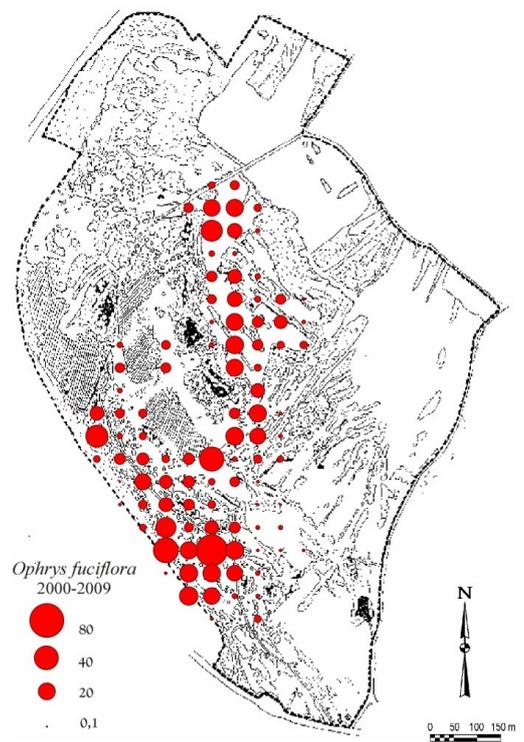


**Ophrys frelon *Ophrys fuciflora*** de coloration et dessins floraux divers (RN Sabot, clichés Patrick Viain)

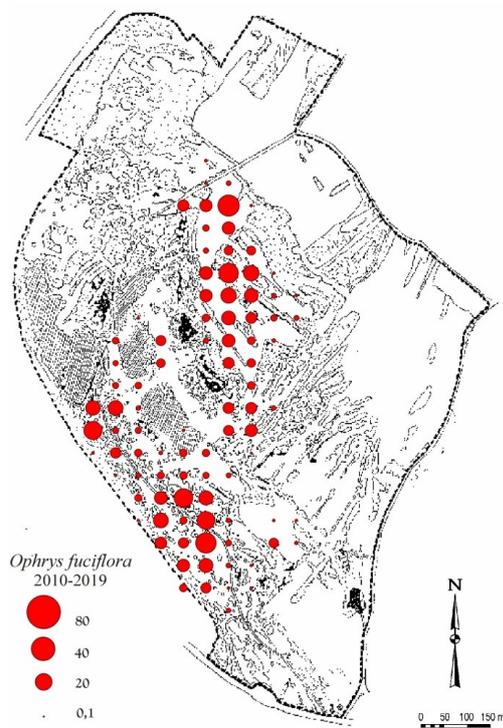
**Analyse pour l'Ophrys frelon *Ophrys fuciflora* :**



Années 1990 à 1999



Années 2000 à 2009

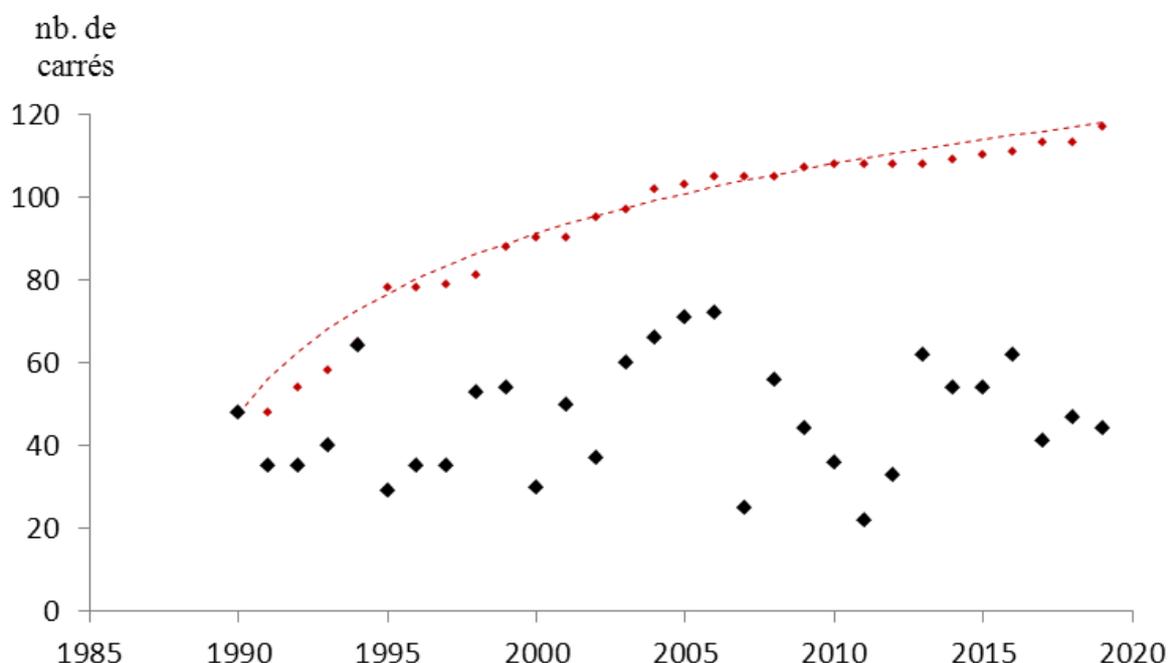


Années 2010 à 2019

*Figure 6 : Répartition du nombre moyen de tiges fleuries d'Ophrys frelon *Ophrys fuciflora* sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (70) par carré de 50x50 m et sur trois périodes successives de 10 ans.*

**Deux éléments ressortent des cartes : la répartition globale de l'Ophrys frelon sur la Réserve s'est étendue, en revanche les effectifs moyens par carré baissent.**

Nous présentons ci-dessous le nombre de carrés avec présence de l'Ophrys frelon par année et la progression de l'occupation des carrés par cette espèce avec modélisation de la tendance :



*Figure 7 : Nombre moyen annuel de carrés de 50x50m avec O. fuciflora (en rouge, évolution du nombre total de carrés ayant hébergé O. fuciflora entre 1990 et 2019 avec indication de sa modélisation).*

**Chaque année depuis 1990, une moyenne de 46,5 ( $\pm 13,8$ ) carrés de 50x50m héberge au moins une tige fleurie d'Ophrys frelon.**

Entre 1990 et 2019, il n'y a pas d'évolution significative de ce nombre (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = 0,187$  ;  $p = 0,323$  ;  $\alpha = 0,05$ ).

**Dans le même temps, le nombre total de carrés (parmi l'ensemble des carrés de pelouses de la Réserve) ayant hébergé l'espèce au moins une fois sur la période 1990-2019 a augmenté de 48 à 118 selon une progression modélisée par :  $y = 29,7 \ln(x - 1987) + 15,1$  ;  $R^2 = 0,982$ .**

En examinant les deux courbes on voit que le nombre de carrés avec *O. fuciflora* fleuri est stable chaque année mais comme le nombre total de carrés fréquentés augmente cela permet de voir que l'espèce colonise de mieux en mieux le territoire de la Réserve. Les Ophrys « se déplacent ».

**Les zones d'extension de l'Ophrys frelon :**

Elles correspondent pour la plupart à d'anciens labours revenus spontanément à la pelouse sèche. Citons ainsi l'apparition en 1996 de l'espèce soit 10 années après une culture de céréales (faite de 1984 à 1986 sur une pelouse en friche gagnée par les prunelliers, carrés I 8 à I 12, J 8 à J 10) au nord de la Réserve (Viain, 2011) et de façon analogue en 2011 sur un secteur proche (carrés K 11-12) labouré jusqu'en 2003 (Pinston et Viain, 2018).

Autre cause probable du retour observé : la réouverture des pelouses par coupe de pins noirs. L'Ophrys frelon est par exemple revenu sur la corniche (chantier début 2000 sur carré D 19 ; figure 8) en 2003 avec un coup de pouce probable de la chaleur printanière. Il s'agit sans doute dans ce cas de plantes présentes auparavant mais qui ne fleurissaient pas.

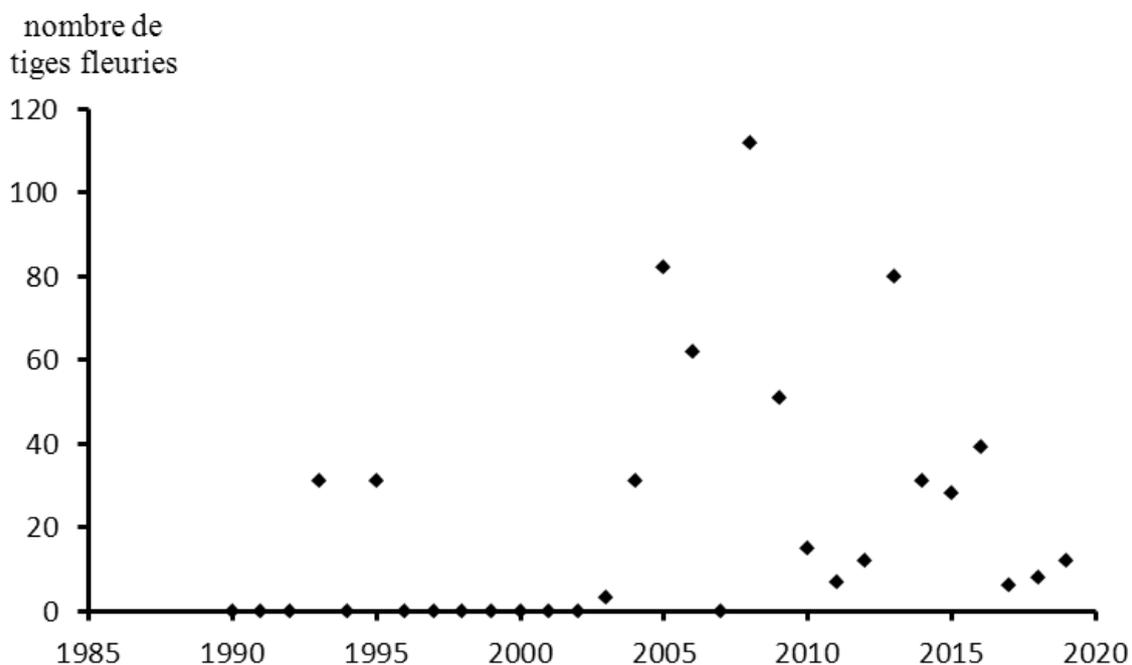


Figure 8 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'O. fuciflora sur la période 1990-2019 sur le carré D 19.

**Période 1990-2019** : moyenne de **21,4** ( $\pm 29,5$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de 6,2 ( $\pm 13,1$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 34,1 ( $\pm 40,9$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de 23,8 ( $\pm 22,8$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Quelques individus sont observés en 1993 et 1995 sur le carré D 19. Après une interruption de 7 années les effectifs repartent à la hausse (2003) pour culminer à 112 individus en 2008 (sur 25 m<sup>2</sup> !). Les effectifs diminuent ensuite drastiquement en 2011 et 2017

Nous pensons qu'après le déclin positif en de la réouverture du milieu en 2000 (coupe de l'écran de pins noirs), les aléas climatiques sont prédominants sur la corniche au sol très mince.

Sur un autre secteur, où pins (et buis denses) furent coupés en 2004, l'espèce est apparue en 2015, avec cette fois sans doute de nouvelles plantes.

En revanche, une station observée en 1980 (P. Viain) n'est plus connue, malgré la coupe de dizaines de pins en 1990 puis 2010 sur 1 ha. Dans ce cas, l'effet climatique de ce versant exposé au nord/nord-ouest joue sans doute défavorablement, d'autant plus qu'à l'ouest subsiste un rideau de grands pins.

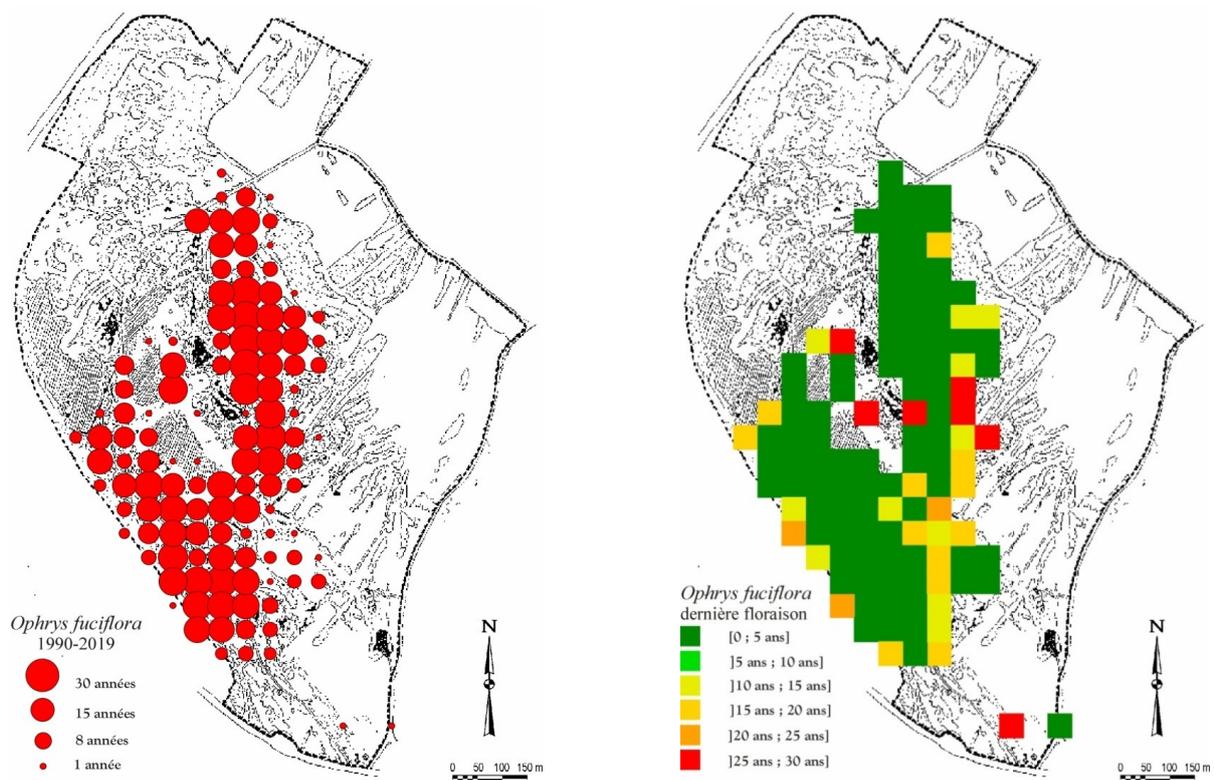
Il est possible de compenser cet effet de versant nord : ainsi, dans un secteur de pelouse proche du précédent, après une coupe plus complète des pins (en 2002), l'Ophrys frelon a fleuri en 2018 puis en un autre point en 2019.

Une autre zone d'Ophrys frelon reste curieusement statique : une bande nord-sud de pelouse communale, longue de 300m, large de 20 à 40m, a été rouverte (par coupe de pins noirs) fin 1988 (avec compléments au nord en 2013, à l'est en 2006 et 2015, à l'ouest en 2007 et 2012) entre les « Pins Rénet » (ZH 47) et les pins des « lavières ».

La station (de 10 à 20 pieds), située presque au « sommet » de la Réserve, à mi-chemin de la bande de pelouse n'évolue ni vers le nord ni vers le sud.

Deux aspects apparemment contraires jouent sans doute ensemble : il est probable que la persistance d'un rideau de pins à l'ouest et à l'est maintient une certaine fraîcheur défavorable (dans la partie sud de la bande restée trop étroite : 20m, d'autant plus que la hauteur des pins est passée en 30 ans de moins de 10 à 20m environ), alors que la création d'un corridor est-ouest large de 100m (en 2006-2012) qui coupe la bande étudiée, pourrait avoir amené une prise globale aux vents avec de forts écarts thermiques et d'humidité défavorables (des mesures de température sont donc prévues).

Par ailleurs la légère extension de l'espèce sur une pelouse (à Sainfoin) du sud de la Réserve procède sans doute de l'effet positif du décalage de fauche de trois semaines, passé ici du 25 juin au 15 juillet, à partir de 2000. De plus, le Sainfoin qui est revenu spontanément et massivement en 2003 et se maintient depuis, offre un abri potentiellement favorable aux orchidées.



*Carte A* : régularité de la floraison par carré de 50x50m pour *O. fuciflora* sur la période 1990-2019.

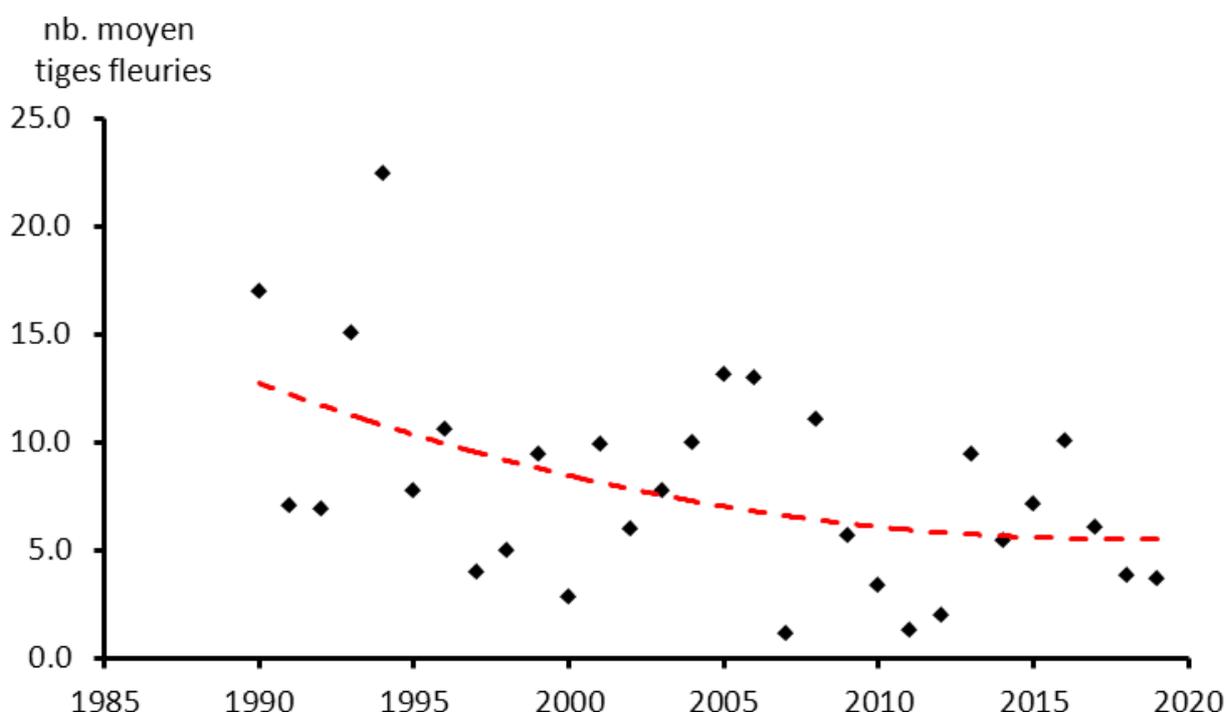
*Carte B* : date de la dernière floraison par carré de 50x50m pour *O. fuciflora*.

Les zones d'absence de l'Ophrys frelon sur la Réserve dessinent un large croissant oriental d'environ 37ha de terrains privés : il débute au nord avec une ancienne culture (parcelle ZA 34 avec luzerne à partir de 2016), puis une autre ancienne culture (partie nord de la parcelle ZH 29, semée en prairie en 2003), amendée et fauchée deux fois par an par l'exploitant, puis

pâturée par des bovins à l'automne, comme c'est le cas pour le reste de la parcelle ZH 29, ainsi que pour les prairies naturelles mésophiles contiguës ZH 30 et 33.

Viennent ensuite les parcelles ZH 52-53-54 de pelouses (et petites cultures) occupées par un élevage porcin jusqu'en 2018 et dont une gestion nouvelle, extensive, pourrait permettre le retour de l'Ophrys frelon, encore présent vers 1995. Enfin, nous trouvons une parcelle de 3ha de pelouse et prairie (partie sud des parcelles ZH 36 et 37 = parc V1), pâturée par les moutons en avril ou fauchée mi-juillet. Prélude possible à une extension de l'espèce, un pied d'Ophrys frelon a fleuri en bordure sud en mai 2019.

**Second résultat majeur, les effectifs moyens (de tiges fleuries) par carré (50x50m) baissent sur la Réserve :**



*Figure 9 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'Ophrys frelon Ophrys fuciflora durant la période 1990-2019 sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).*

L'évolution à la baisse du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m est significative sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = -0.404$  ;  $p = 0.027$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

Notons :

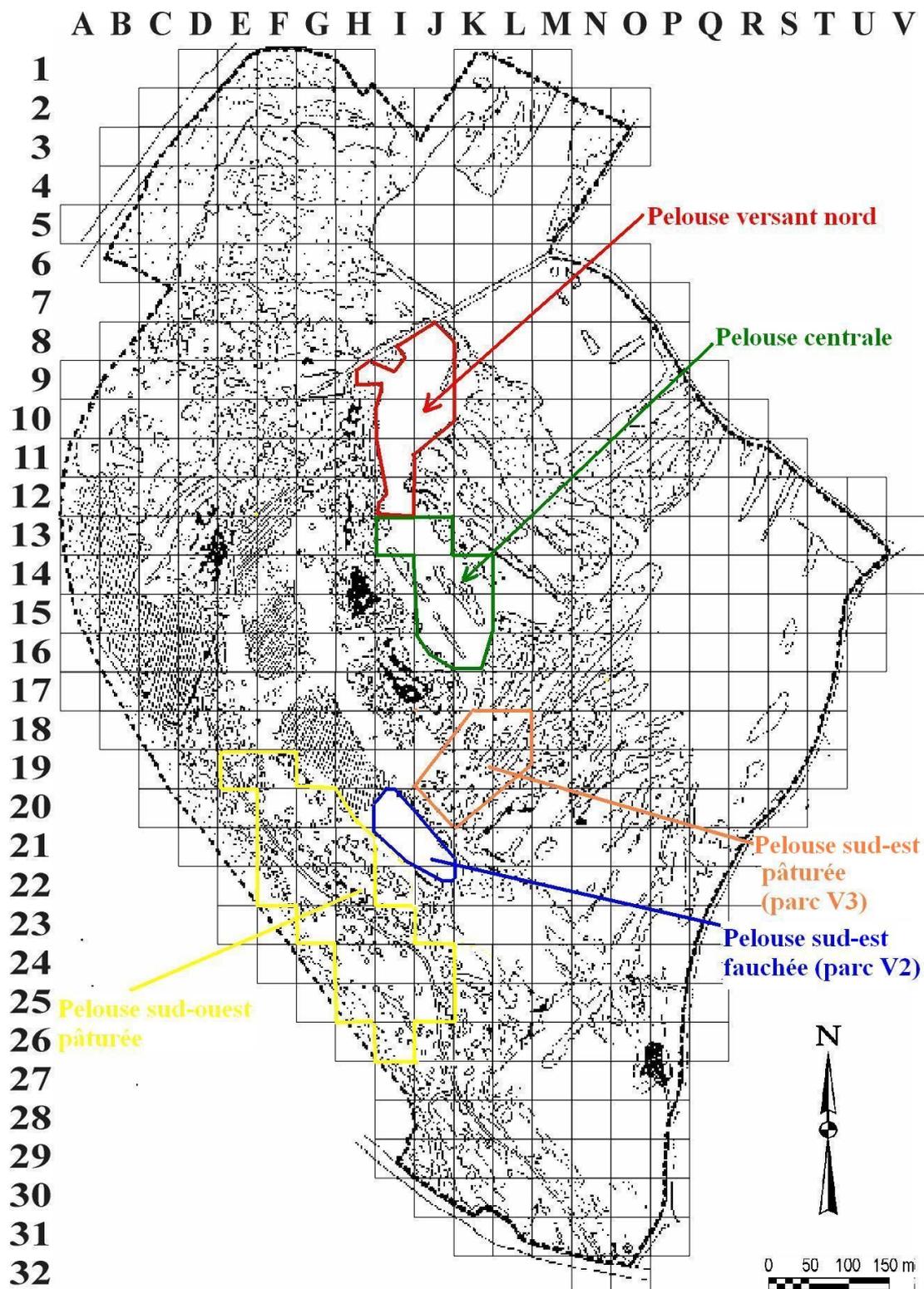
**Période 1990-2019** : moyenne de 7,9 ( ± 4,9 ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de 10,5 ( ± 5.9 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 8,0 ( ± 4,1 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

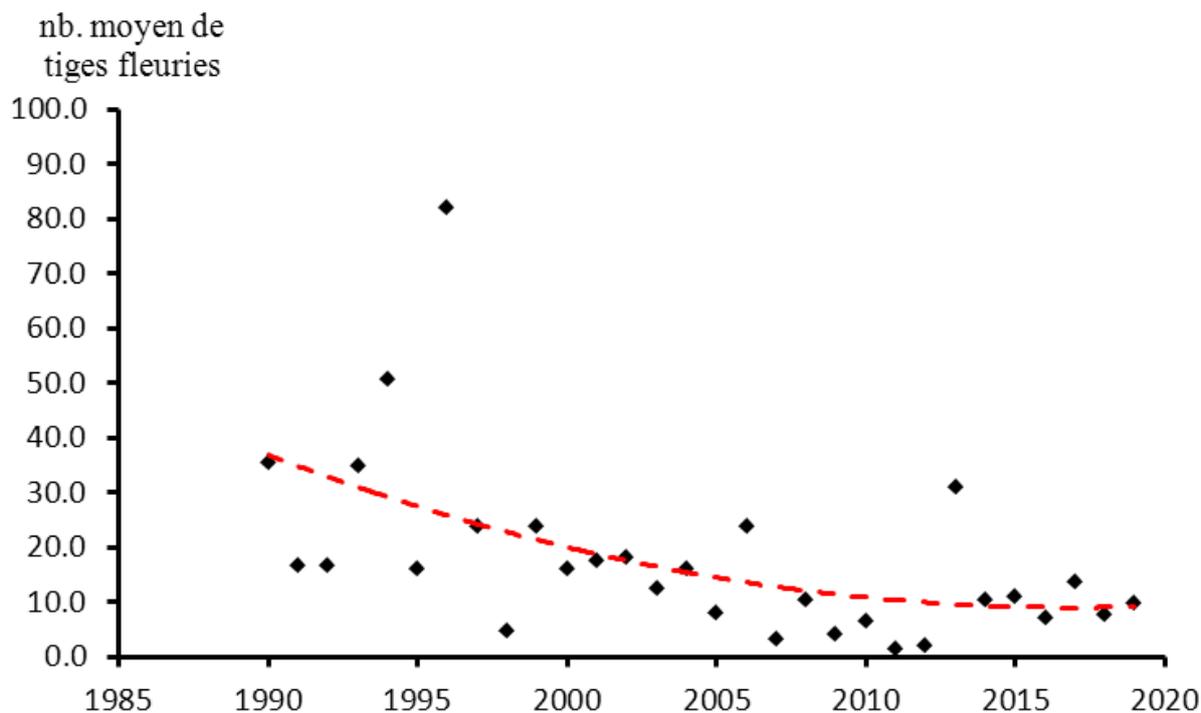
Période 2010-2019 : moyenne de 5,1 ( ± 3,0 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Nous avons donc cherché si l'on peut discerner des différences d'évolution des effectifs selon les secteurs homogènes de gestion et de milieux :



*Carte C : Plan de la Réserve naturelle du Sabot avec carroyage 50x50m et zones d'étude.*

- Pelouse communale sur plateau central (1,5 ha sur les carrés I 13 et J 13-14-15-16 et K 14-15-16 en fauche tardive mi-juillet) :



*Figure 10 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'O. fuciflora sur la période 1990-2019 sur la pelouse centrale (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).*

L'évolution à la baisse du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m est fortement significative sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = -0,615$  ;  $p = 0,0003$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

La tendance à la baisse commence à partir de 1997 **avec des chutes notables en 1998, 2007, 2011 puis 2012**. La tendance évolutive tend à se stabiliser à partir de 2000 sans évolution notable (Spearman,  $n = 20$  ;  $\rho = -0.363$  ;  $p = 0.116$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de **17,8** ( $\pm 16,5$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans. C'est plus du double de la moyenne de **7,9** ( $\pm 4,9$ ) sur l'ensemble de la Réserve.

