

2021
2022

SOMMAIRE

TOME / BAND 21 – 2021-2022

- Jonas BALTRUSCHAT, Martin GREVE, Michael MUTH & Stefan SEEGMÜLLER - Kleinflächige Verjüngung der Traubeneiche im Lichtkegelverfahren - Beobachtungen zehn Jahre nach Versuchsanlage 16-27
- Thibaut DURR - La Malacofaune du Parc naturel régional des Vosges du Nord : liste actualisée et présentation de quelques espèces des différents cortèges 28-55
- Christine HERVÉ, Théo JACOB & Alexandre CHARLES - Vers une typologie hétérodoxe des activités scientifiques de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald 56-73
- Morena MERKELBACH - Wildcamping mit Reisemobilen-Naturschutz und Besucherlenkung im Biosphärenreservat Pfälzerwald 74-95
- Alexandre RICHARD, Julien BERGE, Arnaud CAUDRON, Lucie BLONDEL, Mickaël BEJEAN & Sébastien MORELLE - Étude des déplacements de la Lamproie de planer en cours d'eau aménagé 96-117
- Michael BEJEAN, Sébastien MORELLE, Flavia SCOCCA & Anne SHRIMPF - Sauvegarde de l'Écrevisse des torrents, bilan des opérations menées de 2017 à 2023 dans la réserve de biosphère transfrontière des Vosges du Nord-Palatinat 120-153
- Michael BEJEAN, Sébastien MORELLE, Flavia SCOCCA & Anne SHRIMPF - Evaluierung der Programme zum Schutz des Steinkrebses 2017-2023 im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Nordvogesen-Pfälzerwald 154-187
- Alba BEZARD, Loïc DUCHAMP, Loïc ROBERT, Katharina SCHRITT & Flavia SCOCCA - L'amélioration de la protection des chauves-souris anthropophiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord-Pfälzerwald dans le cadre du projet INTERREG « Espèces animales en Danger » 188-209
- Alba BEZARD, Loïc DUCHAMP, Loïc ROBERT, Katharina SCHRITT & Flavia SCOCCA - Die Verbesserung des Schutzes kulturfolgender Fledermäuse im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen im Rahmen des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ 210-233
- Oliver ELLER, Marie L'HOSPITALIER, Annaëlle MULLER & Mélanie WAGNER - Trois années pour préserver les azurés des prairies humides - *Phengaris Nausithous* et *Phengaris teleius* - dans la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord - Pfälzerwald 234-247
- Oliver ELLER, Marie L'HOSPITALIER, Annaëlle MULLER & Mélanie WAGNER - Drei Jahre, um die Ameisenbläulinge der Feuchtwiesen - *Phengaris Nausithous* et *Phengaris teleius* - im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen zu erhalten 248-262

Photo de couverture : Jérôme Fatalot

Annales scientifiques

de la réserve de
biosphère transfrontalière
Vosges du Nord - Pfälzerwald

Wissenschaftliches Jahrbuch

des grenzüberschreitenden
Biosphärenreservates
Pfälzerwald - Vosges du Nord

Avec le soutien financier de :



Annales scientifiques
de la Réserve de Biosphère Transfrontalière
Vosges du Nord-Pfälzerwald

**publiées sous
la direction de**

Rita JACOB BAUER,
Directrice du Syndicat de Coopération
pour le Parc Naturel Régional des Vosges
du Nord

Max BRUCIAMACCHIE,
Président du Conseil Scientifique
du Syndicat de Coopération pour le
Parc Naturel Régional des Vosges du Nord

avec la collaboration du Naturpark
Pfälzerwald, Bezirksverband, gestionnaire
de la partie allemande de la Réserve de
Biosphère Pfälzerwald - Vosges du Nord

Tome 21 - 2021/2022

Parc naturel régional des Vosges du Nord
Maison du Parc
67290 La Petite-Pierre
www.parc-vosges-nord.fr
www.biosphere-vosges-pfalzerwald.org

Wissenschaftliches Jahrbuch des
grenzüberschreitenden Biosphärenreservates
Pfälzerwald-Vosges du Nord

**veröffentlicht unter
der Leitung von**

Rita JACOB BAUER,
Direktor des Zweckverbandes zur
Förderung des Regionalen Naturparks
Nordvogesen

Max BRUCIAMACCHIE,
Vorsitzender des wissenschaftlichen
Beirates des Zweckverbandes zur
Förderung des Regionalen Naturparks
Nordvogesen

Unter Mitarbeit des Naturparks
Pfälzerwald, im Bezirksverband Pfalz,
Träger des deutschen Teils des
Biosphärenreservates Pfälzerwald -
Vosges du Nord.

Band 21 - 2021/2022

Parc naturel régional des Vosges du Nord
Maison du Parc
67290 La Petite-Pierre
www.parc-vosges-nord.fr
www.biosphere-vosges-pfalzerwald.org

Les « **Annales scientifiques de la réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald** » sont publiées par le Syndicat de Coopération pour le Parc naturel régional des Vosges du Nord, en relation avec le Bezirks Verband Pfalz, sous l'égide des deux Conseils Scientifiques. Elles sont ouvertes à tous les travaux scientifiques relatifs au milieu naturel (flore, faune, écosystèmes, influence de l'homme sur le milieu, etc.) dans le territoire du Parc naturel régional des Vosges du Nord et de la réserve de biosphère du palatinat, auxquels ont été attribués en 1989 et en 1993 le label de « Réserve de Biosphère » par l'UNESCO ainsi qu'en 1998, le label de Réserve de Biosphère Transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald. La parution des Annales est aujourd'hui bisannuelle. Les articles peuvent être rédigés en français ou en allemand ; ils doivent être adressés avant le 31 décembre, pour publication dans le numéro de l'année suivante, au Secrétariat de Rédaction des Annales, Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, 67290 LA PETITE PIERRE. Les articles sont examinés par le comité de lecture de la revue, qui peut requérir l'avis de personnes extérieures au comité. Celui-ci décide de l'acceptation ou non des manuscrits et des modifications à y apporter. L'édition n°21 des Annales Scientifiques de la Réserve de Biosphère transfrontalière a été possible grâce au concours financier de la Région Grand Est et du Ministère de l'Environnement, de l'Energie, de l'Alimentation et des Forêts de Rhénanie-Palatinat.



Le comité de rédaction est composé de :

Max BRUCIAMACCHIE, Président du conseil scientifique du Syndicat de Coopération pour le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.

Yves MULLER, membre du conseil scientifique du Syndicat de Coopération pour le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.

Sébastien MORELLE, chargé de la protection de la nature du Syndicat de Coopération pour le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.

Hans-Peter EHRHART, Institut de Recherche en Ecologie Forestière et en Sylviculture de Trippstadt.

Sarah KÖNGETER, Chargé de mission "Biodiversité, suivi scientifique et recherche".

Das « **wissenschaftliche Jahrbuch des grenzüberschreitenden Biosphärenreservates Pfälzerwald-Vosges du Nord** » wird vom Zweckverband zur Förderung des Regionalen Naturparks Nordvogesen in Verbindung mit dem Bezirks Verband Pfalz und unter der Leitung und Aufsicht der beiden wissenschaftlichen Beiräte der Naturparks veröffentlicht. Es steht offen für alle wissenschaftlichen Arbeiten, die mit der natürlichen Umwelt im Gebiet des Regionalen Naturparks Nordvogesen und das Pfälzerwald Biosphärenreservate in Zusammenhang stehen (Flora, Fauna, Ökosysteme, Einfluss des Menschen auf die Umwelt, etc.). Die beiden Naturparke wurden 1989 (F) und 1993 (D) von der UNESCO als Biosphärenreservate anerkannt. 1998 schließlich erhielten sie die Anerkennung als grenzüberschreitendes Biosphärenreservats Pfälzerwald-Vosges du Nord. Das wissenschaftliche Jahrbuch erscheint derzeit alle zwei Jahre veröffentlicht. Die Artikel für die Ausgabe des darauffolgenden Jahres können auf Deutsch oder Französisch geschrieben werden; sie sind vor dem 31. Dezember des laufenden Jahres beim «Secrétariat de Rédaction» der wissenschaftlichen, Jahrbücher, Parc Naturel Régional des Vosges du Nord, F-67290 LA PETITE PIERRE, einzureichen. Die Artikel werden vom Lektorenkomitee der Zeitschrift, das die Meinung von Personen außerhalb des Komitees einholen kann, begutachtet. Dieses entscheidet über die Annahme der Manuskripte und über eventuelle Änderungen.

Die Ausgabe Nr. 21 der wissenschaftlichen Jahrbücher des grenzüberschreitenden Biosphärenreservates war Dank der finanziellen Unterstützung der Regionen Elsass und Lothringen und des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten des Bundeslandes Rheinland-Pfalz möglich.



Das Redaktions-und Lektorenkomitee setzt sich zusammen aus:

Max BRUCIAMACCHIE, Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirates des Zweckverbandes zur Förderung des Regionalen Naturparks Nordvogesen.

Yves MULLER, Mitglied des wissenschaftlichen Beirates des Zweckverbandes zur Förderung des Regionalen Naturparks Nordvogesen.

Sébastien MORELLE,, Leiter des Bereiches « Naturschutz » beim Zweckverbandes zur Förderung des Regionalen Naturparks Nordvogesen.

Hans-Peter EHRHART, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Trippstadt.

Sarah KÖNGETER, wissenschaftliche Mitarbeiterin "Naturschutz/Biodiversität sowie Forschung und Monitoring".

DIRECTIVES AUX AUTEURS

Les textes et les graphiques, figures, tableaux, photos (ne pas oublier que les documents doivent être conçus pour être imprimés en noir et blanc) doivent être fournis par e-mail (s.morelle@parc-vosges-nord.fr). Le nom scientifique est requis lors de la première mention d'une espèce et doit être souligné. Les références placées dans le texte prennent la forme CALLOT (1991) ou (CALLOT, 1991), avec nom de l'auteur en majuscules et renvoient à une liste bibliographique finale arrangée par ordre alphabétique des noms d'auteurs. Lorsqu'une référence comporte plus de deux noms, elle est citée dans le texte en indiquant le premier nom suivi de *et al.* (abréviation de *et alii*) et de l'année, mais tous les noms d'auteurs doivent être cités dans la bibliographie. Dans celle-ci, les citations sont présentées comme dans les exemples suivants : CALLOT H. 1991. Coléoptères *Dytiscidae* des Vosges du Nord. *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 1 : 7-16 ou pour un livre : BOUCHARDY C. 1986. La loutre. Ed. Sang de la Terre. Paris. 174 p. Pour tout ouvrage, on indique l'éditeur et la ville d'édition ; s'il s'agit d'une thèse, rajouter « Thèse » avec la discipline et l'Université.

Dans la bibliographie, les noms scientifiques, ainsi que les noms de revue et les titres d'ouvrages seront imprimés en italique. L'auteur vérifiera l'exactitude des abréviations des noms de revue ; en cas de doute mentionner le nom entier de la revue. S'il y a moins de 5 références, elles peuvent être citées complètement dans le texte entre parenthèses sans mentionner le titre ; par ex. (CALLOT, 1991, *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 1 : 7-16). Aucune référence non mentionnée dans le texte ne doit figurer dans la bibliographie. Les notes infra-paginales sont à éviter ; les noms vernaculaires doivent comporter, comme les noms scientifiques, une majuscule à la première lettre du nom du genre et une minuscule au nom d'espèce (ex : le Faucon pèlerin), sauf nom de personne (ex : le Vespertillon de Daubenton) ou géographique (ex : le Sympétrum du Piémont) ou lorsqu'un adjectif précède le nom du genre (ex : le Grand Murin) ou encore lorsque le nom d'espèce ou de genre remplace le nom complet (ex : l'Effraie pour la Chouette effraie). Par contre les noms vernaculaires de groupe ne doivent pas comporter de majuscule (ex : les lycopodes) à la différence des noms scientifiques (ex : les Ptéridophytes). Les dates données en abrégé seront présentées de la façon suivante : 10.07.87.

Dans le texte, seuls les noms d'auteurs sont à écrire complètement en majuscules ; le reste, y compris les titres et lieux géographiques sera dactylographié en minuscules.

Un résumé d'une demi-page au maximum sera inclus pour les articles, avec traduction en allemand et anglais. L'adresse de l'auteur doit figurer au début sous le titre de l'article. Trente tirés-à-part sont offerts à l'auteur ou au groupe d'auteurs ainsi qu'un exemplaire de la publication.

ANWEISUNGEN FÜR DIE AUTOREN

Die Texte und die Graphiken wurden mittels CD-ROM oder e-mail übersandt (s.morelle@parc-vosges-nord.fr). Bei der ersten Nennung einer Art wird der wissenschaftliche Name verlangt und muss (unterstrichen werden). Die im Text plazierten Bezugnahmen erhalten die Form CALLOT (1991) oder (CALLOT, 1991), mit den Namen des Autors in Großbuchstaben und beziehen sich auf eine bibliographische Liste am Ende des Artikels, die alphabetisch nach den Namen der Autoren angelegt ist. Umfasst eine Bezugnahme mehr als zwei Namen, so wird sie im Text mit dem ersten Namen angeführt, auf den *et al* (Abkürzung von *et alii*) und das Jahr folgen, aber alle Namen müssen in der Bibliographie genannt werden. In dieser werden die Zitate wie in folgenden Beispielen geschrieben: CALLOT H. 1991. Koloopteren Dytiscidae der Nordvogesen. *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 1: 7-16 oder für ein Buch : BOUCHARDY C. 1986. La loutre. Ed. Sang de la Terre. Paris. 174 p. Für jedes Werk wird der Autor und die Stadt des Verlages angegeben. Handelt es sich um eine Doktorarbeit, muss man «Dissertation» mit der Disziplin und der Universität hinzufügen.

In der Bibliographie werden die wissenschaftlichen Namen sowie die Namen der Zeitschriften und die Titel der Werke in Schrägschrift gedruckt. Der Autor muss die Richtigkeit der Abkürzungen der Namen der Zeitschriften prüfen: Sollte es Zweifel geben, muss man den ganzen Namen der Zeitschrift anführen. Gibt es weniger als 5 Bezugnahmen, können sie ganz im Text in Klammern genannt werden, ohne den Titel anzuführen: Zum Beispiel: (CALLOT, 1991, *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord* 1: 7-16). Eine im Text nicht erwähnte Bezugnahme darf in der Bibliographie niemals erscheinen. Anmerkungen am unteren Seitenrand sind zu vermeiden. Mit großem Anfangsbuchstaben geschrieben wird bei den deutschen Namen auch ein dem Artnamen vorgestelltes Adjektiv (z.B. Roter Milan). Abgekürzte Datumsangaben werden folgendermaßen geschrieben: 10.07.87.

Im Text werden nur die Namen der Autoren ganz mit Großbuchstaben geschrieben ; der Rest, auch die Titel und geographischen Bezeichnungen werden in Kleinbuchstaben (mit großem Anfangsbuchstaben) geschrieben.

Eine Inhaltsangabe von höchstens einer halben Seite mit einer Übersetzung auf Französisch und auf Englisch wird den Artikeln angefügt. Die Adresse des Autors muss am Anfang unter dem Titel des Artikels stehen. Abzüge Dreißig und ein Exemplar der Publikation werden dem Autor oder der Autorengruppe offeriert.

EDITORIAL

Mesdames et Messieurs, chers lecteurs

Cette édition des annales scientifiques franco-allemandes est placée sous le signe de la célébration des 25 ans de notre réserve de biosphère transfrontalière commune couvrant les forêts du Pfälzerwald et des Vosges du Nord.

Les premières annales scientifiques ont été publiées en 1991, et concernaient alors uniquement la réserve de biosphère des Vosges du Nord. En 1998, l'UNESCO a reconnu le territoire des Vosges du Nord et du Palatinat en tant que Réserve de biosphère transfrontière. Notre publication scientifique a donc logiquement évolué vers sa version bilingue actuelle à partir de l'an 2000. A ce jour, 13 éditions transfrontalières des annales scientifiques ont été publiées et rassemblent plus de 140 articles principalement dédiés à l'écologie.

De multiples actions de coopérations ont été développées depuis 25 ans et font de ce territoire un exemple de longévité et d'efficacité en matière de coopération transnationale. Au cours des dernières années, les acteurs de la réserve de biosphère ne se sont pas économisés et ont mené de front des actions ambitieuses et novatrices malgré les crises sanitaires à répétition. Retenons par exemple : l'organisation des « Entretiens du Wasgau », des conférences scientifiques bilingues organisées tous les deux ans, le projet INTERREG « Jardiner pour la biodiversité » visant à faire progresser la prise en compte de la nature sauvage chez les jardiniers amateurs, le projet européen LIFE Biocorridors permettant de développer des trames vertes et bleues à travers la frontière franco-allemande ou le programme LIFE en faveur du retour du lynx au sein du massif forestier du Palatinat et des Vosges du Nord. Tous ces projets et les connaissances qu'ils ont générées attestent que sur de nombreux sujets, il est pertinent, voire indispensable, de travailler à l'échelle internationale.

