

**BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ
FRIBOURGEOISE DES SCIENCES
NATURELLES**

**BULLETIN DER NATURFORSCHENDEN
GESELLSCHAFT FREIBURG**



Contenu - Inhalt Vol. 110 (2021)

Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

| | |
|---|---|
| Fritz Müller & Hansruedi Völkle | 1 |
| Rapport de la présidence de la SFSN pour l'année 2019/20 | 1 |
| Comité - Vorstand 2019/20 | 4 |
| Liste des présidents de la SFSN - Liste der Präsidenten der FNG | 5 |

Musée d'histoire naturelle de Fribourg

| | |
|--|----|
| Peter Wandeler | 6 |
| Musée d'histoire naturelle de Fribourg : Rapport d'activité 2020 | 6 |
| Naturhistorisches Museum Freiburg : Jahresbericht 2020 | 10 |

Pro Natura Fribourg

| | |
|--|----|
| Stéphanie Chouleur | 15 |
| Pro Natura Fribourg - Rapport d'activités 2020 | 15 |
| Pro Natura Freiburg - Jahresbericht 2020 | 22 |

Biodiversité dans le canton de Fribourg

| | |
|-----------------------------|----|
| Jérôme Gremaud & <i>al.</i> | 30 |
|-----------------------------|----|

Deutung einiger freiburgischer Ortsnamen auf den Karten

| | |
|----------------|----|
| Marino Magetti | 55 |
|----------------|----|

Friedrich (Fritz) Georg Houtermans : Sein Leben

| | |
|------------------|----|
| Hansruedi Völkle | 83 |
|------------------|----|

In Memoriam Prof. Alexander von Zelewsky

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Hansruedi Völkle & Katharina M. Fromm | 123 |
|---------------------------------------|-----|

In Memoriam Prof. Heinz Tobler

| | |
|--------------|-----|
| Fritz Müller | 132 |
|--------------|-----|

Instructions aux auteurs du bulletin

| |
|-----|
| 134 |
|-----|

Biodiversité dans le canton de Fribourg : un premier état des lieux

JÉRÔME GREMAUD, YANN FRAGNIÈRE, GABRIELLE VOLKART, FRANÇOIS
RION, SOPHIE GIRIENS, NICOLAS FASEL, FRANCESCA CHEDA¹

La synthèse de nombreuses données et l'avis de différents spécialistes permettent de proposer cet état des lieux inédit de la biodiversité dans le canton de Fribourg. 11'444 espèces ont déjà été signalées dans le canton, mais les spécialistes estiment qu'il en existe beaucoup plus. Les disparités quant aux données sont grandes entre les groupes et globalement le canton est peu prospecté par les naturalistes. Au moins 1'344 espèces sont considérées comme menacées dans le canton de Fribourg sur la base des listes rouges nationales. Le canton de Fribourg porte une grande responsabilité pour au moins 260 espèces et héberge 6 espèces sub-endémiques. Nous avons également pu dénombrer un minimum de 159 espèces qui ont disparu du canton depuis les années 1900 environ. Les menaces qui semblent être les plus importantes selon les expert-e-s sont par exemple le drainage, la diminution des structures paysagères, l'eutrophisation, l'utilisation de produits phytosanitaires, l'endiguement des berges des lacs et cours d'eau ainsi que, d'une manière générale, la disparition des milieux naturels. Le canton de Fribourg a en effet vu disparaître la plupart de ses milieux naturels les plus importants depuis le début du XX^{me} siècle. Depuis la mise sous protection d'une partie de ces biotopes, le déclin a ralenti mais leur surface et leur qualité continuent de diminuer. Actuellement le canton comporte 8,4% de surfaces protégées, un chiffre bien inférieur à la moyenne nationale et aux 17% fixés dans la Convention pour la diversité biologique dont la Suisse est signataire.

1. Cet article présente une sélection de résultats du rapport technique « Etat des lieux et mesures en faveur de la biodiversité dans le canton de Fribourg », de mars 2021, disponible sur le site de l'Etat de Fribourg à cette adresse : www.fr.ch/energie-agriculture-et-environnement. Tous les résultats sont la propriété de l'Etat de Fribourg. Les auteurs de l'article sont affiliés à l'Etat (NF et FC, Service des forêts et de la nature ; SG, Musée d'histoire naturelle) ou à un bureau mandaté par l'Etat pour ce projet (JG et YF, bureau atelier11a à Bulle ; GV et FR, bureau atena à Fribourg).

Die Synthese zahlreicher Daten und Expertenmeinungen hat es ermöglicht, den Zustand der Biodiversität des Kantons Freiburg erst mals umfassend zu beschreiben. Im Kanton sind bisher 11'144 Arten gemeldet, Spezialisten schätzen, dass es noch viel mehr sind. Dabei gibt es grosse Unterschiede zwischen den Artengruppen und der Kanton wird vergleichsweise wenig von Naturforschenden begangen. Gemäss den nationalen Roten Listen sind im Kanton Freiburg mindestens 1'344 Arten gefährdet. Für mindestens 260 Arten hat der Kanton eine grosse Verantwortung und er beherbergt 6 subendemische Arten. Es konnte ebenfalls ermittelt werden, dass seit ungefähr 1900 mindestens 159 Arten aus dem Kanton verschwunden sind. Die wichtigsten Beeinträchtigungen sind nach Ansicht der Experten zum Beispiel die Entwässerung, das Verschwinden von Strukturen in der Landschaft, die Eutrophierung, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die Verbauung der Ufer von Seen und Flüssen sowie ganz allgemein das Verschwinden von naturnahen Lebensräumen. Tatsächlich hat der Kanton Freiburg seit anfangs des XX. Jahrhunderts die meisten seiner naturnahen Lebensräume verloren. Mit der Inventarisierung und Schutzlegung eines Teils der Biotope wurde diese Abnahme etwas gebremst, ihre Fläche und die Qualität nehmen jedoch weiterhin ab. Zurzeit enthält der Kanton Freiburg 8.4% geschützte Fläche, weit weniger als die 17%, welche gemäss dem von der Schweiz unterzeichneten Übereinkommen über die biologische Vielfalt festgelegt sind.

Introduction

Le bien-être de notre société dépend entièrement des services que rend gratuitement la biodiversité. Alors que l'on dispose de données synthétiques sur une large période temporelle pour le climat par exemple, ce n'est pas le cas de la biodiversité. Toutefois, de nombreuses études montrent une érosion constante de la diversité des espèces et des milieux à différents niveaux : perte importante de biomasse d'insectes [HSJ17, PCE19]), diminution des populations de vertébrés terrestres [CER20, DYG14], effondrement des populations d'oiseaux des zones agricoles en Europe [BHF19, DGH01], etc. La plate-forme gouvernementale pour la biodiversité et les services écosystème IPBES considère qu'un déclin massif de la biodiversité est en cours, à un rythme encore jamais atteint dans l'histoire de la Terre [IPB19].

Si des synthèses sont disponibles au niveau mondial et au niveau suisse, il est plus rare par contre de pouvoir bénéficier d'un état des lieux au niveau régional.

Suite à différentes interpellations politiques et à la parution de la Stratégie Biodiversité Suisse et son plan d'action [OFEV20, CF17], l'Etat de Fribourg a lancé des réflexions pour l'élaboration de sa propre stratégie afin de protéger et de promouvoir la biodiversité régionale. C'est pour servir de base de réflexion dans ce contexte que cette étude a été menée, en tentant de réunir toutes les informations disponibles et avec l'expertise de nombreux spécialistes. L'étude complète est disponible sur le site de l'Etat de Fribourg (Annexe 1). Une analyse de la diversité des espèces du canton de Fribourg s'avère être un prérequis important pour appréhender la biodiversité régionale, son état et sa tendance.

La biodiversité est souvent hiérarchisée en trois niveaux : la diversité des écosystèmes (milieux), la diversité des espèces, et la diversité génétique (diversité des gènes au sein d'une même espèce). C'est la diversité des espèces (rang taxonomique généralement utilisé comme unité de base) qui est le plus souvent utilisée pour étudier et quantifier la biodiversité [HU77]. Bien que le concept d'espèce soit souvent reconsidéré et débattu [IMM04], il a l'avantage d'être dans beaucoup de cas intuitif, bien délimité, et stable au cours du temps (par ex. l'espèce « loutre » de 1950 correspond à l'espèce « loutre » d'aujourd'hui). Cela représente un atout pour suivre les populations et l'évolution de la diversité des espèces. Pour quantifier la biodiversité, les critères les plus souvent utilisés en conservation sont notamment le nombre d'espèces, le nombre d'espèces endémiques et le nombre d'espèces menacées dans une région donnée [BAL05].