Voyons dans le détail, par décennie :

Période 1990-1999 : moyenne de 30,5 ( $\pm 22,2$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 12,9 ( $\pm 6,6$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de 10,0 ( $\pm 8,3$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

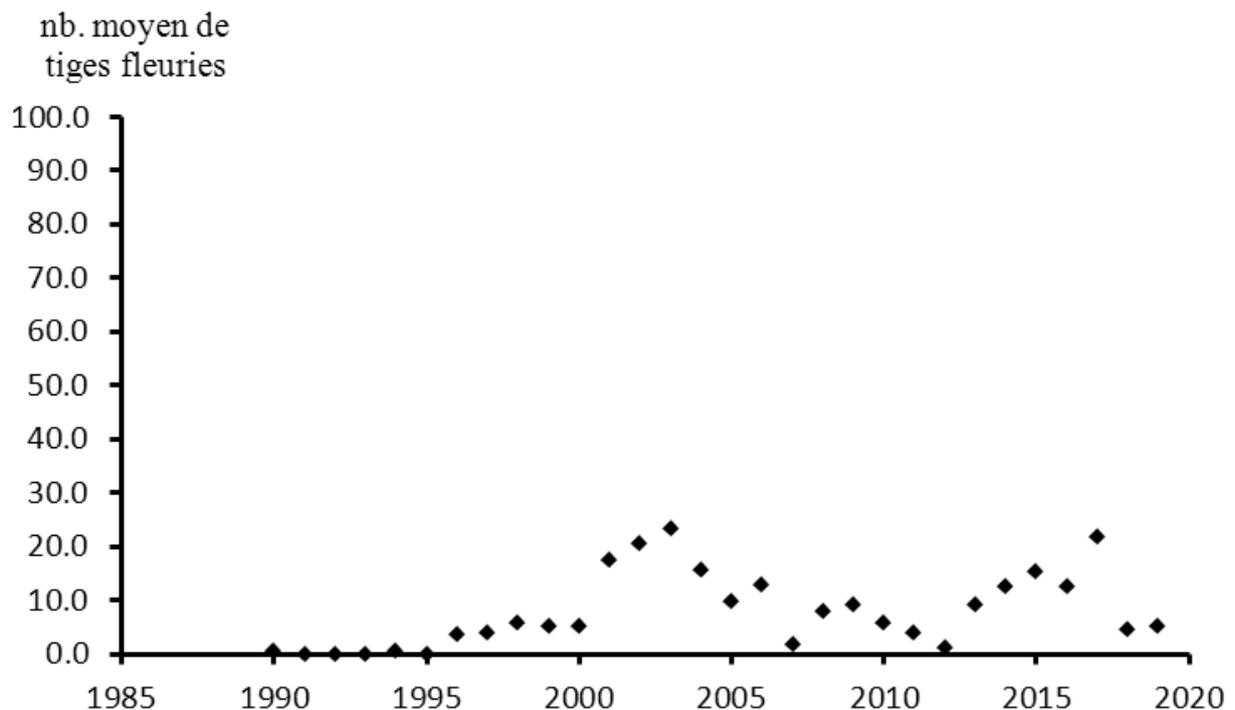
**L'Ophrys frelon fleurit en mai-juin. La date de la fauche tardive ne peut être la cause directe** de réduction des tiges fleuries, puisque la fauche a été retardée de 3 semaines à partir de 2000, passant du 25 juin au 15 juillet environ (ajustement annuel d'une semaine environ selon l'avancement de la végétation). Précisons qu'il n'y a aucun apport d'engrais (même organique) et qu'il n'y a pas de fauche du regain.

**En revanche, sachant que les rosettes (feuilles en cercle au sol) d'Ophrys frelon sortent dès l'automne, les écarts climatiques croissants en intensité et fréquence, non seulement interannuels, mais internes aux saisons, avec des étés (ou parties) chauds et secs (juillet 2006, août 2009, été 2015, 2016, 2018 et 2019) et très souvent des automnes ensoleillés et secs depuis 2003 (jusqu'en octobre, dont 2006, 2009, 2011, 2012, 2017, 2018, outre l'exceptionnel automne d'octobre à décembre 2015 !), réduisent l'épaisseur de la couche herbacée protectrice et celle de la mousse par effet d'insolation accrue.**

Ces écarts à la hausse jouent sans doute défavorablement pour l'Ophrys frelon avec les printemps (2013 ; pluie jusqu'à mi-juin 2018) ou étés frais et/ou humides (août 2006, 2007, 2008 et 2010, juillet 2011, juillet et août 2014 !), les printemps secs et ensoleillés (avril 2007, avril 2010 et 2011, avril à juin 2014) ou certains hivers très doux (2006-07, 2013-14, 2018-19, 2019-20) ou très froids (2005-06, décembre 2010, février 2012 : « le gel, renforcé par une bise persistante, gagne en profondeur dans le sol et se révèle particulièrement dévastateur » selon le bulletin de *Météo France*).

Les tiges fleuries d'Ophrys frelon se maintiennent dans les zones abritées et délaissent le centre des pelouses fauchées si les conditions climatiques hivernales et/ou printanières sont défavorables.

- Pelouse communale sur versant nord (1,5 ha sur les carrés H 9 et I 8-9-10-11-12 et J 8-9-10 en fauche tardive mi-juillet) :



*Figure 11 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'O. fuciflora sur la période 1990-2019 sur la pelouse versant nord.*

**Le nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m croît lentement de 1990 à 2000.** Il se stabilise ensuite, de 2001 à 2019, à une moyenne de  $10,8 \pm 6,6$  tiges fleuries sans tendance évolutive notable (Spearman,  $n = 20$  ;  $\rho = -0,335$  ;  $p = 0,160$  ;  $\alpha = 0,05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de **8,1** ( ± 7,5 ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans, proche de la moyenne sur la Réserve qui est de **7,9** ( ± 4,9).

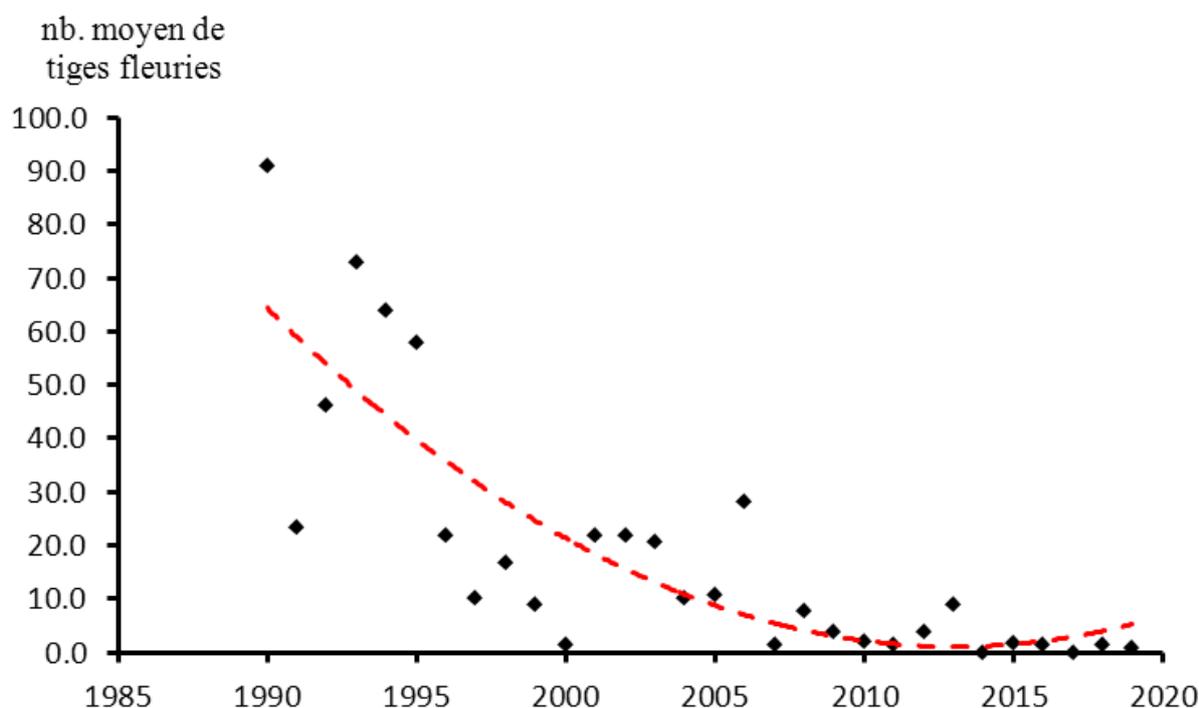
Période 1990-1999 : moyenne de 2,1 ( ± 2,4 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 13,2 ( ± 7,7 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de 9,2 ( ± 6,9 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Nous avons déjà dit plus haut que cette pelouse labourée (sans engrais ni pesticides en 1985-86-87) revient peu à peu (et évolue encore) à la pelouse (Viain, 2011). La fauche unique (vers mi-juillet) a permis le retour observé en 1996 et la croissance des effectifs jusqu'en 2000. La relative stabilité des effectifs depuis **serait à relier à la situation originale sur versant nord de cette pelouse** où les écarts thermiques entre jour et nuit sont plus faibles qu'en versants plus ensoleillés ou sur le plateau (des mesures précises seront programmées). Sur ce versant nord la neige protectrice (quand il y en a !) reste bien plus longtemps qu'ailleurs.

- Pelouse privée exposée sud-est (1 ha sur partie haute du parc V2 = carrés I 20-21 et J 21-22 en fauche tardive mi-juillet et parfois bref pâturage ovin automnal) :



*Figure 12* : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'*O. fuciflora* sur la période 1990-2019 sur la pelouse sud-est (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).

L'évolution à la baisse du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m est très fortement significative sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = -0,846$  ;  $p < 0,0001$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de **18,7** ( ± 24,0 ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans, soit plus du double de la moyenne sur la Réserve qui est de **7,9** ( ± 4,9 ).

## Mais :

Période 1990-1999 : moyenne de 41,3 ( $\pm 29,0$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 12,8 ( $\pm 9,7$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de 2,1 ( $\pm 2,7$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

N.B. : très forte fluctuation des effectifs entre 1990 et 1999.

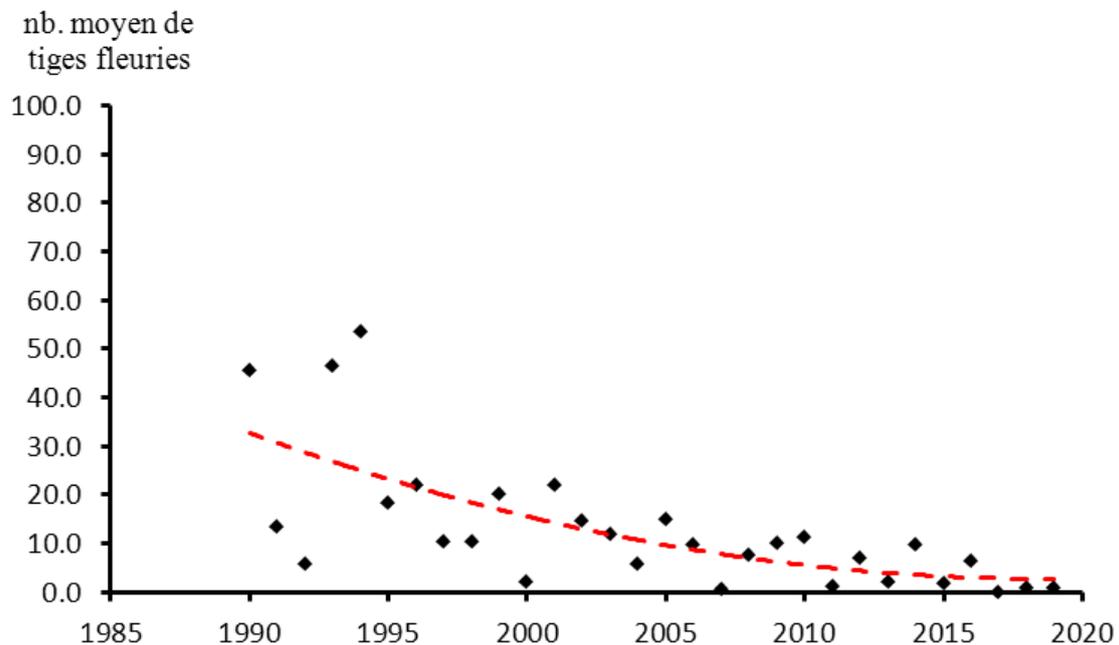
Ici aussi, la date de la fauche tardive ne peut être la cause directe de réduction des tiges fleuries, puisque la fauche a été retardée de 3 semaines à partir de 2000, passant du 25 juin au 15 juillet environ (ajustement annuel d'une semaine environ selon l'avancement de la végétation).

En revanche, les pins en bordure nord de la zone ont fortement grandi (allant jusqu'à plus de 15m) et donc leur ombre portée, jusqu'à leur abattage en 2017, a pu nuire à la floraison certaines années.

Par ailleurs, les sangliers ont ravagé ce secteur surtout vers 2007-11, soigneusement réparé manuellement, puis protégé par clôture électrique jusqu'en 2019. La strate herbacée protectrice a cependant été réduite (tonsures terreuses) par endroits.

**Enfin, comme déjà dit, les rosettes d'Ophrys frelon sortent dès l'automne**, le pâturage ovin automnal, même bref, réduit l'épaisseur de la couche herbacée protectrice et indirectement celle de la mousse par effet d'insolation accrue. Ce fut le cas en 2017. Aussi, en 2019, après la sécheresse (succédant à celle de 2018 !), le pâturage ovin automnal a été supprimé ici, pour ne pas ajouter un facteur négatif.

- Pelouse privée sur faible pente sud-est du parc V3 (carrés J 19-20 et K 18-19-20 et L18-19 en pâturage ovin printanier, soit 1,5 ha sur 3ha du parc V3) :



*Figure 13 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'O. fuciflora sur la période 1990-2019 sur la pelouse du parc V3 (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).*

**L'évolution à la baisse** du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m **est très fortement significative** sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = -0,724$  ;  $p < 0.0001$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de **12,8** ( $\pm 13,7$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de 24,6 ( $\pm 17,3$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 9,9 ( $\pm 6,4$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

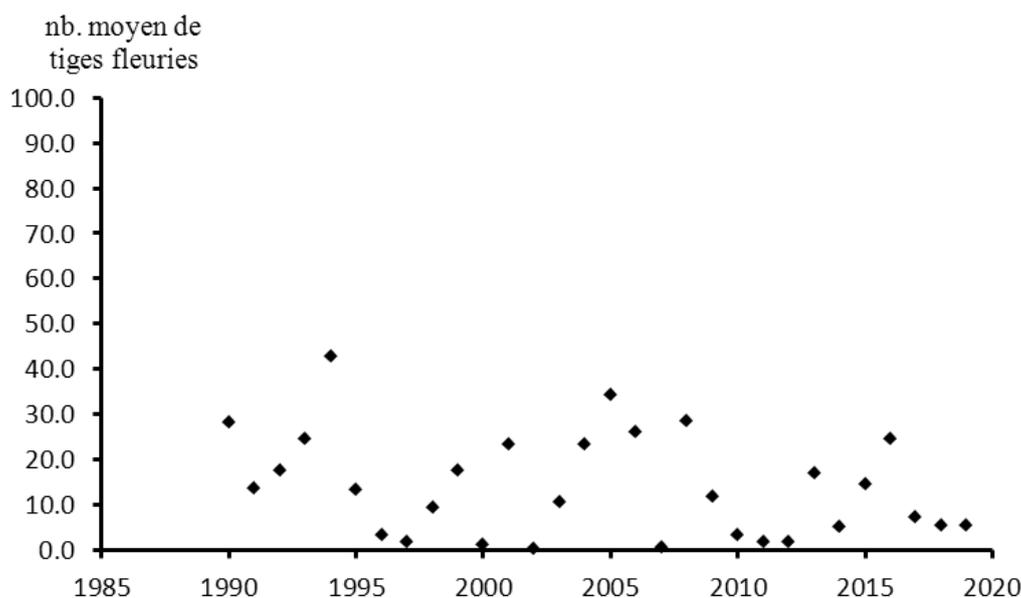
Période 2010-2019 : moyenne de 4,1 ( $\pm 4,1$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

L'impact du pâturage ovin (depuis 2001) en mai ou juin (15 jours à 20 jours par 45 à 60 moutons sur 3ha, soit environ 1 tête/ha/an) en pleine floraison des Ophrys est donc direct (surtout lors de printemps secs, devenus fréquents), puisque les moutons (à la différence des chevaux par exemple) consomment très volontiers les tiges florales des orchidées.

Certaines années (2003, 2010, 2012), une zone plus ou moins vaste, riche en Ophrys frelon (et autres orchidées) est donc préservée par clôture électrique.

Autre élément de modération, la couverture végétale est à nouveau assez homogène en fin de saison, mais les sécheresses estivales (dont 2018 et 2019) réduisent cet aspect positif. Aussi, il n'y aura pas de pâturage ovin sur cette pelouse au printemps 2020 (comme ce fut déjà le cas en 2006 et 2015).

- Pelouse communale du versant moyen sud-ouest (5 ha sur les carrés E 19 et F 19-20-21-22 et G 20-21-22-23 et H 20-21-22-23-24-25 et I 23-24-25-26 et J 24-25 en pâturage ovin extensif estival tardif, partie d'un grand parc de 19 ha) :



*Figure 14* : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'*O. fuciflora* sur la période 1990-2019 sur la pelouse communale sud-ouest.

**Pas d'évolution significative du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m sur la période 1990-2019** (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = -0,246$  ;  $p = 0,190$  ;  $\alpha = 0,05$ ).

Toutefois, la fluctuation reste forte par rapport à l'effectif moyen. **Des chutes notables (« trous ») sont notés en 1997, 2000, 2007, 2011 et 2012** et les trois dernières années 2017-18-19 sont médiocres.

**Période 1990-2019** : moyenne de **13,9** ( $\pm 11,4$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de 17,1 ( $\pm 12,3$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 16,1 ( $\pm 12,5$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de 8,6 ( $\pm 7,6$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

A notre sens, l'influence primordiale du climat en lien avec la pente moyenne orientée sud-ouest ressort bien ici. Le sol squelettique (5 à 10 cm) et pierreux est en effet soumis à de forts écarts thermiques. Ce fut le cas récemment en 2018 et 2019.

Le pâturage ovin est « tardif » : 60 brebis durant 1 à 2 mois entre fin juin et mi-septembre depuis 2000, sauf à partir de mi-juin en 2010, 2012 et 2017). Il intervient donc presque toujours hors la période de floraison de l'Ophrys frelon. Il dessine plus ou moins selon les années de nombreuses lignes étroites (20 à 30 cm environ) de pelouses qui correspondent aux probables fissures géologiques du substrat calcaire, aspect bien visible en 2003, 2018 et 2019, entourant des plages herbacées plus ou moins rasées sur lesquelles la conservation des rosettes d'Ophrys est fragilisée en cas de gel tardif ou de sécheresse.

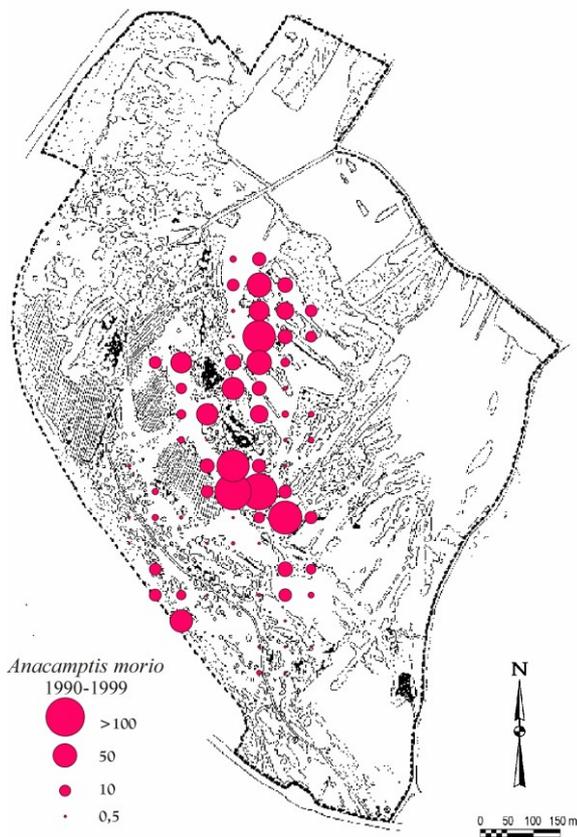
Les arbrisseaux (prunelliers) et les buissons (buis et autres) sont entourés d'ourlets herbacés plus touffus. Cette mosaïque complexe permet à l'Ophrys frelon de fleurir, plus ou moins, à tel ou tel endroit, à telle ou telle orientation, selon les années climatiques.

En cas de période plus favorable (moins sèches, moins froides), l'Ophrys frelon s'étend hors de l'abri des zones d'ourlet vers des zones très ouvertes à végétation basse.

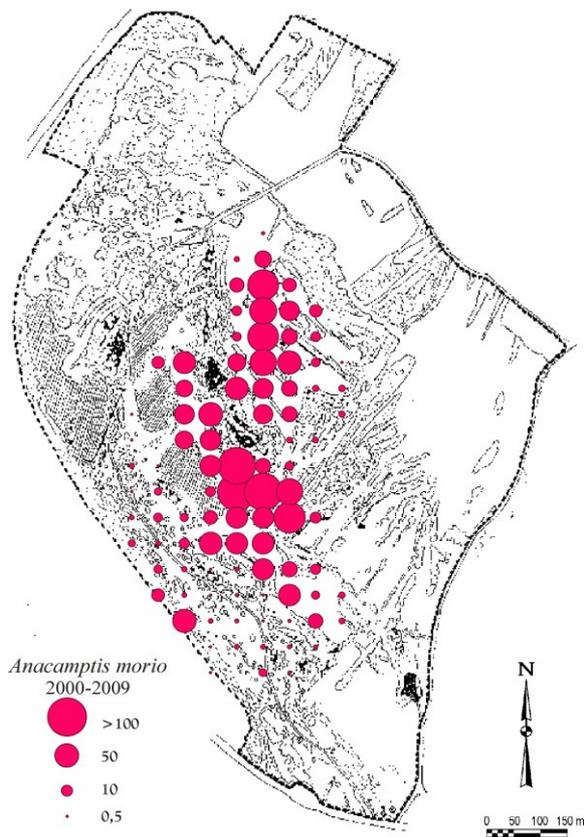
### Analyse pour l'Orchis bouffon *Anacamptis morio* :



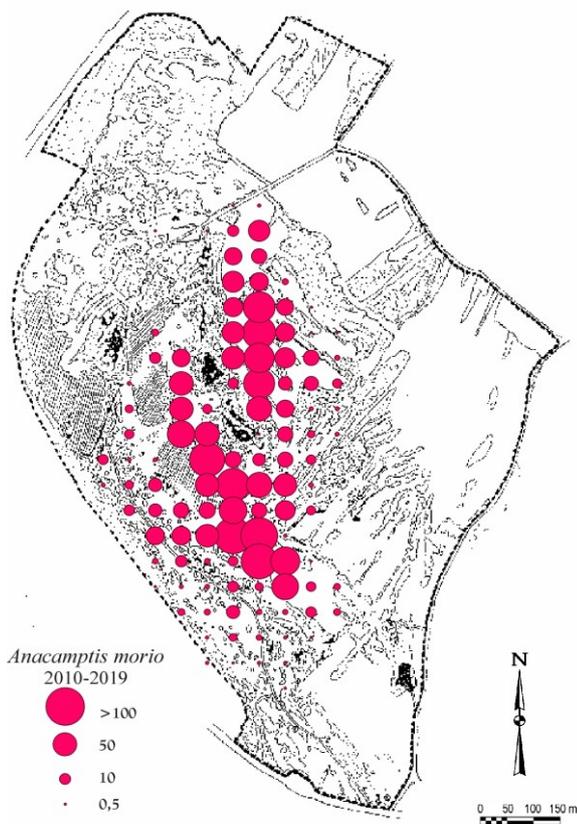
Diverses colorations  
de l'Orchis bouffon  
*Anacamptis morio*  
(RN Sabot,  
clichés Patrick Viain)



Années 1990 à 1999



Années 2000 à 2009

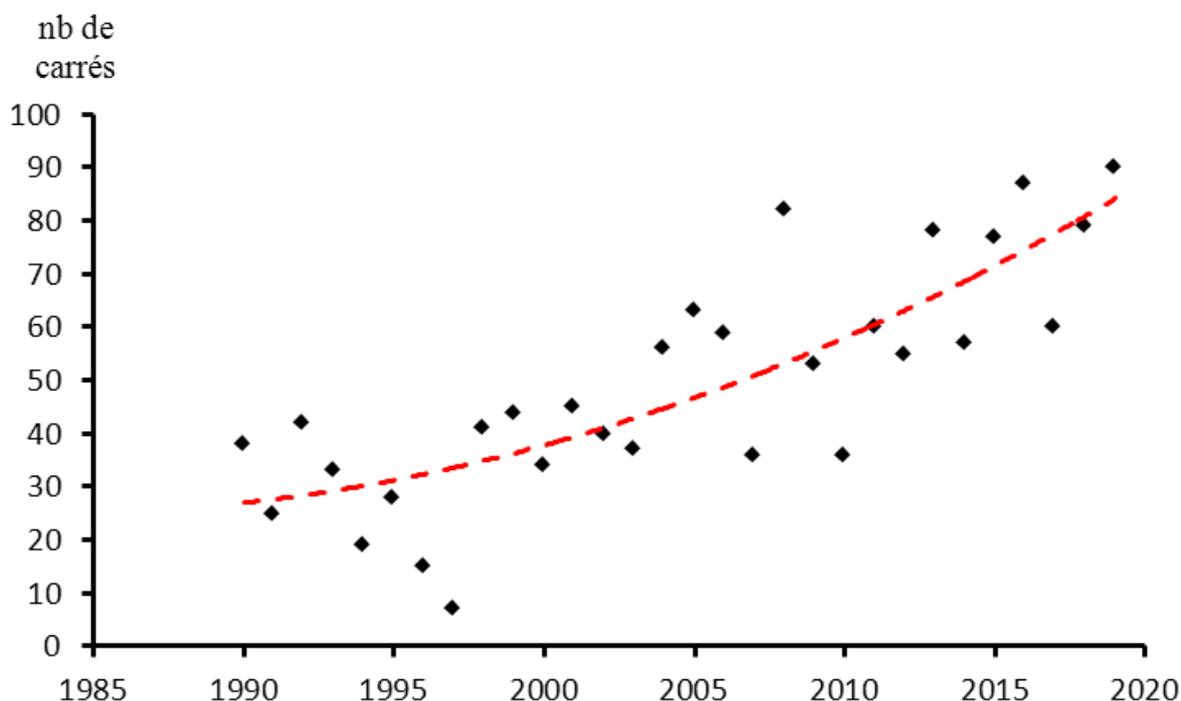


Années 2010 à 2019

*Figure 15 : Répartition du nombre moyen de tiges fleuries d'Orchis bouffon Anacamptis morio sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (70) par carré de 50x50 m et sur trois périodes successives de 10 ans.*

**Deux éléments ressortent des cartes : la répartition de l'Orchis bouffon sur la Réserve s'est étendue et les effectifs moyens par carré augmentent en divers secteurs.**

Nous présentons ci-dessous le nombre de carrés avec présence de l'Orchis bouffon par année et la progression de l'occupation des carrés par cette espèce avec modélisation de la tendance :



*Figure 16* : Nombre annuel de carrés de 50x50m avec au moins une tige fleurie d'Orchis bouffon *Anacamptis morio* (en rouge, tendance évolutive quadratique la plus pertinente).

**Le nombre de carrés de 50x50m qui hébergent au moins une tige fleurie d'Orchis bouffon montre une tendance évolutive à la hausse très fortement significative depuis 1990** (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = 0,794$  ;  $p < 0,0001$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

**Les zones d'extension** de l'Orchis bouffon :

Comme pour l'Ophrys frelon, les zones d'extension de l'Orchis bouffon correspondent pour une part à d'anciens labours revenus spontanément à la pelouse sèche.

Citons ainsi l'apparition en 1999 de l'espèce soit 13 années après une culture de céréales (faite de 1984 à 1986 sur une pelouse en friche gagnée par les prunelliers, carrés I 8 à I 12, J 8 à J 10) au nord de la Réserve (Viain, 2011) et de façon analogue en 2011 (année d'arrivée aussi de l'Ophrys frelon) sur un secteur proche (carrés K 11-12) labouré jusqu'en 2003 (Pinston et Viain, 2018).

Autre cause du retour observé (comme pour l'Ophrys frelon) : la réouverture des pelouses par coupe de pins noirs.