Les annales scientifiques franco-allemandes permettent de valoriser les travaux de recherche mis en œuvre sur notre territoire et de diffuser la connaissance générée dans nos espaces protégés auprès du grand public et des décideurs.

L'édition de cette année est en grande partie dédiée aux résultats du projet INTERREG franco-allemand « Espèces animales en danger au sein de la réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Palatinat ». Ce projet très concret au profit de l'écrevisse des torrents, de l'azur des paluds et du grand murin est un parfait exemple de la bonne coopération existante entre les acteurs locaux de la protection de la nature et les résultats obtenus nous invitent à l'optimisme en ce qui concerne l'avenir du travail transfrontalier au service de la biodiversité. Vous trouverez également dans ce tome 21 des articles très intéressants qui permettent de documenter des expérimentations menées sur la lamproie de Planer dans les rivières des Vosges du Nord, ainsi que dans le domaine de la sylviculture du chêne sessile dans les forêts palatines. Enfin, vous pourrez prendre connaissance de l'inventaire des travaux scientifiques menés au sein de la réserve transfrontalière, de l'étude menée sur les espèces de mollusques des Vosges du Nord, ainsi que d'un travail de recherche en science humaine explorant la pratique du camping sauvage dans le Palatinat.

Je vous souhaite de prendre du plaisir à la lecture de ce document et je félicite l'ensemble des acteurs locaux de la réserve de la biosphère pour la permanence de leur engagement et la qualité de leurs travaux.

Max Bruciamacchie,
Président du Conseil scientifique
du Syndicat de Coopération pour le
Parc naturel régional des Vosges du Nord.

VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Leserinnen und Leser

Diese Ausgabe der deutsch-französischen Wissenschaftsannalen steht im Zeichen des 25-jährigen Jubiläums unseres gemeinsamen grenzübergreifenden Biosphärenreservats, das den Pfälzerwald und die Nordvogesen abdeckt.

Die ersten Wissenschaftsannalen wurden 1991 veröffentlicht und betrafen damals nur das Biosphärenreservat Nordvogesen. 1998 erkannte die UNESCO das Gebiet der Nordvogesen und der Pfalz als grenzübergreifendes Biosphärenreservat an. Unsere wissenschaftliche Publikation entwickelte sich daher logischerweise ab dem Jahr 2000 zu ihrer aktuellen zweisprachigen Version. Bisher wurden 13 grenzübergreifende Ausgaben der Wissenschaftsannalen veröffentlicht, die über 140 Artikel umfassen, die in erster Linie der Ökologie gewidmet sind.

In den letzten 25 Jahren wurden zahlreiche Kooperationsmaßnahmen entwickelt, die dieses Gebiet zu einem Beispiel für Langlebigkeit und Effizienz in Sachen grenzübergreifender Zusammenarbeit machen. Im Laufe der letzten Jahre haben sich die Akteure des Biosphärenreservats nicht geschont und trotz wiederholter Gesundheitskrisen gleichzeitig ehrgeizige und innovative Maßnahmen durchgeführt. Da wären zum Beispiel: die Organisation der „Wasgau-Gespräche“, zweisprachige wissenschaftliche Konferenzen, die alle zwei Jahre organisiert werden, das INTERREG-Projekt „Gärtnern für die Artenvielfalt“, welche die Berücksichtigung der Wildnis bei Hobbygärtnern zum Ziel hat, das europäische Projekt LIFE Biocorridors zur Entwicklung von grünen und blauen Netzwerken über die deutsch-französische Grenze oder das LIFE-Programm zugunsten der Rückkehr des Luchses in den Pfälzerwald und in die Nordvogesen. All diese Projekte und die Kenntnisse, die sie hervorgebracht haben, beweisen, dass es bei vielen Themen sachdienlich, wenn nicht gar unerlässlich ist, auf internationaler Ebene zu arbeiten.

Die deutsch-französischen Wissenschaftsannalen ermöglichen die Aufwertung der in unserem Gebiet durchgeführten Forschungsarbeiten sowie die Verbreitung des in unseren Schutzgebieten generierten Wissens in der breiten Öffentlichkeit und bei den Entscheidungsträgern.

Die diesjährige Ausgabe ist zum Großteil den Ergebnissen des deutsch-französischen INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten im grenzübergreifenden Biosphärenreservat Nordvogesen-Pfalz“ gewidmet. Dieses sehr konkrete Projekt zugunsten des Steinkrebses, des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings und des Großen Mausohrs ist ein perfektes Beispiel für die gute Zusammenarbeit zwischen den lokalen Naturschutzakteuren, und die erzielten Ergebnisse stimmen uns optimistisch, was die Zukunft der grenzübergreifenden Arbeit im Dienste der Artenvielfalt betrifft. In diesem Band 21 finden Sie außerdem sehr interessante Artikel, welche die Experimente, die mit dem Bachneunauge in den Flüssen der Nordvogesen bzw. in der Forstwirtschaft mit Traubeneichen im Pfälzerwald durchgeführt wurden, dokumentieren. Schließlich können Sie von der Bestandsaufnahme der wissenschaftlichen Arbeiten im grenzübergreifenden Reservat, der Studie über die Molluskenarten in den Nordvogesen sowie von einer geisteswissenschaftlichen Forschungsarbeit, die das Wildcampen in der Pfalz untersucht, Kenntnis nehmen.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen dieses Dokuments und gratuliere sämtlichen lokalen Akteuren des Biosphärenreservats zu ihrem beständigen Engagement und der Qualität ihrer Arbeit.

Max Bruciamacchie
Präsident des Wissenschaftsrates
des Zweckverbandes zur Förderung des
Regionalen Naturparks der Nordvogesen

COMPOSITION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DU SYNDICAT DE COOPÉRATION POUR LE PARC NATUREL RÉGIONAL DES VOSGES DU NORD

- Max BRUCIAMACCHIE, *écosystèmes forestiers*, **Président du conseil**,
max.bruciamacchie@agroparistech.fr - AgroParisTech 14 rue Girardet - 54052
NANCY CEDEX
- Marie-Pierre CAMPROUX, *droit de l'environnement*, droit privé,
m.camproux@unistra.fr - Centre de droit de l'environnement/CEIE – Université de
Strasbourg 11 rue du Maréchal Juin - 67046 STRASBOURG CEDEX
- Noël BARBE, *ethnologie*,
noel.barbe@cnr.fr - DRAC Franche-Comté, 7 rue Charles Nodier -
25043 BESANÇON CEDEX
Laboratoire d'Histoire et d'Anthropologie sur l'Institution de la Culture UMR
2558 - Culture-CNRS Paris
- Jean-Nicolas BEISEL, *faune aquatique*,
jn.beisel@engees.unistra.fr - Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement
de Strasbourg - 1, quai Koch - BP 61039 - 67070 STRASBOURG.
Laboratoire Image Ville Environnement (LIVE) UMR 7362 Unistra – CNRS -
ENGEES, 3, rue de l'Argonne - 67083 STRASBOURG CEDEX
- Jean-Jacques GROSS, *géographie*,
jac.gross@noos.fr - Faculté de Géographie et d'Aménagement de Strasbourg
3 rue de l'Argonne - 67000 STRASBOURG
- Philippe JEHIN, *histoire de l'environnement*,
p.jehin68@gmail.com, Professeur d'histoire au lycée et à l'université de Haute Alsace -
5 rue du Canard - 68000 COLMAR
- Colette MECHIN, *ethnologie, relation à l'animal*,
colette.mechin@misha.fr - Faculté des Sciences Sociales,
Pratiques Sociales et Développement -
Université MarcBloch, 22 rue René Descartes
BP 80010 - 67084 STRASBOURG CEDEX

- Yves MULLER, *ornithologie*,
yves.muller@lpo.fr - 32 rue des Chalets - 57230 EGUELSHARDT
- Anne PUISSANT, *géomatique*,
anne.puissant@live-cnrs.unistra.fr - Laboratoire Image, Ville, Environnement -
UMR CNRS 7362 - Université de Strasbourg - Faculté de Géographie et
d'Aménagement - 3, rue de l'Argonne - 67083 STRASBOURG CEDEX
- Vincent ROBIN, *paléoécologie*,
vincent.robin@univ-lorraine.fr - Université de Lorraine Laboratoire Interdisciplinaire
des Environnements Continentaux - Campus Bridoux, Bât. IBIS 8 rue du Général
Delestraint - 57070 METZ
- Frédéric ROSSANO, *architecture paysage*,
frederic.rossano@strasbourg.archi.fr - Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de
Strasbourg - 6-8 bd du Président Wilson BP 10037 67068 STRASBOURG CEDEX
- Michèle TREMOLIERES, *écologie des milieux alluviaux*,
tremolie@unistra.fr - LHYGES (Laboratoire d'hydrologie et de géochimie de
Strasbourg) - UDS 1 rueBlessig - 67084 STRASBOURG CEDEX
- Maurice WINTZ, *sociologie de l'environnement*,
wintz@unistra.fr - Université Marc Bloch, Institut d'urbanisme et d'aménagement
régional, 22 rue R. Descartes - 67084 STRASBOURG CEDEX

SOMMAIRE / INHALT

TOME / BAND 21 – 2021-2022

- Jonas BALTRUSCHAT, Martin GREVE, Michael MUTH & Stefan SEEGMÜLLER - Kleinflächige Verjüngung der Traubeneiche im Lichtkegelverfahren – Beobachtungen zehn Jahre nach Versuchsanlage 16-27
- Thibaut DURR - La Malacofaune du Parc naturel régional des Vosges du Nord : liste actualisée et présentation de quelques espèces des différents cortèges 28-55
- Christine HERVÉ, Théo JACOB & Alexandre CHARLES - Vers une typologie hétérodoxe des activités scientifiques de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald 56-73
- Morena MERKELBACH - Wildcamping mit Reisemobilen-Naturschutz und Besucherlenkung im Biosphärenreservat Pfälzerwald 74-95
- Alexandre RICHARD, Julien BERGE, Arnaud CAUDRON, Lucie BLONDEL, Mickaël BEJEAN & Sébastien MORELLE - Étude des déplacements de la Lamproie de planer en cours d'eau aménagé 96-117
- Michael BEJEAN, Sébastien MORELLE, Flavia SCOCCA & Anne SHRIMPF - Sauvegarde de l'Écrevisse des torrents, bilan des opérations menées de 2017 à 2023 dans la réserve de biosphère transfrontière des Vosges du Nord-Palatinat 120-153
- Alba BEZARD, Loïc DUCHAMP, Loïc ROBERT, Katharina SCHRITT & Flavia SCOCCA - L'amélioration de la protection des chauves-souris anthropophiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord-Pfälzerwald dans le cadre du projet INTERREG « Espèces animales en Danger » 188-209
- Oliver ELLER, Marie L'HOSPITALIER, Annaëlle MULLER & Mélanie WAGNER - Trois années pour préserver les azurés des prairies humides - *Phengaris Nausithous* et *Phengaris teleius* - dans la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord - Pfälzerwald 234-247

CONTENT

TOME / BAND 21 – 2021-2022

- Jonas BALTRUSCHAT, Martin GREVE, Michael MUTH & Stefan SEEGMÜLLER - Kleinflächige Verjüngung der Traubeneiche im Lichtkegelverfahren – Beobachtungen zehn Jahre nach Versuchsanlage 16-27
- Thibaut DURR - La Malacofaune du Parc naturel régional des Vosges du Nord : liste actualisée et présentation de quelques espèces des différents cortèges 28-55
- Christine HERVÉ, Théo JACOB & Alexandre CHARLES - Vers une typologie hétérodoxe des activités scientifiques de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald 56-73
- Morena MERKELBACH - Wildcamping mit Reisemobilen-Naturschutz und Besucherlenkung im Biosphärenreservat Pfälzerwald 74-95
- Alexandre RICHARD, Julien BERGE, Arnaud CAUDRON, Lucie BLONDEL, Mickaël BEJEAN & Sébastien MORELLE - Étude des déplacements de la Lamproie de planer en cours d'eau aménagé 96-117
- Michael BEJEAN, Sébastien MORELLE, Flavia SCOCCA & Anne SHRIMPF - Evaluierung der Programme zum Schutz des Steinkrebsses 2017-2023 im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Nordvogesen-Pfälzerwald 154-187
- Alba BEZARD, Loïc DUCHAMP, Loïc ROBERT, Katharina SCHRITT & Flavia SCOCCA - Die Verbesserung des Schutzes kulturfolgender Fledermäuse im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen im Rahmen des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ 210-233
- Oliver ELLER, Marie L'HOSPITALIER, Annaëlle MULLER & Mélanie WAGNER - Drei Jahre, um die Ameisenbläulinge der Feuchtwiesen - *Phengaris Nausithous* et *Phengaris teleius* - im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen zu erhalten 248-262

Kleinflächige Verjüngung der Traubeneiche im Lichtkegelverfahren – Beobachtungen zehn Jahre nach Versuchsanlage

Jonas BALTRUSCHAT, Martin GREVE,
Michael MUTH & Stefan SEEGMÜLLER

Forschungsanstalt für Waldökologie
und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
Hauptstraße 16
67705 Trippstadt

Zusammenfassung :

Im Jahr 2009 wurden in den Pfälzer Nordvogesen zwei Versuche zur Lichtkegelverjüngung der Traubeneiche angelegt. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Erkenntnisse aus der Entwicklung der Flächen zehn Jahre später.

Auf den 25 quadratischen 4 m² Aufnahmeflächen im Mittelpunkt von Verjüngungsklumpen in der südlichen Kronenperipherie der Sameneichen konnten sich Traubeneichen-Naturverjüngungen seit der Versuchsanlage erfolgreich behaupten. Die Pflanzendichte ist dort erst in den vergangenen Jahren auf ca. 15 / m² gesunken. Die Baumhöhen der zehn größten Pflanzen lagen nach zehn Jahren bei durchschnittlich 1,90 m, die Wurzelhalsdurchmesser bei ca. 2 cm. Für ein kräftiges Höhenwachstum brauchten die jungen Eichen mindestens 20 % Freilandlicht. Bei voller Beleuchtung hätten sie Höhen von ca. 6,25 m erreichen können. Insgesamt beeinflusste die Strahlungsmenge die Verjüngungsdichte nicht und die Wurzelhalsdurchmesser allenfalls gering.

Schlüsselwörter : Traubeneiche, *Quercus petraea*, Lichtkegelverjüngung, Naturverjüngung, Verjüngungsdichte, Lichtkegelverfahren

Résumé :

En 2009, deux essais de régénération par cône de lumière du chêne sessile ont été mis en place dans les Vosges du Nord palatines. Le présent article présente les enseignements tirés de l'évolution des placettes dix ans plus tard.

Dans les 25 placettes d'étude carrées (4 m²), situées au centre de taches de régénération protégées par un enclos, des régénérations naturelles de chênes sessiles ont pu se développer avec succès. Dans cet essai, les placettes de mesure ont été localisées systématiquement en exposition Sud par rapport aux chênes semenciers à proximité. Après 10 ans, la densité de chêne observée est de 15 plants/ m² (contre 19 plants/m² en Moyenne les premières années), la hauteur des dix plus grands plants est en moyenne de 1,90 m et le diamètre du

collet des racines d'environ 2 cm. Pour une croissance en hauteur vigoureuse, les jeunes chênes ont eu besoin d'au moins 20 % de lumière en plein air. En plein éclairage, ils auraient pu atteindre des hauteurs d'environ 6,25 m. Enfin dans cette étude, la quantité de rayonnement n'a pas influencé la densité de rajeunissement ni le diamètre du collet des racines de manière sensible.

Mots-clés : chêne sessile, *Quercus petraea*, rajeunissement par cône de lumière, rajeunissement naturel, densité de rajeunissement, méthode du cône de lumière

Summary :

In the year 2009 there were two silvicultural experiments established for the gap regeneration of Sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.). The present contribution is about the results of ten years investigation into the sites.

There were a total of 25 quadratic 4 m² investigation plots in regeneration clusters under the southern crown periphery of the mast trees at the northern boundaries of the crown gaps. There, Sessile oak regeneration established successfully since 2009 (cf. Fig. 3 a-c). Plant density slightly went back to 15 plants / m² only during the last years (cf. Fig. 4 a). Ten years after germination, tree heights of the ten leading trees per plot were at 1.90 m and root collar diameters at 2 cm (cf. Fig. 4 b). There was a 20 % relative light requirement for sustained height increment at additional light (cf. Fig. 5 b). At full light, there would theoretically have been the chance for a maximum 6.25 m height achievement under the present site conditions (cf. Fig. 5 b). On the other hand, there was no impact of light on regeneration density and only a minor effect on root collar diameters (cf. Tab. 2).