Dans le cadre de ce travail, une attention particulière a été portée à la diversité des espèces dans le canton de Fribourg (cf. chapitres méthodes et résultats). La diversité des écosystèmes (milieux) n'est abordée que brièvement. Le dernier niveau, celui de la diversité génétique, est plus difficile à appréhender et donc bien souvent méconnu, bien qu'il joue également un rôle essentiel [HIJ08]. Au vu du manque de données, il n'est abordé ici que de manière anecdotique. Pour terminer cet état des lieux, un aperçu des principales menaces qui pèsent sur la biodiversité régionale est également dressé.

Méthodes

Espèces

L'ensemble de la biodiversité du canton de Fribourg a été divisée en groupes sur la base de la classification proposée par RUGGIERO *et al.* [RGO15], qui propose un consensus pour l'ensemble du vivant. Il ne s'agit pas d'une classification phylogénétique, mais elle reprend les groupes et la hiérarchisation utilisés encore habituellement aujourd'hui dans la pratique.

Les différents groupes englobent l'ensemble du vivant et se situent à différents niveaux taxonomiques (par ex. diptères = ordre, champignons = règne). L'ensemble de la biodiversité a été dans un premier temps divisé en 67 groupes, dont 26 qui ne concernent pas le canton de Fribourg (par ex. divers groupes marins tels que les échinodermes ou les placozoaires).

Sur les 41 groupes présents ou potentiellement présents dans le canton de Fribourg, 16 sont largement méconnus (procaryotes, rotifères, myriapodes, chlorophytes, nématodes, tardigrades, collemboles, etc.). Les données sur ces groupes sont quasiment inexistantes et il n'existe à notre connaissance aucun expert capable de se prononcer sur leur diversité et leur évolution au niveau régional. Cela représente évidemment un biais important, puisque la majeure partie de la diversité des espèces est probablement comprise à ces niveaux-là.

Une expertise a pu être réalisée pour 25 groupes (dont certains ont été encore subdivisés pour présenter les résultats, liste finale des groupes dans la table 4.1) pour lesquels on dispose de connaissances, certes parfois lacunaires. Pour tous ces groupes, les données disponibles (occurrences) pour l'ensemble du canton (toutes dates) ont été commandées auprès des différents centres nationaux, via la plateforme InfoSpecies [IF20]. Les données au niveau de l'espèce ont été retenues, en laissant tomber les sous-espèces et les agrégats. Ces données proviennent de différentes sources : il peut s'agir par exemple de données muséales, d'observations faites par des naturalistes amateurs ou d'inventaires réalisés dans le canton. Les données les plus anciennes datent généralement de la fin du XIX^e siècle, mais nous avons retenu ici l'intervalle de temps allant de 1900 à 2020, afin de travailler sur une période définie.

Les données seules ne suffisent pas pour une évaluation pertinente, mais nécessitent d'être interprétées correctement. Dans ce but, 34 expert-e-s (cf. remerciements) ont été consulté-e-s pour les différents groupes. Le choix des expert-e-s a été fait selon notre appréciation, avec des personnes aux profils variés (spécialistes de groupes, services cantonaux, institutions, etc.) disposant à la fois de connaissances sur la diversité du groupe, son écologie et le contexte du canton de Fribourg. Chacun-e de ces expert-e-s a reçu en mai 2020 un lot de données concernant son groupe ainsi qu'un questionnaire à compléter pour guider son évaluation.

| | |
|-------------------------------|---|
| Amphibiens | Insectes - Hyménoptères (apidés, abeilles sauvages) |
| Arachnides | Insectes - Hyménoptères (fourmis) |
| Bivalves | Insectes - Lépidoptères diurnes |
| Bryophytes | Insectes - Lépidoptères nocturnes |
| Champignons | Insectes - Odonates (libellules) |
| Charophytes | Insectes - Orthoptères |
| Crustacés (sans écrevisses) | Insectes - Plecoptères |
| Ecrevisses | Insectes - Trichoptères |
| Flore (plantes vasculaires) | Lichens |
| Gastéropodes | Mammifères (chauves-souris) |
| Insectes - Coléoptères | Mammifères (micro-mammifères) |
| Insectes - Diptères | Mammifères « moyens et grands » |
| Insectes - Diptères (syrphes) | Oiseaux |
| Insectes - Ephémères | Poissons |
| | Reptiles |

TABLE 4.1 – Groupes considérés dans l'étude.

Menaces

Un second questionnaire a été envoyé aux mêmes expert·e·s en septembre 2020, afin d'évaluer les menaces pesant sur la biodiversité au niveau régional, pour chaque groupe, durant la période de 1900 à 2020. Une liste prédéterminée de 26 menaces a été envoyée à chacun·e des expert·e·s, en leur demandant de choisir, parmi ces menaces, celles qui semblent jouer un rôle prépondérant pour leur groupe, puis de les classer dans leur ordre de priorité. Les expert·e·s avaient également la possibilité d'ajouter, si nécessaire, d'autres menaces qui sortent de la liste proposée. La liste des menaces a notamment été compilée en prenant en compte différentes sources [FIS15, LPG10, OFEV17], mais sans entrer dans trop de détails afin de ne pas multiplier les catégories et de garder un aspect synthétique.

Pour synthétiser les résultats et effectuer un classement des menaces, un système de score a été appliqué. Pour chaque groupe, une menace qui arrive 1^{re} du classement reçoit 100 points, 2^e 80 points, 3^e 60 points, 4^e 40 points, 5^e 30 points, 6^e 20 points, 7^e 10 points, 8^e 5 points, 9^e 2 points et 10^e 1 point, puis aucun point. Ces scores dégressifs permettent de donner plus de poids aux menaces vues comme les plus importantes, afin d'identifier les priorités. Chaque groupe a le même poids dans cette évaluation, bien que la taille des groupes ne soit pas homogène. Cela a l'avantage de mettre en avant des thématiques variées et des groupes qui jouent un rôle important malgré un petit nombre d'espèces (par ex. chauves-souris, amphibiens). Les menaces ont été classées selon le score qu'elles obtiennent, le nombre de fois qu'elles ont été citées indépendamment de leur classement et en considérant uniquement les menaces classées comme les 3 plus importantes pour chacun des groupes (cf. résultats). Une vue d'ensemble des groupes qui partagent des menaces simi-

lares est également présentée sous la forme d'un graphique d'ordination (non metric multidimensional scaling [PRE77]).

Milieux

Les données sur l'état de milieux naturels et leur évolution depuis 1900 dans le canton de Fribourg sont plutôt lacunaires. Les données les plus exhaustives proviennent d'études menées au niveau suisse [LPG10] à partir desquelles nous avons synthétisé les données disponibles au niveau du canton de Fribourg. Une liste de milieux a également été fournie aux expert-e-s, qui devaient évaluer pour leur groupe et pour chacun des milieux à quel point les populations sont menacées. Enfin, nous nous sommes basés sur certains exemples représentatifs.

Résultats

Données disponibles

Un total de 704'546 données ont été obtenues auprès des différents centres nationaux (état mai 2020, oiseaux : 365'293 données / autres animaux : 118'246 données / autres organismes (dont flore, champignons, etc.) : 221'007 données). Les données ne sont pas homogènes et varient énormément d'un groupe à l'autre, tant en termes de nombre que de leur répartition spatio-temporelle.

Certains groupes comme les oiseaux sont bien suivis alors que d'autres comme les diptères sont quasiment inconnus. Un nombre important de données existe également pour la flore vasculaire, les « grands et moyens » mammifères, les papillons de jour et les champignons.

Même si le nombre de données a tendance à augmenter globalement grâce à de nouveaux moyens de collectes numériques (applications sur téléphones mobiles notamment), certains groupes ont été mieux étudiés dans le canton par le passé : c'est le cas des lichens - avec de nombreuses données dans les années 90 - ou des papillons de nuit (figure 4.1). Cela dépend notamment des spécialistes ayant vécu ou parcouru le canton selon les époques.