Ce fut le cas en 2017 sur un petit secteur (13 ares sur le carré I 14), où pins (et buis denses) furent coupés en 2004, la pelouse restaurée étant fauchée mi-juillet à partir de 2010.

Ce fut aussi en 2017 l'arrivée de l'Orchis bouffon sur un secteur (carré F 18) rouvert en 2011 du grand corridor (1 ha) des « Pins Rénet » puis en 2018 sur un autre secteur du corridor (carré G 16) rouvert en 2012.

**Une originalité de l'Orchis bouffon par rapport à l'Ophrys frelon** : ce dernier était déjà bien réparti sur la grande pelouse communale (ZH 26 et 47 ouest) du versant sud-ouest avant le retour en 2000 du pâturage ovin (stoppé vers 1965). Depuis 2000 la répartition de l'Ophrys frelon s'est un peu étendue mais ses effectifs moyens ont baissé.

**En revanche, l'Orchis bouffon s'est nettement étendu sur ce versant très ensoleillé**, passant de **14 carrés** durant la période 1990-99 à 26 carrés en 2000-09 puis **29 carrés** en 2010-19.

Les zones d'absence de l'Orchis bouffon sur la Réserve sont les mêmes que pour l'Ophrys frelon. Elles forment un large croissant oriental d'environ 37ha de terrains privés : au nord une ancienne culture (puis luzerne à partir de 2016), puis une autre ancienne culture (semée en prairie en 2003), amendée et fauchée deux fois par an, comme les prairies naturelles mésophiles contiguës ZH 30 et 33.

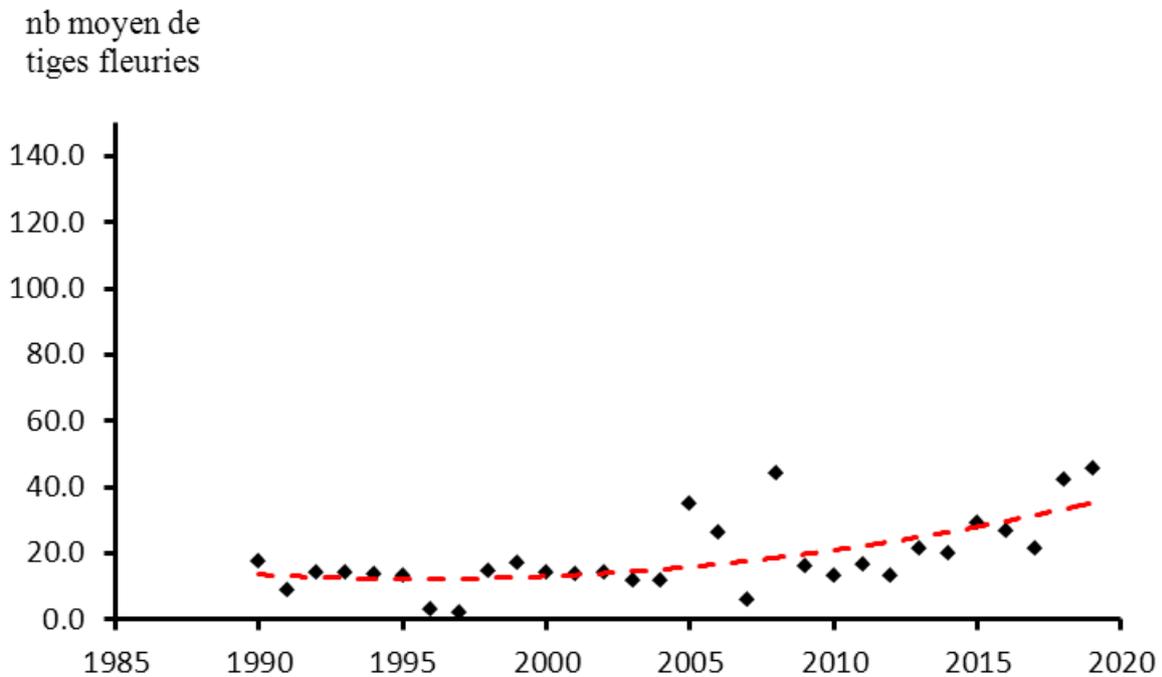
Viennent ensuite les parcelles ZH 52-53-54 de pelouses (et petites cultures) occupées par un élevage porcin jusqu'en 2018.

Enfin, nous trouvons une parcelle de 3ha de pelouse et prairie (parc V1), pâturée par les moutons presque chaque année en avril, voire début mai, période de floraison de l'Orchis bouffon. Un pied a cependant fleuri le 6 avril 2012 (carré K 27).

Notons part ailleurs que le versant nord/nord-ouest de la grande pelouse communale rouvert en 1990 et surtout 2010 (coupe de dizaines de pins noirs) n'a pas encore été colonisé par l'Orchis bouffon (et l'Ophrys frelon) car il est peut-être encore un peu enclavé (d'où des travaux 2019-20).

Enfin, l'Orchis bouffon et l'Ophrys frelon n'ont pas encore colonisé la pelouse rouverte en 2013 (carrés G 12-13-14), fauchée pour la première fois mi-juillet 2019, ni son abord ouest (pelouse sur très ancien chemin) refauché dès 2013.

**Second résultat original : alors que les effectifs moyens (de tiges fleuries) d'Ophrys frelon baissent, ceux d'Orchis bouffon par carré (50x50m) augmentent sur la Réserve :**



*Figure 17 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'A. morio par carré de 50x50m sur la période 1990-2019 (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).*

**L'évolution à la hausse du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m est régulière et fortement significative sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = 0.575$  ;  $p = 0.001$  ;  $\alpha = 0.05$ ).**

**Période 1990-2019** : moyenne de 18,7 ( $\pm 11,1$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

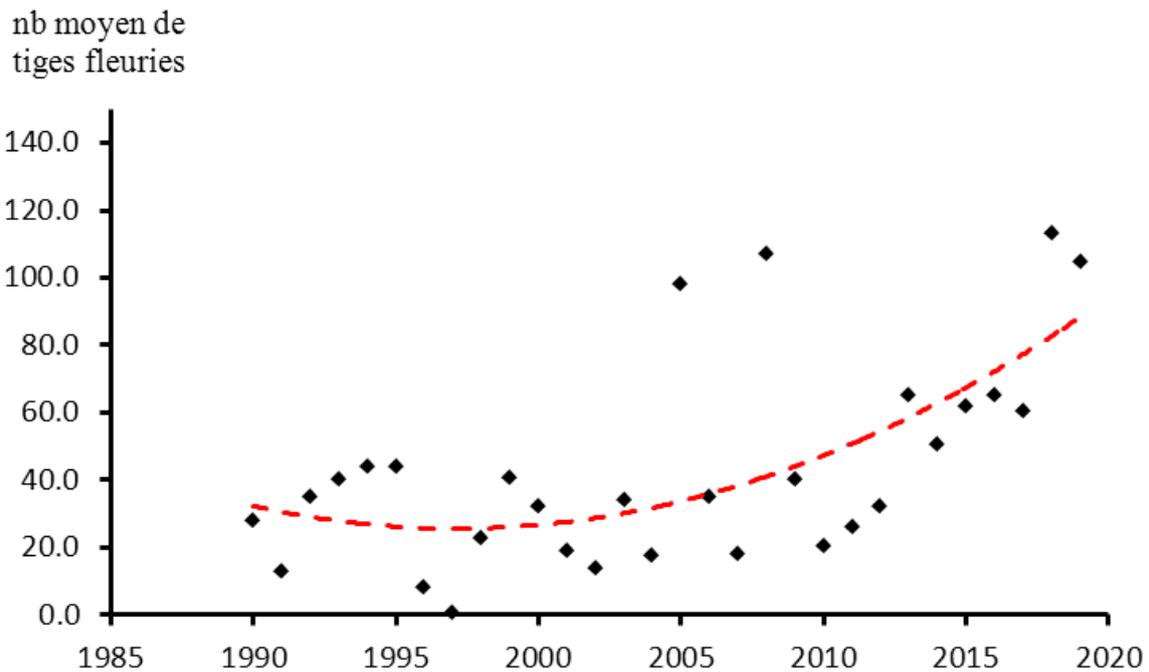
Période 1990-1999 : moyenne de **11,8** ( $\pm 5,4$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de **19,2** ( $\pm 12,0$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de **25,0** ( $\pm 11,3$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Comme pour l'Ophrys frelon, nous avons donc cherché si l'on peut discerner des différences d'évolution des effectifs d'Orchis bouffon selon les secteurs homogènes de gestion et de milieux :

- Pelouse communale sur plateau central (1,5 ha sur les carrés I 13 et J 13-14-15-16 et K 14-15-16 en fauche tardive mi-juillet) :



*Figure 18 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'A. morio par carré de 50x50m sur la période 1990-2019 sur la pelouse centrale (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).*

L'évolution à la hausse du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m est **fortement significatif** sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = 0,529$  ;  $p = 0,003$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

Période 1990-2019 : moyenne de **42,6** ( $\pm 30,0$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

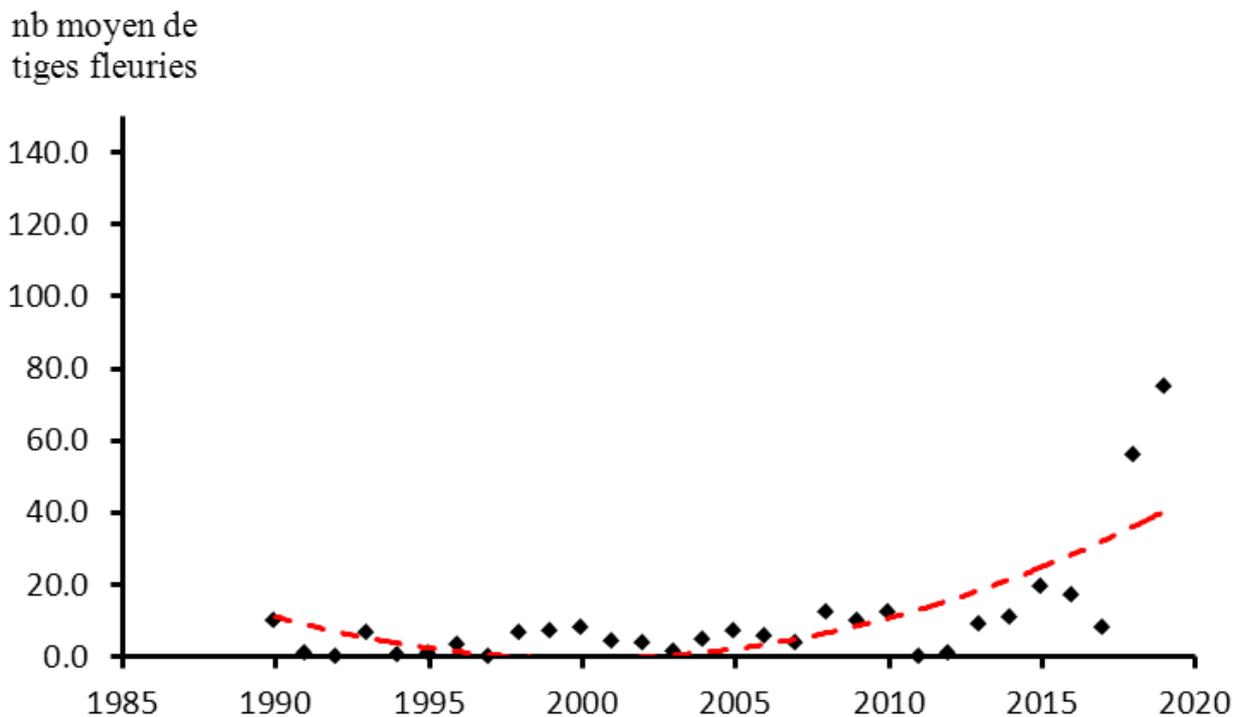
Période 1990-1999 : moyenne de **27,2** ( $\pm 15,9$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de **41,0** ( $\pm 33,5$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de **59,8** ( $\pm 30,7$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

La fauche tardive mi-juillet semble compatible avec la conservation de l'Orchis bouffon et même avec la croissance des effectifs, avec des pics en 2005, 2008, 2018 et 2019. La présence protectrice de haies d'axes divers nous semble un élément clé supplémentaire.

- Pelouse communale sur versant nord (1,5 ha sur les carrés H 9 et I 8-9-10-11-12 et J 8-9-10 en fauche tardive mi-juillet) :



*Figure 19* : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'*A. morio* par carré de 50x50m sur la période 1990-2019 sur la pelouse nord (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).

Le nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m croît lentement à partir de 2008 puis très fortement à partir de 2018 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = 0,603$  ;  $p = 0,0004$  ;  $\alpha = 0,05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de **10,4** ( $\pm 16,0$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de **3,8** ( $\pm 3,8$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

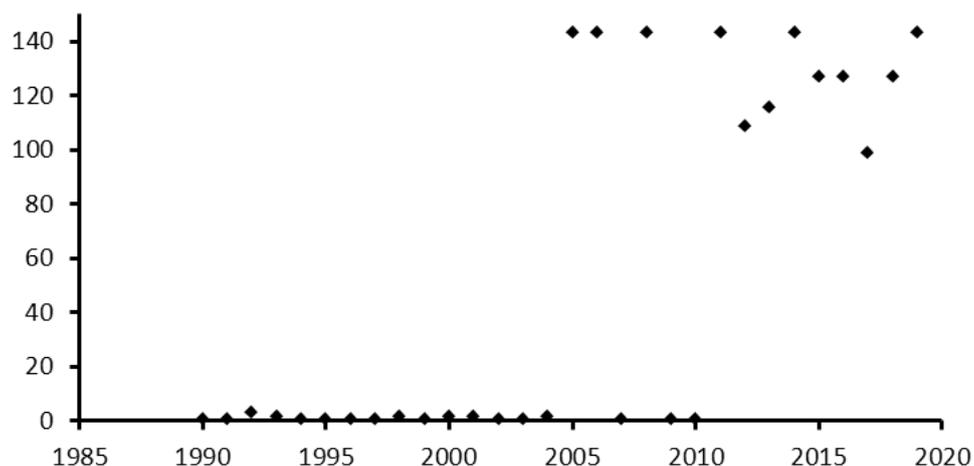
Période 2000-2009 : moyenne de **6,3** ( $\pm 3,3$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de **21,0** ( $\pm 24,7$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Après le labour de la zone en 1984-85-86, la pelouse se réinstalla peu à peu et fut fauchée chaque année vers mi-juillet. L'Orchis bouffon est arrivé en 2008 puis il a fluctué à bas niveau, avant de s'élever à **des centaines de tiges en 2018 (397) et 2019 (630)**, dans une dynamique qui augmentera peut-être encore, puisque l'exposition nord, un peu fraîche et humide, semble compatible avec la plasticité de l'Orchis bouffon.

- Pelouse privée exposée sud-est (1 ha sur partie haute du parc V2 = carrés I 20-21 et J 21-22 en fauche tardive mi-juillet et parfois bref pâturage ovin automnal) :

nb moyen de  
tiges fleuries



*Figure 20* : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'*A. morio* par carré de 50x50m sur la période 1990-2019 sur la pelouse sud-est.

L'évolution à la **hausse** du nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m est **très fortement significative** sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = 0,627$  ;  $p = 0,0002$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de 52,3 ( ± 65,2 ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de 0,5 ( ± 0,9 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de 43,3 ( ± 68,8 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de 113,1 ( ± 42,5 ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

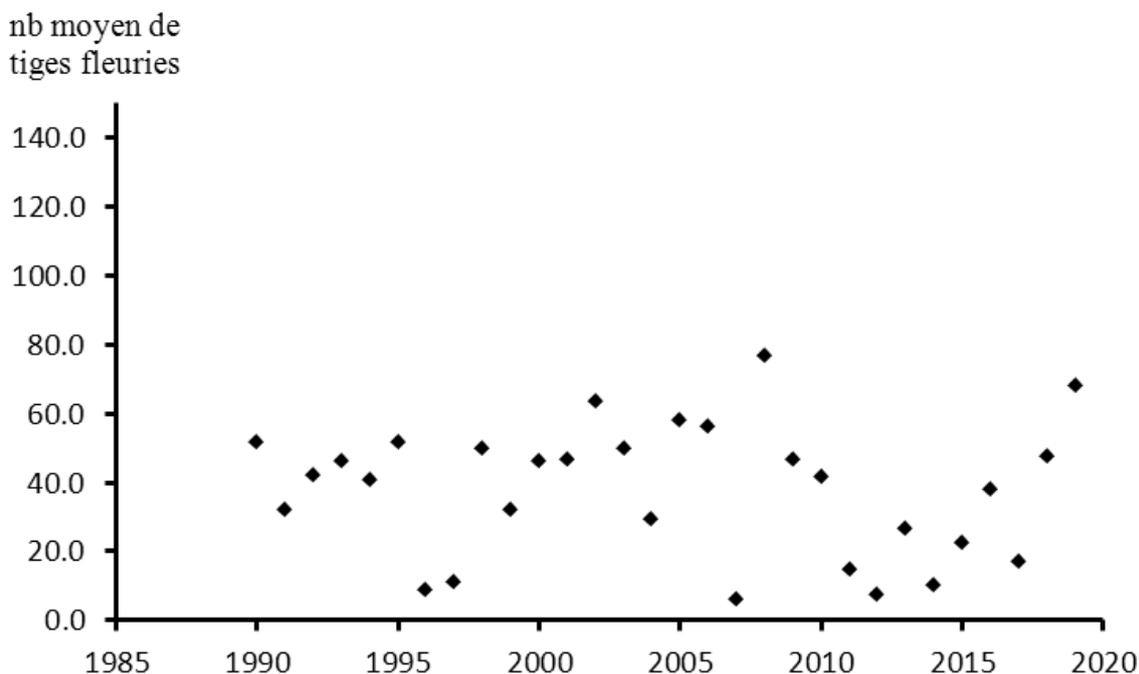
L'espèce était observée sur le secteur depuis 1992 mais avec de très faibles effectifs. Très forte fluctuation des effectifs entre 2000 et 2009 avec une véritable « explosion » des tiges fleuries sur cette période.

Notons que le décompte annuel est fait avec une classe supérieure définie comme « > 100 tiges ». Nous avons donc réalisé un décompte exhaustif certaines années pour ce secteur de pelouse de moins de 1 ha :

Pelouse du parc V2 nord (I 20-21, J 21-22)	Tiges fleuries
2-5-2005	4781
13-5-2006	4738
29-4-2008	5749
17-4-2014	3130
10-5-2019	3246

Nous obtenons une moyenne de 4328 ( ± 1117 ) tiges fleuries, soit environ **1000 tiges par carré de 50x50m !** L'exposition sud-est est peut-être une clé de compréhension : chaleur matinale (donc sans excès) sur sol (jadis labouré) un peu plus profond que pour la grande pelouse du versant sud-ouest.

- Pelouse privée sur faible pente sud-est du parc V3 (carrés J 19-20 et K 18-19-20 et L18-19 en pâturage ovin printanier, soit 1,5 ha sur 3ha du parc V3) :



*Figure 21 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'A. morio par carré de 50x50m sur la période 1990-2019 sur la pelouse du parc V3.*

Le nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m ne présente pas de tendance évolutive significative sur la période 1990-2019 (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = -0,132$  ;  $p = 0,448$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de **38,0** ( $\pm 19,2$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de **36,7** ( $\pm 15,8$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de **47,9** ( $\pm 19,3$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de **29,4** ( $\pm 19,2$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

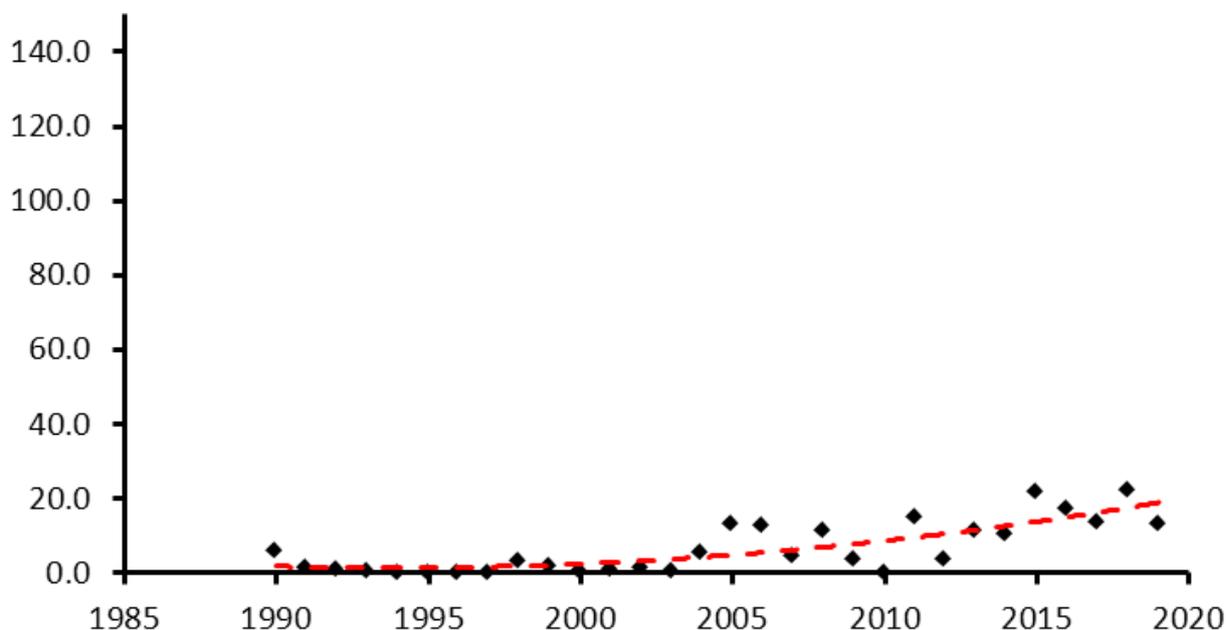
L'effectif moyen reste correct mais les valeurs annuelles fluctuent fortement durant les 30 années, en parallèle à trois périodes principales de gestion : friche de 1965 à 1995, fauche d'une petite bande haute (dont carré K 18) de 1996 à 2000, pâturage ovin extensif depuis 2001.

L'impact du pâturage ovin (depuis 2001) en mai ou juin (15 jours à 20 jours par 45 à 60 moutons sur 3ha, soit environ 1 tête/ha/an) touche donc en mai la floraison de l'Orchis bouffon, puisque les moutons (à la différence des chevaux par exemple) consomment très volontiers les tiges florales des orchidées.

Certaines années (2003, 2010, 2012), une zone plus ou moins vaste, riche en Orchis bouffon et Ophrys frelon) est préservée par clôture électrique. Autre élément de modération, la couverture végétale est à nouveau assez homogène en fin de saison, mais les sécheresses estivales (dont 2018 et 2019) réduisent cet aspect positif. Aussi, il n'y aura pas de pâturage ovin sur cette pelouse au printemps 2020 (comme ce fut déjà le cas en 2006 et 2015).

- Pelouse communale du versant moyen sud-ouest (5 ha sur les carrés E 19 et F19-20-21-22 et G 20-21-22-23 et H 20-21-22-23-24-25 et I 23-24-25-26 et J 24-25 en pâturage ovin extensif estival tardif, partie d'un grand parc de 19 ha) :

nb moyen de  
tiges fleuries



*Figure 22 : Evolution du nombre moyen de tiges fleuries d'A. morio par carré de 50x50m sur la période 1990-2019 sur la pelouse sud-ouest (en rouge tendance évolutive quadratique la plus pertinente).*

Le nombre moyen de tiges fleuries par carré de 50x50m sur la période 1990-2019 présente une **évolution régulière croissante très fortement significative** (Spearman,  $n = 30$  ;  $\rho = 0,728$  ;  $p < 0,0001$  ;  $\alpha = 0.05$ ).

**Période 1990-2019** : moyenne de **6,6** ( $\pm 6,9$ ) tiges fleuries par carré par année sur 30 ans.

Période 1990-1999 : moyenne de **1,5** ( $\pm 1,9$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2000-2009 : moyenne de **5,6** ( $\pm 5,1$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Période 2010-2019 : moyenne de **12,9** ( $\pm 7,1$ ) tiges fleuries par carré par année sur 10 ans.

Sur le versant sud-ouest pâturé l'été, les effectifs moyens de tiges fleuries (en avril-mai) de l'Orchis bouffon croissent mais restent nettement en dessous de 50 tiges fleuries par carré.

Des régressions ponctuelles comme celle des quelques pieds du sud du carré G 23 qui ne sont plus visibles dans les dernières années sur ce secteur très chaud sur sol très mince illustrent les limites de la plasticité écologique pourtant élevée de l'Orchis bouffon.

### Conclusions pour l'Ophrys frelon et l'Orchis bouffon :

**La réouverture des pelouses de la Réserve du Sabot depuis 1988 face aux pins noirs a permis l'extension, en fait le retour, de l'Ophrys frelon en plusieurs secteurs. Des marges de progression existent sur des secteurs à rouvrir.**

**En revanche, la gestion extensive (fauche mi-juillet depuis 1992, pâturage ovin extensif en rotation depuis 2000, surtout estival, hors floraison), condition nécessaire à la pérennité de l'espèce, peine à maintenir des effectifs élevés de plantes fleuries en certains secteurs de la Réserve.** Les aléas climatiques croissants, qu'il faut voir non seulement dans leur valeur absolue mais surtout dans leur fréquence accrue sollicitent à l'extrême les capacités d'adaptation de l'Ophrys frelon, dont les rosettes présentes dès l'automne sont un élément majeur de fragilité en cas de sécheresse et/ou de gel.



Parallèlement au développement des tiges fleuries, il ne faut pas oublier le rôle joué par la partie souterraine des orchidées (ici le tubercule) dont la capacité d'adaptation aux conditions climatiques et édaphiques ainsi que la faculté à générer chaque année un (éventuellement plusieurs) nouveau tubercule dépend de paramètres qui, pour la plupart, nous échappent encore aujourd'hui.

**L'Orchis bouffon, dont la plasticité écologique est visiblement plus étendue que celle de l'Ophrys frelon, semble davantage profiter de la gestion patrimoniale mise en place sur la Réserve naturelle.**

Touffe de multiples tiges d'Ophrys frelon *Ophrys fuciflora* (RN Sabot, 4 juin 2016, cliché Patrick Viain)

Au terme des 30 années d'observation (1990-2019), l'essentiel a été atteint : conserver l'Ophrys frelon et l'Orchis bouffon sur la Réserve dans des niches écologiques diverses, évolutives et bien réparties, leur permettant de rester à un niveau honorable pour l'Ophrys frelon (autour de 50 carrés de présence pour 300 à 700 tiges fleuries) et d'atteindre un niveau élevé pour l'Orchis bouffon (autour de 75 carrés pour au moins 4000 tiges fleuries).

La gestion extensive des pelouses de la Réserve du Sabot optimise voire exacerbe l'effet primordial des facteurs microclimatiques et topographiques sur les orchidées. Les modifications climatiques globales s'ajoutent désormais et sollicitent fortement la plasticité écologique des orchidées.