Key words : Sessile Oak, *Quercus petraea*, light cone regeneration, natural regeneration, regeneration density, light cone method

1. Einführung

Die Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) wird sich unter unseren heimischen Baumarten wohl mit am besten an den Klimawandel anpassen können. Deshalb wird sich ihr Anteil an unseren Wäldern in Zukunft voraussichtlich erhöhen (VON TEUFFEL, 2010). Allerdings breiten sich die Bäume nicht kontinuierlich aus, sondern während des Generationenwechsels. Für den stehen wegen der genetischen Biodiversität besonders die Verfahren zur Naturverjüngung wie der Großschirmschlag und der Femelhieb im Fokus (RÖBLER *et al.*, 2019). Der Großschirmschlag schränkt jedoch die betriebliche Freiheit der Wirtschaftenden unangenehm ein (BURSCHEL & HUSS, 1987). Auch der Naturschutz steht diesem Verfahren wegen der raschen Änderung der ökologischen Verhältnisse auf größeren Flächen kritisch gegenüber (JEDICKE & HAKES, 2005). Auf der anderen Seite könnten in Zukunft kleinflächige Verjüngungsverfahren hin zu dauerwaldartigen Strukturen mit höheren Eichenanteilen hilfreich sein (WILHELM & MATTHEIS, 2005). Daher erprobt die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF) an zwei Standorten in den

Pfälzer Nordvogesen seit 2009 mit dem sogenannten Lichtkegelverfahren, einer Variante des Großfemelhiebes, ein kleinflächiges und lichtgesteuertes Verjüngungsverfahren zur Etablierung von Traubeneichen-Naturverjüngung in Alteichenbeständen.

Der vorliegende Beitrag geht auf den beiden Versuchsanlagen der Frage nach, wie sich die jungen Traubeneichen in diesem Verfahren unter Berücksichtigung ihrer lichtökologischen Ansprüche entwickelt haben. Zu diesem Zweck wurden die Versuchsbestände in den vergangenen zehn Jahren regelmäßig wachstumskundlich aufgenommen.

2. Untersuchungsgebiet

Die beiden Versuche „Jägerhübel“ (Forstamt Kaiserslautern) und „Mastlager“ (Forstamt Wasgau) wurden 2009 in den Pfälzer Nordvogesen angelegt (Abb. 1, Tab. 1). Aus dem Buntsandstein als geologischem Ausgangssubstrat haben sich dort tief entwickelte, skelettarme, podsolige Braunerden mit einem artenarmen Eichen-Buchen-Mischwald als natürlicher Waldgesellschaft auf beiden Standorten entwickelt. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei etwa 9° C und der durchschnittliche Jahresniederschlag während der forstlichen Vegetationszeit erreicht rund 350 mm (GAUER *et al.*, 2005).

Die beiden Versuchsflächen sind geschlossene bis lückige, mehrschichtige Eiche-Buche-Baumhölzer, mit 30 % Eichenanteil. Die Eichen haben ein Alter von ca. 240 Jahren erreicht und die Buchen sind etwa 100 Jahre jünger. Eichen und zum Teil auch Buchen befinden sich im Generationenwechsel. Im Mittelstand wachsen Einzelbaum bis horstweise Buchen. Eiche-Buche-Naturverjüngung und Dickungen haben sich in Horsten bis Kleinbeständen eingefunden. Mit Versuchsbeginn im Jahr 2009 wurden am Standort „Jägerhübel“ 11 Lichtkegel angelegt und am Standort „Mastlager“ 14 Lichtkegel. Beide

Versuchsanlagen wurden eingezäunt, damit sich die Naturverjüngung ohne Wildverbiss entwickeln kann.



Abb. 1 : Lage der Versuchsflächen im Biosphärenreservat

3. Versuchskonzept Lichtkegelverjüngung

Für die Lichtkegel wurde im Jahr 2009 so ins Kronendach eingegriffen, dass zwischen 135° südöstlich bis 225° südwestlich einer vorherrschenden Eiche (Sameneiche), die reichlichen Fruchtansatz erwarten ließ, eine Lücke von etwa einer Baumlänge entstand (Abb. 2). Ziel war, dem Verjüngungsklumpen auf einer Fläche von ca. 50 m² an der Kronenperipherie des Samenbaumes während der Vegetationszeit von Mai bis August möglichst direkte Besonnung zwischen 10-15 Uhr zukommen zu lassen (Abb. 2). Zu diesem Zweck wurden alle Rotbuchen im Bereich des Lichtkegels entnommen, deren Oberhöhe größer als ihr Abstand zum Klumpenmittelpunkt war. Alteichen dagegen blieben im Lichtkegelbereich stehen (Abb. 2). Das gewährleistete, dass die Verjüngungsklumpen von Beginn an punktwirksam genug Licht zum Überleben genossen.

Versuchsfläche	Geographische Lage	Trophie	Wärmestufe	Wasserhaushaltsstufe
Jägerhübel	7°52.129'O, 49°23.494'N	mittel	kollin	ziemlich frisch bis sehr frisch
Mastlager	7°39.430'O 49°06.507'N	mittel	kollin	ziemlich frisch bis sehr frisch

Tab. 1: Lage und Standortcharakteristika der untersuchten Bestände

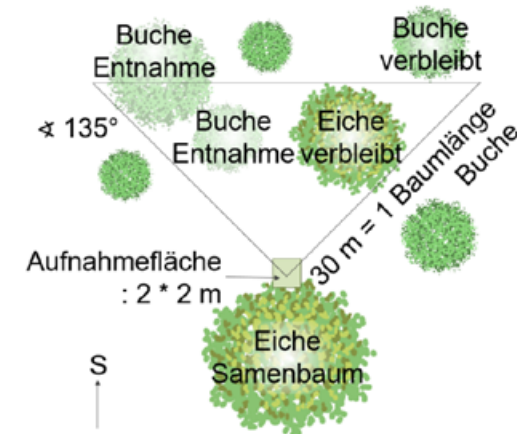


Abb.2 : Schema zur Anlage eines Lichtkegels

Die Lichtkegel wurden angelegt, wenn sich ein Fruchtansatz gebildet hatte. Wo die Mast im Herbst dennoch zu schwach ausgefallen war, wurde sie durch eine Rillensaat ergänzt. Buchen wurden jederzeit entnommen, wenn sie die Verjüngungsklumpen verschatteten. Die Konkurrenzvegetation -besonders häufig die Buche- wurde in den Lichtkegeln bedarfsweise reguliert.

Für die Anlage der Versuche wurde die Mast 2009 genutzt. Einschließlich der Ergänzungssaat in den Verjüngungsklumpen gewährleistete sie eine einheitliche Dichte von mindestens 25 Eicheln je m², von denen 70 bis 80 % im Juni 2010 gekeimt waren. Allerdings variierte der Keimerfolg aufgrund von Insektenbefall, Mäusefraß und Pilzkrankungen

von Lichtkegel zu Lichtkegel deutlich zwischen ca. 30 und 100 %. Auf der anderen Seite ergänzte eine weitere Fruktifikation von mehr als zwei Dritteln der Samenbäume mit mindestens 25 Eicheln je m² im Jahr 2011 die Eichennaturverjüngung erheblich.

4. Methodik

Um die Pflanzenentwicklung in den Lichtkegeln zu charakterisieren, wurde ein Probequadrat mit 4 m² Fläche in der südlichen Kronenperipherie des jeweiligen Samenbaumes eingemessen und dauerhaft mit einem Pflock markiert (Abb. 2). In jedem Probequadrat wurden seit 2011 zunächst jährlich und später im Zwei- bis Dreijahresabstand die Pflanzen gezählt und die Höhen der fünf größten Bäume mittels Messlatte auf 1 cm genau erhoben. Im Jahr 2020 wurde erstmals der Wurzelhalsdurchmesser 2 cm über dem Boden mit einem Messschieber auf 1 mm genau festgehalten. Außerdem wurde im Jahr 2014 mit Hilfe von digitaler hemisphärischer Photographie (DHP) die Strahlungsmenge pro Aufnahmepunkt festgestellt (%-Anteil der Freilandstrahlung). Zu diesem Zweck wurde der Lichtkegel am Mittelpunkt des Aufnahmequadrats aus 1,60 m Höhe senkrecht nach oben und genordet fotografiert. Die Bilder wurden in einer Unterbelichtungsreihe unmittelbar nacheinander aufgenommen, um Bloomingeffekte zu minimieren, und mit der Gap Light Analyzer Software (Cary Institute for Ecosystem Studies, New York, USA) ausgewertet. Die Software gestattet, anhand der Sonnenlaufbahn die Strahlungsintensität für die gesamte Vegetationszeit zu modellieren (FRAZER *et al.*, 1999).

Der Versuch wurde mittels SPSS-Statistik-Programm (IBM® SPSS® statistics version 22, Armonk, NY, USA) ausgewertet. Die biometrischen Stichproben waren nicht normalverteilt. Deshalb wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen lediglich zur Veranschaulichung berechnet.

Die Entwicklung der Lichtkegel im Laufe der Jahre wurde anhand von Kruskal-Wallis-Tests mit den Aufnahmezeitpunkten als unabhängiger Variable untersucht. Signifikante Unterschiede wurden bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5 % angenommen.

Die Bedeutung der Strahlungsmenge für die Verjüngungsdichte, Baumhöhen und Wurzelhalsdurchmesser wurde mittels Regressionsanalysen untersucht. Dazu standen verschiedene lineare und nicht lineare Grundgleichungen zur Verfügung. Die Anpassungsgüte der Regressionen wurde mit dem Bestimmtheitsmaß r^2 und die Sicherheit des Zusammenhangs mit der Irrtumswahrscheinlichkeit geschätzt. Das Bestimmtheitsmaß nennt den Anteil der Gesamtstreuung der abhängigen Variablen, den die Strahlungsintensität erklärt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit benennt das Risiko, irrtümlicherweise von einem Größenzusammenhang der beiden Parameter auszugehen. Ein signifikanter Zusammenhang wurde bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5 % angenommen.

Außerdem wurden die Regressionsdaten ggfs. nach Lineweaver & Burk (1934) transformiert (wegen der Methodik vgl. Muth & Seegmüller, 2020). Diese Transformation macht deutlich, (i) welche maximale Ausprägung für die abhängige Variable denkbar ist, (ii) wie die Zielvariable bei stärkerer Belichtung, ggfs. getrennt nach dunklen und hellen Bereichen, zunimmt und (iii) wo die Lichtgrenze der Eichen liegt.

5. Ergebnisse und Diskussion

Seit dem Mastjahr 2009 haben sich die Pflanzen in den Verjüngungsklumpen gut etabliert (Abb. 3 a-c). Aus den durchschnittlich 25 Eicheln je m² im Jahr 2009 sind zwei Jahre später durchschnittlich 19,5 Sämlinge je m² hervorgegangen (Abb. 4 a). Nach der Teilmast 2011 hat die Zahl der Eichensämlinge scheinbar sogar noch zugenommen, um in den folgenden Jahren konstant zu bleiben. Erst in der jüngsten Vergangenheit ist die Verjüngungsdichte auf 15 Pflanzen je m² zurückgegangen (Abb. 3 a). Demgegenüber waren in einem älteren Waldbauversuch am selben Standort bei einer kleinflächigen Vorgehensweise nach zehn Jahren fast keine Eichenpflanzen mehr aufzufinden und auch in einem slowakischen Edellaubholzmischwald mit erheblichen Eichenanteilen in der herrschenden Schicht hat die Eichenverjüngung in Kronenlücken unter 0,1 ha meist vollkommen versagt (VON LÜPKE, 2008; JALOVIAK *et al.*, 2020). Auf der anderen Seite gab es in vierjährigen slowenischen Femelverjüngungen der Stieleiche (*Quercus robur* L.), in einer zehnjährigen Gruppenschirmstellung bei Heilbronn in Nordwürttemberg und einem fünfzehnjährigen Eichenschirmschlag bei Karlsruhe in Nordbaden die gleichen Verjüngungsdichten wie in der vorliegenden Untersuchung (DIACI *et al.*, 2008; RÖßLER *et al.*, 2019; KÜHNE *et al.*, 2020). Offensichtlich hat die Lichtkegelverjüngung -anders als der ältere Versuch am selben Standort- die Möglichkeiten des kleinflächigen Generationenwechsels in einem Traubeneichen-Mischwald erfolgreich ausgelotet und sein Potenzial zumindest für die Pfälzer Nordvogesen sichtbar gemacht.



Abb. 3 : Entwicklung der Naturverjüngung in einem Lichtkegel von der Anlage im Jahr 2009 (a), nach dem Aufschlag im Jahr 2011 (b) bis zur Etablierung im Jahr 2020 (c)

Mit dieser Einschätzung übereinstimmend hat auch die Strahlungsmenge in den Lichtkegeln die Verjüngungsdichte nicht beeinflusst (Tab. 2). Auch in dem slowenischen Versuch reagierte die Anzahl von Stieleichensämlingen nach vier Jahren nicht auf die Helligkeit (DIACI *et al.*, 2008). Offensichtlich sind für die Verjüngungsdichte selbst nach mehreren Jahren andere als Lichtfaktoren ausschlaggebend. Lichtmangel alleine kann eine Eichenverjüngung in der Etablierungsphase dagegen wohl nicht vernichten.

Die Sämlinge in den Verjüngungsklumpen haben sich im Laufe der Jahre bisher auch ohne substanzielle Nachlichtungen behauptet (Abb. 3 b, c). Sie sind im Beobachtungszeitraum deutlich gewachsen (Abb. 3 b, c). Waren die zehn größten Pflanzen in den Lichtkegeln 2011 noch lediglich 15 cm groß, so hatten sie 2013 schon fast 50 cm erreicht. In der zweiten Hälfte des Betrachtungszeitraums sind sie um fast 1,5 m in sechs Jahren auf durchschnittlich 1,90 m im Jahr 2020 angewachsen (Abb. 4 b). Das entspricht rein

Abhängige Variable	Regression auf die Strahlungsmenge (% Freilandstrahlung)		
	Grundgleichung	Bestimmtheitsmaß (r^2)	Signifikanz (α)
Verjüngungsdichte	Invers	0,042	0,327
Wurzelhalsdurchmesser	exponentiell	0,164	0,044

Tab. 2: Regression von Verjüngungsdichte und Wurzelhalsdurchmesser auf die Strahlungsmenge

Zu Abb. 5 b: Die Kehrwerte wurden mittel linearer Regressionen untersucht. Die Regressionen bilden in der Abbildung keine Geraden, weil die x-Achse logarithmiert ist. Der Höhenzuwachs bei zusätzlichem Lichtgenuss ergibt sich aus dem Kehrwert der Steigungen. Deshalb bedeutet die große Steigung in der Abbildung einen geringen zusätzlichen Höhenzuwachs bei mehr Licht und umgekehrt.

rechnerisch einem Jahreszuwachs von ca. 19 cm. Die slowenischen Stieleichen erreichten in ihren ersten vier Lebensjahren mit 14 cm einen ähnlichen jährlichen Höhenzuwachs (DIACI *et al.*, 2008).

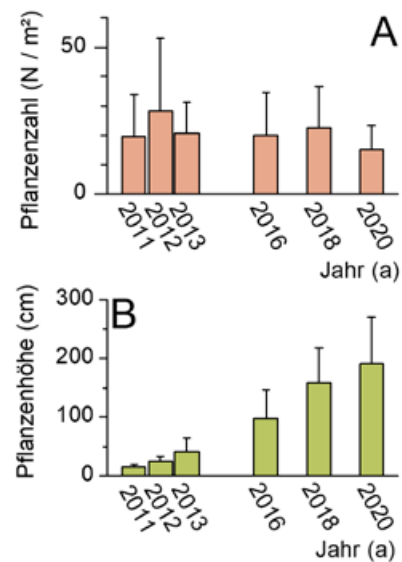


Abb. 4: Pflanzanzahlen (a) und -höhen (b) der Eichenverjüngungen in den Lichtkegeln

In den Verjüngungskegeln sind die Eichen umso rascher in die Höhe gewachsen, je mehr Licht sie nutzen konnten (Abb. 5 a). Damit übereinstimmend hing auch in der Eichenverjüngung mittels Lochhieben im württembergischen Versuch das Höhenwachstum von der Strahlung ab (MODROW *et al.*, 2019; KÜHNE *et al.*, 2020, 2022). Neu ist in diesem Zusammenhang, dass wir die Grenze mittels Lineweaver-Burk-Transformation methodisch einwandfrei definieren konnten, ab der die Bäume genug Licht er-

Der Zuwachs der Pflanzenhöhe verzehnfachte sich in etwa in den in den ersten zehn Lebensjahren in der vorliegenden Untersuchung (Abb. 4 b). Auch in einem Vorgängerversuch an denselben Standorten hat sich die Höhe der Traubeneichenverjüngung je nach Betriebsform innerhalb von acht Jahren bis zu versiebenfacht und im nordwürttembergischen Schirmfemelhieb in sieben Jahren etwa vervierfacht (vgl. VON LÜPKE, 2008, KÜHNE *et al.*, 2020). Einzelne Vorwüchse haben in der vorliegenden Untersuchung darüber hinaus auch Baumhöhen von über 2 m erreicht. Damit übereinstimmend waren bis zu zwölfjährige Pflanzen in einem ähnlichen Versuch an der Mosel 0,2 bis 4 m hoch und in Femelhieben im Norden Baden-Württembergs 1,5 bis 3 m (FOHL, 2020, MODROW *et al.*, 2020). Dementsprechend dürften die Eichen im vorliegenden Versuch das für diese Lichtbaumart typische Wachstum in einer natürlichen Verjüngung unter Schirm geleistet haben. Keinesfalls war ihr Höhenwachstum ungenügend.