Nombre d'espèces connues et estimées

En se basant sur ces données, 11'144 espèces différentes ont déjà été recensées sur le territoire du canton de Fribourg depuis 1900 (figure 4.2). Certains groupes sont sous-échantillonnés dans la région et les expert-e-s consulté-e-s ont estimé, lorsque cela était possible, le nombre d'espèces potentielles dans le canton. Au total, en considérant les mêmes groupes que précédemment, le nombre d'espèces total est évalué entre 15'000 et 18'000 pour le canton de Fribourg. Il resterait donc à découvrir entre 25 et 38% des espèces selon les estimations basses ou hautes, parmi les groupes considérés. Evidemment, cela ne prend pas en compte tous les groupes qui n'ont pas été évalués dans cette étude, dont la plupart des microorganismes.

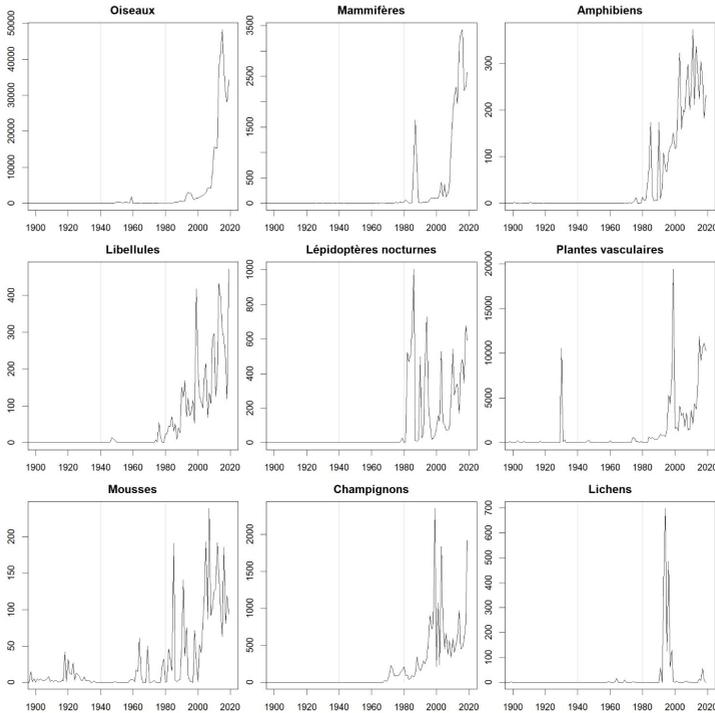


FIGURE 4.1 – Evolution du nombre de données disponibles dans le canton de Fribourg, de 1900 à 2020, pour 9 groupes sélectionnés. L'axe horizontal correspond aux années et l'axe vertical au nombre de données par année.

Espèces endémiques et à responsabilité particulière

Le canton de Fribourg ne compte pas d'espèces totalement endémiques. 6 espèces sont toutefois considérées comme sub-endémiques : 2 poissons (*Coregonus candidus*, *Coregonus palaea*), 2 champignons (*Mycena magnicytidiosa*, *Ramaria praecox*) et 2 plantes (*Arenaria ciliata* subsp. *bernensis*, *Papaver occidentale*) [TEF17].

L'OFEV a sélectionné 449 espèces prioritaires pour le canton de Fribourg [OFEV17]. Il s'agit d'espèces prioritaires au niveau national qui nécessitent des mesures de conservation spécifiques, et d'autres espèces qui, d'après les expert·e·s, requièrent des mesures et méritent une attention particulière en raison d'une priorité d'action. Dans le cadre de ce travail, les expert·e·s ont désigné 260 espèces pour lesquelles le canton de Fribourg porte une responsabilité importante pour leur sauvegarde et leur protection (Annexe 2).

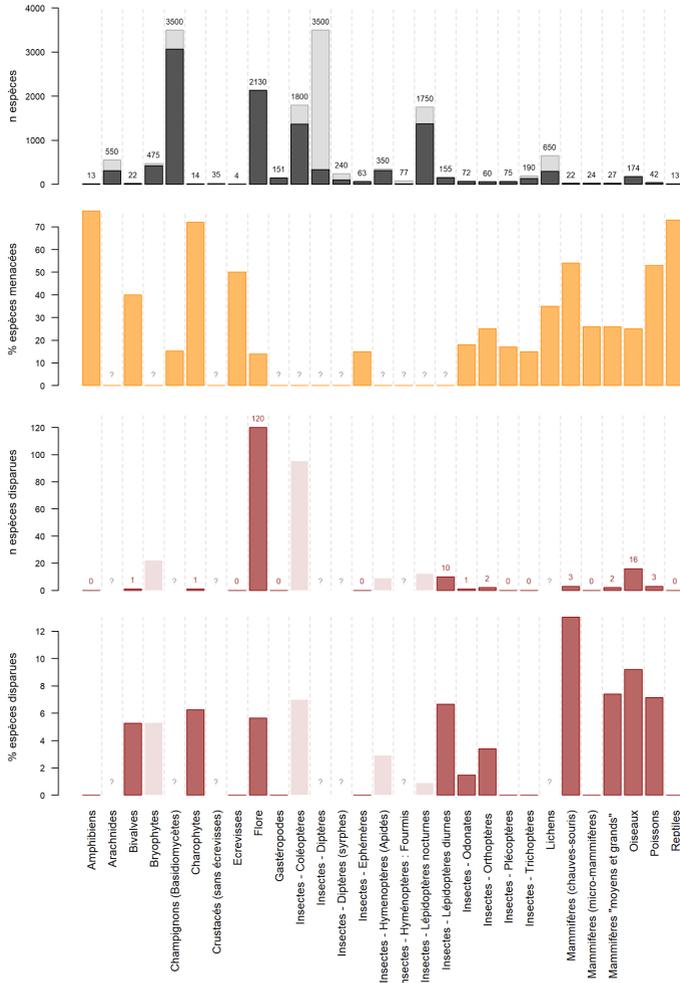


FIGURE 4.2 – *Espèces du canton de Fribourg, par groupe. Graphiques de haut en bas : 1) nombre d'espèces recensées (en noir) et nombre d'espèce potentielles selon avis d'expert (en gris + nombre), 2) pourcentage d'espèces menacées selon avis d'expert, 3) nombre d'espèces disparues selon avis d'expert, depuis 1900, 4) pourcentage d'espèces disparues, depuis 1900. Les colonnes en rouge clair correspondent à des estimations des expert-e-s, sans avoir de données précises sur les espèces qui ont effectivement disparu.*

Espèces menacées

Pour estimer le degré de menace pesant sur les différents groupes, les expert·e·s se sont le plus souvent basés sur les listes rouges nationales lorsqu'elles existent, en partant du principe que le pourcentage d'espèces menacées pour le canton de Fribourg est vraisemblablement similaire à celui déterminé au niveau national. Une espèce est considérée comme menacée lorsqu'elle entre dans les catégories VU (vulnérable), EN (en danger) ou CR (en danger critique) [IUCN01]. Pour de nombreux groupes, cet exercice n'a pas été possible car les connaissances ne sont pas suffisantes. En considérant uniquement les 18 groupes qui ont pu être évalués par les expert·e·s (figure 4.2), le taux d'espèces menacées s'élève à 17.9% pour le canton de Fribourg. En se référant uniquement aux listes rouges nationales, le nombre d'espèces menacées est de 1'344 parmi les 11'144 espèces connues. Mais ce chiffre est sous-estimé puisque pour certains groupes les listes rouges ne sont pas disponibles.

Espèces disparues

Comme les données concernant les espèces disparues du canton depuis 1900 sont lacunaires, la prudence est de mise et seules les espèces suffisamment documentées (populations attestées depuis 1900) ont été prises en compte.

1'201 espèces n'ont plus été signalées au cours des 30 dernières années dans le canton. Cela ne signifie pas forcément qu'elles ont disparu : cela reflète parfois uniquement le manque de prospection. Cette liste a donc été validée pour chaque groupe par les expert·e·s avec une approche très prudente. Les espèces disparues avant 1900 n'ont pas été décomptées.