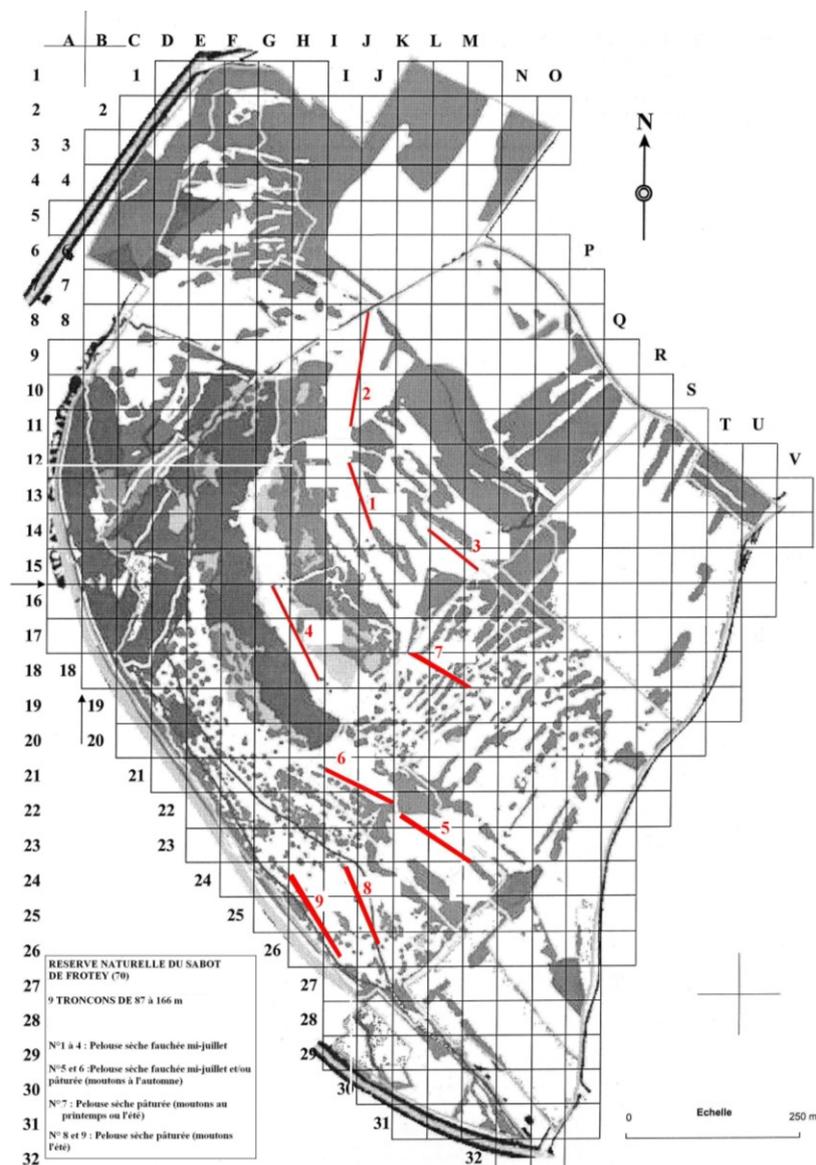
La gestion déjà très différenciée des pelouses verra encore des ajustements : îlot non fauché en rotation, absence de pâturage une année sur telle ou telle pelouse ou partie de pelouse.

- **SE 11 : Poursuivre le suivi annuel des orthoptères (depuis 2002, 12 transects de 50 à 150m permettent un suivi quantitatif global des criquets et sauterelles des pelouses entre fin juin et fin juillet).**

- **Contexte** : Afin d'étudier dans quelle mesure les effectifs d'Orthoptères des pelouses de la Réserve sont le reflet de la météorologie et de la gestion de l'année considérée mais aussi des années antérieures, un suivi par transect a été réalisé à nouveau en 2019 (comme depuis 2002)..

Rappelons que la ponte a lieu l'année précédente et certaines sauterelles ont un cycle sur 2 ans ou plus, selon la rigueur du climat ; c'est le cas pour le Dectique verrucivore.

- **Méthodologie** : 9 tronçons de 87 à 166m (longueur moyenne de  $118 \pm 24,5$  m) figurés sur le plan ci-dessous ont été prospectés le **13 juillet 2019** sur les différentes pelouses de la Réserve (fauchées, pâturées et de gestion mixte) selon la technique adaptée de Voisin (1986). **On calcule ensuite un indice linéaire d'abondance global ou « ILA » global (effectif moyen pour 10m sur 1m de large d'un parcours droit réputé assez homogène de 50m au moins), toutes espèces confondues.**



**Les décomptes ont été réalisés chaque année depuis 2002** (voir tableau IV ci-dessous) **en période d'abondance maximale d'adultes pour l'essentiel des espèces** (il manque surtout le Criquet des jachères *Chorthippus mollis*).

Le décompte du 13 juillet 2019 a été fait avant la fauche estivale (du 15 juillet) des pelouses contenant les tronçons n° 1 à 6 et avant l'arrivée des moutons (le 19 juillet) sur le grand parc ouest contenant les tronçons n°8 et 9. Le décompte est fait bien après le pâturage ovin printanier (deux semaines en mai) sur la pelouse du tronçon n°5 (parc V3).

**- Résultats :**

Secteur de pelouse	ZH 26 est				Parc V2 sud	Parc V2 nord	Parc V3	ZH 26 ouest	
	Fauche				Fauche et parfois pâturage ovin automnal		Pâturage ovin		
Gestion dominante							printanier	estival	
Exposition	SE	NNE	SE	SS0	S	S	S	SO	SO
N° tronçon	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Carré 50x50m concernés	I 12 à J 14	I 11 à J 8	K 14 à M 15	G 16 à H 18	K 22 à M 23	I 21 à J 22	K 18 à M 18	I 24 à J 26	G 24 à I 26
Longueur (m)	98	166	87	150	122	100	100	113	125
6 et 12-7 2002	3,7	/	3,7	/	/	/	/	/	/
20 et 24-6 et 17-7-2003	5,3	/	/	11,3	7	/	/	3,7	5
29 et 30-6 2004	4,4	3,8	1,4	5,7	/	/	/	/	/
5-7-2005	10,7	4,4	9,8	31,8	8,6	20	6,1	38,5	16,1
29-6-2006	17,4	5,8	7,4	11	11	/	15	26	19
25 et 27-7 2007	4,8	2,4	/	/	/	/	/	8,7	14,4
22-7-2008	/	/	/	/	/	/	/	7	4
16-7-2009	11,4	4,8	/	18	4,1	5,2	2,2	3,8	2,5
8-7-2010	21,2	14,5	6,6	27,9	3,9	/	5,3	13,3	5,4
28-6-2011	12,2	10,8	6,2	36,8	4,1	/	1,2	3,3	1,3
6-7-2012	9,4	12,2	4,1	21,4	2,7	2,6	0,4	1,7	0,9
2013	/	/	/	/	/	/	/	/	/
27-6-2014	5,2	5,3	4,6	31,2	2	20,1	0,4	7,4	6,4
7 et 13-7-2015	8,7	5	5,4	12,2	2,7	5,6	3,5	3,5	4,8
2016	/	/	/	/	/	/	/	/	/
13-7-2017	4	12,7	4,8	25	3,7	7,6	1	11,5	4,4
12-7-2018	3	2,3	8,1	36,9	9,2	29,4	1,8	27,5	18,2
13-7-2019	9,4	5,2	19,5	18,3	24,6	34,3	13,3	41,5	42,1
MOYENNE 2002-19	130,8/15 = 8,7	89,2/13 = 6,9	82,7/12 = 6,9	287,3/13 = 22,1	83,6/12 = 6,9	124,8/8 = 15,6	50,2/11 = 4,6	197,4/14 = 14,1	144,5/14 = 10,3

*Tableau IV : Evolution pour la période 2002-2019 de l'Indice linéaire d'abondance (ILA selon Voisin, 1986) des orthoptères sur 9 secteurs de pelouses de la Réserve du Sabot de Frotey (70) gérées par pâturage extensif ovin et/ou fauche tardive.*



**Phanéroptère méridional** *Phaneroptera nana* (RN Sabot, 26 septembre 2019, cliché Denis Jugan)

- **Analyse** :

**Nous avons effectué une analyse statistique des données de la période 2002-2019.** Précisons auparavant l'absence de données pour 2013 (très sec au printemps) et 2016 (très humide au printemps), d'où très peu d'orthoptères avant la fauche de mi-juillet.

**Nous avons fait la même analyse statistique en 2017 et 2018. Notons au préalable que les valeurs d'ILA notées en 2019 pour les tronçons n°3, 5, 6, 8 et 9 sont les plus élevées depuis le début des mesures en 2002.**

**L'année 2019 apporte-t-elle ainsi des modifications aux conclusions de 2018 ?**

La normalité (au sens statistique) des échantillons (les ILA), n'étant pas respectée, nous avons utilisé le test de Kruskal-Wallis (test non paramétrique pour échantillons indépendants) pour comparer les échantillons récoltés par tronçon.

Le test, réalisé sur les ILA des neuf tronçons permet alors de rejeter l'hypothèse nulle d'absence de différence entre les échantillons au risque de 5% ( $H=29,316$ ,  $ddl=8$ ,  $p=0,0003$ ,  $\alpha=0,05$ ). Ainsi, au moins un des tronçons diffère des huit autres. Au vu de la valeur moyenne élevée des ILA du tronçon 4, nous supposons que ce dernier est significativement différent des autres. Est-ce le seul dans ce cas ? (tronçons 6 et 8).

Réalisé sur les ILA des tronçons 1 à 3 + 5 à 9, le test ne permet pas cette fois de mettre en évidence de différence significative entre les échantillons ( $H=12,554$ ,  $ddl=7$ ,  $p=0,084$ ,  $\alpha=0,05$ ).

Nous avons ensuite réalisé une analyse plus précise de la situation. Les résultats obtenus par les tests post-hoc de comparaison 2 à 2 sont assez identiques à ceux de 2018 (voir Annexe 17 : tableau stat 1) : le tronçon 4 diffère des tronçons 1, 2, 3, 5, 7 et 9. Par contre il ne diffère pas significativement des tronçons 6 et 8. Ce résultat est conforté cohérent par les tests suivants :

-Test de comparaison des tronçons 1, 2, 3, 5, 7 et 9 (Kruskal-Wallis,  $H=7,601$ ,  $ddl=5$ ,  $p=0,180$ ,  $\alpha=0,05$ ). L'hypothèse nulle n'est pas rejetée donc on ne peut pas mettre en évidence de différence significative entre les six échantillons.

-Test de comparaison des tronçons 4, 6 et 8 (Kruskal-Wallis,  $H=4,03$ ,  $ddl=2$ ,  $p=0,132$ ,  $\alpha=0,05$ ). L'hypothèse nulle encore une fois n'est pas rejetée donc on ne peut pas mettre en évidence de différence significative entre les trois échantillons. Soulignons toutefois que cela ne signifie pas pour autant que les groupes d'échantillons proviennent de la même population ni sont semblables ou identiques. Les résultats restent donc comparables à ceux de 2018.

### Commentaires :

**Le tronçon 4 diffère statistiquement de 5 des 8 autres (1, 2, 3, 5, 7 et 9) :** il montre les effectifs les plus élevés d'orthoptères. On y trouve très majoritairement des espèces mésophiles telles que le Criquet des genévriers *Euthystira brachyptera* et le Criquet des pâtures *Chorthippus parallelus*.

Bordé de hauts rideaux de pins noirs, il est le seul à peu près abrité des vents du nord, du nord-est et de l'ouest, donc protégé des écarts thermiques et hydriques de plus en plus fréquents, globalement défavorables aux orthoptères (via leur développement, la ressource en herbe ...). Il est géré par fauche tardive unique faite mi-juillet.

**Le tronçon 4 pourrait avoir une parenté statistique avec les tronçons 6 et 8 :** l'interprétation ne saute pas du tout aux yeux mais pourrait être la suivante.

Le tronçon 6 a vu un recul de 25m du rideau de pins vers le nord (coupe début 2017). L'ombre portée des arbres est désormais nulle et l'ensoleillement est accru, élément positif. Les vents du nord et nord-est, froids, ceux du sud qui dessèchent l'herbe protectrice et nourricière, sont modérés par des pins (au nord-est et nord-ouest) et des feuillus (dont tilleuls, charmes et chênes).

Cet abri face aux écarts thermiques forts est un point commun avec le tronçon 8. La gestion est proche : fauche tardive unique faite mi-juillet, avec en plus pour le tronçon 6, un bref pâturage ovin automnal, certaines années seulement.

La parenté du tronçon 8 avec le tronçon 4 peut paraître, à première vue, encore plus étonnante. Le tronçon 8 est pâturé, le tronçon 4 est fauché. Mais dans les deux cas, le prélèvement d'herbe a lieu mi-juillet pour le 8, à partir de mi-juillet pour le 4.

L'année 2019 fut assez remarquable par les effectifs élevés d'orthoptères pour le tronçon 8 : **la pluviométrie élevée du premier semestre 2018 avait généré une masse herbacée élevée**, que les moutons, arrivés seulement en juillet, n'ont pas entièrement consommée, d'où une nourriture bien disponible pour les orthoptères et des abris plus nombreux pour la ponte jusqu'aux éclosions de 2019. Notons que le tronçon 9, proche géographiquement du 8, géré à l'identique par pâturage ovin, en diffère par un sol très pierreux et érodé, assez pauvre en hautes graminées, d'où des effectifs d'orthoptères moindres.

**En conclusion** : le tronçon 4 est particulier, inscrit sur une longue travée de pelouse, fauchée tardivement mi-juillet (sans regain), entre des hauts rideaux de pins noirs qui modèrent les facteurs thermiques globaux de la Réserve du Sabot (pelouses ouvertes sur sols minces avec de forts écarts thermiques).

Les effectifs globaux d'orthoptères sont les plus élevés, mais la richesse en espèces est plus faible, centrée sur des espèces mésophiles, communes dans la région.

Les deux tronçons 6 et 8 semblent montrer une parenté statistique quant aux effectifs avec le tronçon 4. L'explication écologique est délicate : comme pour le tronçon 4, l'abri des rideaux d'arbres face aux écarts thermiques forts semble primer sur les différences de situation topographique et de gestion agricole.

En une phrase, fauche et pâturage semblent des facteurs moins puissants que la microclimatologie (et la microtopographie), pour la ressource en herbe.

Des différences existent aussi quant à la nature des espèces, mésophiles pour le tronçon 4, plus thermophiles pour les tronçons 6 et 8.



**Criquet noir-ébène**  
*Omocestus rufipes* mâle  
(RN Sabot, 17 août 2017,  
cliché Patrick Viain)

**Oedipode turquoise**  
*Oedipoda caerulescens*  
(RN Sabot, 17 août 2017,  
cliché Patrick Viain)

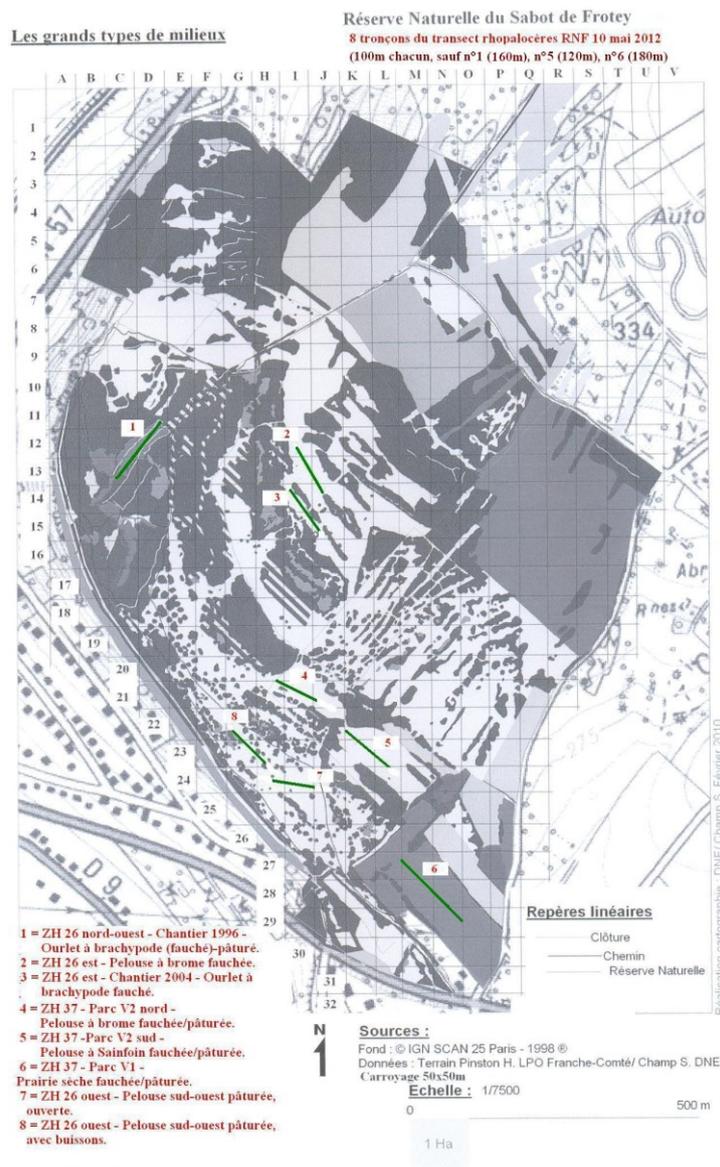


**- SE 12 : Poursuivre le suivi annuel des papillons diurnes (depuis 2012, 8 transects de 100m selon le protocole RNF). Poursuivre le suivi sur toute la Réserve de quelques espèces patrimoniales (Azuré du Serpolet, Damier de la Succise ...).**

**Contexte** : Afin de suivre les variations d'abondance des papillons en lien éventuel avec la gestion, la climatologie locale annuelle ou d'autres facteurs externes, le protocole de suivi des papillons de jour des *Réserves Naturelles de France* a été mis en place sur la Réserve du Sabot depuis le printemps 2012, avec le conseil de Dominique Langlois, conservateur de la Réserve du Ravin de Valbois et qui était alors coordinateur national de ce suivi pour RNF.

Thomas Nevers a réalisé dans le cadre d'un stage de « Master 2 », une analyse pluriannuelle des données de 4 Réserves naturelles nationales de Bourgogne Franche-Comté dont la Réserve du Sabot pour la période 2012-2018. Les résultats de cette étude seront le cœur de la présentation. Nous donnerons d'abord quelques résultats propres à l'année 2019.

**Méthodologie** : Tous les 8 à 10 jours, de mars-avril à septembre-octobre (selon les conditions climatiques), un relevé quantitatif a été réalisé de 2012 à 2018 le long de 8 transects de 100m chacun (sauf n°1 : 160m, n°5 : 120m, n°6 : 180m ; cf. plan ci-dessous).



N°	Lg (m)	Pente générale	Substrat Géol.	Phytosociologie	Contexte botanique à 10m	Contexte botanique à 20m	Gestion 2012-19	Avant 2012
1	160	nord	Calcaire Bajocien	Ourlet à brachypode <i>Coronillo variae-Brachypodietum pinnati</i> et ronces.	Haies ; bosquets de moyens feuillus et pins noirs (10 à 15m).	Buissons ; haies ; bosquets de moyens feuillus et pins noirs (10 à 15m).	Pâturage extensif ovin estival.	Pâturage ovin et bovin 19 <sup>è</sup> s. et jusque vers 1969. <b>Rouvert en 1996</b> : coupe de buissons, pins et feuillus. Puis fauche 7-1998 et 7-2003. Pâturage ovin estival 2000-11.
2	100	Très faible au nord	Calcaire Bajocien	Pelouse à brome <i>Festuco lemanii-Brometum erecti</i> .	Strate herbacée.	Buissons ; haies ; bosquets de moyens feuillus et pins noirs (10 à 15m).	Fauche mi-7.	Cultures au 19 <sup>è</sup> et début 20 <sup>è</sup> s, puis fauche et pâturage, puis friche. Gyrobroyage 1990 et 1991. Fauche vers 20 juin 1992-95, puis mi-7-1996 à 2011.
3	100	Très faible au nord	Calcaire Bajocien	Mosaïque d'ourlet à brachypode <i>Coronillo variae-Brachypodietum pinnati</i> et tonsures pierreuses à serpolet.	Haies feuillues moyennes à hautes, pins noirs adultes.	Buissons ; haies ; bosquets de moyens feuillus et pins noirs (10 à 15m).	Fauche mi-7.	<b>Rouvert en 2004</b> : Coupe de buis et pl. dz. de feuillus et pins noirs (10 à 15m). Fauche vers 20 juin 1992 à 1995, puis mi-7-1996 à 2011.
4	100	sud	Calcaire Bajocien	Pelouse à brome <i>Festuco lemanii-Brometum erecti</i> .	Strate herbacée	Buissons ; haies ; bosquets de moyens feuillus et pins noirs (10 à 15m).	Fauche mi-7 et parfois (2012, 2018) bref pâturage ovin en fin d'été.	Cultures au 19 <sup>è</sup> et début 20 <sup>è</sup> s, puis pâturage (fin vers 1969), puis fauche jusque vers 1990. Fauche vers 20-6 de 1992 à 95, puis mi-7 1996 à 2011. Bref pâturage ovin en 8-2001, 10-2005, 10-2010, 10-2011.
5	120	sud	Calcaire Bajocien	Pelouse à sainfoin <i>Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti</i> .	Strate herbacée.	Buissons ; haies basses à hautes ; bosquets de moyens feuillus.	Fauche mi-7 et parfois (2012, 2017, 2018) bref pâturage ovin en fin d'été.	Cultures au 19 <sup>è</sup> et début 20 <sup>è</sup> s. puis fauche jusque vers 1990. Fauche vers 20 juin 1992-95, puis mi-7-1996 à 2011 (sauf 2004). Bref pâturage ovin en 8-2001, 5 et 9-2004, 10-2005, 4-2007, 10-2010, 10-2011.

N°	Lg (m)	Pente générale	Substrat Géol.	Phytosociologie	Contexte botanique à 10m	Contexte botanique à 20m	Gestion 2012-19	Avant 2012
6	180	sud	Calcaire Bajocien	Prairie sèche <i>Medicagini lupulinae-Cynosuretum cristati.</i>	Strate herbacée.	Strate herbacée.	Fauche mi-7 (2012, 2013, 2016) et/ou pâturage ovin en 4 ou 5 (sauf 2012) puis octobre.	Cultures au 19 <sup>e</sup> et début 20 <sup>e</sup> s. puis fauche jusque vers 1990. Fauche vers 20 juin 1992-95, puis mi-7-1996 à 7-2011 (pas en 2001-03-05-06-08). Pâturage ovin 2000-2011 (1 à 4 mois entre 4 et 10).
7	100	sud	Calcaire Bajocien	Pelouse à brome <i>Festuco lemanii-Brometum erecti.</i>	Strate herbacée.	Buissons ; haies basses à hautes ; bosquets de moyens feuillus.	Pâturage ovin estival (7 à 9).	Pâturage ovin et bovin 19 <sup>e</sup> s. et jusque vers 1969. Fauche mi-7-1996 à 1999, puis pâturage ovin estival 2000-11.
8	100	sud	Calcaire Bajocien	Pelouse à brome <i>Festuco lemanii-Brometum erect</i> et ourlet dense de prunelliers.	Strate herbacée et buissons.	Buissons ; haies basses à hautes ; bosquets de moyens feuillus.	Pâturage ovin estival (7 à 9).	Pâturage ovin et bovin 19 <sup>e</sup> s. et jusque vers 1969. Pâturage ovin estival 2000-11.

*Tableau V : Quelques éléments décrivant les 8 tronçons du suivi des Rhopalocères (et Zygènes) de 2012 à 2019 sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (70).*

### Résultats et analyse :

#### → Année 2019 :

En 2019, le nombre de relevés a été de 20 (20 en 2018, 19 en 2017) entre les 1<sup>er</sup> avril et 29 septembre. Ils ont été réalisés par François Louiton, bénévole LPO Franche-Comté (qui a succédé en 2017 à Didier Lecornu).

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Dates	1, 11, 18, 23	7, 15, 23, 31	5, 12, 25	5, 15, 25	5, 14, 23	3, 15, 29

Le suivi par transect en 2019 a permis de recenser 59 espèces (liste en page suivante) de rhopalocères (63 en 2018, 54 en 2017, 45 en 2016, 66 en 2015, 67 en 2014, 60 en 2013, 57 en 2012) sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey.

La valeur de la richesse en espèces sur le tronçon total de 960m en 2019 ne diffère pas de la moyenne inter-annuelle qui est de  $59 \pm 7$ . Donc 2019 fut une année « normale » à cet égard.

**Les espèces les plus répandues (6 à 8 tronçons occupés) et aux effectifs les plus élevés ont été en 2019 :**

Trois espèces de Nymphalidés :

le Fadet commun *Coenonympha pamphilus* (maximum dérisoire de 11 le 14 août 2019, contre 16 le 8 juin 2018, 28 le 8 juin 2017 et 44 le 30 août 2016) ;

le Myrtil *Maniola jurtina* (76 le 25 juin 2019, contre 141 le 25 juin 2018, 79 le 16 juin 2017 et 33 le 15 juillet 2016) ;

le Demi-deuil *Melanargia galathea* (293 le 5 juillet 2019, contre 417 le 25 juin 2018, 173 le 4 juillet 2017 et 131 le 15 juillet 2016).

Notons que le Céphale *Coenonympha arcania* a montré 10 individus seulement le 25 juin 2019 contre 37 le 8 juin 2018.

**Par ailleurs, deux espèces de lycénidés restent à des niveaux très bas.** Ils avaient montré en 2016 une répartition et/ou des effectifs anormalement bas, puis ils avaient retrouvé une situation plus normale en 2017, avant de s'effondrer en 2018 :

l'Azuré bleu nacré *Lysandra coridon* (8 le 23 août 2019, contre 2 le 1<sup>er</sup> septembre 2018, 94 le 17 août 2017, et 68 le 30 août 2016) ;

l'Azuré bleu céleste *Polyommatus bellargus* (14 le 5 août 2019, contre 10 le 10 septembre 2018, 114 le 8 juin 2017 et 3 le 7 juin 2016).

Quant à l'Azuré de la Bugrane *Polyommatus icarus* (maximum de 17 le 3 septembre 2019, contre 33 le 10 septembre 2018, contre 23 le 17 août 2017 et 13 le 27 mai 2016), il se maintient médiocrement.

Code Leraut 1997	Famille/Nom français	Nom scientifique	1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>HESPERIIDAE</b>									
3263	le Point de Hongrie	<i>Erynnis tages</i>				X	X	X		X
3264	l'Hespérie de l'Alcée	<i>Carcharodus alceae</i>					X			
3267	l'Hespérie des Sanguisorbes	<i>Spialia sertorius</i>		X		X	X	X		
3269	l'Hespérie de la Mauve	<i>Pyrgus malvae</i>				X				
3271	l'Hespérie des Potentilles	<i>Pyrgus armoricanus</i>				X		X		X
3272	L'Hespérie du Faux-buis	<i>Pyrgus alveus</i>								X
3285	l'Hespérie de la Houque	<i>Thymelicus sylvestris</i>	X		X	X				X
3286	l'Hespérie du Dactyle	<i>Thymelicus lineolus</i>	X	X				X		
3287	l'Hespérie du Chiendent	<i>Thymelicus acteon</i>							X	
3288	la Virgule	<i>Hesperia comma</i>		X						
3289	la Sylvaine	<i>Ochlodes venatus</i>	X							
	<b>PAPILIONIDAE</b>									
3296	le Flambé	<i>Iphiclides podalirius</i>					X			X
3298	le Machaon	<i>Papilio machaon</i>			X				X	X
	<b>PIERIDAE</b>									
3300	la Piéride du Lotier	<i>Leptidea sinapis</i>	X							
3303	le Gazé	<i>Aporia crataegi</i>		X	X	X	X	X		
3306	la Piéride de la Rave	<i>Pieris rapae</i>			X		X	X		X
3309	la Piéride du Navet	<i>Pieris napi</i>	X							

3312	l'Aurore	<i>Antocharis cardamines</i>	X			X				
3321	le Fluoré	<i>Colias alfacariensis</i>		X	X	X	X	X	X	X
3322	le Souci	<i>Colias crocea</i>				X	X	X		
3324	le Citron	<i>Gonepteryx rhamni</i>	X	X	X					X
	<b>LYCAENIDAE</b>									
3336	la Thécla de la Ronce	<i>Callophrys rubi</i>			X					
3338	le Cuivré commun	<i>Lycaena phlaeas</i>			X			X		
3341	le Cuivré fuligineux	<i>Heodes tityrus</i>			X		X			
3349	l'Argus frêle	<i>Cupido minimus</i>		X	X	X	X			
3351	l'Azuré des nerpruns	<i>Celastrina argiolus</i>	X							
3352	l'Azuré des Cytises	<i>Glauchopsyche alexis</i>	X				X			
3355	l'Azuré du Serpolet	<i>Maculinea arion</i>						X		
3361	l'Azuré des Anthyllides	<i>Cyaniris semiargus</i>	X	X						
3367	L'Azuré de l'Esparcette	<i>Polyommatus thersites</i>		X						
3369	l'Azuré bleu-nacré	<i>Polyommatus coridon</i>		X		X	X			
3371	l'Azuré bleu céleste	<i>Polyommatus bellargus</i>		X	X	X	X	X		X
3373	l'Azuré de la Bugrane	<i>Polyommatus icarus</i>		X	X	X	X	X	X	X
3379	le Collier-de-corail	<i>Aricia agestis</i>	X	X	X	X		X	X	X
3384	l'Azuré de l'Ajonc	<i>Plebejus argus</i>		X						
3386	l'Azuré des Coronilles	<i>Plebejus argyrognomon</i>								
	<b>NYMPHALIDAE</b>									
3390	le Tircis	<i>Pararge aegeria</i>	X							
3396	le Céphale	<i>Coenonympha arcania</i>	X	X	X	X				X
3403	le Fadet commun	<i>Coenonympha pamphilus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
3405	l'Amaryllis	<i>Pyronia tithonus</i>	X					X		X
3408	le Tristan	<i>Aphantopus hyperanthus</i>	X							
3411	le Myrtil	<i>Maniola jurtina</i>	X	X	X	X	X	X		X
3423	le Moiré franconien	<i>Erebia medusa</i>								X
3446	le Demi-deuil	<i>Melanargia galathea</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
3450	le Silène	<i>Brintesia cirse</i>	X			X				
3451	le Grand Nègre des bois	<i>Minois dryas</i>	X							
3466	le Tabac d'Espagne	<i>Argynnis paphia</i>	X							
3468	Le Grand Nacré	<i>Argynnis aglaja</i>	X							
3473	le Nacré de la Ronce	<i>Brenthis daphne</i>	X							
3484	la Petite Violette	<i>Clossiana dia</i>		X		X	X	X		
3487	le Sylvain azuré	<i>Azuritis reducta</i>	X		X					
3490	La Grande Tortue	<i>Nymphalis polychloros</i>								X
3494	le Vulcain	<i>Vanessa atalanta</i>	X							
3495	La Belle Dame	<i>Cynthia cardui</i>		X	X			X		
3497	la Petite Tortue	<i>Aglais urticae</i>	X	X			X			
3502	la Mélitée du Plantain	<i>Melitaea cinxia</i>		X	X	X	X	X		X
3504	Le Grand Damier	<i>Cinclidia phoebe</i>					X	X		X
3506	la Mélitée du Mélampyre	<i>Melicta athalia</i>	X	X						
3509	la Mélitée des scabieuses	<i>Melicta parthenoides</i>		X	X	X	X	X		
3514	le Damier de la Succise	<i>Euphydryas aurinia</i>			X					

*Tableau VI : Répartition selon les 8 transects totalisant 960m des 59 espèces de rhopalocères observées en 2019 lors du suivi sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (70) ; observateur en 2019 : François Louiton.*

Outre les 59 espèces vues en 2019 sur les 960m des transects au sein des pelouses, **21 autres espèces ont été trouvées cette année uniquement hors transect** (18 en 2018, 12 en 2017, 12 en 2016, 8 en 2015, 9 en 2014, 16 en 2013, 14 en 2012), sur les pelouses et les lisières de haies et bosquets.