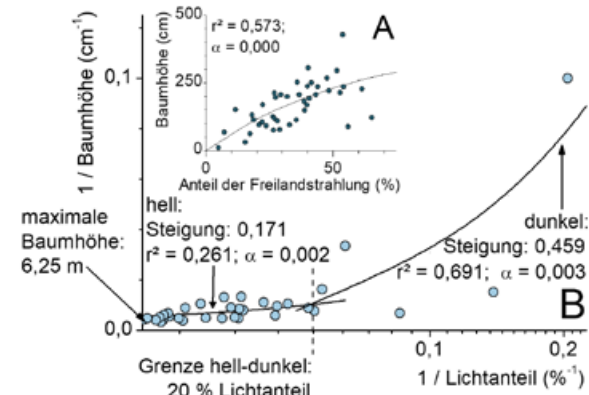


Abb. 5: Zusammenhang von Höhenwachstum und Lichtgenuss (a) und Transformation der Daten nach Lineweaver & Burk (1934; b)

halten, um ihr Höhenwachstum zu forcieren. So profitieren die Eichen bei einem Anteil von mehr als 20 % Freilandstrahlung mit fast 60 cm mehr Höhenzuwachs bei 10 % mehr Licht, während sie auf dunkleren Flächen bei der gleichen Strahlungszunahme nur ein Drittel so viel an Höhenzuwachs zulegen können (Abb. 5 b). Dies stimmt mit der Beobachtung überein, dass der Lichtkompensationspunkt junger Eichen in dem württembergischen Verjüngungsversuch bei etwa 22 % Freilandstrahlung lag, übersteigt aber ältere Erkenntnisse von 6 % Freilandstrahlung für eine erfolgreiche Assimilation bzw. 10 % im Falle jüngerer Stieleichen deutlich (REIF *et al.*, 2007; DIACI *et al.*, 2008; MODROW *et al.*, 2020).

Auf lichtökologische Waldbaubegriffe bezogen erklärt die vorliegende Beobachtung, warum Verjüngungen im nordostfranzösischen Gemeinewald und in Südwestirland nicht vorangekommen sind, wenn die Femel lediglich Gruppengröße besaßen, aber in horstgroßen Lücken kräftig zugewachsen sind (KELLY, 2002; JACOBÉE, 2004). Deshalb sollten Lichtkegel wohl einen Durchmesser von mindestens 25 m aufweisen (LIGOT *et al.*, 2014).

Auch wenn Lichtmangel allein Eichenverjüngungen nicht ohne weiteres vernichten kann, scheint auf der anderen Seite jedoch über die vorliegende Grenze hinausgehend die Etablierung der Verjüngung gegenüber den holzigen Begleitbaumarten im württembergischen Versuch 33 % Freilandlicht benötigt zu haben und sogar über 55 %, um sich gegen die Brombeere zu behaupten (MODROW *et al.*, 2019 ; KLEINMENKE, 2020; KÜHNE *et al.*, 2022). Offensichtlich reicht es nicht aus, das Höhenwachstum der jungen Eichen autökologisch zu interpretieren. Vielmehr ist es hilfreich, in diesem Falle auch synökologische Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Bisher ging man davon aus, dass die jungen Eichen bereits bei 20 bis 40 % Freilandlicht ein optimales Höhenwachstum zeigen (KÖHLER *et al.*, 2020). Allerdings scheinen die jungen Eichen in der vorliegenden Untersuchung bei voller Belichtung doch noch zu wesentlich schnellerem Jugendwachstum fähig zu sein, hätten sie doch rein rechnerisch bei freiem Lichtzutritt Höhen von durchschnittlich 6,25 m erreichen können (Abb. 5 b). Damit übereinstimmend hatten die Eichen in einer abgedeckten Naturverjüngung 13 Jahre nach den Winterstürmen 1990 in einem kollinen Bestand des Saar-Berglandes bereits 8,9 m erreicht und die konkurrierenden Buchen um 2 m hinter sich gelassen

(WILHELM *et al.*, 2005). Unter solchen Bedingungen konnte sich die Eichenverjüngung auch in einem badischen Versuch dauerhaft gegen die Buche behaupten, während sie, wie am Beispiel eines Naturwaldreservats gezeigt, ansonsten nicht in die Baumschicht aufzusteigen vermag (HEINRICHS *et al.*, 2018; RÖBLER *et al.*, 2019). Offensichtlich kommt den jungen Eichen zusätzliches Licht doch deutlich zugute. Deshalb sehen die Vorstellungen zum Eichenschirmschlag in Deutschland und in der Schweiz vor, die Flächen bereits zwei bis fünf Jahre nach dem Aufschlagen der Mast abzuräumen (BURSCHEL *et al.*, 1987; SCHÜTZ, 2005).

Der Wurzelhalsdurchmesser gilt als Weiser für die Vitalität junger Bäume (STIMM *et al.*, 2014). Die Pflanzen in der vorliegenden Untersuchung hatten in ihren ersten zehn Lebensjahren einen Durchmesserzuwachs am Wurzelhals von jährlich bis zu 2 mm erreicht. Demgegenüber scheinen überschirmte Eichenpflanzen einer älteren Untersuchung am selben Standort mit 0,3-0,4 mm / a doch wesentlich zurückzufallen, selbst Pflanzen mit freiem Lichtzutritt haben mit ca. 0,8 mm / a in der Vergangenheit anscheinend deutlich weniger geleistet (VON LÜPKE, 2008). Offensichtlich waren die Pflanzen der vorliegenden Untersuchung grundsätzlich deutlich vitaler als in früheren Aufnahmen an anderen Verjüngungen.

Auch wenn die älteren Untersuchungen einen Zusammenhang mit der Helligkeit in den Kronenlücken nahelegen, so konnte die Strahlungsstärke im vorliegenden Fall die Wurzelhalsdurchmesser doch kaum merklich beeinflussen (Tab. 2). Möglicherweise reagiert der Wurzelhalsdurchmesser im Sämlingsalter nicht nur auf Lichtreize, sondern auch auf andere Umwelteinflüsse sensibel. Ein solcher Einfluss könnte der atmosphärische CO₂-Gehalt sein, haben doch Klimakammerexperimente gezeigt, dass die Wuchspotenz der Eichen unter dem Einfluss steigender Konzentrationen dieses Spurengases stark anwächst und wohl in Zukunft weiter zunehmen wird (SEEGMÜLLER *et al.*, 1994).

6. Fazit und Ausblick

Die natürliche Verjüngung ist auch bei der Traubeneiche im Lichtkegelverfahren grundsätzlich möglich. Auch wenn selbst kleinbestandsgroße Kronenlücken in einem slowakischen Edellaubholzbestand mit Traubeneichenanteil für die Eichenverjüngung vollkommen versagt haben, so ermöglichte der Femelbetrieb wie in der vorliegenden Untersuchung doch auch in slowenischen Hartholzauewäldern die Stieleichenverjüngung (JALOVJAR *et al.*, 2020 ; DIACI *et al.*, 2008). Offensichtlich sind die Ergebnisse der Eichenverjüngung in Kronenlücken ambivalent. Die Lichtkegel alleine sichern den Verjüngungserfolg nicht. Vielmehr muss der Wirtschaftler die Lichtverhältnisse auf der Ebene der Naturverjüngung im Auge behalten. Die Lichtökologie nahe am Boden wird nicht nur vom Kronenschirm des Oberstandes bestimmt. Ganz wesentlich entscheidet auch die Unter- und Zwischenschicht in den Beständen über den Verjüngungserfolg (JACOBÉE, 2004). So können auch Schattbaumarten in der Zwischenschicht der Verjüngung das Licht rauben. Konkurrierende Verjüngung von Schattbaumarten scheint dagegen nur dann problematisch zu sein, wenn die Individuen sehr vital sind. Das wurde aber durch die fallweise Entnahme der Konkurrenz in den vorliegenden Versuchen vermieden. Größere Einbußen erlebt die Eichenverjüngung jedoch in Konkurrenz zu den

Pionierbaumarten (WILHELM *et al.*, 2005). Aber auch Brombeeren können die jungen Eichen sehr behindern (KUEHNE *et al.*, 2020). Ebendiese Beeinträchtigungen hilft das kleinflächige Lichtkegelverfahren zu begrenzen.

Entscheidend für die Lichtkegelverjüngung ist auch die Lichtökologie innerhalb der Kronenlücken (DIACI *et al.*, 2008). Die Eichenverjüngung findet wohl vor allem am Nordrand der Femel gute Überlebenschancen. Dort ist die direkte Sonneneinstrahlung in der Vegetationszeit über den Tag hin am ehesten gewährleistet, so dass die Eichen auch in kleineren Kronenlücken genug Licht genießen, um ihr Höhenwachstum zu aktivieren (WILHELM *et al.*, 2019).

Unter diesen Bedingungen kann die natürliche Verjüngung im Lichtkegelverfahren die genetische Vielfalt der autochthonen oder bewährten Eichenpopulationen im Biosphärenreservat sichern (BURSCHEL *et al.*, 1987). Die genetische Vielfalt ist ein wichtiges Prärequisit für anpassungsfähige Wälder und wird besonders im Klimawandel herausgefordert (GÜRTH *et al.*, 1993). So dürfte das Lichtkegelverfahren wohl schon auf genetischer Ebene einen substantiellen Beitrag zur Anpassungsfähigkeit unserer Wälder an den Klimawandel leisten.

Der Klimawandel wird die Waldstandorte verändern. Haben Buchen in der Vergangenheit die meisten unserer Wälder geprägt, so wird sich der Anteil von Standorten für Eichenwälder bis 2050 mindestens verdoppeln (HANEWINKEL *et al.*, 2013). Das Lichtkegelverfahren kann den vorliegenden Ergebnissen nach einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, mit Hilfe weniger eingemischter Alteichen dieses Standortspotenzial im Folgebestand zu heben (WILHELM *et al.*, 2005).

Kleinflächige Verjüngungsverfahren mit der Eiche führen auf allen Ebenen zu Beständen mit herausragender Diversität. Sie ermöglichen Wälder, die aufgrund ihrer Eichenanteile zu den wertvollsten überhaupt gehören (SPIECKER, 2015). Eichenreiche Femelschlagbestände sind „durch das gruppen- bis horstweise Neben- und Untereinander von Bäumen sehr verschiedener Entwicklungsstadien ästhetisch besonders ansprechend“ (BURSCHEL *et al.*, 1987; FOHL, 2020). Vor diesem Hintergrund könnte die Untersuchung einen Beitrag dazu leisten, mit dem Lichtkegelverfahren einen Weg für die Verjüngung von Eichenmischwäldern aufzuzeigen, der im Klimawandel zu Wäldern mit hohem ökologischen, ökonomischen und ästhetischen Wert führt.

Literatur

BURSCHEL P., HUSS J. 1987. Grundriß des Waldbaus. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey. 352 S. S. 162.

DIACI J., GYOEREK N., GLIHA J., NAGEL T. 2008. Response of *Quercus robur* L. seedlings to north-south asymmetry of light within gaps in floodplain forests of Slovenia. *Annals of Forest Science* 65: Artikel 105, 8 S.

FOHL, M. 2020. Gelingen nur großflächige Eichenverjüngungen? – Praxisbeispiel. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 70 Heft 22: S. 18-20.

FRAZER G., CANHAM C., LERTZMAN, K. 1999. *Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour*

fish-eye photographs. Users Manual and Program Documentation. Burnaby, BC, und Millbrook, NY: Simon Fraser University und Cary Institute for Ecosystem Studies. 36 S.

GAUER J., ALDINGER E. (Hrsg.) 2005. Waldökologische Naturräume Deutschlands. *Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung* 43 : S. 278-281.

GÜRTH P., VÖHRINGER F. 1993. Eichennaturverjüngung und Eichenpflanzung im Forstbezirk Müllheim. *Forst und Holz* 48 : S. 672-676.

HANEWINKEL M., CULLMAN D., SCHELLHAAS M.-J., NABUURS G.-J., ZIMMERMANN N. 2013. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change* 3 : S. 203-207.

HEINRICHS S., DÖLLE M., BALCAR P., SCHMIDT W. 2018: NWR Adelsberg-Lutzelhardt: Keine Chance für die Eiche. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 73 Heft 9 : S. 29-32.

JACOBÉE F. 2004. Le renouvellement des chênes en futaie irrégulière. *Forêts-Entreprise* 155 Februarheft : S. 45-49.

JALOVIAR P., SEDMÁKOVÁ D., PITTLNER J., DANKOVÁ L., KUCBEL S., SEDMÁK R., SANIGA M. 2020. Gap structure and regeneration in the mixed old-growth forests of natural reserve Sitno, Slovakia. *Forests* 11, Artikel 81. 35 S.

JEDICKE E., HAKES, W. (2005): Management von Eichenwäldern im Rahmen der FFH-Richtlinien. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 37 : S. 37-45.

KELLY D. 2002. The regeneration of *Quercus petraea* (sessile oak) in southwest Ireland: A 25-year experimental study. *Forest Ecology and Management* 166 : S. 207-226.

KLEINMENKE J. 2020. Die Zeit ist reif für eine Eichenoffensive. *Der Dauerwald* 62 : S. 50-62.

KOHLER M., PYTTEL P., KUEHNE C., MODROW T., BAUHUS J. 2020. On the knowns and unknowns of natural regeneration of sylviculturally managed oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) forests – a literature review. *Annals of Forest Science* 77 : S. Artikel 101. 19 S.

KRONAUER H. 2015. Traubeneiche im Pfälzerwald. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 70 Heft 13 : S. 22-23.

KUEHNE C., PYTTEL P., MODROW T., KOHNLE U., BAUHUS J. 2020. Seedling development and regeneration success after 10 years following group selection harvesting in a sessile oak (*Quercus petraea* [Mattuschka] Liebl.) stand. *Annals of Forest Science* 77: Artikel Nr. 71. 13 S.

KÜHNE C., KOHNLE U., BAUHUS J. (2022). Lochhiebe: Verjüngungserfolg in einem Traubeneichenbestand. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 77 Heft 5 : S. 29-32

LINEWEAVER H., BURK D. 1934. The determination of enzyme dissociation constants. *Journal of the American Chemical Society* 56 : S. 658-666.

MODROW T., PYTTEL P. 2019. Verjüngung der Traubeneiche. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 74 Heft 18 : S. 32-34.

MODROW T., KUEHNE C., SAHA S., BAUHUS J., PYTTEL P. 2020. Photosynthetic performance, height growth, and dominance of naturally regenerated sessile

oak (*Quercus petraea* [Mattuschka] Liebl.) seedlings in small-scale canopy openings of varying size. *European Journal of Forest Research* 139 : S. 41-52.

MUTH M., SEEGMÜLLER S. 2020. Die Kiefern-Durchforstungsversuche in den Pfälzer Nordvogesen – Eine Zwischenbilanz. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 191 : S. 50-65.

REIF A., GÄRTNER S. 2007. Die natürliche Verjüngung der laubabwerfenden Eichenarten Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) – eine Literaturstudie mit besonderer Berücksichtigung der Waldweide. *Waldoekologie online* 5 : S. 79-116.

RÖBLER J., SCHNEBLE B., HEIN S. 2019. Eichennaturverjüngung – Ein altes Verfahren wiederbelebt. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 74 Heft 12 : S. 10-13.

SCHÜTZ J.-P. 2005. Der Eichenwaldbau in der Schweiz. *Schriftenreihe Umwelt* 383 : S. 41-45

SEEGMÜLLER S., RENNENBERG H. 1994. Interactive effects of mycorrhization and elevated carbon dioxide on growth of young Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) trees. *Plant and Soil* 167 : S. 325-329.

SPIECKER H. 2015. Produktion von Eichenwertholz. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 70 Heft 13 : S. 24-26.

STIMM B., ROTHKEGEL W., OTTMAR R., MOSANDI R. 2014. Die Qualität von Forstpflanzen als entscheidende Voraussetzung für den Kulturerfolg. *LWF Wissen* 74 : S. 54-62.

VON LÜPKE B. 2008. Einfluss unterschiedlicher Hiebsformen auf die Naturverjüngung eines Traubeneichen-Buchen-Mischbestandes. *Forstarchiv* 79 : S. 4-15.

VON TEUFFEL K. 2010. Naturnaher Waldbau im Klimawandel. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 65 Heft 21 : S. 33-36.

WILHELM G., MATHEIS W. 2005. Première évaluation sylvicole d'une régénération spontanée après la tempête de 1990. *Forêt Wallonne* 78 September/Okttober-Heft : S. 47-56.