Au moins 159 espèces ont disparu du canton de Fribourg depuis 1900 (figure 4.2). Il s'agit uniquement de cas bien documentés, où les espèces peuvent être nommées individuellement. Il s'agit pour la plupart de plantes (120), d'oiseaux (16) et de papillons diurnes (10). Dans 8 groupes, on dépasse 5% d'espèces disparues en seulement un siècle. Certains expert·e·s ont estimé le nombre d'espèces disparues de leur groupe par un pourcentage, sans pouvoir les nommer individuellement. En prenant en compte ces estimations, le nombre de disparitions régionales atteint environ 300 espèces. Ce nombre est à considérer comme un minimum absolu, car de nombreux groupes n'ont pas pu être évalués par manque de connaissances.

Sur un total de 11'144 espèces connues, cela représente un taux de disparition de 1,4% en environ 100 ans. Ce chiffre monte même à 5,6% si l'on tient compte uniquement des groupes dont les connaissances historiques sont considérées comme bonnes (flore, vertébrés et quelques rares groupes d'insectes comme les papillons diurnes et les orthoptères), dans lesquels des espèces disparues sont attestées.

Diversité génétique

Dans l'ensemble, les connaissances à disposition dans le domaine de la diversité génétique sont très lacunaires, voire nulles. Il est donc impossible de donner une tendance générale au sujet de la génétique des populations, parmi les groupes concernés. Il est possible que certaines espèces du canton de Fribourg dont l'aire de distribution est particulièrement fragmentée ou dont les populations sont isolées, puissent présenter des singularités au niveau génétique ou des risques de consanguinité, mais cela reste peu connu.

Autres aspects

Les expert·e·s ont été questionnés sur quelques autres aspects de la biodiversité du canton pour lesquels on ne dispose que de peu de données :

- Concernant la biomasse, elle est évaluée comme en légère ou forte diminution dans 13 groupes, stable ou en légère augmentation dans 4 groupes, en forte augmentation dans aucun groupe (pour les autres groupes, les expert·e·s ne se prononcent pas).
- Concernant la diversité générale des espèces (nombre moyen d'espèces par kilomètre carré), elle est évaluée comme en diminution dans 7 groupes, stable dans 7 groupes et en augmentation dans aucun groupe (pour les autres groupes, les expert·e·s ne se prononcent pas).
- Concernant l'évolution de la biodiversité du canton de Fribourg dans un futur proche (30 ans), en supposant que le contexte reste similaire à aujourd'hui, les expert·e·s sont pour la plupart pessimistes ou très pessimistes (14 groupes), ni optimistes ou ni pessimistes (8 groupes), rarement optimiste (1 groupe, les « grands et moyens » mammifères), et les autres ne se prononcent pas.

Menaces

Les menaces qui obtiennent les plus hauts scores, selon les différents classements proposés (figure 4.3) sont donc celles qui peuvent être considérées comme les plus importantes selon l'évaluation des expert·e·s. A l'inverse les menaces dont le score est faible sont celles représentant le plus faible impact sur la biodiversité parmi la liste proposée.

Les menaces varient bien entendu selon les groupes considérés, mais sept d'entre elles ressortent nettement indépendamment des différentes méthodes de classement :

- Drainage des zones humides et comblement des petits plans d'eau
- Diminution des structures en zone agricole (haies, arbres isolés,...)
- Pesticides, produits phytosanitaires
- Eutrophisation, fumure, apports azotés atmosphériques

- Pratiques de fauche (plus fréquent, conditionneurs, ...), uniformisation de la végétation des prairies
- Qualité des eaux, pollution des eaux, micropolluants
- Endiguement des berges des lacs et cours d'eau

Certaines menaces représentent un enjeu particulier seulement pour certains groupes, par exemple la pollution lumineuse pour les papillons de nuit et les chauves-souris. Toutes les menaces proposées ont été citées au moins une fois et toutes peuvent donc se révéler importantes selon le contexte. Le système de score permet toutefois de mettre en avant les priorités.

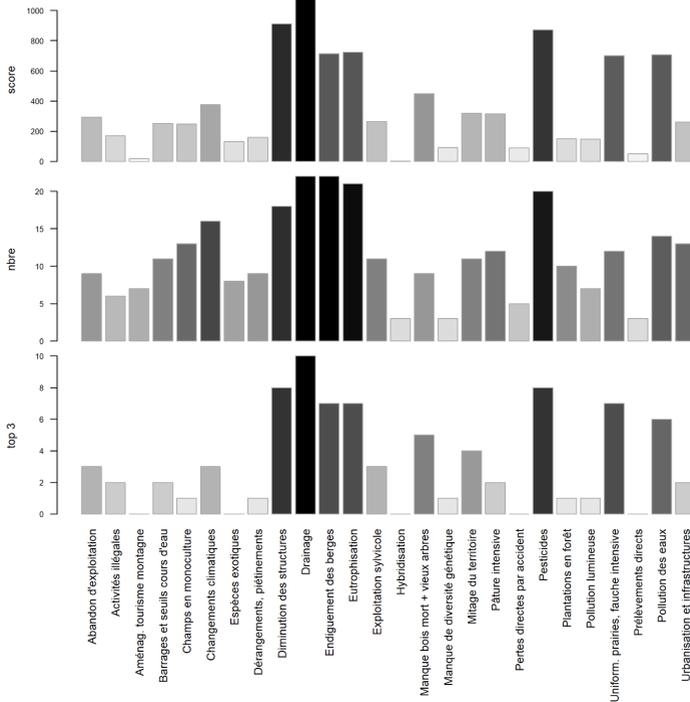


FIGURE 4.3 – *Évaluation des principales menaces. Graphiques de haut en bas : 1) score obtenu par menace (cf. méthode), 2) nombre de groupes où la menace est mentionnée (sans classement), 3) nombre de groupes où la menace est classée dans le « top 3 » (menaces classée n°1, 2 ou 3 par les expert·e·s).*

Les expert-e-s consulté-e-s ont trouvé pertinente la liste de menaces proposées et ont mentionné quelques menaces supplémentaires :

- Disparition des écotones (les zones de transition entre différents milieux)
- Cours d'eau : colmatage des fonds, déficit en charriage, écluses, abaissement des nappes phréatiques et prélèvements d'eau
- Captages et destruction des milieux autour des sources
- Disparition des vieux murs
- Empoisonnement de petits plans d'eau, alevinage et curages inadaptés
- Pollutions atmosphériques acides, surtout dans les années 1980 (concerne notamment les lichens)
- Compétition entre espèces (indigènes) et maladies
- Destruction et dérangement des gîtes dans les bâtiments (concerne notamment les chauves-souris)
- Mécanisation en sylviculture

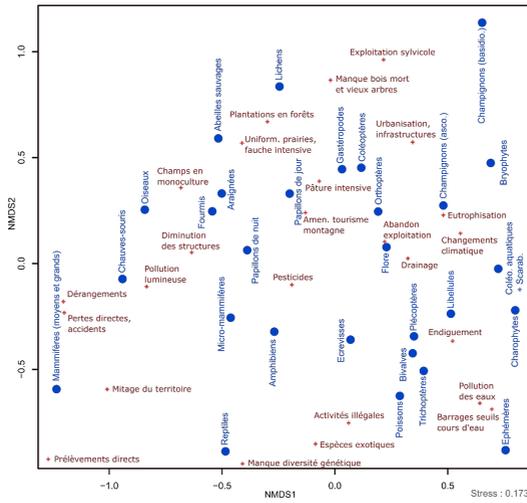


FIGURE 4.4 – *Ordination par NMDS (non-metric multidimensional scaling). Ce graphique est à lire de la manière suivante : les groupes (points bleus) se situant le plus proche partagent des menaces similaires. A l'inverse les plus éloignés partagent peu/pas de menaces communes. Les menaces (croix rouges), sont situées vers les groupes qui sont les plus concernés.*

Certains groupes évalués partagent logiquement certaines menaces similaires. Pour avoir une vue d'ensemble, un graphique d'ordination (figure 4.4) a été réalisé pour s'en rendre compte.