**Azuré de l'Ajonc** *Plebejus argus*, vu en 2019 seulement hors transect (RN Sabot, 3 septembre 2019, cliché François Louiton)



**Azuré des Cytises** *Glauchopsyche alexis* sur inflorescence de vioerne lantane, vu en 2019 seulement hors transect (RN Sabot, 31 mai 2019, cliché Christian Chirio)

Donc au total **80 espèces de papillons rhopalocères ont été vues sur la Réserve en 2019** (81 en 2018, 66 en 2017, 57 en 2016, mais 74 en 2015, 76 en 2014, 76 en 2013, 71 en 2012) sur la Réserve du Sabot **parmi 92 inventoriées pour la période 1974-2018**, soit 87 % ! (voir Annexe 4).

**La richesse en espèces de papillons diurnes de la Réserve se maintient donc en 2019 à un niveau élevé.**

**- Quelques espèces remarquables vues en 2019 :**

L'**Azuré porte-queue** *Lampides boeticus*, migrateur méridional, a été observé le 3 septembre (1 mâle vu par F. Louiton) puis 2 individus ont été notés les 12 et 20 septembre 2019 (H. Pinston) sur les baguenaudiers de la corniche face au rocher du Sabot.

Il faut remonter à 2006 pour l'observation précédente sur la Réserve, faite au même endroit de la corniche : un couple avait été vu en vol puis posé sur un baguenaudier le 8 septembre (D. Lecornu).

Le baguenaudier est une des plantes hôtes pour la ponte de l'espèce, évènement qui interviendra peut-être à l'avenir sur la Réserve. **53 baguenaudiers ont été comptés en 2019** sur la corniche vers le rocher du Sabot (et 100m plus au sud) contre seulement une vingtaine en 1995. La perte de feuilles des buis en 2003-04 (sécheresse) puis depuis 2016 a certainement favorisé cette évolution.

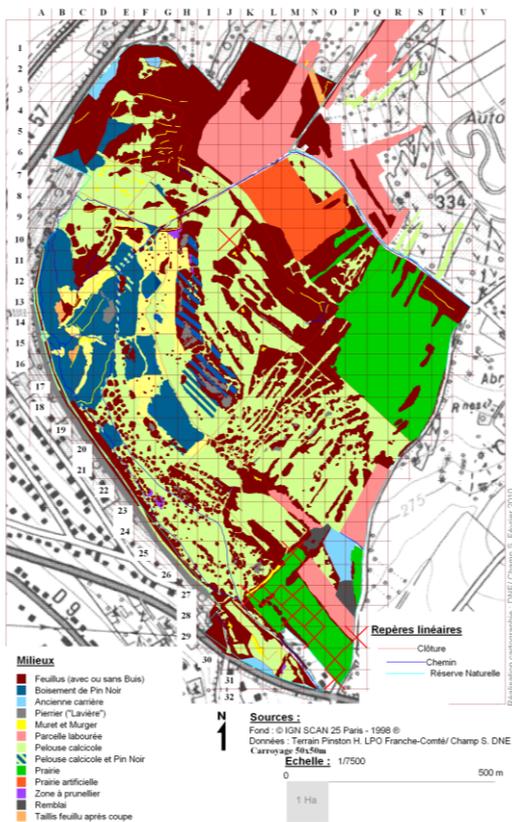


**Azuré porte-queue** *Lampides boeticus* sur baguenaudier de la corniche de la Réserve du Sabot (8 septembre 2006, cliché Didier Lecornu)

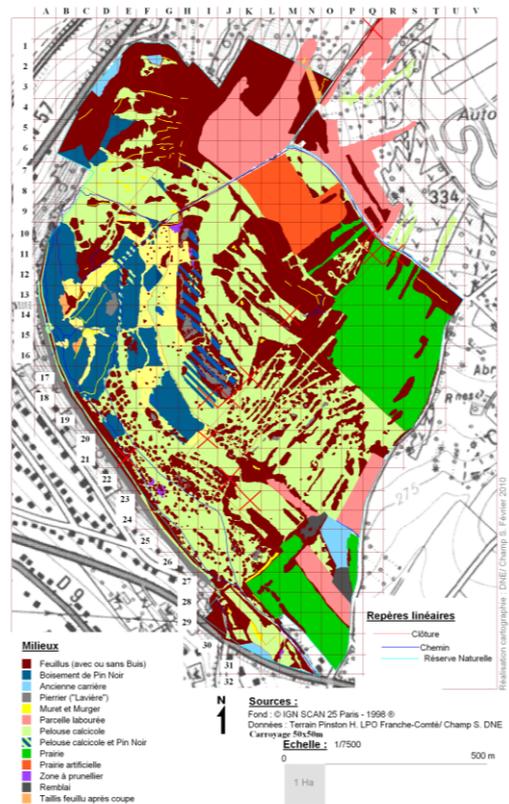
Après une absence de 30 ans (observations par Ch. Joseph en 1982), l'**Azuré du Serpolet** *Maculinea arion*, **espèce protégée en France**, avait été retrouvé le 3 juillet 2012 sur la Réserve du Sabot (D. Lecornu). En revanche, l'espèce est restée présente sur les pelouses (en zone *Natura 2000*) autour de l'aérodrome de Frotey-Comberjon, ce qui souligne l'intérêt de ce secteur. Son retour sur la Réserve est imputable au développement du Serpolet grâce à la conjonction des sécheresses (de 2003-04 et 2006 notamment) et du pâturage extensif ovin.

L'espèce a été revue chaque année depuis 2012 et notamment en 2019 (D. Jugan, F. Louiton), essentiellement sur la prairie sèche dans la partie sud de l'espèce (cf. plan de gauche ci-dessous). Ce secteur est le plus régulier pour l'espèce depuis 2012. Le pâturage ovin extensif s'y déroule en avril puis en octobre.

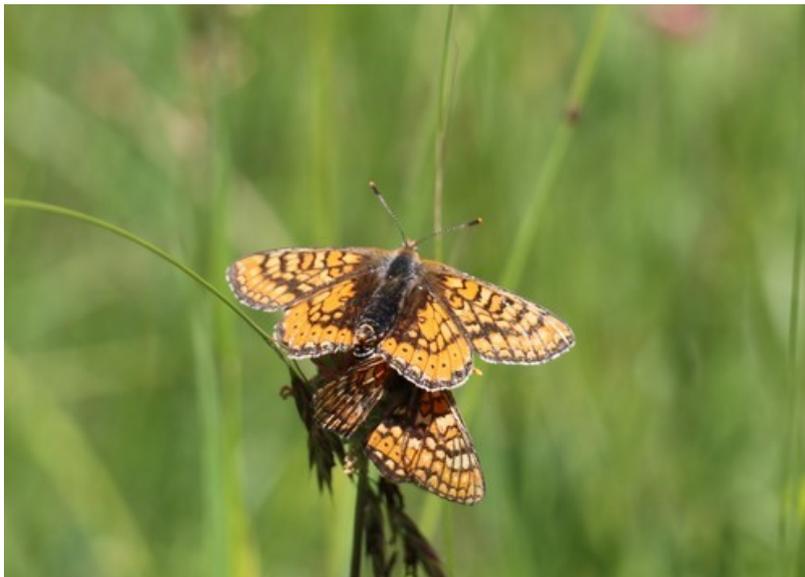
✗ **CARRE 50x50m D'OBSERVATION DE MACULINEA ARION EN 2019** Réserve Naturelle du Sabot de Frotey



✗ **CARRE 50x50m D'OBSERVATION D'EUPHYDRYAS AURINIA EN 2019** Réserve Naturelle du Sabot de Frotey

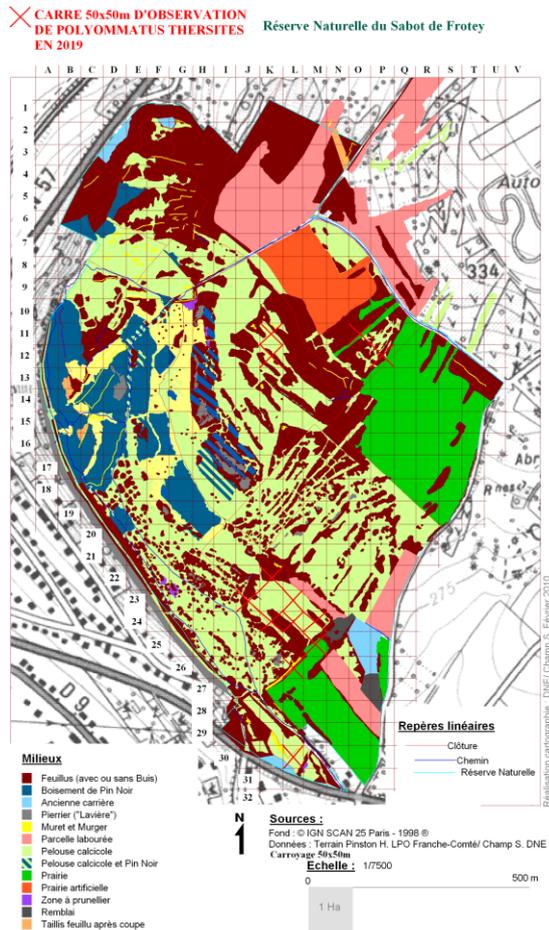


Le Damier de la Succise *Euphydryas aurinia*, espèce protégée en France, a été encore observé en 2019 (D. Jugan, F. Louiton). Comme les années précédentes les observations ont lieu en mai. Les observations sont assez largement réparties sur la Réserve (cf. plan ci-dessus, à droite), mais les effectifs sont faibles. En effet, la fauche d'une partie des pelouses mi-juillet, donc des scabieuses, plantes hôtes principales probables pour la ponte de l'espèce sur la Réserve est un facteur limitant. De plus, les moutons apprécient les scabieuses. Aussi, la rotation du troupeau sur 5 pelouses permet d'atténuer ce facteur négatif.



**Damier de la Succise**  
*Euphydryas aurinia* (RN Sabot, 18 mai 2015, cliché Didier Lecornu)

**L'Azuré de l'Esparcette *Polyommatus thersites***, un des fleurons parmi les papillons de la Réserve, n'avait pas été noté depuis 2013 : après l'observation d'un 1 mâle et 1 femelle en L 27 le 7 juillet 2018 (D. Jugan), soulignons les 14 données (D. Jugan, F. Louiton) de 2019 (cf. plan ci-dessous) en mai (première génération) puis septembre (seconde génération).



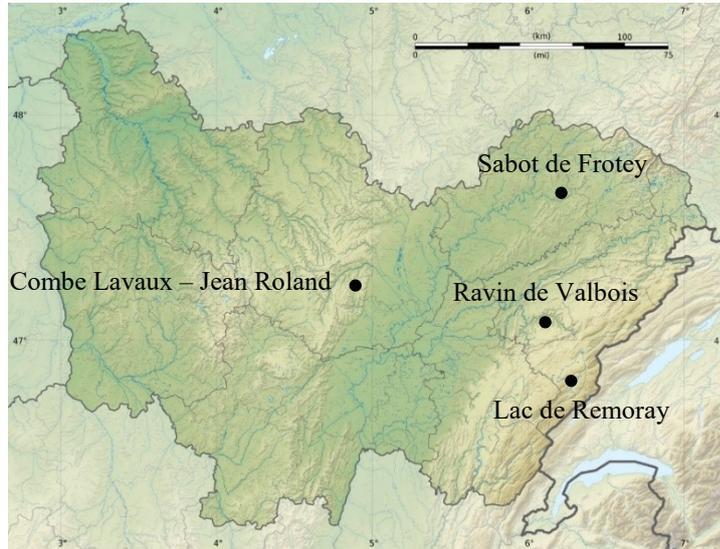
**Azuré de l'Esparcette *Polyommatus thersites***, pelouse à Sainfoin du versant sud de la Réserve (cliché Denis Jugan, 27 mai 2006).

La pelouse à Sainfoin (= Esparcette) du versant sud de la Réserve est récente : elle a vu la plante « apparaître » massivement (par milliers) après la sécheresse de 2003 par levée de graines « anciennes » de la banque de graines du sol. Laisser, certaines années au moins, un secteur non fauché (lors de la fauche de mi-7) sur la zone de présence classique de l'Azuré de l'Esparcette sur la Réserve, permettrait de mieux préserver les pontes du papillon

Les deux espèces nouvelles en 2018 de papillons diurnes pour la Réserve ont été revues en 2019 : le **Grand Mars changeant *Apatura iris*** en M 25 le 3 juillet (D. Jugan) et la **Thécla de l'Yeuse *Satyrium illicis*** en B 14 le 5 juillet. (F. Louiton). Espèces à chercher en 2020.

→ Etude pluriannuelle 2012-2018 du suivi par transect :

Nous résumons ici le riche rapport de stage de « Master 2 » de Thomas Nevers (Nevers, 2019) relatif à l'analyse pluriannuelle des résultats du suivi des papillons diurnes (Rhopalocères et Zygènes) pour 4 Réserves naturelles nationales de Bourgogne Franche-Comté, dont 3 avec des pelouses sèches (hors RNN Lac de Remoray) parmi lesquelles la **Réserve du Sabot pour la période 2012 à 2018**.



*Figure 23 : Localisation des quatre RNN où ont été effectués les suivis en Bourgogne Franche-Comté.*

Mise en forme des données (recueillies de 2012 à 2018 par Didier Lecornu puis François Louiton) :

La taille des transects variant un peu d'une parcelle à l'autre (par exemple, moyenne de 120m sur la RNN du Sabot), les données ont été ramenées à 100 m. Un indice d'abondance (IA) (van Swaay *et al.*, 2001) a été calculé pour chaque espèce afin d'estimer l'abondance relative annuelle sur chaque transect. Le calcul de l'IA a été légèrement modifié (Langlois et Gilg, 2007) pour une application plus pratique tout en conservant le même résultat. Il se décrit de la manière suivante :

$$IA = \sum_{i=a+1}^{i=b-1} \left( \frac{1}{2} * (t_{i+1} - t_{i-1}) * N_i \right)$$

Avec :

IA = Indice d'abondance de la section donnée

i : le numéro de la visite

t : date

( $t_{i+1} - t_{i-1}$ ) : nombre de jours entre le relevé précédant et suivant le relevé i

a : première visite

b : dernière visite

N : nombre d'individus à la visite t

Le résultat représente concrètement la surface sous la courbe d'abondance annuelle de chaque espèce. Toutefois, si la période entre deux passages consécutifs dépasse de moitié la période de vol d'une espèce, les données doivent être retirées. En effet, le pic d'émergence de l'espèce n'étant pas recensé, l'indice peut être biaisé. En conséquence, **l'année 2016** a dû être retirée du jeu de données pour la Réserve du Sabot.

Les espèces ont été réunies en groupes écologiques suivant leur écologie et leur degré de sténocécie (espèce sténocécie : à niche écologique étroite, à faible capacité d'adaptation lors de variations de facteurs écologiques) en plusieurs catégories : généralistes, semi-spécialistes des ourlets thermophile/mésophile, des forêts, des fourrés, des prairies, des pelouses, et strictement spécialistes des ourlets thermophile/mésophile, des fourrés, des prairies, des pelouses. Ces critères ont été établis par Pascal Dupont (2015) et sont définis de la manière suivante :

- **Généralistes** : espèces dont les chenilles se développent dans de nombreuses typologies d'habitat.
- **Semi-spécialistes** : espèces dont les chenilles se développent principalement dans l'habitat associé. L'espèce peut se maintenir au niveau de l'habitat même dans le cas où ce dernier subit une dégradation. Ces espèces sont généralement communes.
- **Spécialistes** : espèces dont les chenilles se développent majoritairement dans l'habitat associé. Ces espèces ont généralement une répartition étroitement liée à la répartition de l'habitat. Le bon état de conservation de l'habitat est un facteur clé pour la dynamique des populations de l'espèce.
- **Spécialistes et rares** : espèces ayant une répartition très localisée dans le département. Cette répartition peut être liée à une spécialisation importante de l'espèce vis-à-vis d'une composante de l'habitat et/ou à une adaptation moindre de l'espèce dans le département concerné.

Les espèces classées comme «Spécialistes et rares » étant très localisées et très peu recensées, elles ont été intégrées aux spécialistes pour les analyses de cette étude.

### Analyses statistiques :

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R 3.5.2 (R Core Team, 2019). Afin d'observer la structuration des communautés de papillons rhopalocères (=Papilionoidea) et Zygaenidae des trois sites de pelouse (hors RNN Lac de Remoray), des RDA (analyses de redondances) ont été réalisées (fonction « triplot.rda » (Borcard *et al.*, 2018)) sur la base des indices d'abondances de chaque espèce. Cette analyse a été faite à années égales (*i.e.* 2013, 2014, 2015, 2017 et 2018).

De plus, aucun transect en ourlet thermophile n'existant dans la RNN de la Combe Lavaux – Jean Roland, seules les sections sur pelouses ont été conservées pour garantir une homogénéité des habitats dans les comparaisons.

Certaines espèces de Zygaenidae comme *Zygaena filipendulae*, n'ont pas été recensées au Ravin de Valbois, malgré leur présence. En conséquence, elles ont été retirées des données pour cette comparaison.

Pour une meilleure lisibilité, seules les espèces ayant une contribution supérieure à 25 % sur les deux premiers axes des RDA ont été affichées.

Les données ont été transformées au préalable en matrices d'Hellinger (Legendre & Gallagher, 2001). Les variables ont été testées par tests F de permutations, puis des comparaisons multiples entre modalités ont été utilisées sur la base de 999 répétitions à l'aide de la fonction « pairwise.factorfit » (package RVAideMemoire (Hervé, 2019) afin de pouvoir analyser des différences statistiques entre les modalités des variables testées.

Les p-value ont été ajustées suivant la méthode « str » (Benjamini & Hochberg, 1995).

Ensuite, les indices d'abondances de chaque groupe écologique ont été comparés en fonction du site par lmm (modèles linéaires mixtes) afin de révéler si différentes RNN montrent des différences pour ces groupes. Les transects échantillonnés étant les mêmes d'une année à l'autre, les données sont dépendantes. Il a donc été décidé d'inclure la variable transect en tant que facteur aléatoire.

Des corrections ont été appliquées aux modèles pour corriger l'hétéroscédasticité (notion indiquant que les variances des résidus des variables analysées sont différentes) des résidus, utilisant une famille « quasi » sous la fonction « glmmPQL » (package MASS, Ripley *et al.*, 2019).

Des tests de Wald ont été utilisés avec la fonction « Anova » (package car ; Fox *et al.*, 2019). Lorsque les facteurs testés étaient significatifs, les moyennes marginales estimées ont été calculées à l'aide de la fonction « emmeans » (package emmeans ; Lenth, 2019) pour ensuite comparer les différences entre modalités sur la base de la méthode de Tukey avec la fonction « cld » (package multcompView ; Graves, 2015).

**Ensuite, dans une même logique, mais à échelle locale, des RDA ont été réalisées sur chaque RNN séparément** en tenant compte des différents transects existants et des années.

**À l'échelle du site, l'utilisation des transects permet de différencier si, au sein d'un même habitat, des structurations différentes de la communauté s'observent, en lien avec la gestion. Les centroïdes des années ont été reliés pour représenter les trajectoires des différentes communautés de chaque RNN dans le temps.**

Sur la RNN du Ravin de Valbois, la représentation des années n'étant pas interprétable à l'échelle du site, deux RDA conditionnelles ont été réalisées sur les deux habitats de pelouses séparément avec la variable « transect » comme variable conditionnelle.

La RDA de RNN de la Combe Lavaux présentant trois axes interprétables, ils ont tous été étudiés mais seuls les deux premiers ont été affichés sur l'ordination.

**Au Sabot de Frotey**, le transect (n°1) en ourlet mésophile concentrait une part très importante de la variance, minimisant ceux des autres habitats. **Ce transect a donc été retiré pour cette partie de l'analyse.**

Concernant la construction de modèles, **le nombre de transects n'étant pas suffisant par unité d'habitat et de gestion, seul l'habitat a été traité.**

De plus, le nombre de transects par habitats ne permettant pas l'utilisation de modèles mixtes, des lm ont été utilisés en ajoutant la variable « transect » comme facteur fixe, emboîté avec l'habitat. Les modèles expliquant les indices d'abondances ont reçu les mêmes corrections citées précédemment, en passant par des glm (modèles linéaires généralisés) plutôt que glmm. Des tests F ont été utilisés, sous fonction « Anova ». Les moyennes marginales estimées annuelles ont été calculées sur la base des habitats de pelouses uniquement pour deux raisons : les ourlets, thermophile du Ravin de Valbois et mésophile du Sabot de Frotey, montrent des indices d'abondances proches de 0 pour certains groupes, ce qui sous-estime les valeurs annuelles.

De plus, pour le Ravin de Valbois, les transects en ourlets thermophiles ont débuté quatre ans après les autres. Certains groupes présentant des indices d'abondances trop faibles n'ont pas pu être étudiés correctement. En conséquence, ils n'ont pas été affichés.

Enfin, il paraît important de tester si, au-delà des variations annuelles des groupes écologiques, la hiérarchie entre espèces généralistes, semi-spécialistes et spécialistes est stable. Pour ce faire, les IA des trois groupes ont été comparés chaque année. Pour cette analyse, des glmm ont été utilisés en mettant la variable « année » en interaction avec la variable « sténocéie » et la variable « transect » comme facteur aléatoire. Des tests de Wald ont été utilisés sous fonction « Anova ».

Les mêmes modèles testant les années ont été utilisés pour les différents scénarios de simplification. Les comparaisons deux à deux n'ont pas été effectuées car seules les tendances étaient attendues par ces analyses (*i.e.* si les fortes diminutions et augmentations sur plusieurs années étaient décelées).

## Résultats :

**Approche globale des trois RNN avec pelouses sèches** (RNN Sabot de Frotey, Ravin de Valbois et Combe Lavaux) :

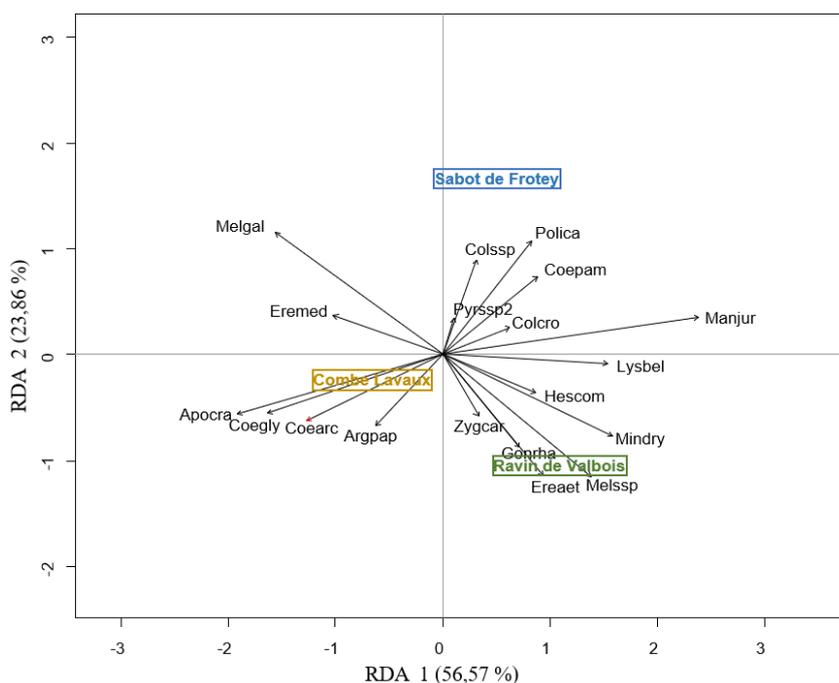
La RDA explique 38,15 % de la variance totale du jeu de données. Les trois RNN se distinguent par la composition de leur communauté de Rhopalocères et Zygaenidae (figure 24 ; Anova, variance = 29,26 %,  $F_{2,127} = 30,04$ ,  $P < 0,001$ ).

Le complexe d'espèces *Colias* spp. (*C. hyale* et *C. alfacariensis*), l'**Azuré de la Bugrane** *Polyommatus icarus*, le **Fadet commun** *Coenonympha pamphilus* et le complexe *Pyrgus* spp2 (*P. alveus* et *P. armoricanus*) montrent des abondances plus élevées au **Sabot de Frotey**.

Le **Ravin de Valbois** est associé à une plus grande abondance en espèces telles que le complexe *Melitaea* spp. (*M. athalia* et *M. parthenoides*), la **Virgule** *Hesperia comma*, la **Zygène de la Carniole** *Zygaena carniolica*, le **Moiré sylvicole** *Erebia aethiops*, la **Dryade Minois** *dryas* et le **Citron** *Gonepteryx rhamni*, positivement corrélées entre elles, mais négativement avec le **Demi-deuil** *Melargia galathea* et le **Moiré franconien** *Erebia medusa*, ces deux derniers apparaissant plus abondants au Sabot de Frotey et à la Combe Lavaux.

Sur le second axe, le **Myrtil** *Maniola jurtina*, le **Souci** *Colias crocea* et **Azuré bleu céleste** *Lysandra bellargus* montrent des valeurs d'abondance supérieures à Valbois et au Sabot. Enfin, la Combe Lavaux est représentée par des abondances élevées pour **Gazé** *Aporia crataegi*, **Fadet de la Mélisque** *Coenonympha glycerion*, **Céphale** *Coenonympha arcania* et **Tabac d'Espagne** *Argynnis paphia*.

Aucune structuration dans les années n'est ressortie malgré la significativité de la variable (Anova, variance = 8,88 %,  $F_{4,127} = 4,56$ ,  $P < 0,001$ ).



*Figure 24 : Analyse de redondances sur l'ensemble des 3 RNN de l'étude. Le codage des noms d'espèces est fait avec les trois premières lettres du genre et de l'espèce.*

L'indice d'abondance des généralistes est significativement plus élevé dans les RNN du Ravin de Valbois et du Sabot de Frotey (voir tableau VII ci-dessous).

**Concernant les semi-spécialistes, des différences selon les écologies ont été montrées avec le Sabot de Frotey concentrant la plus grande abondance en espèces prairiales (toutefois non significativement différentes de la Combe Lavaux) et de pelouses.**

Les spécialistes de l'ourlet thermophile sont significativement plus nombreux à la Combe Lavaux et au Ravin de Valbois, de même pour les espèces inféodées aux fourrés mais sans différence significative recensée pour les spécialistes de pelouses alors que la Combe Lavaux accueille une espèce de moins que dans les deux autres RNN.