WILHELM G.-J., HETTESHEIMER B., STELZER J. 2019. Eichen-Ökologie für die Praxis, Teil 3 : Lichtkegel. *Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald* 74 Heft 5 : S. 48-51.

La Malacofaune du Parc naturel régional des Vosges du Nord : liste actualisée et présentation de quelques espèces des différents cortèges.

Thibaut DURR

23 rue des tilleuls
F - 67320 Ottwiller
thibautdurr@yahoo.fr

Résumé :

Le présent article constitue une version abrégée d'un état des lieux de la connaissance de la malacofaune du Parc naturel régional des Vosges du Nord (PNRVN). Il présente une liste actualisée et attire l'attention sur une sélection d'espèces représentatives des grandes catégories d'habitats.

Mots clés : Mollusques, gastéropodes, bivalves, cortèges malacologiques, Vosges du Nord, inventaire de biodiversité, *Unio*, *Vertigo*

Zusammenfassung :

Dieser Artikel stellt eine Kurzfassung einer Bestandsaufnahme der Kenntnisse über die Malacofauna des Regionalen Naturparks der Nordvogesen (PNRVN) dar. Er enthält eine aktualisierte Liste und verweist auf ausgewählte Arten, die für die großen Lebensraumkategorien repräsentativ sind.

Schlüsselwörter : Weichtiere, Schnecken, Muscheln, malakologische Prozessionen, Nordvogesen, Biodiversitätsinventar, *Unio*, *Vertigo*

Summary :

This article is an abridged version of an inventory of the knowledge of the malacofaune of the Vosges du Nord Regional Natural Park (PNRVN). It presents an updated list and draws attention to a selection of species representative of the main habitat categories.

Key words : Molluscs, gastropods, bivalves, malacological species assemblages, Northern Vosges, biodiversity inventory, *Unio*, *Vertigo*

Introduction

Un regain d'intérêt légitime pour les mollusques continentaux s'est fait sentir au cours de la dernière décennie et le Parc naturel régional des Vosges du Nord (PNRVN) a su encourager cette dynamique en coordonnant de nouvelles études. Complétées par les données bibliographiques anciennes et les données personnelles de l'auteur et de quelques autres naturalistes, ces nouvelles connaissances permettent de compléter la vision de la malacofaune du territoire du PNRVN. La nomenclature taxonomique utilisée suit le référentiel taxonomique national TaxRef dans sa version la plus récente au moment de la rédaction : TaxRef V15.0 (Gargominy *et al.* 2021).



Photo 1 : *Clausilie commune, Clausilia bidentata*. Château de Lutzelhardt, 31/12/2022

Les Vosges du Nord comptent désormais 151 taxons dont 127 identifiés au niveau spécifique.

Les implications ne sont pas neutres puisque le territoire compte une espèce d'intérêt communautaire et protégée en France, la Mulette épaisse *Unio crassus* et deux autres espèces d'intérêt communautaire non protégées : le Vertigo de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* et le Vertigo étroit *Vertigo angustior*.

Par ailleurs, 24 autres espèces, ne bénéficiant d'aucun statut officiel de protection, pourraient mériter un effort particulier de conservation au regard de leur statut régional, national, européen ou mondial.

Une version plus complète de cet article sera disponible sur le site internet du PNR des Vosges du Nord

1. Origine des données

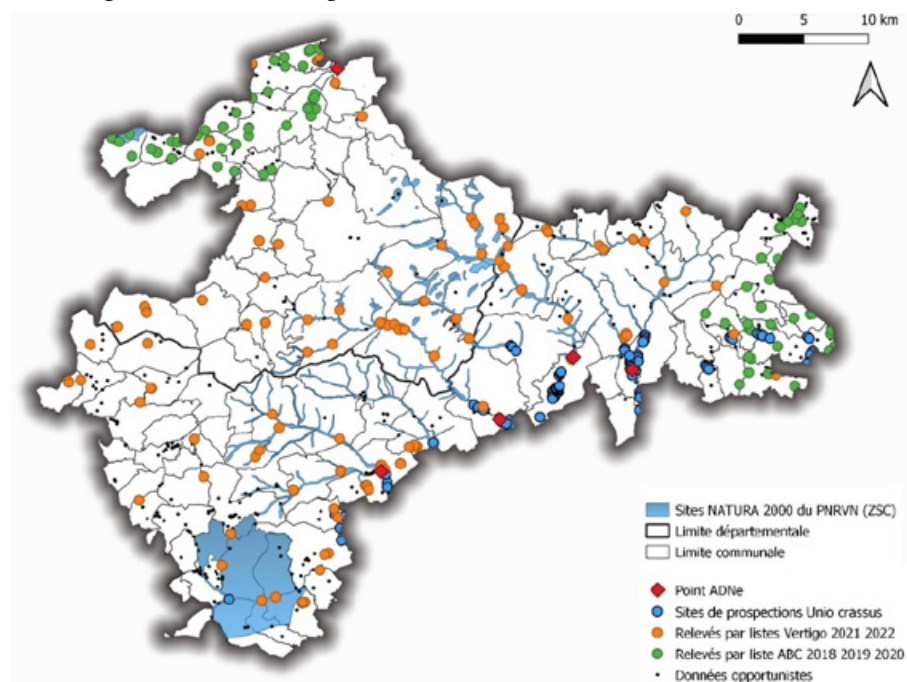
Le dernier article en date sur les mollusques des Vosges du Nord date de 2012 (Bichain J.-M., *In Muller Y.*). Depuis 2018, le PNRVN a engagé trois études d'ampleur intéressant la malacofaune :

- Odonat GE/ ECOLOR 2018-2020. Atlas de la Biodiversité Communale (ABC) de 21 communes des piémonts est et ouest du PNRVN ;
- ECOLOR/SHNEC, 2021- 2022 : Inventaire de la malacofaune d'intérêt communautaire du Parc naturel régional des Vosges du Nord et définition d'éléments de conservation : la Mulette épaisse, *Unio crassus* et sa faune compagne de bivalves ;
- ECOLOR/SHNEC, 2021- 2022 : Inventaire de la malacofaune d'intérêt communautaire du Parc naturel régional des Vosges du Nord et définition d'éléments de conservation : le Vertigo de Des Moulins *Vertigo moulinsiana*, le Vertigo étroit *Vertigo angustior* et leurs faunes de gastéropodes associés.

A cela s'ajoutent les données collectées ponctuellement :

- Par le biais d'études d'impacts et d'études d'incidence Natura 2000 réalisées par le bureau d'étude ECOLOR ;
- Par les naturalistes du réseau ODONAT et notamment par l'auteur.

Il y a été ajoutée une extraction de la base de données malacologiques du Grand Est construite et gérée par la Société d'Histoire Naturelle et d'Ethnologie de Colmar. Les cartes résultant de cet important travail de compilation sont visualisables sur <https://malacologie.museumcolmar.org/atlas>



Carte 1 : Localisation des principaux points d'échantillonnage sur la période 2018-2022.

2. Résultats généraux

L'ensemble de ces données constitue une base de 3548 observations jugées fiables sur le territoire du PNRVN sur une période s'étalant de 1871 à 2022. La très grande majorité (87%) des observations proviennent de deux naturalistes dont plus d'un quart acquises par Fritz Geissert entre 1995 et 1999 et 60% par l'auteur et ses associés entre 2015 et 2022, à titre personnel ou dans le cadre des trois études initiées par le PNRVN citées précédemment. Un total de 47 observateurs a saisi ou transmis au moins une donnée sur le territoire du PNRVN, qu'ils en soient remerciés.

En ne retenant que les observations déterminées au niveau spécifique, et après suppression des données d'absence, il reste 3060 données se rapportant à 127 espèces.

Par comparaison, la Liste de référence fonctionnelle et annotée des Mollusques continentaux du Grand-Est (BICHAIN J.-M., *et al.*, 2019) compte 241 taxons terminaux, dont 214 pour l'ensemble des deux départements alsaciens et 181 pour les quatre départements lorrains.

Sur les 127 espèces identifiées, 26 constituent un « enjeu de conservation » aux titres des différentes listes rouges UICN suivantes ou des priorités régionales de conservation définies par BICHAIN J.-M. *et al.*, 2021.

		Première observation	Dernière observation	Nombre de données	Nombre de communes	Listes rouges UICN				Priorités régionales
						Monde	Europe	France	Grand Est	
Escargots (Gastropoda)										
Escargotin hérisson	<i>Acanthinula aculeata</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2021	30	20	NE	LC	LC	LC	P4
Luisantine ample	<i>Aegopinella nitens</i> (Michaud, 1831)	1995	2021	16	12	LC	LC	LC	DD	P4
Grande luisantine	<i>Aegopinella nitidula</i> (Draparnaud, 1805)	1995	2021	37	20	LC	LC	LC	LC	P4
Petite luisantine	<i>Aegopinella pura</i> (Alder, 1830)	1995	2021	48	22	NE	LC	LC	LC	P4
Hélice des bois	<i>Arianta arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	1997	2022	32	15	LC	LC	LC	LC	P4
Balée commune	<i>Balea perversa</i> (Linnaeus, 1758)	1995	2023	17	11	LC	LC	LC	LC	P4
Hélicette du thym	<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret, 1801)	2017	2022	15	9	LC	LC	LC	LC	P4
Auriculette naine	<i>Carychium minimum</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2021	77	44	NE	LC	LC	LC	P4
Auriculette commune	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso, 1826)	1995	2021	40	26	NE	LC	LC	LC	P4
Aiguillette commune	<i>Ceciloides acicula</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2020	19	14	NE	LC	LC	LC	P4
Escargot des jardins	<i>Cepaea hortensis</i> (O. F. Müller, 1774)	1996	2021	78	34	LC	LC	LC	LC	P4
Escargot des haies	<i>Cepaea nemoralis</i> (Linnaeus, 1758)	1995	2022	136	58	LC	LC	LC	LC	P4
Bulime trois-dents	<i>Chondrula tridens</i> (O. F. Müller, 1774)	1871	2020	7	6	NE	NT	NT	NT	P3
Clausilie commune	<i>Clausilia bidentata</i> (Strøm, 1765)	1995	2021	37	20	LC	LC	LC	LC	P4
Clausilie douteuse	<i>Clausilia dubia</i> (Draparnaud, 1805)	1995	2023	1	1	LC	LC	LC	LC	P3
Clausilie ridée	<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud, 1801)	1985	2020	11	6	LC	LC	LC	LC	P4
Brillante commune	<i>Cochlicopa lubrica</i> (O. F. Müller, 1774)	1985	2021	60	33	NE	LC	LC	LC	P4
Petite brillante	<i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro, 1838)	1995	1999	15	10	NE	LC	LC	LC	P4
Fuseau commun	<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu, 1803)	1871	2022	65	27	NE	LC	LC	LC	P4
Columelle obèse	<i>Columella aspera</i> Waldén, 1966	1997	2021	3	3	NE	LC	LC	LC	P3

Columelle édentée	<i>Columella edentula</i> (Draparnaud, 1805)	1996	2022	34	21	LC	LC	LC	LC	P4
Escargot petit-gris	<i>Cornu aspersum</i> (O. F. Müller, 1774)	2016	2021	29	7	NE	LC	LC	LC	NE
Petite hélicolimace	<i>Daudebardia brevipes</i> (Draparnaud, 1805)	1995	2003	13	5	NE	LC	NT	NT	P3
Hélicolimace alsacienne	<i>Daudebardia rufa</i> (Draparnaud, 1805)	1995	2021	16	6	NE	LC	NT	NT	P3
Bouton commun	<i>Discus rotundatus</i> (O. F. Müller, 1774)	1985	2022	179	58	LC	LC	LC	LC	P4
Bulime montagnard	<i>Ena montana</i> (Draparnaud, 1801)	1997	2022	3	2	LC	LC	LC	LC	P4
Semilimace aplatie	<i>Eucobresia diaphana</i> (Draparnaud, 1805)	1996	2020	7	4	LC	LC	LC	LC	P3
Conule brillant	<i>Euconulus alderi</i> (J.E. Gray, 1840)	2020	2022	26	17	NE	NE	LC	LC	P4
Conule des bois	<i>Euconulus fulvus</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2020	16	9	NE	LC	LC	LC	P4
Hélice cerise	<i>Fruticicola fruticum</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2021	56	27	LC	LC	LC	LC	P4
Hélicelle trompette	<i>Helicella itala</i> (Linnaeus, 1758)	1995	2021	18	11	LC	LC	LC	LC	P4
Soucoupe commune	<i>Helicigona lapicida</i> (Linnaeus, 1758)	1969	2021	40	15	LC	LC	LC	LC	P4
Veloutée plane	<i>Helicodonta obvoluta</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2022	64	31	LC	LC	LC	LC	P4
Escargot de Bourgogne	<i>Helix pomatia</i> (Linnaeus, 1758)	1921	2022	148	58	LC	LC	LC	LC	NE
Hélice carénée	<i>Hygromia cinctella</i> (Draparnaud, 1801)	2016	2017	2	2	LC	LC	LC	NA	NE
Hélice grimace	<i>Isognomostoma isognomostomos</i> (Schröter, 1784)	1997	1997	2	2	LC	LC	LC	LC	P4
Clausilie dentée	<i>Laciniaria plicata</i> (Draparnaud, 1801)	1985	2021	30	12	LC	LC	LC	LC	P3
Massue orientale	<i>Macrogastra attenuata</i> (Rossmässler, 1835)	1906	2021	36	18	LC	LC	LC	LC	P4
Massue costulée	<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud, 1801)	1871	2021	19	13	LC	LC	LC	LC	P4
Grande massue	<i>Macrogastra ventricosa</i> (Draparnaud, 1801)	1997	1997	1	1	LC	LC	LC	LC	P4
Bulime boueux	<i>Merdigera obscura</i> (O. F. Müller, 1774)	1871	2021	43	19	LC	LC	LC	LC	P4
Petit moine	<i>Monacha cartusiana</i> (O. F. Müller, 1774)	2017	2022	9	7	LC	LC	LC	LC	NE
Moine des bois	<i>Monachoides incarnatus</i> (O. F. Müller, 1774)	1871	2022	130	53	LC	LC	LC	LC	P4
Luisantine striée	<i>Nesovitrea hammonis</i> (Strøm, 1765)	1995	2022	72	41	NE	LC	LC	LC	P4
Luisant aillé	<i>Oxychilus alliarius</i> (J.S. Miller, 1822)	1995	1997	13	8	LC	LC	LC	LC	P4

Luisant des caves	<i>Oxychilus cellarius</i> (O. F. Müller, 1774)	1871	2021	29	18	LC	LC	LC	LC	P4
Grand luisant	<i>Oxychilus draparnaudi</i> (H. Beck, 1837)	1995	2021	8	6	LC	LC	LC	LC	P4
Ambrette élégante	<i>Oxyloma elegans</i> (Risso, 1826)	1999	2021	13	9	NE	LC	LC	LC	P4
Semilimace des plaines	<i>Phenacolimax major</i> (A. Férussac, 1807)	1995	2022	57	26	NT	NT	LC	LC	P4
Escargot minuscule	<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)	1995	2022	36	26	NE	LC	LC	LC	P4
Maillot des mousses	<i>Pupilla muscorum</i> (Linnaeus, 1758)	1995	2021	33	18	LC	LC	LC	LC	P4
Pyramidule commun	<i>Pyramidula pusilla</i> (Vallot, 1801)	2021	2021	1	1	NE	LC	LC	DD	P4
Maillot barillet	<i>Sphyradium doliolum</i> (Bruguière, 1792)	1996	2020	3	1	LC	LC	LC	LC	P4
Ambrette amphibie	<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)	1996	2022	120	45	NE	LC	LC	LC	P4
Ambrette terrestre	<i>Succinella oblonga</i> (Draparnaud, 1801)	1997	2021	11	7	NE	LC	LC	LC	P4
Testacelle commune	<i>Testacella haliotideae</i> (Draparnaud, 1801)	2015	2021	12	1	LC	LC	LC	DD	NE
Veloutée commune	<i>Trochulus hispidus</i> (Linnaeus, 1758)	1995	1999	21	14	LC	LC	LC	DD	P4
Veloutée des Préalpes	<i>Trochulus plebeius</i> (Draparnaud, 1805)	1995	1997	15	11	DD	DD	DD	DD	P4
Maillotin mousseron	<i>Truncatellina cylindrica</i> (A. Férussac, 1807)	1995	2020	6	4	NE	LC	LC	LC	P4
Vallonie costulée	<i>Vallonia costata</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2021	34	23	NE	LC	LC	LC	P4
(Vallonie des marais)	<i>Vallonia enniensis</i> (Gredler, 1856)	1995	2003	4	3	DD	NT	LC	VU	P3
Vallonie des pelouses	<i>Vallonia excentrica</i> (Sterki, 1893)	1995	2021	13	11	NE	LC	LC	LC	P4
Vallonie trompette	<i>Vallonia pulchella</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2021	19	15	NE	LC	LC	LC	P4
Vertigo étroit	<i>Vertigo angustior</i> (Jeffreys, 1830)	1997	2021	11	9	NT	VU	LC	LC	P3
Vertigo des marais	<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud, 1801)	1997	2022	56	27	NE	LC	LC	LC	P4
Vertigo de Des Moulins	<i>Vertigo moulinsiana</i> (Dupuy, 1849)	2017	2022	74	20	VU	VU	LC	LC	P3
Vertigo commun	<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud, 1801)	1997	2021	20	15	NE	LC	LC	LC	P4
Vertigo strié	<i>Vertigo substriata</i> (Jeffreys, 1833)	1997	2022	24	15	NE	LC	LC	VU	P3
Cristalline ombiliquée	<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund, 1871)	2019	2020	2	2	NE	LC	LC	LC	P4
Cristalline commune	<i>Vitrea crystallina</i> (O. F. Müller, 1774)	1995	2021	64	32	LC	LC	LC	LC	P4