Les expert·e·s ont aussi été questionné·e·s sur leur vision de l'évolution de ces menaces pour les années à venir. Pour la plupart d'entre eux, les menaces seront similaires à la situation qui a prévalu ces dernières années, mais l'ordre d'importance pourrait changer. Enfin pour quelques groupes, certains expert·e·s mentionnent de nouvelles menaces, comme l'augmentation des prélèvements d'eau, de possibles nouvelles espèces exotiques et surtout le réchauffement climatique.

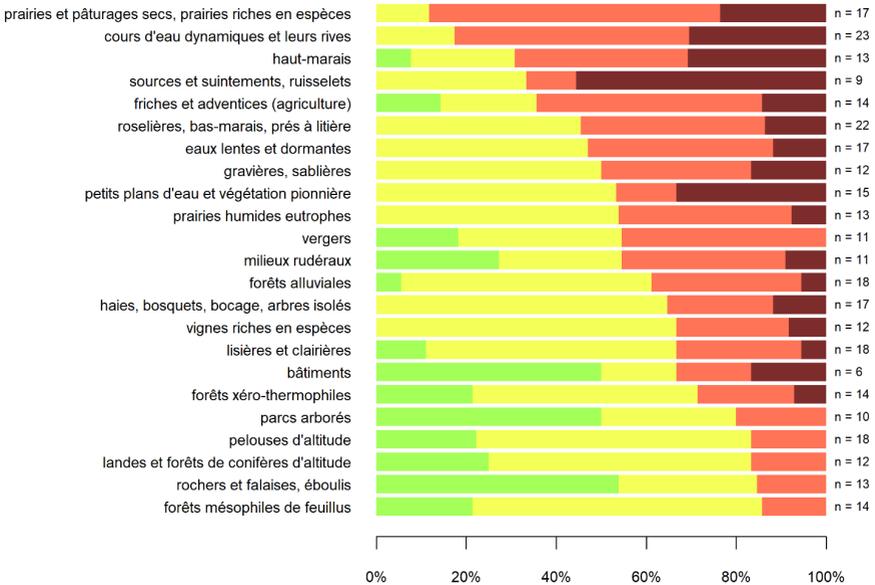


FIGURE 4.5 – *Expertise par milieu.* Le « n » à droite indique le nombre de groupes concernés. Le pourcentage de groupes inclus dans les catégories suivantes est indiqué : vert - les populations/espèces liées à ce milieu se portent généralement bien/jaune : les populations/espèces liées à ce milieu sont légèrement sous pression/rouge : les populations/espèces liées à ce milieu sont sous pression, parfois menacées/bordeaux : les populations/espèces liées à ce milieu sont largement sous pression, pour la plupart menacées.

Milieux

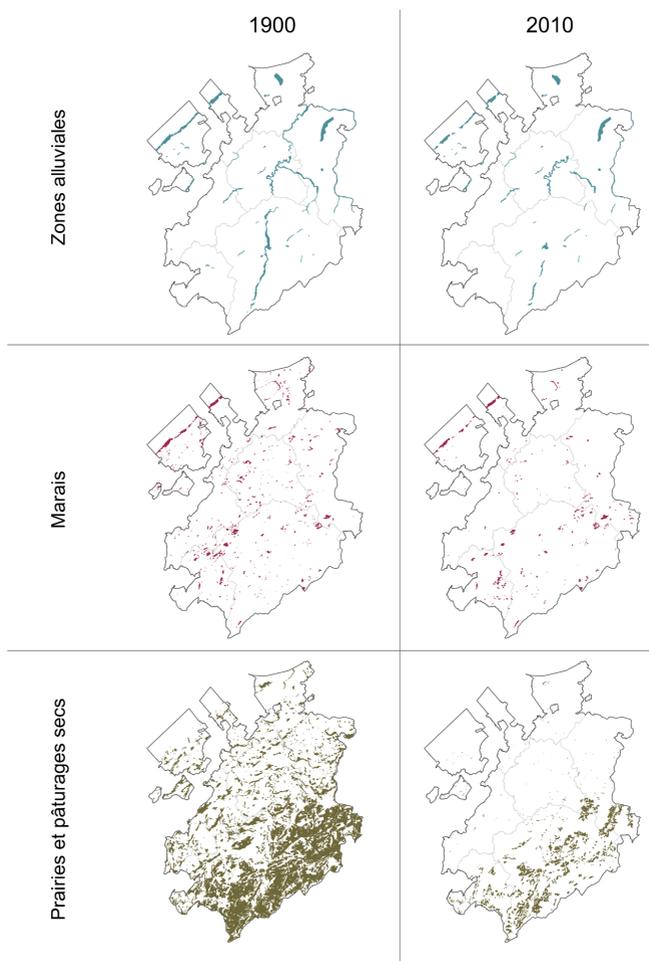


FIGURE 4.6 – *Evolution des surfaces occupées par les zones alluviales, les marais et les prairies et pâturages secs dans le canton de Fribourg entre 1900 et 2010 (source des données : LACHAT et al. [LPG10].) Pour les marais, seule une partie des surfaces est représentée sur la carte de 1900 et la diminution est plus élevée que celle visible sur la carte.*

Le degré de menace par milieu a été évalué par les expert·e·s pour chacun des groupes considérés (figure 4.5). Les milieux aquatiques (cours d'eau dynamiques, hauts-marais, sources et suintement) et agricoles (prairies et pâturages secs, friches et adventices) sont ceux qui abritent le plus d'espèces sous pression selon les expert·e·s. Ces milieux figurent également parmi les plus menacés en Suisse [DES16]. A l'inverse, les milieux forestiers semblent moins sous pression.

L'évolution des marais, des zones alluviales et des prairies et pâturages secs a pu être retracée au niveau régional sur la base des données de LACHAT *et al.* [LPG10] (figure 4.6). Ces milieux extrêmement importants pour la biodiversité ont subi une diminution dramatique au cours des 100 dernières années. Cette tendance est semblable à celle constatée au niveau suisse, et la dépasse même par exemple pour les marais qui ont perdu 95% de leur surface depuis 1900 dans le canton de Fribourg (- 82% au niveau Suisse). Pour les zones alluviales, la diminution atteint près de 35% depuis 1900, mais une forte diminution des surfaces a été constatée dès 1850, atteignant 90%. Enfin pour les prairies et pâturages secs, la diminution a été également majeure, atteignant 85%.

Quelques exemples représentatifs de l'évolution de différents milieux dans le canton de Fribourg sont illustrés par des images historiques (Annexe 3).

Discussion

Espèces

Le canton de Fribourg abrite une diversité spécifique élevée, notamment du fait qu'il s'étend sur différentes zones biogéographiques (Préalpes, Plateau et présence de grands lacs). Avec 11'144 espèces répertoriées, le canton de Fribourg héberge environ un quart des espèces connues en Suisse [OFEV17]. Un chiffre qui pourrait être revu à la hausse, puisque les expert·e·s estiment que le canton pourrait abriter entre 15'000 et 18'000 espèces dans ces mêmes groupes. Comparativement au reste de la Suisse, la biodiversité reste peu connue dans le canton, en particulier au sein de certains groupes comme les diptères, les coléoptères, les lépidoptères nocturnes, les arachnides, les champignons ou les lichens, où de nombreuses espèces restent à découvrir. Parmi les bryophytes, les hyménoptères ou les gastéropodes, de nouvelles espèces pourraient potentiellement être découvertes, mais il reste surtout un gros travail pour mieux cerner la distribution des espèces répertoriées. Enfin, certains groupes comme les oiseaux, les plantes vasculaires, les grands mammifères, les papillons de jour ou les amphibiens bénéficient d'une bien meilleure connaissance et pourraient servir de base comme indicateurs de la biodiversité au niveau régional.

Même si le canton de Fribourg ne compte pas d'espèces endémiques strictes, 6 espèces peuvent être considérées comme sub-endémiques, sur les 137 espèces

endémiques ou subendémiques connues en Suisse [TEF17].