Groupes écologiques	$\chi^2(2)$	P-value	CL	SF	RV
Généralistes (n= 20, 22, 20)	28,4	< 0,001	192 ± 33,6 <sup>a</sup>	725 ± 146 <sup>b</sup>	470 ± 85 <sup>b</sup>
Semi-spécialistes (n= 28, 30, 28)	5,98	0,05	1343 ± 160	1123 ± 198	785 ± 172
Ourlet (n= 13, 11, 13)	25,19	< 0,001	280,6 ± 39,5 <sup>b</sup>	93,3 ± 18,6 <sup>a</sup>	277,9 ± 43,1 <sup>b</sup>
Fourrés (n= 5, 5, 7)	26,33	< 0,001	188,1 ± 31,1 <sup>b</sup>	39,9 ± 10,7 <sup>a</sup>	105,8 ± 20,6 <sup>b</sup>
Forêts (n= 2, 4, 3)	-	-	-	-	-
Prairies (n= 1, 3, 2)	15,99	< 0,001	670 ± 111,1 <sup>b</sup>	720 ± 148,8 <sup>b</sup>	272 ± 54,9 <sup>a</sup>
Pelouses (n= 7, 3, 4)	23,98	< 0,001	74,1 ± 10,2 <sup>a</sup>	150,6 ± 23,34 <sup>b</sup>	54,0 ± 8,68 <sup>a</sup>
Spécialistes (n= 35, 29, 32)	6,77	< 0,05	517 ± 74,6 <sup>a</sup>	621 ± 94,9 <sup>ab</sup>	808 ± 88,1 <sup>b</sup>
Ourlets (n= 7, 3, 6)	40,52	< 0,001	113,1 ± 12,1 <sup>b</sup>	30,9 ± 5,7 <sup>a</sup>	93,4 ± 11,3 <sup>b</sup>
Fourrés (n= 6, 6, 4)	8,55	0,01	5,6 ± 1,5 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,62 <sup>a</sup>	4,29 ± 1,27 <sup>ab</sup>
Prairies (n= 4, 3, 3)	-	-	-	-	-
Pelouses (n= 18, 17, 18)	5,58	< 0,05	345 ± 58 <sup>a</sup>	516 ± 104 <sup>a</sup>	623 ± 108 <sup>a</sup>

*Tableau VII : Moyennes ± erreurs standard des indices d'abondances en fonction des différentes RNN. Entre parenthèses les richesses spécifiques des trois RNN respectivement dans l'ordre du tableau.*

*Les lettres en indices indiquent les résultats des comparaisons deux à deux au seuil de 5 % après correction de Tukey. (CL = Combe Lavaux, SF = Sabot de Frotey et RV = Ravin de Valbois).*

*Les groupes écologiques pour lesquels les valeurs ne sont pas affichées traduisent un manque de données pour pouvoir établir des résultats.*

### **Approche pour la RNN du Sabot de Frotey :**

**Au total, 81 espèces** (moyenne annuelle ± erreur standard : 58 ± 2) **ont été recensées sur toute la période du suivi** sur la RNN du Sabot (RNN Ravin de Valbois : 81 espèces et moyenne annuelle ± erreur standard : 59 ± 1 ; RNN Combe Lavaux : 83 espèces et moyenne annuelle ± erreur standard : 52 ± 1)

**L'espèce la plus abondante de la RNN du Sabot est le Demi-deuil *M. galathea* (29%)** suivie du Myrtil *M. jurtina* (14%) et de l'Azuré bleu nacré *L. coridon* (13%).

**L'Azuré du Serpolet *Maculinea arion* (= *P. arion*),** protégé en France, est contacté tous les ans au Sabot sur la durée du suivi 2012-2018 (après une longue absence depuis 1982, soit 20 ans).

La RDA (variance contrainte 67,2 % de la variance totale du jeu de données) montre une structuration de la communauté selon les différents transects (Anova, variance = 36,81 %,  $F_{6,30} = 5,61$ ,  $P < 0,001$  ; figure 25).

L'axe 1 sépare les transects sur pelouses mésoxérophiles, à l'exception du transect numéro 5 (pelouse à sainfoin) et du transect en pâture mésophile (n° 6 du parc V1) à tendance pelouse sèche.

Ce dernier transect n°6 montre des abondances plus importantes de six espèces positivement corrélées entre elles : l'**Azuré bleu céleste** *Lysandra bellargus*, le **Fadet commun** *C. pamphilus*, l'**Azuré de la Bugrane** *P. icarus* et, dans une moindre mesure, l'**Azuré du Trèfle** *Everes (Cupido argiades)*, le **Cuivré fuligineux** *Heodes (Lycaena) tityrus* et le groupe *Melitaea* spp. (*M. athalia* et *M. parthenoides*).

De plus, ces espèces apparaissent plus abondantes en 2014. En effet, l'année présente également une part importante de la variance contrainte (Anova, variance = 30,39 %,  $F_{5,30} = 5,56$ ,  $P < 0,001$ ). Le premier axe laisse apparaître un gradient annuel de 2014 à 2018. La position de 2013 très proche de 2015 montre que ces espèces ont augmenté de 2013 à 2014 puis ont diminué continuellement jusqu'en 2018.

À l'opposé de cet axe, Le **Demi-deuil** *Melanargia galathea* est plus abondant sur les transects 2, 3 et 4 des pelouses mésoxérophiles avec une augmentation en 2018.

Deux autres espèces sont fortement influencées par leur augmentation en 2018 : le **Céphale** *C. arcania* et la **Zygène transalpine** *Zygaena transalpina*.

Sur l'axe 2, l'**Amaryllis** *P. tithonus* montre des abondances plus élevées sur les transects 7 et 8. Négativement corrélés à cette espèce, le **Virgule** *H. comma*, la **Zygène de la Filipendule** *Zygaena filipendulae*, l'**Argus frêle** *C. minimus* et l'**Azuré bleu nacré** *L. coridon* apparaissent avec des abondances maximales sur les transects 2, 3 et 4.

Des variations annuelles sont également perceptibles pour ce groupe, avec **des diminutions surtout en 2018**.

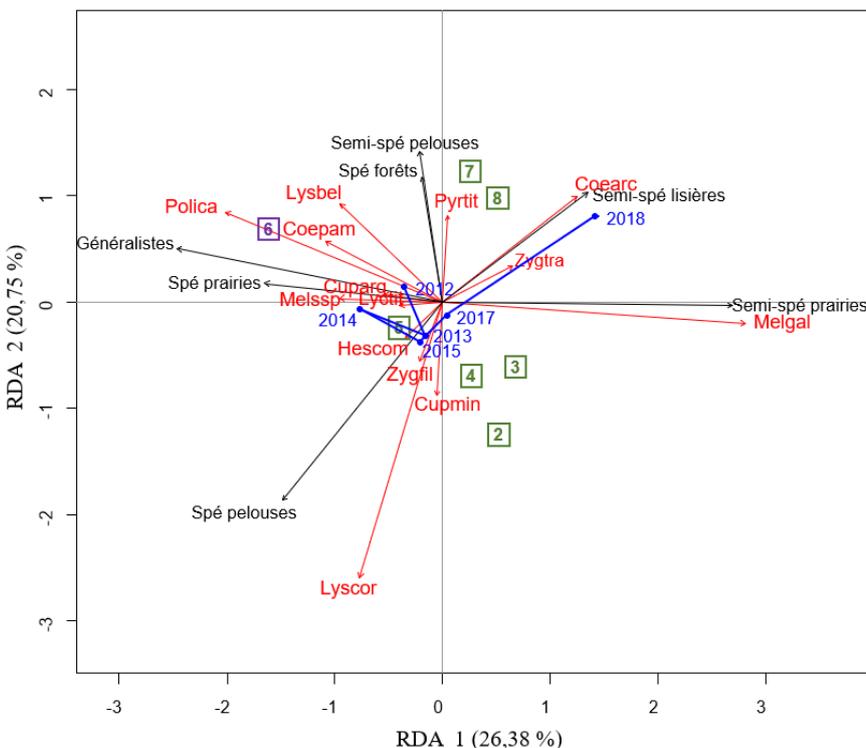


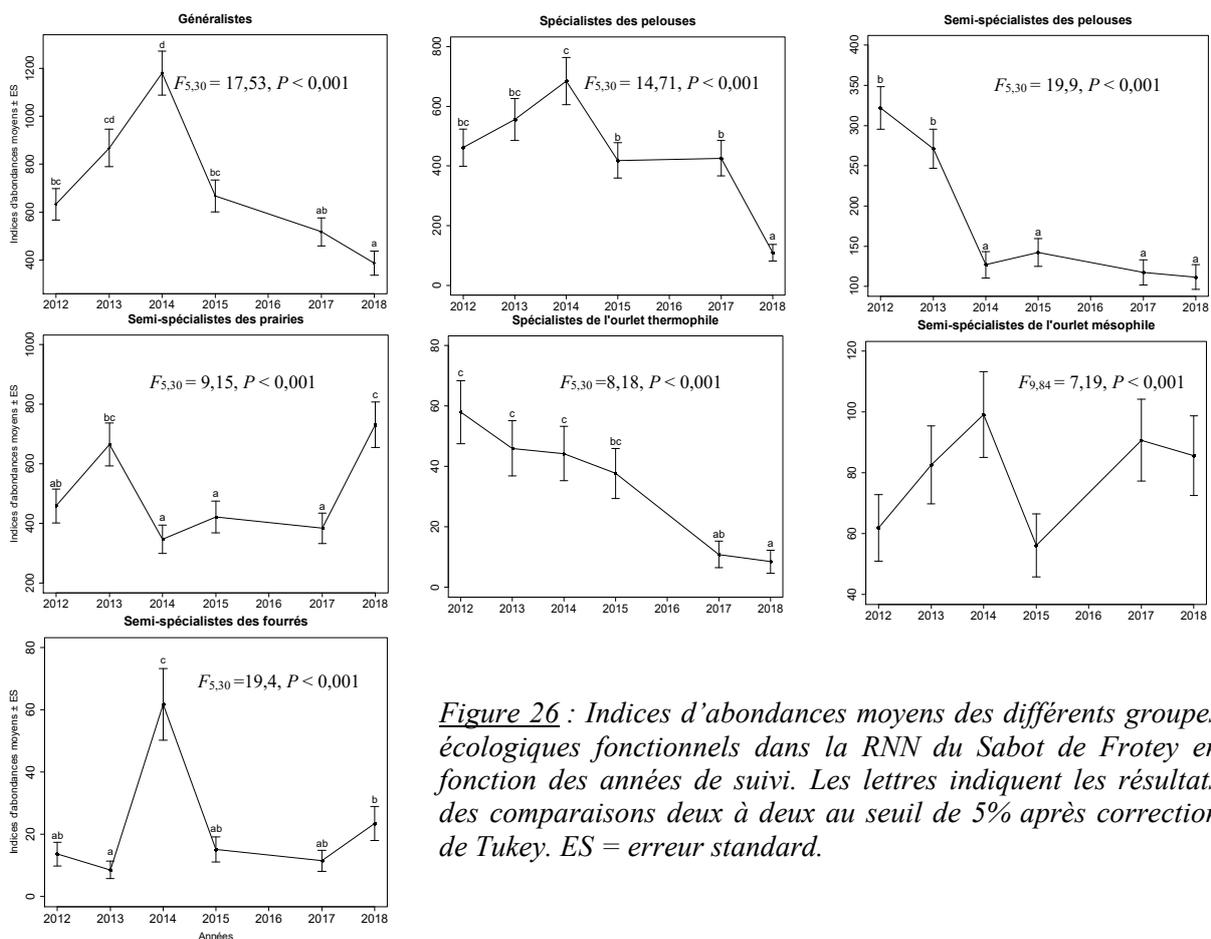
Figure 25 : RDA projetant la structuration de la communauté en Rhopalocères et Zygaenidae sur l'ensemble de la RNN du Sabot de Frotey montrant la structuration de la communauté en Rhopalocères et Zygaenidae en fonction des transects de chaque habitat (vert : pelouses mésoxérophiles, violet : pâture mésophile). Les traits écologiques sont affichés en noir. Le codage des noms d'espèces est fait avec les trois premières lettres du genre et de l'espèce.

**Les pelouses mésoxérophiles accueillent significativement moins de généralistes (voir tableau VIII en page suivante) que les deux autres habitats, et significativement plus de semi-spécialistes que la pâture mésophile.**

Les semi-spécialistes en général sont significativement plus abondants au niveau de l'ourlet mésophile (surtout les semi-spécialistes de lisières et de fourrés) et en pelouses mésoxérophiles (notamment les espèces de fourrés, prairies et pelouses).

Les spécialistes de pelouses sont significativement plus abondants sur les pelouses et la pâture. Enfin, les spécialistes de l'ourlet mésophile ont des valeurs significativement plus élevées sur les pelouses mésoxérophiles.

**Plusieurs groupes écologiques montrent des diminutions significatives lors des dernières années (figure 26).**



*Figure 26 : Indices d'abondances moyens des différents groupes écologiques fonctionnels dans la RNN du Sabot de Frotey en fonction des années de suivi. Les lettres indiquent les résultats des comparaisons deux à deux au seuil de 5% après correction de Tukey. ES = erreur standard.*

**Les généralistes et les spécialistes de pelouses ont vu leurs indices d'abondances divisés par trois et quatre respectivement en quatre ans et les spécialistes de l'ourlet mésophile ne cessent de diminuer depuis le début du suivi.**

Les semi-spécialistes de pelouses ont perdu de nombreux effectifs en 2014 et se maintiennent depuis. Enfin, les trois derniers groupes ne montrent pas de tels changements sur la période du suivi, avec toutefois quelques fluctuations.

L'interaction entre les IA des trois groupes écologiques et les années est significative (Anova,  $\chi^2_{10} = 69,37, P < 0,001$ ). L'indice d'abondance des espèces généralistes et spécialistes ne diffère pas d'après le test post-hoc, qu'important les années. Seuls les semi-spécialistes se détachent des deux autres groupes écologiques avec un indice d'abondance plus élevé pour les années 2012, 2013 et 2018.

RNN du Sabot de Frotey					
Groupes écologiques	$F_{2,35}$	P-value	Ourlet mésophile	Pelouses mésoxérophiles	Pâturage mésophile (parc V1)
<b>IA</b>					
Généralistes	9,41	< 0,001	1097 ± 125,6 <sup>b</sup>	632 ± 42,2 <sup>a</sup>	1086 ± 125 <sup>b</sup>
Semi-spécialistes	17,61	< 0,001	1008 ± 127,1 <sup>b</sup>	1133 ± 58,7 <sup>b</sup>	489 ± 84,4 <sup>a</sup>
Ourlets	119,24	< 0,001	492,2 ± 38,57 <sup>c</sup>	92,9 ± 7,43 <sup>b</sup>	26,3 ± 8,83 <sup>a</sup>
Fourrés	16,51	< 0,001	41,56 ± 7,32 <sup>b</sup>	35,25 ± 3,13 <sup>b</sup>	5,69 ± 2,63 <sup>a</sup>
Forêts	-	-	-	-	-
Prairies	20,78	< 0,001	418 ± 81,9 <sup>a</sup>	751 ± 49,6 <sup>b</sup>	290 ± 68,2 <sup>a</sup>
Pelouses	68,70	< 0,001	2,71 ± 2,43 <sup>a</sup>	170,23 ± 8,58 <sup>b</sup>	141,96 ± 17,77 <sup>b</sup>
Spécialistes	54,72	< 0,001	75,4 ± 24,5 <sup>a</sup>	578,9 ± 33,8 <sup>b</sup>	476,1 ± 62,5 <sup>b</sup>
Ourlets	12,17	< 0,001	8,33 ± 3,80 <sup>a</sup>	31,38 ± 3,82 <sup>b</sup>	12,17 ± 4,62 <sup>a</sup>
Fourrés	-	-	-	-	-
Prairies	-	-	-	-	-
Pelouses	46,18	< 0,001	33,4 ± 17,3 <sup>a</sup>	457,3 ± 32,9 <sup>b</sup>	443,5 ± 64,6 <sup>b</sup>
<b>RS</b>					
Généralistes	8,42	< 0,01	11,63 ± 0,66 <sup>b</sup>	8,9 ± 0,24 <sup>a</sup>	9,42 ± 0,59 <sup>a</sup>
Semi-spécialistes	11,70	< 0,001	12,46 ± 0,8 <sup>b</sup>	9,15 ± 0,28 <sup>a</sup>	7,83 ± 0,63 <sup>a</sup>
Ourlets	13,86	< 0,001	5,95 ± 0,65 <sup>c</sup>	3,38 ± 0,2 <sup>b</sup>	2,15 ± 0,37 <sup>a</sup>
Fourrés	11,27	< 0,001	2,68 ± 0,7 <sup>c</sup>	1,65 ± 0,2 <sup>b</sup>	0,31 ± 0,14 <sup>a</sup>
Forêts	-	-	-	-	-
Prairies	-	-	-	-	-
Pelouses	18,69	< 0,001	0,32 ± 0,12 <sup>a</sup>	2,23 ± 0,21 <sup>b</sup>	2,63 ± 0,57 <sup>b</sup>
Spécialistes	12,38	< 0,001	5,99 ± 0,53 <sup>a</sup>	8,47 ± 0,26 <sup>b</sup>	10,15 ± 0,69 <sup>b</sup>
Ourlets	-	-	-	-	-
Fourrés	-	-	-	-	-
Prairies	-	-	-	-	-
Pelouses	58,05	< 0,001	1,94 ± 0,24 <sup>a</sup>	6,40 ± 0,24 <sup>b</sup>	8,28 ± 0,71 <sup>c</sup>

*Tableau VIII : Moyennes ± erreurs standard des indices d'abondances (IA) et richesses spécifiques (RS) en fonction des différents habitats sur la RNN du Sabot de Frotey. Les lettres en indices des résultats indiquent les résultats des comparaisons deux à deux au seuil de 5% après correction de Tukey. Les groupes écologiques pour lesquels les valeurs ne sont pas affichées traduisent un manque de données pour pouvoir établir des résultats.*

### **Discussion :**

Le protocole de suivi par transect mis en place a permis de montrer que les trois RNN (Combe Lavaux, Ravin de Valbois, Sabot de Frotey) accueillent une quantité importante de Rhopalocères et Zygènes, avec un peu moins du tiers des espèces françaises et plus de la moitié des espèces connues de la région.

Les communautés échantillonnées sur les trois RNN présentent chacune des espèces différentes qui les caractérisent par rapport aux autres. Malgré cela, le **Demi-deuil** *Melanargia galathea*, espèce semi-spécialiste prairiale, et l'**Azuré bleu nacré** *Lysandra coridon*, espèce spécialiste de pelouse par excellence, sont les deux espèces apparaissant parmi les plus abondantes dans les trois RNN. Il est important de noter également le **Myrtil** *Maniola jurtina*, espèce généraliste, deuxième espèce la plus abondante au Ravin de Valbois et au Sabot de Frotey.

Le **Demi-deuil** et le **Myrtil** sont les deux espèces les plus abondantes de la région Bourgogne Franche-Comté et se satisfont des milieux fleuris présentant diverses poacées, leurs plantes hôtes

(Essayan *et al.*, 2013). Ces deux espèces figurent également parmi les plus abondantes de France (Fontaine et Lorrillière, 2016), et d'autres études en recensent au moins une des deux dans le top trois des espèces les plus abondantes sur les pelouses calcaires étudiées (Dover *et al.*, 1997 ; Schneider & Fry, 2001 ; Ernst *et al.*, 2017).

En ce qui concerne les habitats de pelouse, la plus faible abondance des espèces généralistes à La Combe Lavaux pourrait venir du fait que cette RNN est la plus xérophile des trois. Cet aspect peut s'expliquer par le climat de la côte dijonnaise, différent du climat retrouvé sur les deux RNN franc-comtoises. En effet, les moyennes de précipitations annuelles depuis 2000 indiquent 770 mm à la Combe Lavaux contre 1106 mm au Ravin de Valbois et **962 mm au Sabot de Frotey** (E-OBS meteo v.19.0e). Ainsi, le climat plus sec de la Combe Lavaux pourrait ne pas convenir aux espèces généralistes. En effet, ces dernières sont surtout recensées en grandes quantités dans des milieux plus mésophiles, présentant une diversité de plantes hôtes et ressources en nectar plus importantes, profitant ainsi à de nombreuses espèces (Sjödin *et al.*, 2008 ; Krämer *et al.*, 2012). Les pelouses (més) xérophiles sont alors un habitat de qualité qui convient aux spécialistes de pelouses sur la zone d'étude. Ils y sont les plus abondants de tous les groupes écologiques étudiés, excepté au Sabot de Frotey où ils sont recensés en plus faibles quantités malgré la non significativité apparente. La dominance de semi-spécialistes et généralistes peut refléter un contexte plus mésophile que xérophile sur ces pelouses.

À noter également qu'au Ravin de Valbois, les spécialistes de pelouses sont recensés en quantités similaires sur les pelouses mésoxérophiles et marneuses. Cela est principalement dû à la présence en grande quantité du complexe des mélitées (*M. athalia* et *M. parthenoides*) sur les pelouses marneuses. Ainsi, malgré la forte proportion de généralistes, cet habitat accueille également un cortège de spécialistes important pour estimer la qualité de l'habitat. Toutefois les deux espèces constituant ce complexe des mélitées sont plus mésophiles que l'**Azuré bleu nacré** *L. coridon* (Essayan *et al.*, 2013), qui est abondant dans les pelouses mésoxérophiles.

Un élément de conservation important des pelouses est la surface des « patches » et leur connectivité. Vandewoestijne *et al.* (2005) avancent que la perte de surface constitue la plus grande menace pour la survie des espèces. En effet, ces facteurs ont un impact sur la densité des spécialistes (Brückman *et al.*, 2010). Une des causes de la réduction des surfaces est l'enfrichement trop important, néfaste pour plusieurs espèces (Brückmann *et al.*, 2010). Il paraît alors nécessaire de contrôler cette strate arbustive.

Dans la RNN de la Combe Lavaux la progression des semi-spécialistes de fourrés et de forêts est certainement le résultat d'un enfrichement progressif de certaines zones. Des travaux de restauration ont eu lieu fin 2017 visant l'abattage de Pin noir *Pinus nigra* et le débroussaillage de fruticées sur 10 ha. Les travaux, trop récents, n'ont pas montré de changement de la communauté en 2018 par rapport à 2017. Par la suite, cette restauration devrait profiter aux spécialistes de pelouses, en augmentation lorsque les lisières régressent (Ries & Sisk 2008).

La quasi absence des spécialistes de pelouses dans les ourlets, thermophile au Ravin de Valbois et mésophile au Sabot de Frotey, appuie cette information. Cependant, l'impact de la surface de pelouses ne se fait pas ressentir dans cette étude. L'indice d'abondance des spécialistes de cet habitat au Ravin de Valbois apparaît supérieur aux deux autres RNN malgré l'absence de significativité alors que la surface des pelouses y est 10 fois inférieure. Le cloisonnement des pelouses de la RNN de la Combe Lavaux pourrait expliquer ces résultats. En effet, les pelouses sont dispersées en quatre ensembles fortement isolés les uns des autres par des surfaces forestières.

Les pelouses du Sabot de Frotey, qui ont longtemps été cloisonnées par des plantations de *Pinus nigra*, présentent aujourd'hui, grâce à une réduction planifiée depuis 1988, un isolement moins important qu'à la Combe Lavaux, même si cela n'est pas optimal. Les pelouses du Sabot sont par ailleurs connectées à un site Natura 2000 de pelouses calcaires. Elles ne montrent pourtant pas d'indices d'abondances supérieurs aux deux autres RNN.

La réouverture d'une zone boisée pour amplifier la connexion des pelouses mésoxérophiles du Ravin de Valbois à d'autres milieux ouverts hors RNN est prévue dans les années à venir. Le protocole mis en place permettra de détecter de potentiels changements chez les spécialistes de pelouses ou des autres groupes de papillons.

L'impact de la gestion n'a pu être révélée qu'au Sabot de Frotey avec les transects n° 7 et 8 (versant sud-ouest des pelouses communales). En effet, le pâturage estival par les ovins (très consommateurs de fleurs) n'apparaît pas favorable pour plusieurs espèces comme l'**Azuré bleu nacré** *L. coridon*, la **Virgule** *H. comma*, l'**Argus frêle** *C. minimus* et la **Zygène de la Filipendule** *Zygaena filipendulae*. Notons cependant que d'autres pelouses (plus de 5ha) du Sabot (hors suivi par transect) ne sont pâturées que quelques semaines en mai-juin

Au Ravin de Valbois, les transects n° 1, 2 et 4 n'ont pas montré de différence quant à la gestion. La proximité des parcelles entre elles pourrait expliquer ce phénomène. En effet les papillons peuvent facilement voler d'une parcelle à l'autre, ce qui reviendrait à visualiser les pelouses comme une seule et même entité. De plus, il est probable que les différences de pâturage ne soient pas assez marquées pour garantir une hétérogénéité des parcelles sur la strate herbacée et arbustive. Malgré le fait que le pâturage hivernal se concentre sur les strates arbustives et que le pâturage de printemps et estival soit davantage ciblés sur la strate herbacée, la gestion opérée par les cinq ânes au Ravin de Valbois ne permet sûrement pas une pression de pâturage assez élevée.

#### **Par ailleurs, la diminution des espèces spécialistes durant les dernières années au Sabot de Frotey et à la Combe Lavaux peut paraître alarmante.**

L'Azuré bleu nacré *Lysandra coridon*, espèce la plus abondante de cette catégorie, est considérée comme un bon indicateur de la qualité d'habitat (Brereton *et al.*, 2008). Cependant, les pratiques de gestion n'ont pas changé durant la période du suivi, excepté dans la RNN de la Combe Lavaux où le pâturage ovin hivernal en place depuis 1994 a été remplacé par un pâturage hivernal mixte équin et bovin à partir de 2016. La diminution ayant eu lieu en 2015 (année chaude et sèche, au contraire de juillet et août 2014 très humides et peu ensoleillés), les pratiques de gestion ne peuvent pas être responsables de cette perte d'effectifs, d'autant plus que ces pratiques ont généralement des effets bénéfiques sur de nombreuses espèces de lépidoptères Rhopalocères (Bubová *et al.*, 2015), ainsi que sur les Zygaenidae dont un des habitats le plus important est la pâture semi naturelle (Franzén & Ranius, 2004). **De plus, des chutes importantes d'effectifs des spécialistes de pelouses ont pu être observées après l'épisode caniculaire de 2003 au Ravin de Valbois, et ce sur 3 années consécutives avant de montrer un regain d'effectifs. Ce phénomène positif de résilience face à cette perturbation pourrait à moyen terme être annulé si des épisodes caniculaires répétés devaient survenir.**

Les canicules et sécheresses enregistrées en 2018 et 2019 ne devraient donc pas profiter à ces espèces. En effet, les espèces spécialistes sont plus sensibles aux changements environnementaux que les généralistes (Habel *et al.*, 2016).

Des chercheurs en lien avec *Météo France* ont réalisé un rapport concernant l'évolution future des événements climatiques extrêmes au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle. Bien que de grandes incertitudes persistent du fait des nombreux types de modélisations et de scénarios possibles, les températures atteintes en 2003 pourraient devenir les moyennes de températures en 2040 voire des extrêmes froids en 2100 en suivant le pire scénario testé avec toutefois des exceptions à échelle locale, où ces températures resteraient exceptionnelles.

Néanmoins, supposant une réduction des émissions de gaz et des techniques de captation de CO<sub>2</sub> (scénario le plus optimiste testé), 2003 resterait alors un été anormal jusqu'en 2100 (Boucher *et al.*, 2015).

Le **Bleu-nacré d'Espagne** *Lysandra hispana* (Herrich-Schäffer, 1852), espèce proche de l'**Azuré bleu nacré** *L. coridon* et réparti dans le sud de la France, pourrait-elle remplacer cette dernière à moyen terme ? En effet, les espèces migrent moins vite que les changements climatiques ce qui pourrait conduire à la disparition de *L. coridon* dans la région avant la migration de *L. hispana*. Hormis les impacts directs sur les individus, les changements climatiques vont également perturber les communautés végétales (Basto *et al.*, 2018).