Semilimace commune	<i>Vitrina pellucida</i> (O. F. Müller, 1774)	1871	2021	23	15	NE	LC	LC	LC	P4
Semilimace germanique	<i>Vitrinobranchium breve</i> (A. Férussac, 1821)	2016	2022	29	7	NE	LC	DD	DD	P3
Bulime zébré	<i>Zebrina detrita</i> (O. F. Müller, 1774)	2020	2020	3	2	NE	LC	LC	LC	P4
Luisantine des marais	<i>Zonitoides nitidus</i> (O. F. Müller, 1774)	1996	2022	70	37	NE	LC	LC	LC	P4
Gastéropodes aquatiques (Gastropoda)										
Limnée ample	<i>Ampullaceana ampla</i> (W. Hartmann, 1821)	2021	2022	2	1	NE	NE	DD	DD	P3
Limnée commune	<i>Ampullaceana balthica</i> (Linnaeus, 1758)	1903	2022	14	11	NE	NE	LC	LC	P4
Patelline des fleuves	<i>Ancylus fluviatilis</i> (O. F. Müller, 1774)	1997	2020	22	15	LC	LC	LC	LC	P4
Planorbe des fossés	<i>Anisus leucostoma</i> (Millet, 1813)	1997	2020	10	4	LC	LC	LC	LC	P4
Physe élançée	<i>Aplexa hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	2020	2021	12	6	NE	LC	LC	LC	P3
Planorbine à crêtes	<i>Armiger crista</i> (Linnaeus, 1758)	2022	2022	2	1	NE	NE	LC	LC	P4
Planorbe ombiliquée	<i>Bathymphalus contortus</i> (Linnaeus, 1758)	2022	2022	1	1	LC	LC	LC	LC	P4
Bithynie commune	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	2020	2020	1	1	LC	LC	LC	LC	P4
Limnée épaulée	<i>Galba truncatula</i> (O. F. Müller, 1774)	1997	2022	94	43	LC	LC	NA	NA	P4
Planorbine poilue	<i>Gyraulus albus</i> (O. F. Müller, 1774)	1997	2022	6	5	LC	LC	LC	LC	P4
Planorbine des fontaines	<i>Hippeutis complanatus</i> (Linnaeus, 1758)	1997	2021	5	5	LC	LC	LC	LC	P4
Grande limnée	<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	2018	2018	2	2	LC	LC	LC	LC	P4
Physe bulle	<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	2001	2018	2	2	LC	LC	LC	NT	P3
Physe voyageuse	<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	2019	2021	3	3	NE	NE	NA	NA	NE
Planorbe des étangs	<i>Planorbarius corneus</i> (Linnaeus, 1758)	2019	2021	2	2	LC	LC	LC	LC	P4
Planorbe à crêtes	<i>Planorbis carinatus</i> (O. F. Müller, 1774)	2018	2018	3	3	LC	LC	LC	LC	P4
Planorbe commune	<i>Planorbis planorbis</i> (Linnaeus, 1758)	2018	2018	1	1	LC	LC	LC	LC	P4
Planorbine cloisonnée	<i>Segmentina nitida</i> (O. F. Müller, 1774)	1997	2021	2	2	NE	LC	LC	DD	P3
Valvée plane	<i>Valvata cristata</i> (O. F. Müller, 1774)	2020	2020	1	1	NE	LC	LC	LC	P4
Hydrobies (Gastropoda)										

Bythinelle de la Couse	<i>Bythinella bicarinata</i> (Des Moulins, 1827)	2000	2022	26	11	LC	LC	LC	DD	P2
Hydrobie des antipodes	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843)	1997	2022	22	19	LC	NE	NA	NA	NE
Limaces (Gastropoda)										
Loche glandue	<i>Arion distinctus</i> (Mabille, 1868)	1985	2023	1	1	LC	LC	LC	LC	P3
Loche grisâtre	<i>Arion fasciatus</i> (Nilsson, 1823)	1985	2023	1	1	LC	LC	LC	LC	P3
Loche hérisson	<i>Arion intermedius</i> Normand, 1852	2016	2016	2	1	LC	LC	LC	LC	NE
Grande loche	<i>Arion rufus</i> (Linnaeus, 1758)	2018	2022	4	6	LC	LC	LC	LC	P4
Limace du Caucase	<i>Boettgerilla pallens</i> Simroth, 1912	1997	2021	4	3	NE	NE	LC	DD	NE
Limace des bois	<i>Lehmannia marginata</i> (O. F. Müller, 1774)	2016	2022	10	5	NE	LC	LC	LC	P4
Grande limace	<i>Limax cinereoniger</i> Wolf, 1803	1985	2022	32	18	LC	LC	LC	LC	P4
Limace léopard	<i>Limax maximus</i> (Linnaeus, 1758)	2014	2021	13	7	LC	LC	LC	LC	P4
Limace jaune	<i>Malacolimax tenellus</i> (O. F. Müller, 1774)	1985	2016	2	2	LC	LC	LC	LC	P4
Macro-Bivalves (Bivalvia)										
Anodonte des rivières	<i>Anodonta anatina</i> (Linnaeus, 1758)	2018	2022	30	22	LC	LC	VU	VU	P4
Anodonte des étangs	<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	1999	2022	12	9	LC	NT	VU	VU	P4
Anodonte chinoise	<i>Sinanodonta woodiana</i> (I. Lea, 1834)	2022	2022	1	1	LC	NE	NA	NA	NE
Mulette épaisse	<i>Unio crassus</i> (Philipsson, 1719)	2016	2022	32	14	EN	VU	LC	VU	P3
Mulette des peintres	<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	2022	2022	1	1	LC	LC	LC	LC	P4
Méso-Bivalves (Bivalvia)										
Corbicule japonaise	<i>Corbicula leana</i> (Prime, 1867)	2022	2022	2	1	LC	NE	NA		NE
Micro-Bivalves (Bivalvia)										
Pisidie robuste	<i>Euglesa casertana</i> (Poli, 1791)	2021	2022	21	17	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie des gardons	<i>Euglesa henslowana</i> (Sheppard, 1825)	2021	2021	2	2	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie septentrionale	<i>Euglesa hibernica</i> (Westerlund, 1894)	2021	2021	3	3	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie des rives	<i>Euglesa milium</i> (Held, 1836)	2021	2022	10	9	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie ubiquie	<i>Euglesa nitida</i> (Jenyns, 1832)	2021	2021	4	4	NE	NE	LC	LC	P4

Pisidie de Lamarck	<i>Euglesa obtusalis</i> (Lamarck, 1818)	2021	2021	19	17	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie des sources	<i>Euglesa personata</i> (Malm, 1855)	2021	2021	6	6	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie jolie	<i>Euglesa pulchella</i> (Jenyns, 1832)	2021	2021	2	2	NE	NE	DD	DD	P2
Pisidie chiendent	<i>Euglesa subtruncata</i> (Malm, 1855)	2021	2021	10	9	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie des rivières	<i>Odhneripisidium</i> <i>moitessierianum</i> (Paladilhe, 1866)	2021	2021	1	1	NE	NE	LC	LC	P4
Petite pisidie	<i>Odhneripisidium</i> <i>tenuilineatum</i> (Stelfox, 1918)	2021	2021	1	1	NE	NE	LC	LC	P4
Pisidie de vase	<i>Pisidium amnicum</i> (O. F. Müller, 1774)	2018	2022	15	14	NE	LC	LC	LC	P4
Cyclade commune	<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	1997	2022	7	7	LC	LC	LC	LC	P4
Cyclade de vase	<i>Sphaerium lacustre</i> (O. F. Müller, 1774)	1997	2021	7	7	NE	NE	LC	LC	P4
Cyclade cerise	<i>Sphaerium nucleus</i> (S. Studer, 1820)	2021	2021	2	2	NE	LC	DD	DD	P3
Cyclade ovale	<i>Sphaerium ovale</i> (Férussac, 1807)	2021	2021	1	1	LC	LC	DD	DD	NE
Grande cyclade	<i>Sphaerium rivicola</i> (Lamarck, 1818)	2022	2022	1	1	VU	LC	EN	EN	P2
		1871	2022	3060						

Légende des liste rouges UICN :

RE : éteint ;
 CR : en danger critique (aucun taxon concerné) ;
 EN : en danger ;
 VU = Vulnérable ;
 NT = Quasi-menacée ;
 LC = Préoccupation mineure ;
 DD : Données insuffisantes ;
 NA : Non applicable ; (non représentés)
 NE : Non évaluée.

Légende des priorités d'actions Gand Est (Bichain J.-M. et al., 2021):

P1 : risque élevé d'extinction globale ou régionale (aucun taxon concerné)
 P2 : risque d'extinction globale ou régionale
 P3 : risque de réduction plus ou moins significative d'aire d'occurrence pouvant conduire à des d'extinctions régionales
 P4 : risque de déclin ne conduisant pas à des extinctions régionales à court ou moyen terme
 NE : Non évaluée.

Tableau 1: Liste des espèces recensées dans le PNRVN, première et dernière année d'observation, nombre de communes où l'espèce est recensée, nombre de données, statuts de menaces UICN et degré de priorité d'action au niveau régional. Les 3 espèces en gras sont inscrites à l'Annexe 2 de la Directive Habitats-Faune Flore. L'espèce soulignée est protégée par l'Arrêté du 23 avril 2007. L'espèce entre parenthèse est jugée de présence douteuse en l'état des connaissances.

A ces espèces s'ajoutent une vingtaine de taxons supra spécifiques qui indiquent la présence d'au moins deux espèces supplémentaires pour les genres suivants :

- *Deroceras* Rafinesque, 1820 : ces petites limaces ont peu retenu l'attention des naturalistes et aucune donnée de niveau spécifique ne vient préciser la ou les espèce(s) présente(s) ;
- *Stagnicola* Jeffreys, 1830 : une donnée de l'espèce *Stagnicola fuscus* (C. Pfeiffer, 1821) de 1906 a dû être réduite à *Stagnicola sp.* faute de preuve anatomique.

3. Description des cortèges

Les étangs et plans d'eau

Les étangs des Vosges du Nord sont le domaine de prédilection de l'Anodonte des étangs (*Anodonta cygnea*), dont on retrouve les coquilles parfois impressionnantes lors des assècs. De là elle peut se retrouver dans des cours d'eau, à l'état vivant ou à l'état de coquilles charriées. Elle n'est connue que de 12 données sur 9 sites mais pourrait être présente dans la plupart des étangs.



*Étang et Anodonte des étangs
Anodonta cygnea.*

La Mulette des peintres *Unio pictorum* a été trouvée sous forme de quelques très gros individus dans un étang de pêche forestier à Neuwiller-lès-Saverne. Elle y a sans doute été introduite, soit volontairement, soit à l'état de larve lors de l'empoissonnement. Le même étang était occupé par une espèce invasive préoccupante, l'Anodonte chinoise *Sinanodonta woodiana* dont c'est la première mention dans le PNRVN. Les eaux closes abritent aussi des micro-bivalves comme la Cyclade des lacs (*Sphaerium lacustre*) et les Pisidies (*Euglesa spp.*) qui peuvent même se contenter de petites mares, de fonds de fossés ou de terrains engorgés. La Cyclade cerise *Sphaerium nucleus* est mal connue et semble préférer les habitats stagnants ou très lents, riches en végétation dense. Son déclin serait lié à destruction de ses habitats à l'eutrophisation et la pollution. Ce micro-bivalve en forme de noyau de cerise a été trouvé à Oberbronn (sous l'étang) et son ADN a été détecté dans la Horn à Walschbronn, provenant soit de la rivière en elle-même soit d'habitats lenticques annexes.

Les gastéropodes des eaux dormantes sont encore mal connus et treize espèces n'ont été trouvées qu'à une, deux ou trois reprises.

Les sources

Les sources se distinguent par la Bythinelle de la Couse *Bythinella bicarinata*, anciennement nommée *B. voyageuse* *B. dunkeri* qui était mentionnée à Zinswiller (vallée de l'Aspenthal) (Geissert et Bichain, 2003) et semblait rare jusqu'à qu'elle soit retrouvée à partir de 2020 sur 13 stations des :

- Hauts bassin de la Zinsel du Sud et de la Moder : Eschbourg, la Petite-Pierre, Lohr, Sparsbach, Neuwiller-lès-Saverne
- Haut bassin du Falkensteinerbach : Eguelshardt, Philippsbourg
- Haut bassin du Schwalbach : Lemberg
- Haut bassin de la Zinsel du Nord : Mouterhouse, Lemberg.

Cette espèce est strictement inféodée aux sources permanentes anciennes, ruisselets et petits écoulements, des massifs acides (Massif central, Vosges et Forêt-Noire, Ardennes). Une focalisation sur ces milieux très ponctuels a permis d'augmenter significativement le nombre de stations connues et l'espèce montre désormais une répartition « continue » du nord au sud du massif vosgien étendue au Palatinat méridional (DURR T., *in prep.*)



Source sur grès et *Bythinelle* de la Couse *Bythinella bicarinata*



Les cours d'eau

Un total de 5 prélèvements ADN e a permis de lister 19 espèces de bivalves au sein du PN RVN auxquels s'ajoutent 4 espèces découvertes uniquement lors des prospections visuelles ce qui porte la diversité des bivalves à 23 espèces, majoritairement liées aux eaux courantes.

Deux catégories de cours d'eau sont classiquement distinguées dans les Vosges du Nord :

- les « cours d'eau sur grès », caractérisés par une pente significative, un courant assez vif, une température plutôt basse, une certaine acidité, un niveau trophique réduit, et une faible minéralité. Cela implique pour les bivalves de fortes contraintes physiques de cisaillement et des risques de déchaussement ou d'ensevelissement liés aux fonds sableux mobiles. Le sable induit une érosion accrue de la coquille à laquelle s'ajoute une corrosion liée à l'acidité et une moindre disponibilité du calcium. La ressource alimentaire y est aussi plus faible. L'Anodonte des rivières

Anodonta anatina est l'espèce d'Unionidae d'Europe avec la plus large amplitude écologique et colonise à la fois des cours d'eau à courants forts et des zones complètement lenticules. Elle a été détectée sur les cinq prélèvements ADN e et est le seul macro-bivalve tolérant ces conditions. Sa relative large répartition ne doit pas masquer la réduction de ses effectifs : il est rare d'observer plusieurs individus proches l'un de l'autre. Plusieurs espèces de micro-bivalves y ont été détectées par ADN e mais leurs répartition dans les bassins versants reste encore inconnue ;

- les « cours d'eau minéralisés » qui prennent leur source en dehors du socle gréseux, dans des marnes, des argiles ou dans le calcaire s'apparentent plus à des cours d'eau « de plaine ». Les bivalves y échappent aux contraintes citées précédemment et bénéficient d'un nombre plus important de niches écologiques, lié notamment aux dimensions plus importantes du lit mineur. C'est le domaine préférentiel de la Mulette épaisse, seule espèce protégée sur le PNR des Vosges du Nord. Elle est aussi l'une des trois espèces d'intérêt communautaire, parmi les six documentées dans la région Grand Est (BICHAIN et al. 2019) puisqu'elle est inscrite aux annexes II et IV de la Directive 92/43/CEE dite Directive « Habitats, faune, flore » du 21 mai 1992.

Cette espèce offre une bonne illustration de ce distinguo lorsqu'elle est présente sur un affluent « minéralisé » et absente dans le drain principal « gréseux » comme le montre les exemples suivants :

- Absence dans la Sauer mais présence dans le ruisseau du Holtzbach près de Gunstett et anciennement dans le Soultzbach sous Langensoultzbach;
- Absence dans le Falkensteinerbach mais présence (résiduelle) dans le Schwarzbach ;
- Absence dans la Moder à l'amont d'Ingwiller mais présence dans le Meisenbach qui profite d'un passage dans le calcaire au Moulin Vollach et à l'aval de cette confluence.