Pour les groupes qui ont pu être évalués, une moyenne de 17,9% d'espèces peuvent être considérées comme menacées. Ce chiffre, inférieur à la moyenne suisse fixée à 36% [OFEV17], est probablement sous-évalué au niveau cantonal à cause du manque de connaissances dans certains groupes. La différence avec la moyenne suisse s'explique aussi par l'absence, dans le canton de Fribourg, de certaines zones microclimatiques comptant de nombreuses espèces rares et menacées, telles les vallées intra-alpines du Valais. La moyenne cantonale reste toutefois élevée. Pour les groupes mieux connus, le déclin d'espèces autrefois communes a pu être établi, ce qui est également documenté à plus large échelle [JBB20]. C'est le cas par exemple de l'Alouette des champs chez les oiseaux [KAW18].

Au moins 159 espèces ont disparu du canton de Fribourg depuis 1900, dont certaines emblématiques comme la Loutre, le Saumon, la Perdrix grise ou le Grand Tétrás. Ce chiffre est à considérer comme un minimum absolu : le déclin peut être considéré comme massif et rapide sur une période extrêmement courte à l'échelle biologique.

Selon le critère de l'Union internationale pour la conservation de la nature, une espèce est considérée comme éteinte quand il n'y a « aucun doute raisonnable que le dernier individu est mort » [IUCN01]. En pratique, il est évidemment souvent difficile d'être certain que le dernier individu soit réellement éteint [BSB06]. Ainsi une espèce comptée comme disparue est une espèce pour laquelle on ne trouve probablement plus aucun individu dans le canton de Fribourg. Même s'il est difficile de l'assurer avec certitude, il s'agit dans tous les cas d'espèces pour lesquelles les populations sont nulles ou quasiment nulles, et donc généralement vouées à disparaître dans le contexte actuel.

Nous avons été extrêmement prudents dans cette définition en recherchant des documents historiques qui attestent la présence passée de ces espèces. Il n'est donc pas étonnant que la plupart des espèces considérées comme disparues soient des plantes, un groupe pour lequel les connaissances historiques sont relativement bonnes : la flore vasculaire a été largement étudiée au début du XXe siècle, entre autres par le fameux botaniste fribourgeois Firmin Jaquet [JAC30]. De nombreuses notes ou des échantillons d'herbiers permettent d'attester de la présence d'espèces désormais disparues régionalement comme la Limoselle aquatique (*Limosella aquatica*), la Tulipe sauvage (*Tulipa sylvestris*) ou la Pulsatile commune (*Pulsatilla vulgaris*).

D'autres espèces se sont éteintes bien avant la période considérée dans cette étude, et n'ont donc pas été prises en compte : il s'agit par exemple de l'Ours, disparu en 1698 [MUS98].

Certaines études estiment un taux d'extinction naturel aux alentours de 0.02% par 100 ans [CEB15]. Ce que nous observons dans le canton de Fribourg,

même en restant très prudent, dépasse de près de $300 \times$ le taux normal de disparition et peut être comparé aux tendances relevées au niveau suisse, européen ou mondial [IPB19, CEB15]).

Quasiment tous les groupes montrent une tendance négative en termes de diversité, et pour certains, notamment les insectes, également en termes de biomasse. Seuls de rares groupes s'en sortent mieux actuellement, tels les grands mammifères qui reprennent du terrain ces dernières décennies, alors que leurs effectifs étaient au plus bas il y a environ 150 ans, notamment à cause d'une chasse non réglementée et de la destruction à large échelle des forêts.

Milieux

Les surfaces de milieux particulièrement importants pour la biodiversité (marais, zones alluviales, prairies et pâturages secs) ont dramatiquement diminué dans le canton de Fribourg depuis 1900. Les milieux naturels restants, souvent de petite taille, ont vu leur qualité écologique fortement diminuer. Ce déclin suit plus ou moins les mêmes tendances constatées au niveau suisse [LPG10].

Menaces sur les espèces et les milieux naturels

Les menaces qui pèsent sur la biodiversité sont multiples et il n'est pas possible d'en dresser une liste parfaitement exhaustive. Certaines entraînent des conséquences importantes sur la perte de biodiversité dans le canton, alors que d'autres ont des effets beaucoup plus localisés sur certains groupes. De manière générale, la disparition des milieux naturels et la baisse de leur qualité écologique entraîne une forte pression sur de nombreuses espèces.

L'intensification agricole a engendré une pression massive sur les espèces dans le canton de Fribourg. Sur les sept menaces considérées comme prépondérantes, cinq concernent prioritairement les zones agricoles : drainages, uniformisation du paysage et perte des petites structures, utilisation de produits phytosanitaires, eutrophisation et pratiques de fauche. Cette tendance est visible partout en Suisse mais se révèle particulièrement bien dans un canton agricole comme celui de Fribourg.

L'analyse que nous proposons ici devrait permettre de prioriser les futures actions en faveur de la biodiversité et d'intervenir là où les menaces sont les plus préoccupantes.

Tendances et enjeux

Au regard de l'état de la biodiversité dans les différents milieux naturels du canton de Fribourg, des menaces, et, au vu des scénarios d'évolution du canton, des tendances se dessinent par rapport aux pressions sur la biodiversité. De manière générale, l'intensité de l'utilisation du territoire perturbe les interactions entre les écosystèmes et diminue la qualité écologique des milieux

naturels [FSP20].

Si l'on veut agir sur la perte rapide de biodiversité, la destruction des milieux naturels doit cesser au plus vite et les surfaces abritant le plus d'espèces prioritaires et menacées doivent être placées sous protection. Alors que selon les objectifs d'Aïchi, les Etats, dont la Suisse, se sont engagés à placer 17% de leur territoire sous protection, ce taux atteint 12,5% au niveau national [OFEV17] et seulement 8,4% dans le canton de Fribourg, ce qui place notre pays au dernier rang des pays européens [OCDE17]. Les objectifs environnementaux fixés dans les différentes politiques sectorielles ne sont souvent pas encore atteints et doivent être mis en œuvre correctement si l'on veut inverser la tendance (figure 4.7). Zones agricoles : l'objectif minimal est de 16% de surfaces avec qualité écologique OEA [OO08, WEG13] et le canton de Fribourg, avec une part de 4% de surfaces de qualité, est non seulement loin de l'avoir atteint mais se situe bien en dessous de la moyenne suisse. En milieu forestier, l'objectif minimal de 20% de surfaces naturelles [ISB15] n'est pas encore atteint mais la situation cantonale se situe dans la moyenne suisse. Pour les cours d'eau, l'objectif est que le 100% des cours d'eau soient naturels, semi-naturels ou peu atteints et donc de supprimer les tronçons artificiels ou sous tuyaux [DAEC]. Le canton de Fribourg n'a pas encore atteint cet objectif mais se situe dans la moyenne suisse.

La région des Préalpes concentre une grande partie de la biodiversité au niveau du canton et sert de refuge à des espèces sensibles suite notamment à l'intensification des activités anthropiques sur le Plateau. Une des priorités futures devrait être de préserver et relier les hotspots de biodiversité sur l'ensemble du canton : la mise en œuvre d'une infrastructure écologique fonctionnelle permettrait de répondre à ce défi.

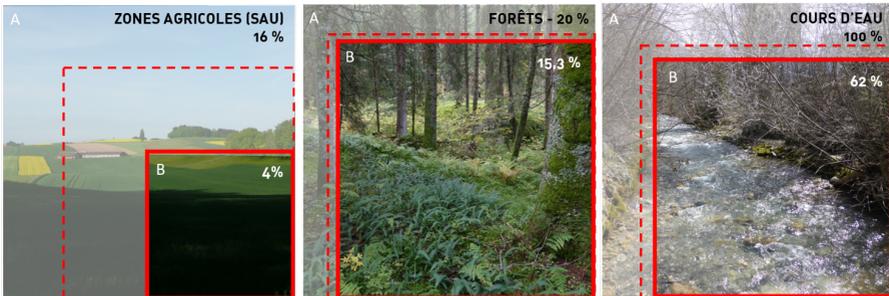


FIGURE 4.7 – *Etat des lieux des surfaces proches de l'état naturel dans différents milieux. Comparaison de l'état dans le canton de Fribourg (B) par rapport aux objectifs (A) et à la moyenne suisse (traitillé).*

Un autre enjeu de taille sera celui de faire prendre conscience de l'importance de la biodiversité pour notre société. En effet, actuellement, près de 74% de la population en Suisse considère que l'état de l'environnement est bon à très bon [OFEV17, GFS13]. Le décalage entre la réalité des faits et leur perception [MFK21], explique en partie le peu de considération pour cette problématique alors que tout le monde s'accorde pour la désigner comme un des plus grands risques pour notre société et l'économie ces prochaines décennies [WEF21].