La réduction de certaines espèces végétales localement, pourrait avoir un impact direct sur la communauté de Lépidoptères. Signalons cependant qu'au Sabot de Frotey, les relevés botaniques par placettes sur 16 années (1992, 1998, 2004, 2006-19) ne signalent pas de baisse significative de l'Hippocrévide à toupet *Hippocrepis comosa* (plante hôte de *Lysandra bellargus*), qui reste bien présente sauf certaines années où elle est absente sur une ou plusieurs placettes (absente des 5 placettes en 2004 ; absente sur 1 à 2 placettes en 2006, 2008, 2016, 2017, 2019 ; mais très abondante en 2017 sur une autre placette).



*Azuré bleu nacré Lysandra coridon* (RN Sabot, 4 août 2007, cliché Aurélie Coussement)

Les espèces inféodées aux ourlets (thermophile et mésophile) et aux fourrés représentent également une part importante des communautés de la Combe Lavaux et du Ravin de Valbois, tant en abondance qu'en richesse spécifique. La forte couverture en fruticée (20 à 30% de la surface des pelouses) permet une bonne présence de ces deux habitats sur les deux RNN. En effet, les fruticées sont un élément important constituant l'écosystème étudié. Les spécialistes de cette strate sont relativement peu abondants et montrent des effectifs plus faibles à partir de 2013. Ils sont surtout représentés par des espèces de la sous-famille des *Theclinae*, globalement peu abondants sur le territoire. De plus, leurs effectifs sont souvent sous-estimés du fait que ce sont des espèces difficiles à contacter, à moins de réaliser des suivis spécifiques.

La **Thécla du Prunier** *Satyrium pruni*, absente de la Combe Lavaux et du Ravin de Valbois, est connue pour ne voler quasiment qu'en fin de journée (Essayan *et al.*, 2013). Une étude réalisée en 2015 par Helbing *et al.*, ciblée sur la restauration par coupe de la strate arbustive en pelouses calcicoles, a permis de mettre en évidence un rajeunissement des fruticées accompagné d'une augmentation significative de l'espèce spécialiste de fourré étudiée, quatre ans après les travaux. Les travaux ayant eu lieu à la Combe Lavaux pourraient permettre d'améliorer la qualité de l'habitat tout en favorisant les spécialistes de fourrés.

**Au Sabot de Frotey**, les espèces spécialistes inféodées aux fruticées y sont occasionnelles, et celles de l'ourlet mésophile sont en diminution. Deux hypothèses peuvent être formulées à ce sujet.

Premièrement, le Buis *Buxus sempervirens* est l'essence dominante de la strate arbustive dans la RNN. Or, les chenilles des *Theclinae* liées à cette strate sont principalement connues pour se nourrir sur le Prunellier *Prunus spinosa*, le Cerisier de Sainte-Lucie *Prunus mahaleb*, l'Aubépine *Crataegus spp.* ou encore le Nerprun purgatif *Rhamnus cathartica*, toutes présentes au Sabot mais de façon assez localisée, plutôt présentes au nord de la Réserve, hors zone du suivi par transect.

La faible capacité à disperser des *Theclinae*, ajoutée à leur faible proportion en plantes hôtes, ne favorise certainement pas l'installation de ces espèces.

Les semi-spécialistes des fourrés, assez présents au Sabot, peuvent pondre sur des essences fruitières de jardin (Flambé *Iphiclides podalirius*) ou dans des parcs urbains (Citron *Gonepteryx rhamni*) et leurs grandes ailes leur permettent de parcourir de grandes distances.

Deuxièmement, la diminution des spécialistes de l'ourlet mésophile au Sabot de Frotey, peut certainement résulter des pratiques de fauche sur la RNN.

Les pelouses mésoxérophiles sont fauchées tous les ans mi-juillet (juste avant l'émergence des chrysalides (Essayan *et al.*, 2013), tandis que Kalarus *et al.* (2013) recommandent une fauche tous les 2-3 ans, fin mai (mais quid alors des orchidées ?) ou mi-septembre (mais quid de la valeur fourragère pour l'exploitant partenaire ?) pour un bon maintien de *Minois dryas*, espèce spécialiste de l'ourlet mésophile la plus abondante au Sabot de Frotey. Au Sabot, un à deux mètres sont conservés à proximité des lisières et fruticées pour maintenir l'habitat, et de nombreuses petites enclaves de pelouse ne sont jamais fauchées. Cela ne semble malheureusement pas suffisant pour maintenir une bonne qualité de l'habitat sur la base du suivi des Rhopalocères.

Enfin, l'absence de fauche du regain en septembre, avec souvent une reffloraison notable de diverses plantes, compense sans doute un peu la fauche de mi-juillet.

Le gestionnaire prévoit de laisser un îlot non fauché en rotation temporelle et spatiale.

Par ailleurs, la réduction de la dynamique du buis par l'action récente des chenilles de Pyrale du buis *Cydalima perspectalis* pourrait favoriser une diversification botanique des fourrés.

### **Conclusion :**

Le protocole issu des Réserves Naturelles de France a permis de mettre en évidence que les trois RNN étudiées accueillent une diversité en Rhopalocères et Zygaenidae importante et que la structure et la composition des communautés des trois RNN étaient différentes, présentant chacune des particularités.

Les pelouses mésoxérophiles de la RNN du Ravin de Valbois sont représentées par une communauté dominée par des spécialistes de pelouses. Les pelouses marneuses, moins contraignantes, sont quant à elles dominées par les généralistes, mais accueillent également des abondances importantes des autres groupes écologiques.

Les deux RNN de la Combe Lavaux et du Sabot de Frotey sont dominées par les semi-spécialistes de prairies (essentiellement Demi-deuil *Melanargia galathea*). Toutefois, la présence négligeable des autres espèces prairiales ne témoigne pas d'un changement d'habitat de pelouse vers un habitat plus prairial. Les spécialistes de pelouses de la Combe Lavaux se plaisent davantage dans les pelouses xérophiles où ils y sont abondants. Les espèces de l'ourlet thermophile sont également bien représentées au Ravin de Valbois et à la Combe Lavaux, témoignant d'un bon état de conservation de cet habitat. À l'inverse, la faible abondance des spécialistes de fourrés, ainsi que leur diminution en 2013 peuvent paraître surprenants face à la forte présence de buissons sur les deux RNN. Il convient toutefois de faire attention car ces espèces sont peu communes et difficiles à contacter.

**Le Sabot de Frotey montre une dominance des espèces généralistes sur tous les habitats prospectés, ce qui pourrait montrer un contexte plus mésophile que dans les autres RNN.**

**Il paraît toutefois difficile d'imputer cela à la qualité de l'habitat car les spécialistes de pelouses sont toutefois recensés en grandes quantités et les semi-spécialistes de pelouses y sont plus abondants que dans les deux autres RNN.** La sous représentation des espèces liées aux strates arbustives est sûrement la résultante d'une diversité différente d'essences arbustives, avec une dominance actuelle du buis.

**Une information importante a pu être révélée par le suivi : la diminution récente des spécialistes de pelouses sur le Sabot de Frotey et la Combe Lavaux.**

Les chutes ayant été recensées avant le changement des pratiques de gestion à la Combe Lavaux, il ne paraît pas raisonnable de les mettre en cause. De plus, ces diminutions n'ont pas été révélées au Ravin de Valbois. L'impact du climat y serait-il moins important que dans les deux autres RNN, ne subissant que les canicules les plus intenses et de longue durée comme en 2003 ? Le suivi apparaît ici nécessaire pour suivre de près ces fluctuations.

Enfin, le protocole mis en place présente deux limites principales. Premièrement, la relativement faible quantité de transects couplée à la forte variation d'abondance entre chaque section augmente grandement l'incertitude autour de la moyenne. En conséquence, seules les fortes variations sont détectées comme significatives. Une augmentation du nombre de réplifications (*i.e.* transects) par type d'habitats serait un plus (le gestionnaire de la RNN du Sabot précise qu'un tronçon de 100m sera ajouté dès 2020 sur une pelouse pâturée deux semaines en mai ou juin). Cependant, à l'échelle d'un site, la surface est réduite, ne permettant pas aux gestionnaires d'en placer de grandes quantités. De plus, le protocole est limité à 2h30 par session d'échantillonnages pour permettre sa pérennité, ce qui limite également la quantité de sections échantillonnées.

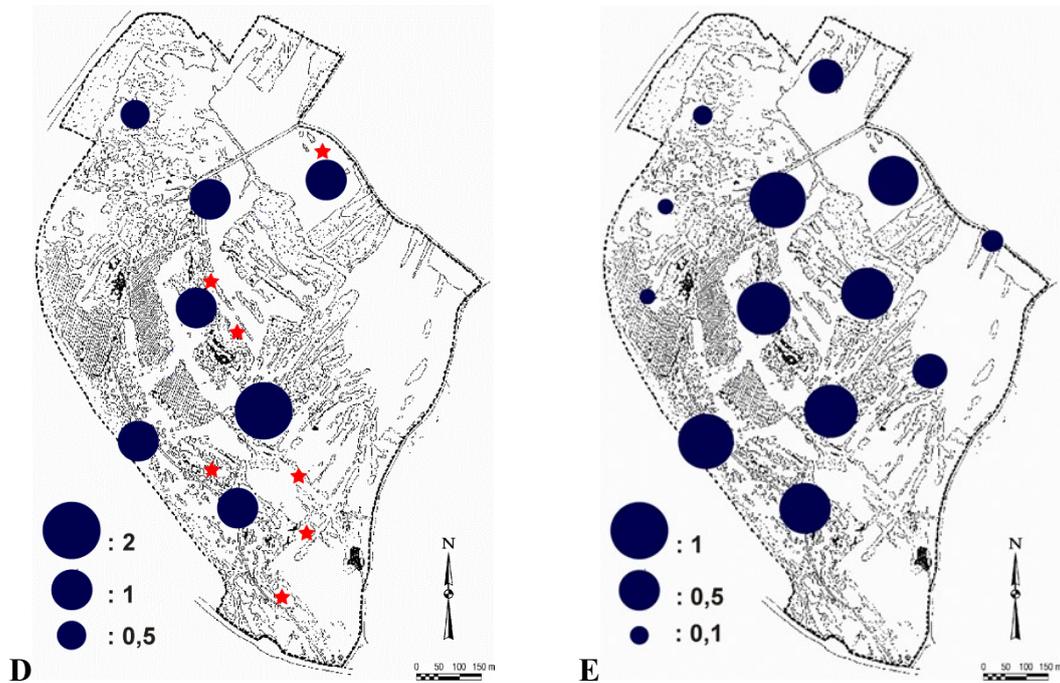
La construction du protocole stipule qu'un passage tous les 10 jours est nécessaire (14 jours au maximum) mais plusieurs écarts ont été réalisés, notamment entre les mois de juillet et septembre. L'estimation des indices d'abondance peut donc être en partie biaisée, ce qui amène à la suppression de certaines années. Ce point sensible mérite d'être souligné. Dans le cas d'une année trop chargée en projets, il paraît plus raisonnable de ne pas effectuer le suivi plutôt que d'avoir des biais qui engendreront des données non exploitables.



**Flambé *Iphiclides podalirius*** (RN Sabot, 2 juin 2019, cliché Jérôme Gardet)

**- SE 13 : Poursuivre le suivi annuel d'oiseaux patrimoniaux : Alouette lulu, Engoulevent d'Europe, Faucon pèlerin, Grand Corbeau, Grand Duc d'Europe, Pie-grièche écorcheur.**

\* **Alouette lulu** : Cette espèce est suivie essentiellement lors des relevés des chants par « IPA » (P. Viain) de 2006 à 2019, période durant laquelle elle a été nicheuse chaque année. Pour information, en 1989, 5,5 couples nicheurs furent estimés dans le cadre d'un recensement par la méthode des quadrats. En 1991, 3 femelles nicheuses furent baguées, dans le cadre de l'opération STOC en avril, mai et juillet. L'estimation des couples nicheurs hébergés fut portée à 6 sur la Réserve.



*Figure 26: Carte D : eIPA Alouette lulu pour la saison 2019. Les observations directes (cf. texte ci-dessus) sont notées en surimpression (★) sur la carte.*

*Carte E : Moyenne des IPA par point d'écoute sur la période 2006-2018.*

En 2019, l'Alouette lulu a été notée en 7 points d'écoute (eIPA compris entre 0,5 et 2, carte D ci-dessus). Les chanteurs ont été détectés exclusivement au niveau des zones les plus ouvertes de la Réserve (pelouses des versants sud et sud-ouest, pelouses centrales, pâture nord-est et pelouses nord).

La répartition des eIPA par point pour 2019 reste cohérente avec la répartition des IPA moyens (carte E ci-dessus) calculée sur la période 2006-2018 (Spearman test avec  $r_s = 0,621$ ,  $p = 0,018$  et  $\alpha = 0,05$ ). Sept observations directes (1 à 3 individus par observation) ont également été réalisées sur le site entre le 1/04 et le 15/07 (F. Louiton, B. Marconnot et P. Viain). Chaque fois il s'agissait d'individus dont le statut de nicheur probable ou certain a pu être validé.

En l'absence d'une recherche systématique des nids sur le site, technique qui n'est pas vraiment souhaitable vu les risques que cela fait courir pour la reproduction des oiseaux, on peut considérer que **la population d'Alouette lulu est stable sur la Réserve avec un effectif nicheur estimé à environ 6 couples.**

L'effectif sur les pelouses *Natura 2000* à l'est de la Réserve est évalué à 5 couples (données de Ch. Morin et D. Lecornu des années 2000).

## \* Engoulevent d'Europe :

### \* Contexte

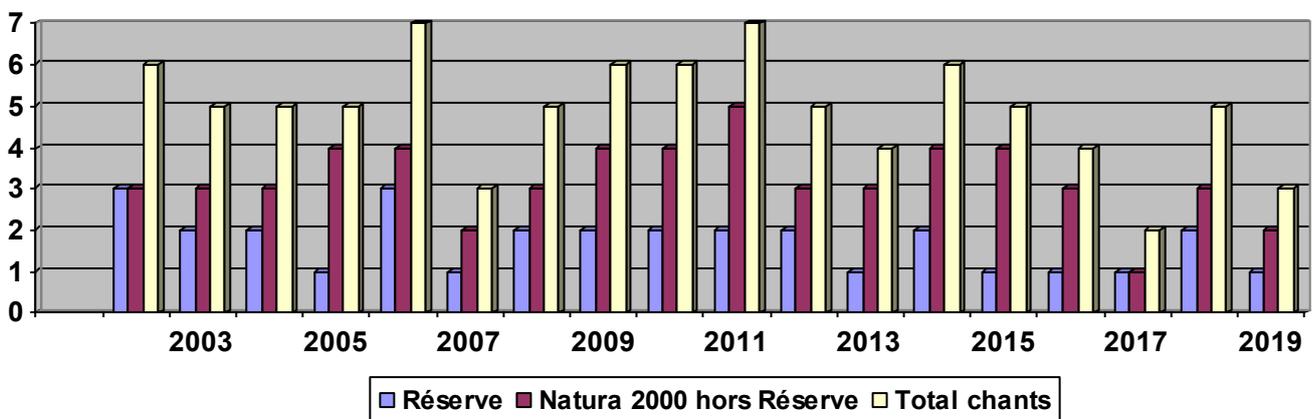
Cet oiseau est présent sur la Réserve du Sabot de mai à septembre, où il est prédateur nocturne d'insectes, puis il migre en Afrique subsaharienne. La femelle dépose 1 à 2 œufs au sol sans faire de nid. C'est une espèce de l'annexe I de la directive européenne oiseaux de 2009 (version actualisée de celle de 1979).

### \* Méthodologie

**L'Engoulevent fait l'objet d'un suivi annuel depuis 2002 soit 18 ans** (nous avons écarté l'année 1998 avec 8 chanteurs dont 3 sur la Réserve car il y a probablement eu des oiseaux comptés deux fois). Une petite équipe de 3 à 6 personnes, connaissant bien la Réserve et ses abords, ainsi que le chant et les cris de l'espèce effectue plusieurs soirées d'écoute (jamais moins de 5 pour 2 des personnes), du chant spontané (sans matériel de rappel). La recherche répétée permet de bien localiser les cantons de chant. Une recherche des pontes est faite certaines années (pas en 2019).

### \* Résultats

En 2019, le décompte des chanteurs d'Engoulevent d'Europe a été le suivant : 1 seul chanteur sur la Réserve naturelle du Sabot et 2 chanteurs sur la zone *Natura 2000* contiguë à l'est (sur Frotey et Comberjon).



*Figure 27 : Effectifs d'engoulevents chanteurs sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (70) et la zone Natura 2000 contiguë de Frotey-Comberjon (période 2002-2019).*

**La moyenne pour la période 2002-2019 est de 5 chanteurs pour la Réserve du Sabot et ses abords orientaux de la zone Natura 2000, avec de nettes fluctuations (de 2 à 7). Pour la Réserve seule, les valeurs fluctuent de 1 à 3 et la moyenne est proche de 2 (1,72). Pour la zone Natura 2000 hors Réserve, les valeurs vont de 1 à 5 chanteurs et la moyenne est proche de 3 (3,22).**

### \* Analyse et commentaires

Nous avons fait des tests statistiques sur les données quantitatives (chants) : tests de corrélation de Spearman (car les valeurs sont faibles et n'y a pas « normalité » des échantillons). Le premier test révèle que l'évolution des effectifs de chants de 2002 à 2019 sur la Réserve n'est pas corrélée à l'évolution des effectifs de chanteurs sur la zone *Natura 2000* hors Réserve ( $r_s = -0.413$ ,  $p = 0.088$  et  $\alpha = 0.05$ ). Il ne faut pas exclure bien sûr des échanges (oiseaux d'ailleurs parfois vus en vol entre les deux secteurs), mais on peut penser à une relative autonomie entre elles.

Puis un deuxième test montre que la variation éventuelle du nombre de chants de la zone *Natura 2000* (hors Réserve) sur la période 2002-2019 est inférieure à la fluctuation d'échantillonnage ( $r_s = -0.198$ ,  $p = 0.430$  et  $\alpha = 0.05$ ). Il ne se dégage donc pas de tendance statistique significative à la baisse. Les années récentes 2017 (1 chanteur) et 2019 (2 chanteurs) incitent malgré tout à la vigilance.

Enfin, un troisième test indique que, pour la Réserve analysée seule, la corrélation est significative, ce qui signifie que la baisse du nombre d'engoulevants sur la Réserve est avérée au risque de 5% pour la période considérée ( $r_s = -0.501$ ,  $p = \mathbf{0.034}$  et  $\alpha = 0.05$ ). **Cependant un biais statistique** dû aux très faibles effectifs comptabilisés sur la Réserve n'est pas à écarter.

Sur la Réserve, si l'on retient une baisse, on pourrait alors distinguer 3 périodes : celle de 1998-2006 avec jusqu'à 3 chanteurs, celle de 2007 à 2013 avec jusqu'à 2 chanteurs, celle de 2013 à 2019 avec plutôt 1 seul chanteur.



**Engoulevent d'Europe**  
*Caprimulgus europaeus*  
(Frotey-lès-Vesoul, 31 juillet  
2017, cliché Denis Jugan)

**Tentons une analyse qualitative quant à la localisation et aux types de milieux fréquentés :**

Sur la Réserve, le chant est détecté tous les ans sur le plateau oriental autour des grandes «lavières » (pierriers issus de l'extraction jusqu'au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle de dalles calcaires pour les toitures). Ce secteur est très peu fréquenté par les promeneurs (pas de sentier), les pelouses sont gérées par fauche mi-juillet (pas de moutons) et il offre de multiples lieux pour la ponte, quoique menacés par l'extension des pins, facteur heureusement régulé par des chantiers d'abattage.

Seconde zone classique de chant sur la Réserve : les pelouses communales du versant sud-ouest (ZH 26 ouest) et les pelouses privées du versant sud (parc V3 des parcelles ZH 36 et 37 et parcelles ZH 52-53-54). Le chant n'y est pas annuel et la ponte y est devenue peu fréquente.

Le parc V3, sans sentier piétonnier, offre des zones multiples pour la ponte, mais il est parcouru deux à trois semaines par les moutons, en général en mai, période d'installation de l'espèce.

Le parc ZH 52-53-54, occupé par un élevage porcin en plein durant 25ans mais qui a cessé en 2018 pourrait redevenir adapté pour la ponte.

Le grand parc du versant sud-ouest (18 ha environ) offre peu de zones pour la ponte (l'une au nord a été gagnée par les pins ; partiellement rouverte en 2002, l'opération est à compléter). La présence des moutons en été, de début juillet à mi septembre environ, concerne une large part de la période de nidification (mai à août, voire mi-septembre) et deux sentiers de promenade traversent la zone.

Sur la zone *Natura 2000* de Frotey et Comberjon, hors Réserve, nous distinguons 3 zones de chants (et de ponte).

La pelouse de l'ancien autocross (des années 1980) de Frotey est occupée tous les ans. Son sol mince avec affleurements pierreux qui ralentissent sa fermeture, l'absence de pins, son entretien modeste (fauche partielle vers 2005-10) sont des facteurs aidant à une certaine pérennité de l'espèce, quoique fragile : la présence de chiens et de véhicules et le risque d'incendie (avéré en 2018) modulent les aspects positifs.

Les pelouses au nord du parking de l'aérodrome, entre la bande fauchée et le « Bois de la Brosse » sont peu à peu gagnées par les pins et offrent peu de zones pour la ponte, outre une fréquentation croissante par les sangliers : le chant y est devenu irrégulier dans les dernières années.

Les clairière issues des coupes de bois faites dans le «Grand bois de Comberjon » (des décennies 1990 et 2000) ont offert une zone favorable pendant 25 ans. Leur fermeture logique par la forêt a peu à peu réduit le chant, en attendant d'autres coupes. Les coupes du bois communal de Frotey seraient à prospecter.

**Au final, on pourrait imputer la situation médiocre sur la Réserve aux aléas climatiques globaux (avec incidences négative sur les insectes proies) et locaux (réduction de l'ensoleillement des zone de ponte par les pins noirs) et plus encore peut-être aux dérangements au sol (ponte, jeunes, femelle) parfois par les moutons, mais aussi par les sangliers (seulement de passage avant 2003, fréquents jusqu'en 2018).**

Retenons que certains secteurs de pins denses devenus inhospitaliers pour la nidification ont été rouverts et deux d'entre eux **ont vu l'espèce nicher, notamment en 2010 et 2014-2015.**

**L'importance de la zone *Natura 2000* à l'est de l'actuelle Réserve ressort, mais le nombre de placettes potentielles de nidification (moins de 10 aux abords des pelouses) est bien plus faible que sur la Réserve (plus de 100). L'espèce y est donc paradoxalement bien plus vulnérable : la vigilance s'impose donc face à toute dégradation ou menace, **notamment la présence croissante des sangliers depuis 2017.****

**L'enquête menée en 2019 par la LPO (Dupuis et *al.*, 2020) sur la Franche-Comté dessine une certaine régression des effectifs depuis 2012 (notamment dans les « Monts de Gy », 70).**

### \* Faucon pèlerin :

Le Faucon pèlerin avait niché avec succès (2 jeunes à l'envol en juin) en 2009 (Ch. Morin) sur la falaise de la Réserve (et sans doute pour la première fois en 2008 ; D. Lecornu). Puis la nidification a réussi de 2013 à 2015 ainsi qu'en 2017, mais il y a eu échec en 2016 et 2018 et échec d'une première ponte en 2019 (F. Louiton, F. Vigneron). Ces échecs peuvent être imputés à des travaux (en 2016, coupe d'acacias sur le coteau sous la falaise) ou à une prédation (possible par le Grand Duc). Ajoutons que la nidification a eu lieu de 2007 à 2012, puis en 2017, 2018 et 2019 aux environs de la Réserve du Sabot.

2009	2
2010	abandon
2013	3
2014	2
2015	2
2016	2 mais échec final
2017	2
2018	échec
2019	1 (après échec première ponte)

*Tableau IX : Nidification (nombre de jeunes à l'envol) du Faucon pèlerin Falco peregrinus sur la Réserve naturelle du Sabot de Frotey (70) (période 2009-2019).*

### \* Grand Corbeau :

En compétition sur la Réserve avec le Faucon pèlerin pour la nidification sur la falaise de la Réserve, le Grand Corbeau, autre oiseau prestigieux, observé régulièrement en vol n'a pas niché de 2013 à 2019 sur la Réserve, **il avait auparavant abandonné son nid en 2012 (seule tentative connue sur la Réserve)**, mais il a niché aux environs de la Réserve de 2009 à 2019 (F. Vigneron). L'espèce a été régulièrement observée sur la Réserve en 2019 (F. Louiton, H. Pinston) : 7 mai, 4, 12, 14, 15, 20 et 29 septembre puis 12 octobre.

### \* Grand Duc d'Europe :

Le Grand Duc a été noté le 27 avril (Pascal Hubert) et a été entendu le 31 octobre 2019 (H. Pinston) sur la Réserve du Sabot où il est contacté (entendu et/ou vu et/ou plumes trouvées) chaque année sur la Réserve depuis 2011. La reproduction a été observée de 2012 à 2019 aux environs de la Réserve sur un seul site puis deux, ce qui accroît peu à peu les chances de nidification sur la Réserve.

### \* Pie-grièche écorcheur :

Rappelons que l'espèce ne se reproduit régulièrement (chaque année ou presque) que dans la partie nord-est de la Réserve (ZH 29 nord, ZH 26 nord-est et abords) où les vieilles aubépines denses, très peu présentes ailleurs, procurent perchoirs et surtout abris pour la nidification. Aussi, lors des chantiers de coupe de pins noirs, les grandes aubépines éparses en sous-bois sont conservées. En 2019, les données furent les suivantes : 1 mâle le 15 mai en G

12 (F. Louiton), **au cœur d'une zone jadis fermée par les pins noirs, rouverte en 2013-14-15-16, avec des buissons conservés au profit de la Pie-grièche écorcheur.**

Présence en 2019 sur la zone classique de la prairie bocagère de ZH 29 : 1 en M 7 le 31 mai (F. Louiton) et idem le 2 juin (J. Gardet et B. Marconot), 1 mâle sur haie en Q 10 le 9 juillet (H. Pinston).

**Les haies et bosquets touffus des pelouses *Natura 2000* à l'est de la Réserve (zone d'extension en projet) sont le réservoir de l'espèce.**

Rappelons les observations remarquables faites de 2011 à 2013 sur la zone des pelouses de l'ex-autocross de Frotey : reproduction en 2011 d'un mâle de Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio* et d'une femelle de Pie-grièche à tête rousse *Lanius senator* d'où 3 hybrides, puis 4 hybrides en 2012, puis 2 hybrides en 2013 (Paul, 2018 *in* Atlas régional par LPO Franche-Comté).



**Pie-grièche à tête rousse**  
*Lanius senator*, hôte remarquable des pelouses et friches buissonneuses de Frotey à l'est des limites de la Réserve naturelle actuelle (Frotey-lès-Vesoul, 13 août 2013, cliché Jean-Marc Gérard)

**- SE 14 : Poursuivre le suivi annuel des territoires de chants des oiseaux (méthode des IPA depuis 2006 ou autre méthode pour nouvelle synthèse depuis celle de 1989).**

**\* Méthodologie**

Dans le rapport d'activité relatif à l'année 2018 sur le suivi plurispécifique des oiseaux communs de la RNN du Sabot, nous avons formulé des remarques concernant la méthodologie utilisée. Si l'utilisation des IPA est particulièrement bien adaptée à la comparaison de l'avifaune nicheuse de deux milieux différents ou au suivi à grande échelle ou encore sur le long terme, elle ne se révèle pas toujours bien adaptée lorsqu'il s'agit d'obtenir le suivi fin et précis des oiseaux nicheurs d'un site précis. Par ailleurs des biais méthodologiques sont connus comme la présence de fonds sonores plus ou moins bruyants (voir *Matériel supplémentaire* en Annexe 19), la présence d'oiseaux particulièrement démonstratifs à proximité de l'observateur (troglodyte, rouge-gorge, pigeon ramier, etc.) ou encore les capacités auditives de l'observateur lui-même. Pour limiter un peu ces biais et dans l'attente d'une méthode d'analyse plus exhaustive nous avons choisi d'adjoindre à la méthodologie utilisée jusqu'alors des enregistrements audio numériques accompagnant les écoutes ponctuelles. L'analyse des spectrogrammes obtenus doit permettre de compléter voire de se substituer aux informations recueillies traditionnellement par écoute directe.