Il faut noter que le passage entre ces deux types extrêmes s'établit souvent sur un continuum. Certaines caractéristiques des cours d'eaux sur grès se prolongent loin en dehors du massif. La Sauer présente par exemple un fond de « dunes mobiles » jusqu'à son embouchure avec le Rhin, ce qui cantonne les grands bivalves aux banquettes limoneuses. De plus, les cours d'eau naissant sur grès sont progressivement « pollués » par des affluents issus d'autres contextes géologiques. Aussi, est-il possible de trouver des individus dispersés de la Mulette épaisse sur des banquettes limono-sableuses stables de la Zinsel du Nord après sa traversée de Zinswiller où elle bénéficie peut-être aussi de « l'enrichissement » apporté par une station d'épuration. Ainsi, les Vosges du Nord ne sont par définition pas un « terroir » propice aux naïades, qui occupent une position latérale, plutôt hors massif.

L'état de conservation des cours d'eau est aussi très variable. Certains ont été totalement dépeuplés de leurs bivalves comme le Bannscheidgraben à Hunsbach, où seules subsistent sur le talus de curage les coquilles d'une abondante faune de bivalves anéantie par le dernier reprofilage.

Pour finir, trois espèces rares ont été détectées :

- La Cyclade ovale *Sphaerium ovale* : espèce mal connue qui n'a pas été évaluée aux niveaux national et régional faute de données suffisantes. En effet, cette espèce énigmatique est située morphologiquement et génétiquement entre la Cyclade commune *Sphaerium corneum* et la Cyclade cerise *Sphaerium nucleus*, toutes deux présentes sur le PNRVN (bien que la seconde soit plus rare). Un seul haplotype est utilisé dans le cadre de la détection ADNe et des études taxonomiques et systématiques sont toujours en cours (Prié, V., *et al.*, 2021). Il s'agit seulement de la seconde observation de l'espèce à l'échelle de l'ensemble de la région Grand Est. Quoiqu'il en soit l'espèce est à ce stade maintenue dans la liste puisqu'elle a été détectée dans un réplica parmi les 10 qui constituent les 5 points ADNe.
- La Pisidie jolie *Euglesa pulchella* : Micro-bivalve mal connu à tous les échelons d'évaluation (mondial, européen, national et régional). Avec une présence ADNe (la Moder à Ingwiller) et un individu collecté (petit affluent du Soultzbach à Langensoultzbach) sa répartition reste à préciser dans les Vosges du Nord, comme ailleurs ;
- La Grande cyclade *Sphaerium rivicola* : micro-bivalve « Vulnérable » à l'échelle mondiale et « En danger » en France. Cette belle espèce, la plus grande parmi les micro-bivalves, est rencontrée uniquement dans l'Eichel à Lorentzen où elle retrouve des habitats de grande rivière calme, profonde et calcaire, atypiques pour le PNRVN.

Les gastéropodes des cours d'eau sont mal connus et n'ont montré qu'une seule espèce strictement rhéophile : la Patelline des fleuves *Ancylus fluviatilis*.

Avec de la chance, on retrouvera dans certains de ces milieux la Physse bulle *Physa fontinalis*, peu commune et recherchant des eaux limpides et végétalisées, calmes ou faiblement courantes. Elle n'a pour l'heure été vue que deux fois à Philippsbourg et à Epping.

La Limnée ample *Ampullaceana ampla* est une belle coquille à l'ouverture démesurément étalée. Elle a été trouvée uniquement dans l'Eichel à Lorentzen, cours d'eau profond et calme, eutrophe et calcaire, atypique pour les Vosges du Nord.

Les autres espèces sont plus tolérantes et aussi retrouvées dans les eaux stagnantes à l'image de la Physse voyageuse *Physella acuta*, espèce invasive cosmopolite capable de coloniser une large gamme d'habitats, notamment les plus dégradés. Très tolérante aux pollutions organiques, elle se trouve par conséquent dans une large gamme de milieux. Les autres espèces capables de vivre à la fois en eau courante et stagnante ne sont guère plus exigeantes : Limnée commune *Ampullaceana balthica*, Limnée épaulée *Galba truncatula*, Bithynie commune *Bithynia tentaculata*, Hydrobie des antipodes *Potamopyrgus antipodarum*.



Principaux bivalves de taille moyenne à grande des Vosges du Nord.

A : *Anodonta cygnea* ; B : *Anodonta anatina* ; C : *Sinanodonta woodiana* ; D : *Unio pictorum* ; E : *Corbicula leana* ; F : *Sphaerium rivicola* ; G : *Unio crassus* (coquille ancienne d'un individu âgé) ; H : *Unio crassus* (coquilles récentes de deux jeunes individus).

A,B,C,D : Etang forestier à Neuwiller -lès-Saverne, 2022. E : le Schwartzbach à Reichshoffen, 2022. F : l'Eichel à Lorentzen, 2022. G : population détruite du Bannscheidgraben à Hunspach, 2020 ; H : le Petersbach à Lorentzen, 2022.



Limnée ample *Ampullaceana ampla*. Lorentzen 2022.

Zones humides

Comme déjà signalé dans la synthèse de BICHAIN J.-M. (2012), les aulnaies de fond de vallée peuvent être riches de plusieurs dizaines d'espèces. Parmi les dix relevés les plus riches de l'étude ABC sept sont en zones humides, presque toujours avec forêt (aulnaie ou saulaie).

La présence de l'Ambrette terrestre *Succinella oblonga*, de l'Ambrette amphibie *Succinea putris* et de l'Ambrette élégante *Oxyloma elegans* a pu être certifiée par analyse de l'anatomie mais la plupart des observations des deux dernières sont restées déterminées au niveau de la paire d'espèce *Succinea putris/Oxyloma elegans*.

Le continuum des milieux humides est donc riche et les espèces les plus symboliques sont celles du genre *Vertigo* : *Vertigo substriata*, *V. moulinsiana*, *V. angustior*, *V. pygmaea* et *V. antiveritigo*. Ces espèces, sont à rechercher dans divers types de milieux humides en bon état comme les mégaphorbiaies, les cariçaies, les aulnaies le long des cours d'eau mais aussi au niveau des sources calcaires.



Zone humide à Rolbing et
Ambrette amphibie *Succinea putris*.

Le *Vertigo* strié *Vertigo substriata* est une espèce à tendance boréoalpine qui est essentiellement présente dans le nord de l'Europe. Peu commune en France, elle occupe essentiellement les tourbières et zones de marais des massifs montagneux : Alpes, Jura, Pyrénées, Massif central et Vosges et dans une moindre mesure dans les grands marais de plaine dans le nord de la France. Elle tolère une acidité plus importante que les autres espèces du genre. Elle privilégie les milieux humides forestiers ou semi-ouverts et se retrouve également dans les milieux ouverts peu perturbés : tourbières, marais. La répartition des localités montre bien son attachement au massif gréseux, plus frais et plus acide. Elle peut toutefois se trouver sur des sites en compagnie de *V. moulinsiana*.

Le *Vertigo* de Des Moulins *Vertigo moulinsiana* est souvent décrit comme un habitant exclusif des tourbières calcaires de plaines à laïches. Les premières mentions de *V. moulinsiana* sur le PNRVN datent seulement de 2017 à Erckartswiller (DURR T., inédit) et dans l'aulnaie du Meisenbach à Ingwiller (ECOLOR/DURR T., inédit).

Cette espèce, relativement « facile » à détecter a été identifiée sur 20 placettes parmi

les 94 de l'étude « Vertigos », mais également de manière opportuniste sur 12 sites supplémentaires échantillonnés par battage uniquement. Cela porte sa répartition connue à 32 points de présence.

Les résultats de cette étude montrent a contrario que l'espèce est largement présente dans les vallées des Vosges du Nord en plein cœur d'un massif « montagneux » gréseux, toujours sur le versant oriental.



Cariçaie à grande laïches



Vertigo strié Vertigo substriata

Vertigo Des Moulins Vertigo moulinsiana.



Vertigo étroit Vertigo angustior

Le *Vertigo* étroit *Vertigo angustior* semble bien plus rare que *V. moulinsiana* et uniquement présent sur les franges est et dans une moindre mesure ouest du PNR, à l'exclusion du cœur boisé sur grès.

Plus petite que la précédente et peu encline à grimper sur les végétaux, l'espèce s'avère difficile à détecter (nécessite impérativement une analyse de litère).

Dans les Vosges du Nord, les résultats de l'étude suggèrent qu'il serait cantonné aux zones périphériques du massif. Les points de présence de l'espèce se caractérisent fréquemment par un contexte non forestier, la présence d'une source prairiale calcaire ou même tuffeuse. Un cas intéressant de quasi-syntopie illustre la répartition de ces deux *Vertigos* à Rothbach : *V. angustior* y occupe les abords de la source pâturée alors que *V. moulinsiana* se trouve dans la Phragmitaie à l'aval.

Focus sur les tourbières acides

Le climat montagnard des cuvettes du Pays de Bitche conduit, malgré une faible altitude de l'ordre de 250 m, à la formation de tourbières acides qui constituent une des originalités de ce secteur.

Le développement d'habitats relevant du *Caricion lasiocarpae*, la présence historique ou actuelle d'espèces-compagnes comme le Fadet des tourbières, *Coenonympha tullia*

(O.F. Müller, 1764), l'existence de zones à Comaret des marais *Comarum palustre* L., 1753 et Trèfle d'eau *Menyanthes trifoliata* L., 1753, laissent espérer la découverte d'espèces boréo-montagnardes telles que le Vertigo des aulnes, *Vertigo lilljeborgi* (Westerlund, 1871), le Vertigo édenté, *Vertigo genesii* (Gredler, 1856) ou le Vertigo septentrional, *Vertigo geyeri* Lindholm, 1925.

Un inventaire partiel a été mené sur plusieurs sites de la RNN des Tourbières et Rochers du Pays de Bitche : Erbsenweiher (6 taxons), Welschkobert haut et bas (19 taxons), zone de marnage de l'Étang de Waldeck (aucune observation) et des sites apparentés hors réserve : étang d'Haspelschiedt dans le Camp de Bitche (2 taxons), étang de la Maison forestière de Biesenberg (6 taxons).

Malgré l'acidité (pH de l'ordre de 5-6), les tourbières et formations associées visitées ne sont généralement pas dépourvues de gastéropodes testacés mais les densités comme la diversité y sont toutefois faibles. Aucune espèce typique des tourbières n'a été détectée et il faut bien concéder que les espérances se sont quelque peu réduites au fur et à mesure des prospections. Les répercussions du réchauffement climatiques et des assèchements chroniques se font sentir sur les espèces tyrophobes/tyrophobes, comme par exemple sur les odonates boréo-montagnards dépendant des gouilles qui se sont visiblement raréfiées (Duchamp L., comm. pers.). Aussi, il est probable que si des découvertes concernant ce cortège devaient encore advenir dans notre région, ce serait vraisemblablement plutôt dans les tourbières des Hautes-Vosges.

Focus sur les zones d'eau temporaires au sein des zones humides



Planorbis cloisonné
Segmentina nitida.

Un petit cortège singulier d'escargots aquatiques d'eaux temporaires se trouve ponctuellement dans des fossés ou des dépressions inondables des deux piémonts. On le remarque généralement à la présence de la Physie élançée *Aplexa hypnorum* qui frappe par sa coquille sénestre. On la trouve dans les eaux temporaires des mares et fossés, uniquement dans les parties nord des deux piémonts : à l'ouest sur Rolbing (plusieurs stations) et à l'est sur Hunsbach, Soultz-sous-forêts, Ingolsheim, Wissembourg ainsi qu'à Neuwiller-lès-Saverne. En y regardant de plus près, on trouvera peut-être deux petits *Planorbidae* : la Planorbe des fossés *Anisus leucostoma* ou la discrète Planorbine cloisonnée *Segmentina nitida* qui n'a été trouvée qu'à Ingwiller et Dambach.

Ces trois espèces n'ont pas été trouvées dans la zone montagneuse et sont plutôt annonciatrices des Rieds et zones humides de plaine.

Focus sur l' "archipel des sources calcaires"

Il existe sur les deux piémonts calcaires un réseau de résurgences, de suintements et de petites têtes de bassins qui forment un ensemble cohérent mais discret et mal docu-

menté. L'eau riche en carbonates de calcium est parfois pétrifiante, formant alors un tuf calcaire qui s'accumule. Cela est particulièrement visible sur les sources du Ruisseau d'Ernolsheim-lès-Saverne, juste sous le village. L'accumulation de tuf indique l'emplacement des anciennes sources par des bombements bien reconnaissables dans l'aulnaie marécageuse. Les prairies humides attenantes accueillent le Criquet palustre, *Pseudochorthis montanus* (Charpentier, 1825), rare dans le secteur.

Si l'eau s'accumule, il peut se former des vasques à *Chara* L., 1753 sur les berges desquelles se maintient le Vertigo étroit si le piétinement est suffisamment modéré. Un exemple en bon état se trouve aux sources du Schnautzswald sous Steig, commune de Rothbach, où pousse le Troscart des marais *Triglochin palustris* L., 1753 et où quatre espèces de Vertigos cohabitent (*Vertigo moulinsiana*, *V. angustior*, *V. antivertigo* et *V. pygmaea*) accompagnés de 15 autres gastéropodes et de deux micro-bivalves.

Ailleurs, c'est souvent le Souchet brun (*Cyperus fuscus* L., 1753) qui permet de détecter les sols mouilleux des sources prairiales. Ces petits habitats ont été particulièrement malmenés par l'agriculture, et ils sont généralement captés, piétinés par le bétail ou drainés. Cependant, certains conservent un potentiel de restauration voir de « réactivation ».

Forêts

Les forêts sont classiquement reconnues comme les habitats les plus riches, entre autres parce que le couvert forestier assure une humidité plus élevée et des écarts de températures plus modérés, ce qui est favorable aux mollusques en général.

Comme déjà signalé, c'est dans les forêts humides des fonds de vallées des Vosges du Nord que cette richesse est la plus perceptible. Une espèce caractéristique bien visible, l'Hélice des bois *Arianta arbustorum* présente une curieuse disjonction d'aire sur le territoire qu'il serait intéressant de chercher à comprendre.



Ripisylve et Hélice des bois
Arianta arbustorum

La Semilimace germanique *Vitrinobrachium breve* est une endémique centre-européenne actuellement connue en France uniquement dans les Vosges du Nord : Domfessel, Philippsbourg, Tieffenbach, Lembach, Wingen-sur-Moder, Lohr. On recherchera les individus actifs de nuit ou les coquilles et individus au repos dans les litières profondes et moussues des sous-bois.



Semilimace germanique *Vitrinobrachium breve*, Eschbourg 2023.

très pauvres en mollusques. Ces milieux ont livré quelques rares relevés sans aucune espèce et d'autres plus nombreux avec seulement quelques espèces ubiquistes ou résistantes : Bouton commun *Discus rotundatus*, Moine des bois *Monachoides incarnatus*...

La Limace jaune *Malacolimax tenellus* et la Grande limace *Limax cinereoniger* sont caractéristiques des massifs boisés ayant une longue continuité historique. Aisément reconnaissables et bien visibles, surtout à l'automne, ce sont de bons indicateurs pour la recherche des parcelles de longue continuité forestière.



Semilimace des plaines *Phenacolimax major*, Eschbourg 2022.

Le Bulime montagnard *Ena montana* est typique des vieilles hêtraies et le voir ramper sur les troncs par temps humide est un plaisir plutôt rare.

Un genre intrigant, celui des Hélicolimaces *Daudebardia rufa* et *D. brevipes* trouve chez nous sa limite occidentale de répartition, le Bas-Rhin et la Moselle étant les seuls départements de France actuellement inclus dans son aire. Dans le massif des Vosges du Nord elles sont connues dans le secteur forestier de la Petite-Pierre. Les deux espèces sont carnivores et mènent des existences discrètes et en grande partie souterraines. Leur recherche nécessite un prélèvement profond qui n'a été que rarement opéré, si bien qu'elles n'ont pas été revues depuis 2003.



Hors forêts humides et zones alluviales sur colluvions, la forêt est d'intérêt plus variable. La richesse spécifique des habitats forestiers est directement dépendante de l'abondance des micro-habitats : litière, bois mort, affleurements rocheux... Le niveau de naturalité des forêts est donc déterminant. Souvent implantée sur des versants peu fertiles et acides, la forêt exploitée montre de vastes surfaces

La Limace des bois *Lehmannia marginata* est moins exigeante mais guère mieux documentée. La Semilimace des plaines *Phenacolimax major* est une ouest-européenne qui ne semble pas rare dans le massif vosgien et déborde sur l'ouest de l'Allemagne. Son statut de « Quasi-menacée » à l'échelon mondiale et européenne n'a pas été repris à l'échelon national ni régional.

Dans ce même secteur (Eschbourg, Eckartswiller) une autre espèce frappante et non revue récemment (1997) sera à rechercher : l'Hélice grimace *Isognomostoma isognomostomos*.

La Grande Limace ne passe pas inaperçue et indique des forêts anciennes.