Là où on lui laisse un peu de place, la nature revient et fait preuve d'une capacité de résilience étonnante.

Remerciements

La consultation de nombreux expert-e-s a été nécessaire pour la réalisation de cette étude. Nous remercions chacun-e d'entre eux-elles pour leur précieuse aide et la mise à disposition de leurs riches connaissances. Ils-elles sont listé-e-s ci-après :

Aebischer Adrian - Service des forêts et de la nature, KARCH (oiseaux, amphibiens) ; Ayer François (champignons) ; Bétrisey Sébastien - Jardin botanique (plantes vasculaires) ; Blandenier Gilles (arachnides) ; Bur Markus (abeilles sauvages) ; Cailliau Ariane (bryophytes) ; Capt Simon - Info Fauna (micro-mammifères) ; Chittaro Yannick - info fauna (coléoptères, lépidoptères nocturnes) ; Claude François - info fauna (gastéropodes) ; Cosandey Vivien (coléoptères) ; Dougoud René - Société fribourgeoise de mycologie (champignons) ; Fisler Lisa - info fauna (diptères, syrphes) ; Fragnière Yann (charophytes) ; Freitag Anne - Musée de zoologie Lausanne (fourmis et autres hyménoptères) ; Giriens Sophie - Musée d'histoire naturelle de Fribourg (libellules, abeilles sauvages) ; Gremaud Jérôme (orthoptères, chauves-souris, oiseaux) ; Haenni Jean-Paul (diptères) ; Hayoz André (coléoptères) ; Knispel Sandra (plécoptères) ; Kozlowski Gregor - Jardin botanique (plantes vasculaires) ; Lauper Sébastien - Service des forêts et de la nature (poissons, écrevisses) ; Maibach Alain - Amaibach (libellules) ; Mazza Gaëtan - KARCH (reptiles) ; Pesenti Elias - Service des forêts et de la nature (mammifères) ; Pompini Manuel - Service des forêts et de la nature (poissons) ; Praz Christophe - Université de Neuchâtel (abeilles sauvages) ; Progin David (Lépidoptères diurnes) ; Rion François (lépidoptères nocturnes) ; Sanchez Andreas - Info fauna (coléoptères) ; Strebel Stephan - Mosimann et Strebel (orthoptères) ; Stucki Pascal - Aquabug (crustacés, écrevisses, trichoptères, bivalves) ; Vust Mathias (lichens) ; Wagner André (éphémères) ; Wandeler Peter - Musée d'histoire naturelle de Fribourg (micro-mammifères).

Références

- [BAL05] BALAKRISHNAN, R. : Species Concepts, Species Boundaries and Species Identification : A View from the Tropics. *Systematic Biology*, 54(4), 689–693 (2005).
- [BHF19] BOWLER, D.E., HELDBJERG, H., FOX A.D., DE JONG, M. & BÖHNING-GAESE, K. : Long-term declines of European insectivorous bird populations and potential causes. *Conservation Biology*, 33(5), 1120–1130 (2019).
- [BSB06] BUTCHART, S. H. M., STATTERSFIELD, A. J. & BROOKS, T. M. : Going or gone : defining possibly extinct species to give a truer picture of recent extinctions. *Bulletin-British Ornithologists Club*, 126, 7 (2006).
- [CER20] CEBALLOS, G., EHRlich, P.R. & RAVEN, P.H. : Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 117(24), 13596–13602 (2020).
- [CEB15] CEBALLOS, G., EHRlich, P. R., BARNOSKY, A. D., GARCIA, A., PRINGLE, R. M. & PALMER, T. M. : Accelerated modern human-induced species losses : Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5), e1400253 (2015).
- [CF17] CONSEIL FÉDÉRAL : Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse (2017).
- [CK11] CORDILLOT, F., KRAUS, G. : Espèces menacées en Suisse. Synthèse des listes rouges, état 2010. Page Etat de l'environnement n° 1120. Berne (2011).
- [DAEC] DAEC : Planification stratégique des revitalisations. Rapport final. Fribourg (2014).
- [DES16] DELARZE, R., EGGENBERG, S., STEIGER, P., BERGAMINI, A., FIVAZ, F., GONSETH, Y., GUNTERN, J., HOFER, G., SAGER, L. & STUCKI, P. : Liste rouge des milieux de Suisse. Abrégé actualisé du rapport technique 2013. Berne (2016).
- [DYG14] DIRZO, R., YOUNG, H. S., GALETTI, M., CEBALLOS, G., ISAAC, N. J., & COLLEN, B. Defaunation in the Anthropocene. *science*, 345(6195), 401–406 (2014).
- [DGH01] DONALD, P. F., GREEN, R. E., & HEATH, M. F. : Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B : Biological Sciences*, 268(1462), 25–29 (2001).
- [FSP20] FELIPE-LUCIA, M. R., SOLIVERES, S., PENONE, C., FISCHER, M., AMMER, C., BOCH, S., ... & ALLAN, E. : Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(45), 28140–28149 (2020).
- [FIS15] FISCHER, M. ET AL. : Etat de la biodiversité en Suisse en 2014. Ed. : Forum Biodiversité Suisse et al., Berne. (2015).
- [GFS13] GFS.BERN : Enquête gfs.bern : forte disponibilité des Suisses à agir pour conserver la biodiversité (2013).
- [HSJ17] HALLMANN, C. A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., ... & DE KROON, H. : More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS one*, 12(10), e0185809 (2017).
- [HIJ08] HUGHES, A. R., INOUE, B. D., JOHNSON, M. T., UNDERWOOD, N., & VELLEND, M. : Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology letters*, 11(6), 609–623 (2008).

- [HU77] HULL, D. L. : The Ontological Status of Species as Evolutionary Units. In *Foundational Problems in the Special Sciences* (pp. 91–102). Springer Netherlands (1977).
- [ISB15] IMESCH, N., STADLER, B., BOLLIGER, M., & SCHNEIDER, O. : Biodiversité en forêt : objectifs et mesures. Aide à l'exécution pour la conservation de la diversité biologique dans la forêt suisse. Berne (2015).
- [IF20] INFOSPECIES : InfoSpecies, le Centre suisse d'informations sur les espèces. <https://www.infospecies.ch/fr/> (2020).
- [IUCN01] INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE IUCN : IUCN Red List categories and criteria : version 3.1. IUCN Species Survival Commission Gland, Switzerland (2001).
- [IPB19] IPBES : Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Brondizio ES, Settele J, Díaz S, Ngo HT, editors. IPBES secretariat, Bonn, Germany (2019).
- [IMM04] ISAAC, N. J. B., MALLET, J. & MACE, G. M. : Taxonomic inflation : Its influence on macroecology and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 19(9), 464–469 (2004).
- [JBB20] JANSEN, F., BONN, A., BOWLER, D. E., BRUELHEIDE, H., & EICHENBERG, D. : Moderately common plants show highest relative losses. *Conservation Letters*, 13(1), e12674 (2020).
- [JAC30] JACQUET F. : Catalogue raisonné des plantes vasculaires du canton de Fribourg et des contrées limitrophes. Mémoires de la société fribourgeoise des sciences naturelles, volume V, Fribourg (1930).
- [KAW18] KNAUS, P., ANTONIAZZA, S., WECHSLER, S., GUÉLAT, J., KÉRY, M., STREBEL, N. & SATTTLER, T. : Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse 2013 - 2016. Distribution et évolution des effectifs des oiseaux en Suisse et au Lichtenstein. Station ornithologique suisse, Sempach (2018).
- [LPG10] LACHAT, T., PAULI, D., GONSETH, Y., KLAUS, G., SCHEIDEGGER, C., VITTOZ, P. & WALTER, T. : Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-Nous Touché Le Fond (2010).
- [MFK21] MAAS, B., FABIAN, Y., KROSS, S. M., & RICHTER, A. : Divergent farmer and scientist perceptions of agricultural biodiversity, ecosystem services and decision-making. *Biological Conservation*, 256, 109065 (2021).
- [MUS98] MUSY M. : Essais sur la chasse aux siècles passés et appauvrissement de la faune fribourgeoise. Bulletin de la société fribourgeoise des sciences naturelles (1898).
- [OCDE17] OCDE : Examens environnementaux de l'OCDE : Suisse 2017 (2017).
- [OFEV16] OFEV : Biodiversité en Suisse : état et évolution. Synthèse des résultats de la surveillance de la biodiversité. Etat 2016 (2017).
- [OFEV17] OFEV : Fiche d'information. Aires consacrées à la protection et à la promotion de la biodiversité en Suisse. Berne (2017).
- [OFEV20] OFEV : Stratégie Biodiversité Suisse. Berne (2012).
- [OO08] OFEV & OFAG : Objectifs environnementaux pour l'agriculture. A partir de bases légales existantes. *Connaissance de l'environnement*, (n° 0820), 221 (2008).
- [PCE19] POWNEY, G. D., CARVELL, C., EDWARDS, M., MORRIS, R. K., ROY, H. E., WOODCOCK, B. A., & ISAAC, N. J. : Widespread losses of pollinating insects in Britain. *Nature communications*, 10(1), 1-6 (2019).
- [PRE77] PRENTICE, I. C. : Non-metric ordination methods in ecology. *The Journal of Ecology* 85-94 (1977).