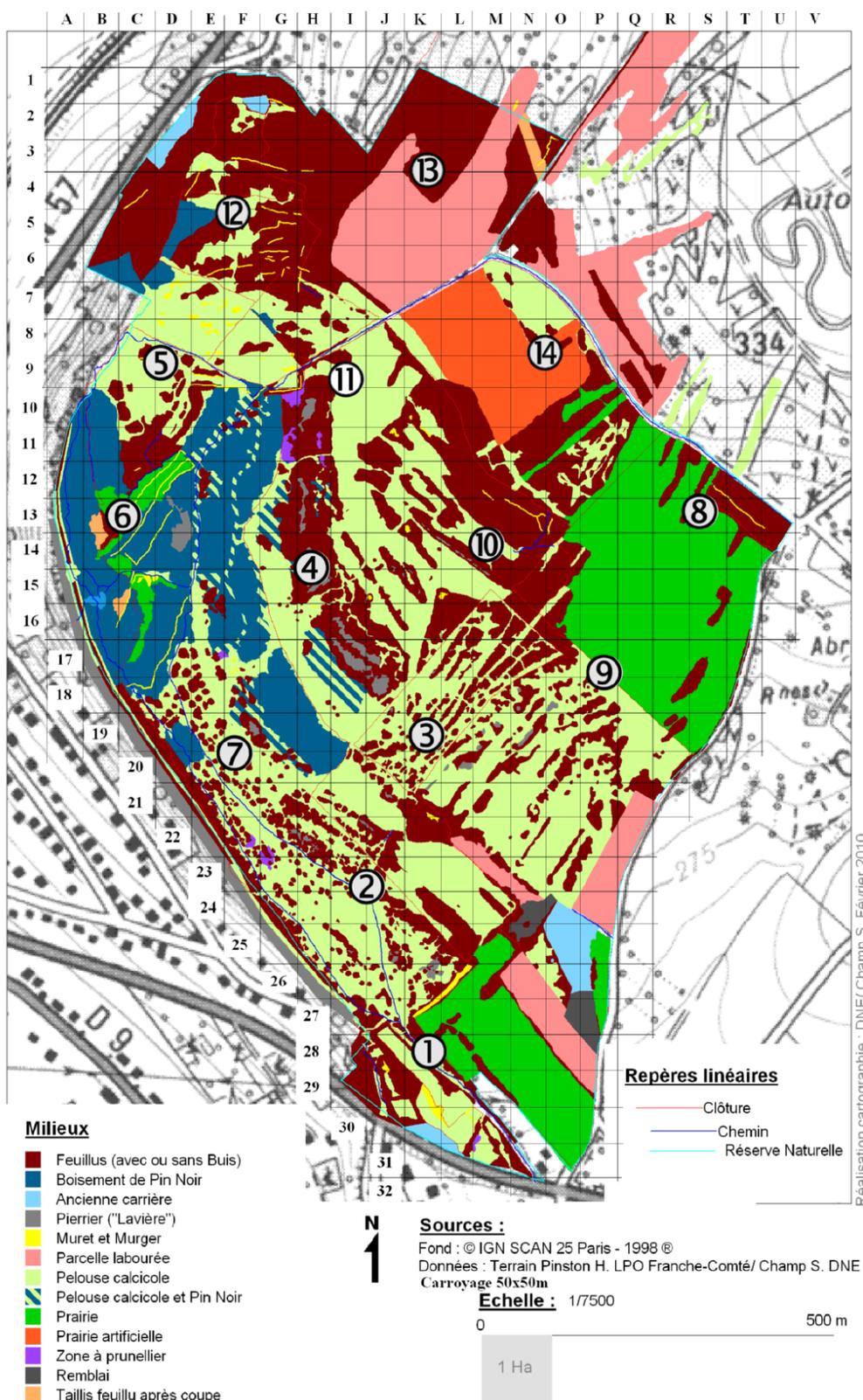
Le suivi des oiseaux communs a donc été mené en 2019 (P. Viain) selon deux protocoles parallèles.

Le premier protocole est conforme à celui mis en place en 2006 : **14 points d'écoute** (voir plan en page suivante) **de 20 minutes chacun (4 x 5 minutes) répartis en deux séries de 7 points**. Chaque série a été parcourue 2 fois en matinée : premiers passages les 24 avril (série 1) et 1<sup>er</sup> mai (série 2), puis nouveaux passages les 27 mai (série 1) et 30 mai (série 2). Les calculs et analyses ont été faits par Anouck Viain.

**Le second protocole est calqué sur le premier dont il reprend les 14 points d'écoute pour une durée de 20 minutes. Les enregistrements ont été réalisés en même temps que les écoutes traditionnelles avec un enregistreur numérique (Tascam DR-05 avec micros omnidirectionnels déportés).** Les enregistrements ont été réalisés en WAV à 48 kHz / 24 bit, puis les spectrogrammes obtenus ont été analysés manuellement à l'aide du logiciel Kaleidoscope Pro V5.1.9 (la reconnaissance automatique n'a pas été utilisée ici afin de réduire au maximum les taux de faux positifs ou négatifs). **Pour chaque espèce, sur chaque point d'écoute, l'indice ponctuel d'abondance (IPA) a été déterminé, accompagné d'un indice électronique d'abondance ponctuelle (eIPA).** Au final, chaque espèce a été caractérisée par son IPA moyen et son eIPA moyen sur le site. Toutefois, au vu des informations récoltées, seuls les eIPA seront utilisés dans ce bilan, les résultats obtenus se montrant très largement supérieurs en qualité à ceux obtenus par les écoutes simples (42,8% d'espèces nicheuses en plus et 31,7% de contacts en plus). Les différents paramètres (richesse spécifique, diversité spécifique, etc.) seront alors calculés exclusivement à partir de ces eIPA. Ainsi, la richesse spécifique annuelle (nombre total d'espèces rencontrées pendant le suivi), la diversité spécifique annuelle (nombre total d'espèces nicheuses inventoriées pendant le suivi), la diversité spécifique moyenne (nombre moyen d'espèces nicheuses par point d'écoute) et l'abondance moyenne (nombre moyen d'oiseaux différents d'espèces nicheuses contactés par point d'écoute) ont été déterminées en se basant sur les enregistrements acoustiques. Pour chacune des espèces nicheuses, la fréquence annuelle ( $F_i$  = nombre de points d'écoute où l'espèce est présente sur le nombre total de points d'écoute) et l'eIPA moyen (nombre total de contacts d'une espèce sur le nombre de points d'écoute) ont été calculés et résumés dans un tableau accompagnés des tendances évolutives régionale et nationale connues (voir tableau X). Compte tenu des modifications apportées cette année au protocole de suivi, les tendances évolutives locales, sans réelle valeur significative, ne seront pas présentées.

## Réserve Naturelle du Sabot de Frotey

### Les grands types de milieux



### LOCALISATION DES 14 POINTS D'IPA DE 2006 A 2019

Les espèces suivies avec ce protocole et considérées comme « nicheuses » en 2019 ont toutes niché au moins une fois sur le territoire de la réserve pendant la période 1989 – 2018 (nidification certaine ou probable selon la nomenclature European Bird Census Council 2011), à l'exception d'une seule des trois espèces nouvelles qui ont intégré le protocole cette année. Ce sont principalement des passereaux, possédant de petits territoires de nidification, les méthodes basées sur les écoutes ponctuelles des chants ne permettant pas d'évaluer de façon directe et fiable la nidification sur le site des espèces à grand territoire (rapaces, pics, corvidés, etc.). Ces dernières sont alors simplement comptabilisées comme espèces « contactées » pendant les relevés et font l'objet d'un suivi à part (15 espèces sont espèces dans cette catégorie sur la période 2006 – 2019).

**Comme chaque année, les valeurs suivantes ont été déterminées :**

**-richesse spécifique annuelle (nombre total d'espèces rencontrées pendant le suivi),**

**-diversité spécifique annuelle (nombre total d'espèces nicheuses inventoriées pendant le suivi),**

**-diversité spécifique moyenne (nombre moyen d'espèces nicheuses par point d'écoute),**

**-abondance moyenne (nombre moyen d'oiseaux différents d'espèces nicheuses contactés par point d'écoute).**

**Enfin, pour chacune des espèces nicheuses,**

**-la fréquence annuelle ( $F_i$  = nombre de points d'écoute où l'espèce est présente sur le nombre total de points d'écoute),**

**-et l'IPA moyen (nombre total de contacts d'une espèce sur le nombre de points d'écoute).**

### **\* Résultats et discussion**

Pour la période 2006-2019, ce protocole porte sur une liste de 55 espèces (richesse spécifique totale) parmi lesquelles 40 (diversité spécifique totale) peuvent être considérées comme nicheuses potentielles sur le site (voir Annexe 20), les 15 autres étant simplement contactées (voir Annexe 21).

Par comparaison avec 2018, la liste des espèces nicheuses potentielles (37 en 2018) s'est enrichie cette année 2019 de 3 nouvelles espèces. **Deux d'entre elles (Bruant proyer *Miliaria calandra* et Locustelle tachetée *Locustella naevia*) figuraient déjà dans la liste des espèces rencontrées sur le site à la création de la réserve en 1981, tandis que la troisième (Grimpereau des bois *Certhia familiaris*) est une acquisition récente du site (première observation durant l'hiver 2018-2019, P. Viain, *obs. pers.*).**

En 2019, 358 contacts ont été enregistrés pour une richesse spécifique annuelle de 36 espèces (voir tableau X ci-dessous). Cette richesse spécifique se situe dans la moyenne des valeurs enregistrées pour la période 2006 – 2018 (moyenne de  $34,5 \pm 3,3$  in PINSTON *et al.*, 2019). La diversité spécifique annuelle s'établit par contre à 30 espèces soit au-dessus de la diversité spécifique moyenne pour la période 2006 – 2018 qui était établie à  $25,9 \pm 3,3$  (PINSTON *et al.*, 2019). Cela constitue la seconde valeur la plus forte après celle de 2010 (32 espèces).

années	richesse spécifique	espèces nicheuses		
		diversité spécifique	diversité spécifique moyenne ( $\pm$ sd)	abondance moyenne ( $\pm$ sd)
2006	37	30	12,9 ( $\pm$ 1,0 )	25,1 ( $\pm$ 2,3 )
2007	35	27	13,1 ( $\pm$ 1,3 )	25,6 ( $\pm$ 3,5 )
2008	36	28	14,0 ( $\pm$ 2,0 )	28,1 ( $\pm$ 4,0 )
2009	31	24	11,9 ( $\pm$ 1,9 )	24,0 ( $\pm$ 3,5 )
2010	41	32	11,8 ( $\pm$ 2,5 )	24,6 ( $\pm$ 4,5 )
2011	37	27	11,1 ( $\pm$ 1,6 )	23,2 ( $\pm$ 3,3 )
2012	35	27	10,2 ( $\pm$ 2,1 )	21,9 ( $\pm$ 3,7 )
2013	31	23	10,6 ( $\pm$ 1,6 )	21,2 ( $\pm$ 3,4 )
2014	31	22	11,0 ( $\pm$ 1,6 )	23,9 ( $\pm$ 2,8 )
2015	35	25	10,8 ( $\pm$ 1,6 )	18,7 ( $\pm$ 3,1 )
2016	37	27	11,6 ( $\pm$ 2,1 )	24,1 ( $\pm$ 4,2 )
2017	34	25	9,4 ( $\pm$ 1,4 )	18,4 ( $\pm$ 3,0 )
2018	29	20	9,3 ( $\pm$ 1,4 )	17,8 ( $\pm$ 2,4 )
2019	36	30	13,9 ( $\pm$ 2,5 )	22,2 ( $\pm$ 1,9 )

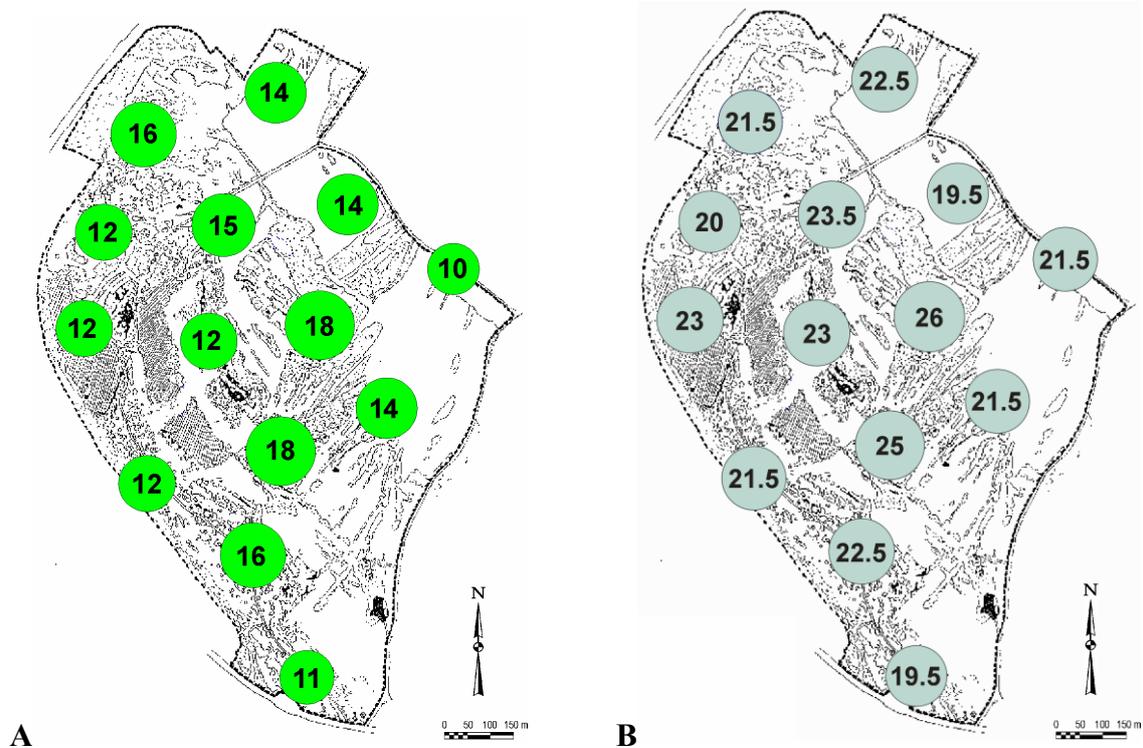
*Tableau X*: Richesse spécifique et diversité spécifique annuelles, diversité spécifique moyenne et abondance moyenne des espèces suivies selon la méthode des IPA (en grisé) puis eIPA pour la période 2006 – 2019 sur la RNN du Sabot.

#### Analyse par point d'écoute

En 2019, la diversité spécifique moyenne mesurée pour l'ensemble des points d'écoute se monte à  $13,9 \pm 2,5$  espèces/point (voir tableau X ci-dessus). C'est une des plus fortes valeurs enregistrées sur le site depuis 2006 (maximum de 14 en 2008). **Cette nouvelle valeur, conséquence très probable de la modification du protocole d'étude, se rapproche un peu plus de la diversité spécifique réelle moyenne qu'il est toujours difficile d'appréhender par des méthodes non exhaustives. Elle pourra servir de référence pour le suivi des années à venir.**

Par ailleurs, l'abondance moyenne, calculée à partir des eIPA, a été de  $22,2 \pm 1,9$  oiseaux/point (voir Tableau X), valeur comparable à la moyenne des valeurs enregistrées sur la période 2006 – 2018 ( $m = 22,8$  ; IC = [21,7 ; 23,9]).

Les cartes des figures 28A et 28B, présentent respectivement la répartition des diversités spécifiques et des abondances par point d'écoute. Elles permettent de constater que les zones les plus riches en espèces ou/et en nombre d'individus sont constituées par les pelouses du centre de la Réserve.



*Figure 28 : Diversités spécifiques par point d'écoute (A) et abondances par point d'écoute (B) pour l'année 2019, selon le protocole des eIPA.*

#### Analyse par espèce

En 2019, sur les 30 espèces nicheuses inventoriées, seules 3 sont omniprésentes dans les relevés ( $F_i = 100$ , voir tableau XI en page suivante). Il s'agit de la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*), du Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) et du Merle noir (*Turdus merula*). Sept espèces sont présentes dans plus de 75% des points d'écoute ( $F_i > 75\%$ ), dix espèces dans 25 à 75% des points d'écoute ( $25\% < F_i < 75\%$ ) et treize dans moins d'un point sur quatre ( $F_i < 25\%$ ) (voir tableau XI).

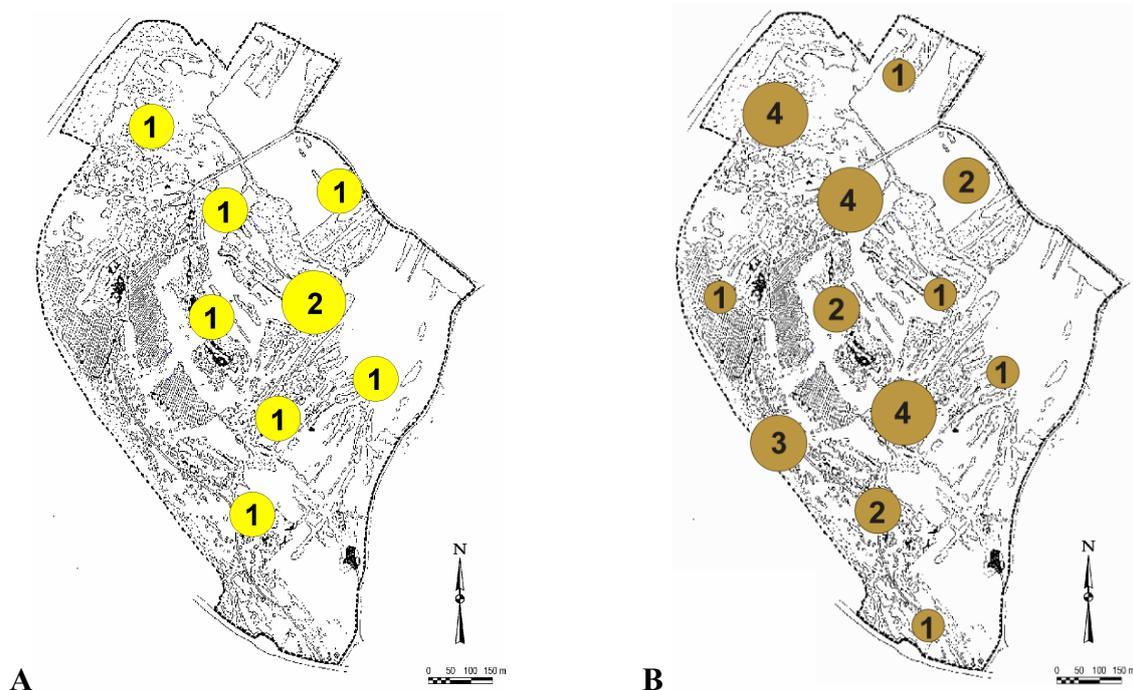
Espèces		Fi en %	e IPA moyen	Tendance évolutive régionale pour 2002 – 2018	Tendance évolutive nationale pour 2001 – 2018	Statuts	
						LRR	LRN
Fauvette à tête noire	<i>S. atricapilla</i>	100,0%	3,71	↗	↗	LC	LC
Pinson des arbres	<i>F. coelebs</i>	100,0%	2,79	↗	↗	LC	LC
Merle noir	<i>T. merula</i>	100,0%	2,86	↗	↗	LC	LC
Pigeon ramier	<i>C. palumbus</i>	92,9%	1,61	↗	↗	LC	LC
Mésange charbonnière	<i>P. major</i>	92,9%	1,36	→	→*	LC	LC
Pouillot véloce	<i>P. collybita</i>	92,9%	1,14	→	↘	LC	LC
Grive musicienne	<i>T. philomelos</i>	92,9%	0,93	→	↘	LC	LC
Troglodyte mignon	<i>T. troglodytes</i>	64,3%	0,86	→	↘	LC	LC
Rossignol philomèle	<i>L. megarhynchos</i>	64,3%	0,82	→	→*	LC	LC
Mésange bleue	<i>C. caeruleus</i>	71,4%	0,79	↗	→*	LC	LC
Bruant zizi	<i>E. cirrus</i>	57,1%	0,79	↗	↘	LC	LC
Rougegorge familier	<i>E. rubecula</i>	57,1%	0,71	→	↘	LC	LC
Accenteur mouchet	<i>P. modularis</i>	57,1%	0,57	↘	↘	NT	LC
Alouette lulu	<i>L. arborea</i>	50,0%	0,54	↘	↘	NT	LC
Roitelet triple-bandeau	<i>R. ignicapillus</i>	50,0%	0,50	↗	↗	LC	LC
Pouillot fitis	<i>P. trochilus</i>	35,7%	0,50	↘	↘	DD	NT
Mésange à longue queue	<i>A. caudatus</i>	35,7%	0,36	→	↘	LC	LC
Pipit des arbres	<i>A. trivialis</i>	21,4%	0,21	↘	↘	VU	LC
Pouillot siffleur	<i>P. sibilatrix</i>	21,4%	0,20	→	→*	DD	NT
Grosbec casse-noyaux	<i>C. coccothraustes</i>	21,4%	0,18	↗	↗	LC	LC
Fauvette babillarde	<i>S. curruca</i>	14,3%	0,14	↗	→*	LC	LC
Tourterelle des bois	<i>S. turtur</i>	14,3%	0,14	↓	↘	VU	VU
Grimpereau des jardins	<i>C. brachydactyla</i>	14,3%	0,14	→	↗	LC	LC
Mésange huppée	<i>L. cristatus</i>	14,3%	0,14	↘	↘	LC	LC
Locustelle tachetée	<i>L. naevia</i>	14,3%	0,14	→*	↘	VU	NT
Fauvette grisette	<i>S. communis</i>	7,1%	0,07	→	↘	LC	LC
Bouvreuil pivoine	<i>P. pyrrhula</i>	7,1%	0,07	↘	↘	DD	VU
Mésange nonnette	<i>P. palustris</i>	7,1%	0,07	→	→*	LC	LC
Grimpereau des bois	<i>C. familiaris</i>	7,1%	0,07	↗*	↗	LC	LC
Bruant proyer	<i>E. calandra</i>	7,1%	0,07	↘	↘	VU	LC

**Tableau XI** : synthèse des fréquences Fi, des eIPA moyens en 2019, des tendances évolutives régionales sur la période 2002-2018 (in BOUZENDORF, 2018) puis des tendances évolutives nationales sur la période 2001-2018 (in Vigie-nature, 2018) (↗ croissance modérée ; → stable ; ↘ décroissance modérée ; ↓ forte décroissance ; \* tendance incertaine à cause d'une occurrence trop faible) pour les 30 espèces nicheuses suivies sur la RNN du Sabot en 2019.

**Statut** : LRR = selon la liste rouge régionale (2017), LRN = selon la liste rouge nationale (2016), suivant le codage :

<b>VU</b>	Vulnérable : risque relativement élevé	<b>espèce menacée</b>
<b>NT</b>	Quasi menacée : espèce proche du seuil des espèces menacées	
<b>LC</b>	Préoccupation mineure : espèce pour laquelle le risque de disparition demeure faible	
<b>DD</b>	Données insuffisantes : espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée	

Parmi les espèces observées cette année, cinq ont un statut jugé vulnérable en France ou en Bourgogne Franche-Comté (statut VU : espèces menacées avec un risque relativement élevé ; UICN France, 2016, GIROUD I., *et al*, 2017.). Il s'agit de la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*), du Pipit des arbres (*Anthus trivialis*), du Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*), de la Locustelle tachetée (*Locustella naevia*) et du Bruant proyer (*Miliaria calandra*). La répartition de ces espèces sur la RNN est présentée sur la carte de la figure 29A. Quatre autres espèces bénéficient d'un statut de quasi menacées en France ou en Bourgogne Franche-Comté (statut NT : espèces proches du seuil des espèces menacées ; UICN France, 2016, GIROUD I., *et al*, 2017.). Il s'agit de l'Accenteur mouchet (*Prunella modularis*), de l'Alouette lulu (*Lullula arborea*), du Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*) et du Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*) (voir carte, figure 29B). Ces cartes de répartition permettent de constater que ces neuf espèces, menacées ou quasi menacées, ont été principalement répertoriées sur ou à proximité immédiate des grandes pelouses du centre et du sud de la Réserve. Sur ces neuf espèces, sept nichent à même le sol ou à proximité immédiate de celui-ci. Cinq d'entre elles sont même directement inféodées à la structure végétale constituée de pelouses sèches à graminées parsemées de buissons bas et irréguliers. La conservation de ces structures végétales et leur entretien constituent un objectif majeur pour la reproduction de ces oiseaux et donc leur conservation sur le site. La pression de pâturage doit rester suffisamment faible et irrégulière pour assurer la persistance de zones de refus ou de buissons bas propices à l'installation de leurs nids. La fauche des grandes pelouses sommitales doit également rester suffisamment tardive pour permettre aux espèces comme le Pipit des arbres ou l'Alouette lulu de conduire à leur terme leur cycle de reproduction, comme c'est le cas actuellement. Historiquement, c'est cette irrégularité dans la gestion du milieu, rapportée par MORIN (1998), qui a conduit à sa richesse et à sa spécificité.



*Figure 29 : Diversités spécifiques par point d'écoute des espèces classées VU (menacées) en France ou en Bourgogne Franche-Comté (A) et diversités spécifiques par point d'écoute des espèces classées NT (quasi menacées) en France ou en Bourgogne Franche-Comté (B). Cartographies pour l'année 2019 selon le protocole des eIPA.*

**Enfin, il convient de préciser le statut reproducteur des trois espèces ajoutées, en 2019, à la liste des espèces suivies : Locustelle tachetée, Bruant proyer et Grimpereau des bois.**

En effet, la **Locustelle tachetée** se reproduisait de manière assez régulière sur la bordure nord-est de la Réserve naturelle (carrés O2, O3, P2 et P3 du plan en Annexe 23) et sa dernière observation sur le site remonte à 2004. S'agit-il donc d'un retour de l'espèce sur la Réserve ou doit-on simplement considérer qu'il s'agit là d'une conséquence directe de la modification du protocole de suivi ? La présence régulière d'ornithologues sur la Réserve oriente plutôt vers un retour de l'espèce.

Pour le **Bruant proyer** la question est un peu plus délicate. En effet, cette espèce, peu fréquente sur les plateaux en Franche-Comté, mais associée aux grandes prairies alluviales (Louiton., 2018 *in* Atlas régional par LPO Franche-Comté), niche encore dans les prairies humides de la plaine de Frotey. On peut penser qu'il s'agit là d'une installation temporaire sur le site car elle n'y a pas été signalée depuis la création de la Réserve et les milieux naturels caractéristiques du plateau du Sabot ne lui sont, a priori, guère favorables, sauf la grande prairie de Frotey située sur le versant au nord/nord-est de la Réserve.

Ajoutons que l'espèce est régulièrement observée (D. Lecornu, Ch. Morin, F. Louiton) depuis une quinzaine d'années sur les pelouses très ouvertes autour de l'aérodrome et de l'ex-autocross en zone *Natura 2000* à l'est de la Réserve. L'espèce y est souvent observée après la fauche plus ou moins précoce des prairies humides de Frotey.

La présence de la troisième espèce, le **Grimpereau des bois**, est par contre totalement inédite sur le territoire de la Réserve naturelle. Habituellement inféodé aux forêts de conifères, parfois aux futaies de hêtres, surtout en montagne, sa première observation sur la Réserve remonte seulement à l'hiver 2018-2019. Le cantonnement d'un couple constitue donc une surprise. **La présence nouvelle de cette espèce est probablement liée au vieillissement des grands pins du centre de la Réserve avec plusieurs dizaines de pins morts dans les années récentes, encore dressés ou tombés, outre les arbres malades (pins et frênes). Selon KNAUS *et al.* (2018), la disponibilité croissante en bois mort semble être le facteur explicatif le plus important pour comprendre l'installation du Grimpereau des bois. Pour cette espèce, qui consomme les insectes parasites des arbres, les cavités, les cassures naturelles ou encore les espaces à l'arrière d'écorces décollées, fournissent d'excellents sites de nidification.**

**En conclusion, l'année 2019 doit être considérée comme une année de transition quant à la méthode.**

La modification du protocole de suivi a permis de s'affranchir de certaines difficultés rencontrées depuis quelques années sur le site, notamment la perturbation grandissante créée par le « bruit de fond » enregistré sur certains points d'écoute.

Diversité spécifique et diversité spécifique moyenne ont retrouvé des valeurs conformes à celles mesurées au début de l'étude (années 2006 à 2008).

L'abondance moyenne, tout en restant conforme à la moyenne des années 2006 à 2018, reste légèrement en retrait.

**Le suivi des oiseaux communs par le biais d'enregistrements audio numériques mérite d'être poursuivi dans les années à venir notamment pour valider, invalider ou affiner les tendances évolutives précédemment mises en évidence pour la période 2006-2018.**