- [RGO15] RUGGIERO, M. A., GORDON, D. P., ORRELL, T. M., BAILLY, N., BOURGOIN, T., BRUSCA, R. C., CAVALIER-SMITH, T., GUIRY, M. D. & KIRK, P. M. : A higher level classification of all living organisms. PLoS ONE, 10(4), 429–493 (2015).
- [TEF17] TSCHUDI, P., EGGENBERG, S., FIVAZ, F., JUTZI, M., SANCHEZ, A., SCHNYDER, N. & SENN-IRLET, B. : Endemiten der Schweiz – Methode und Liste 2017. Schlussbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU), Bern (2017).
- [WEG13] WALTER, T., EGGENBERG, S., GONSETH, Y., FIVAZ, F., HEDINGER, C., HOFER, G., ... WOLF, S. : Opérationnalisation des objectifs environnementaux pour l'agriculture. Domaine espèces cibles et caractéristiques, milieux naturels (OPAL). ART-Schriftenreihe, 18, 136 (2013).
- [WEF21] WEF : The Global Risks Report 2021 : 16th Edition. Genève (2021).

Annexes

Annexe 1

Rapport technique

Stratégie cantonale biodiversité, état des lieux et mesures en faveur de la biodiversité dans le canton de Fribourg, rapport technique (mars 2021), disponible sur le site de l'Etat de Fribourg à cette adresse : www.fr.ch/energie-agriculture-et-environnement/faune-et-biodiversite.

Annexe 2

Liste des espèces

La liste complète des 11'144 espèces compilée lors de ce travail est téléchargeable en ligne sous ce lien : <https://doi.org/10.5281/zenodo.5553919>, accompagnée de diverses informations (espèces disparues, sub-endémiques, statuts dans les listes rouges, etc.).

Annexe 3

Exemples de l'évolution des milieux du canton

Différents exemples sont illustrés ci-après au moyen de photos historiques, permettant de visualiser les changements récents de certains milieux naturels du canton. Les points de couleur permettent de se repérer sur les photos comparatives.

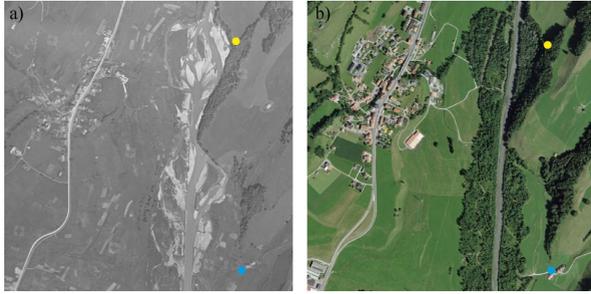


FIGURE 4.8 – *Aperçu de la Sarine à Neirivue en 1930 (a) et 2020 (b) : la disparition des surfaces pionnières de galets nus illustre bien la perte de dynamique alluviale intervenue.* © swisstopo.

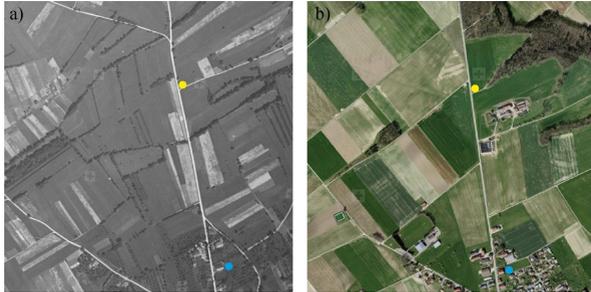


FIGURE 4.9 – *Comparaison de zones agricoles au nord de St-Aubin entre 1935 (a) et 2020 (b). L'augmentation de la taille des parcelles et la diminution des structures (vergers, haies) est particulièrement visible.* © swisstopo.



FIGURE 4.10 – *Etalement urbain à Bulle, entre 1930 (a) et 2020 (b).* © swisstopo.

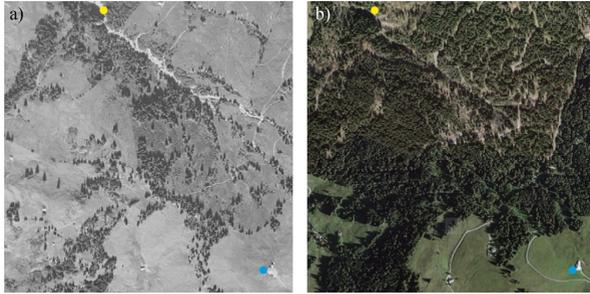


FIGURE 4.11 – Région de Schwarzsee (Glungmoos), en 1938 (a) et 2020 (b). La forêt a beaucoup regagné de terrain après un minimum au XIXe siècle. © swisstopo.

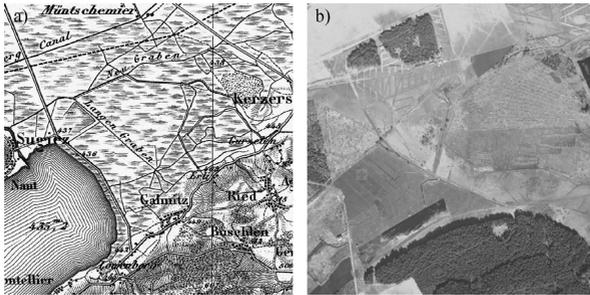


FIGURE 4.12 – Les marais ont particulièrement régressé dans le canton. L'événement le plus important (n.b. avant 1900) a été la correction des eaux du Jura avec l'assèchement d'immenses surfaces marécageuses. La carte (a) de 1870 montre par exemple l'étendue des surfaces marécageuses entre Sugiez et Kerzers. Le drainage et l'exploitation de la tourbe ont aussi touché quasiment tous les hauts-marais, par exemple ici aux Gurles en 1945 (b). © swisstopo.



FIGURE 4.13 – *Tourbière d'Echarlens entre 1900 et 1930. Quasiment toutes les tourbières du canton ont été exploitées de la sorte au XIXe et début du XXe siècles, avec des conséquences souvent irréversibles pour la faune et la flore.* © Bibliothèque cantonale et universitaire Fribourg, collection de cartes postales.



FIGURE 4.14 – *Prairie à Narcisses, Grandvillard, avant 1953. Aujourd'hui la plupart de ces prairies ont quasiment disparu à cause de l'intensification des pratiques agricoles.* © Fonds Benedikt Rast. Bibliothèque cantonale et universitaire Fribourg.



FIGURE 4.15 – *Ville de Romont, vue depuis le nord-ouest, vers 1880. Aujourd'hui la campagne alentours s'est passablement uniformisée : les structures comme le bocage, les alignements d'arbres ou les tas d'épierrage ont disparu. L'urbanisation a largement gagné du terrain.* © Fonds Photos sur carton, Auguste Garcin, Bibliothèque cantonale et universitaire Fribourg.



FIGURE 4.16 – *Höllbach (Singine), fin du XIXe siècle. Toute la vallée a été drainée en vue de la reboiser.* Source inconnue.