Landes, pelouses et milieux calcaire

Les landes et pelouses sableuses sont très pauvres et peu documentées. Le terrain militaire de Bitche a fait l'objet de quelques observations sommaires montrant que les gastéropodes se concentrent sur les marges « enrichies » et sur les habitats perturbés alors qu'ils sont absents ou très rares dans les habitats de landes acides en bon état. Les landes à Myrtilles des marais *Vaccinium uliginosum* L., 1753 et à Callune *Calluna vulgaris* (L.) Hull, 1808 sont généralement colonisées par une seule espèce bien typique : la Columelle obèse *Columella aspera*.



Lande à Bitche et Columelle obèse *Columella aspera*

En revanche, sur calcaire les « pelouses » au sens large, avec leurs faciès d'enfrichement, leurs buissons, blocs rocheux et leur chimie riche en calcium sont très intéressantes. Parmi les dix relevés ABC les plus riches trois sont en « friches et talus thermophiles secs sur calcaire ». Le Bulime trois-dents *Chondrula tridens* est l'espèce la plus remarquable de ce cortège, inféodée aux pelouses rases et micro-habitats rocheux. Sa première citation en 1871 par Hagenmüller P. entre Neuwiller-lès-Saverne et Bouxwiller fait partie du plus ancien lot de données enregistrées sur le Parc. Depuis il a été retrouvé en deux secteurs : les collines de Lorentzen et les pelouses en bon état de conservation du secteur Erching-Epping-Obergailbach-Schweyen.

On croisera plus communément l'Hélicelle trompette *Helicella itala* et l'Hélicette du thym *Candidula unifasciata* se protégeant des grandes chaleurs en grimpant sur les hautes herbes. A Wissembourg, l'apparition du calcaire se traduit par le Maillot barillet *Sphyradium doliolum* et le Bulime zébré *Zebrina detrita*. Ce dernier a livré à Schweyen sa seconde station de Lorraine, avec le site anthropique de la chapelle de Dabo (57). Avant-poste bio-géographique ou introduction récente, ce site est déconnecté de l'aire de répartition connue dans la région Vosges du Nord/Palatinat. En effet, l'aire connue inclut le piémont oriental du Palatinat jusque vers Bad-Bergzabern et se prolonge en France à Wissembourg où on le retrouve dans des habitats interstitiels entre les parcelles de vignes. L'espèce n'est en revanche pas connue ailleurs sur le piémont ouest du massif Vosges du Nord/Palatinat.



Friche calcaire ensoleillée
à Schweyen et Bulime zébré
Zebrina detrita

Le Maillot barillet *Sphyradium doliolum* foncièrement calcicole et assez largement répandu en France n'avait jusqu'alors été signalé dans les Vosges du Nord qu'une seule fois en 1996 à Weiler, sur la commune de Wissembourg. Depuis il n'a été repéré qu'à deux reprises toujours sur la commune de Wissembourg au lieu-dit Raedling (talus calcaire en friche dans les vignes) et au lieu-dit Hasselbach (talus d'un chemin dans une forêt secondaire sur calcaire).



Talus dans un vignoble calcaire
de Wissembourg et Maillot barillet,
Sphyradium doliolum



Coteau extensif calcaire et Bulime
trois dents *Chondrula tridens*.
Obergailbach 2020



Le Bulime trois dents *Chondrula tridens* lui aussi calcicole thermophile s'observe en deux secteurs des piémonts nord-ouest (Obergailbach, Schweyen, Erching) et sud-est (Dossenheim-sur-Zinsel, Neuwiller-lès-Saverne).

Prairies, pâtures et milieux agricoles

Les trames prairiale et agricole sont peu attractives car les habitats, prairies de fauche, pâtures et cultures n'offrent pas de micro-habitats adaptés (litière, abris) et sont trop perturbés (fauche, piétinement, etc.).

Le pâturage bovin pénalise les gastéropodes qui sont nettement plus abondants et diversifiés dans les zones inaccessibles au bétail comme les exclus ou dans les zones interstitielles entre les limites des parcelles ou le long des fossés. La gestion écologique des friches humides par les Highlands cattles n'échappe pas à cet impact et plus le chargement est important plus l'effet est perceptible.

Les pâtures très humides où celles dans lesquelles les vaches ont accès à un ruisseau, un fossé ou une mare sont généralement colonisées par la Limnée épaulée *Galba truncatula* qui peut être l'hôte temporaire de la grande douve du foie (*Fasciola hepatica*) et d'autres trématodes Digènes, impliquant un risque sanitaire à surveiller.

Les grandes cultures sont strictement défavorables. Les parcelles de maraichage présentent les mêmes caractéristiques que les potagers privés décrits plus bas.

Zones urbanisées et anthropisés

Les zones urbanisées ne sont pas dénuées d'intérêt, au moins dans les centres historiques où la rudéralisation attire des espèces strictement inféodées aux villages et jardins comme le Petit Gris *Cornu aspersum*. Les vieux murs, riches en anfractuosités et en calcium permettent le maintien d'une faune rupestre originale, présentée plus bas. Ainsi, les prospections dans les villages sont-elles à commencer par les environs de l'église, du cimetière et plus généralement par le centre historique en privilégiant les ruelles les moins entretenues. Le bâti récent est en revanche beaucoup plus pauvre, trop lisse pour offrir des refuges. Chaque réfection de place publique, de façade, de trottoir ou d'espace vert entraîne son lot d'extinctions locales. L'imperméabilisation des pieds de murs est à ce titre très dommageable, privant le cortège rupestre associé de son site de ponte (*Clausilidae*, notamment).

La Clausilie dentée *Laciniaria plicata* espèce orientale en limite d'aire de répartition inféodée aux ruines et bâtiments anciens était connue des communes de La Petite-Pierre, Lampertsloch, Lichtenberg et Merkwiler-Pechelbronn (1995-2003) et a été retrouvée sur les communes de Tieffenbach, Wissembourg, Ingolsheim, Reipertswiller, Meisenthal, Breidenbach et La Petite-Pierre entre 2016 et 2022. En limite occidentale, son aire de répartition française se borne à la plaine d'Alsace et au massif vosgien

Dans les jardins, on retrouvera des espèces recherchant des sols meubles. La Testacelle commune *Testacella haliotidea* est une curieuse « limace » dotée d'une ébauche de coquille, qui est observée annuellement entre 2015 et 2021 dans un jardin à Tieffenbach où elle se reproduit, mais n'a jamais été trouvée ailleurs jusqu'à présent. Les vraies limaces sont



Abords de l'église protestante de Bitch et Clausilie dentée, *Laciniaria plicata*

bien « connues » des jardiniers en raison de leur appétence pour les végétaux fragiles. Outre les grandes Loches du genre *Arion* bien visibles mais parfois difficiles à déterminer, la plupart des taxons présente une petite taille et ils n'ont pas beaucoup attiré l'attention des naturalistes.

Le jardinage est un vecteur d'introduction d'espèces qui pourrait expliquer l'arrivée de l'Hélice carénée *Hygromia cinctella*, qui depuis sa découverte en 2015 dans le sud du Haut-Rhin a colonisé toute l'Alsace et a été détectée dans les Vosges du Nord dès 2016 (Ratzwiller et Weiterswiller).

Il n'est pas non plus exclu de découvrir dans les villages des espèces prestigieuses comme le montre l'observation annuelle entre 2016 et 2020 de la Semilimace germanique *Vitrinobrachium breve* (espèce des forêts humides en limite d'aire, déjà évoquée plus haut) dans le centre de Tieffenbach.

Rochers, ruines et châteaux forts

Les rochers naturels ensoleillés sont souvent délaissés lorsqu'il s'agit de grès ou de conglomérats mais beaucoup plus intéressants lorsqu'il s'agit de calcaire. Le Maillot barillet *Sphyradium doliolum* (voir plus haut sa présentation) est l'unique représentant des familles typiquement rupestres des *Orculidae* Pilsbry, 1918, *Lauriidae* Steenberg, 1925 et *Chondrinidae* Steenberg, 1925.

À l'ombre des forêts, les falaises de grès sont aussi généralement très pauvres mais des espèces typiques sont signalées ponctuellement. Les rochers forestiers moussus et humides sont le domaine préférentiel des Massues du Genre *Macrogastra* W. Hartmann, 1841 : la Massue orientale *Macrogastra attenuata lineolata* et la Massue costulée *Macrogastra plicatula plicatula* assez répandues (respectivement 18 et 13 données) et la rare Grande massue *Macrogastra ventricosa ventricosa* mentionnée une seule fois en 1997 à Oberhof commune d'Eckartswiller.

Les vieux murs, riches en anfractuosités et en calcium permettent le maintien d'une faune rupestre originale, avec par exemple le Maillotin mousseron *Truncatellina cylindrica*, non revu depuis 1999 qui est d'après la bibliographie un calcicole strict. Il a pourtant été trouvé en terrains gréseux dans la partie bas-rhinoise sur deux châteaux médiévaux ruinés sur grès, le Herrenstein à Neuwiller-lès-Saverne et le Lutzelhardt à Obersteinbach ainsi que dans une

ruine industrielle à Lampertsloch. Le Maillot des mousses *Pupilla muscorum* est plus commun et bien typique des ruines de châteaux forts. Les ruines, avec leurs composantes rudérales et calciques, constituent des « oasis » dans les « déserts malacologiques » des forêts. Elles ont donc naturellement focalisé l'attention de Fritz Geissert qui a dressé l'inventaire de nombreuses stations. Peu d'espèces ont pu échapper à la perspicacité de ce naturaliste, mais la découverte en 2021 du Pyramidule commun *Pyramidula pusilla* au château de Lichtenberg confirme que l'inventaire des ruines est encore à poursuivre sur ces sites, y compris sur des châteaux très fréquentés. Le cortège le plus visible dans les ruines est composé de grandes espèces comme la Soucoupe commune *Helicigona lapicida* qui ne manquera pas d'intriguer l'observateur attentif et diverses *Clausilidae* comme la Clausilie dentée *Laciniaria plicata*, la Balée commune *Balea perversa* ou la Clausilie ridée *Clausilia rugosa parvula*.



Quatre *Clausilidae* des châteaux forts. De gauche à droite: Balée commune *Balea perversa*, Clausilie commune *Clausilia bidentata*, Massue costulée *Macrogastra plicatula*, Clausilie douteuse *Clausilia dubia*. Château du Wasigenstein 01/01/2023.

La Clausilie douteuse *Clausilia dubia* typique des rochers humides et des vieux murs serait aussi à rechercher avec attention, d'autant que l'espèce serait en forte régression sur toute son aire. Non revue en 2023 sur la ruine du Lutzelhardt à Obersteinbach où elle avait été observée en 1995 elle a en revanche été trouvée dans un contexte similaire sur le Wasigenstein à 3km environ.

D'autres espèces nécessiteront une attention de spécialiste comme l'Aiguillette commune *Cecilioides acicula* aux mœurs souterraines et de petite taille. Elle n'est connue que de 16 données, toutes antérieures à 2000 et semble compenser sa calciphilie en se développant au pied des murs anciens enrichis.



Château de Lutzelhardt et Soucoupe commune *Helicigona lapicida*.

Espèces exotiques

La liste des espèces à priorité de conservation du quart nord-est de la France (Bichain *et al.* 2020, permet de distinguer 11 espèces non-évaluées car « non indigènes » :

		COMMENTAIRE
Escargot petit-gris	<i>Cornu aspersum</i> (O. F. Müller, 1774)	Introduction contemporaine : XIX° – XX° s.
Escargot de Bourgogne	<i>Helix pomatia</i> Linnaeus, 1758	Introduction ancienne : Antiquité ?
Hélice carénée	<i>Hygromia cinctella</i> (Draparnaud, 1801)	Introduction récente : 2014 (68)
Petit moine	<i>Monacha cartusiana</i> (O. F. Müller, 1774)	Introduction contemporaine : XIX° s. ?
Hydrobie des antipodes	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843)	Introduction contemporaine : XX° s.
Physe voyageuse	<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Cryptogène
Loche hérisson	<i>Arion intermedius</i> Normand, 1852	?
Limace du Caucase	<i>Boettgerilla pallens</i> Simroth, 1912	Introduction contemporaine : XX° s. ?
Testacelle commune	<i>Testacella haliotide</i> Draparnaud, 1801	Introduction contemporaine : XIX° – XX° s. ?
Anodonte chinoise	<i>Sinanodonta woodiana</i> (I. Lea, 1834)	Introduction récente : 2015 (57), 2022 (67)
Corbicule japonaise	<i>Corbicula leana</i> Prime, 1867	Introduction contemporaine : XX° s.

Les espèces d'introduction ancienne ou d'origine incertaine n'appellent pas de commentaire particulier et ne semblent pas causer de désordre dans les biocénoses locales.

A l'échelle régionale, six bivalves au caractère invasif étaient documentés, majoritairement en plaine. Aucune espèce introduite n'a été détectée à l'ADNe mais les recherches à vue ont permis de détecter pour la premières fois:

- La Corbicule japonaise *Corbicula leana* : comme d'autres taxons du genre c'est une invasive originaire d'Asie très présente dans les cours d'eau de plaine du Bas-Rhin. Elle a été détectée dans le Schwarzbach dans la zone urbaine de Reichshoffen mais est absente (pour l'instant) à l'amont au niveau de la chapelle du Jaegerthal (RD53, entre la ville et l'étang de Wolfarthshoffen).
- L'Anodonte chinoise *Sinanodonta woodiana* est véhiculée par le transfert des cyprinidés « indigènes » (Carpe, Tanche) ou exotiques (Carpe argentée, Carassins) ce qui induit un risque à chaque empoisonnement d'étang de pêche ou d'agrément. La Bouvière, vraisemblablement trop petite pour faire l'objet d'une introduction piscicole volontaire, est aussi un vecteur reconnu. Elle a été trouvée à l'état de coquille morte dans un étang forestier quasi-asséché du bassin du ruisseau de l'Oberholtz à Neuwiller-lès-Saverne. L'étang abrite de nombreux gros cyprinidés et trois autres bivalves indigènes (mais aussi potentiellement introduits dans l'étang), à savoir l'Anodonte des cygnes *Anodonta cygnea*, l'Anodonte des rivières *Anodonta anatina* et la Mulette des peintres *Unio pictorum*.



Corbicules dans Reichshoffen.

Ces deux espèces sont les seules mollusques exotiques recensés pour lesquelles un risque pour la biocénose locale est documenté. Les deux espèces entrent en compétition alimentaire et spatiale avec la faune benthique. La seconde présenterait en plus une capacité à réduire le taux de réussite de la fixation des larves (glochidies) des autres grands bivalves indigènes sur les poissons-hôtes.

La Limace du Caucase *Boettgerilla pallens* est une sud-est-européenne à l'origine, dont la répartition est encore mal connue en France. Elle semble fréquenter une large gamme d'habitats autour de ces points d'introduction supposés : jardins, parcs, forêts, serres, vergers, cultures maraîchères, peupleraies, parcelles de colza. Elle a été observée pour la première fois sur le PNR en 1997 par Fritz Geissert à la gare de Lembach, puis retrouvée en 2021 dans un ravin calcaire boisé de la forêt de Ratzwiller.

L'Hydrobie des antipodes *Potamopyrgus antipodarum* est originaire de Nouvelle-Zélande et introduite dans de nombreuses régions du monde où elle colonise divers types de points d'eau des sources aux plans d'eau, parfois dans des fontaines-lavoirs ou des fossés. Elle peut former localement des populations à très fortes densités.

L'Hélice carénée *Hygromia cinctella* est pour l'heure rare et limitée à des habitats anthropisés, mais le dynamisme qu'elle a montré ces dernières années en plaine alsacienne laisse supposer une évolution rapide.

Conclusion

L'image générale des Vosges du Nord est de moins en moins « austère » en termes de malacofaune, même si beaucoup de relevés sont pauvres ou très pauvres comparés à ceux d'autres éco-régions comme la plaine rhénane par exemple.

Si l'on compare à titre d'exemple les données standardisées des relevés de l'étude ABC, la richesse spécifique reste comprise entre 0 et 20 taxons, dont plus de la moitié (52 relevés) avec moins de 5 taxons et seulement 24 relevés avec plus de 10 taxons. Parmi les relevés les plus pauvres, quatre ne présentent aucune observation (trois cours d'eau et un site de carrière et boisements sur grès drainant). Les habitats les moins intéressants se trouvent surtout dans les secteurs mésohydriques (au sens de ni secs, ni humides), la zone du grès rose (déficit de calcium nécessaire à l'élaboration des coquilles), la hêtraie hors

calcaire et les habitats classiquement défavorisés comme les prairies de fauche sans litière, les pâtures piétinées ou les cultures.

Pourtant, avec 127 espèces recensées, la liste actuelle est plutôt étoffée, notamment en raison de l'existence d'espèces « marginales » qui trouvent leurs limites écologiques au sein du PNRVN, dans les franges est et ouest des deux piémonts. Les habitats les plus riches sont aussi ceux qui comptent le plus d'espèces parmi les plus remarquables, les plus menacées les plus exigeantes et les espèces en limite d'aire de répartition. Il s'agit principalement d'habitats « naturels » en bon état : forêts anciennes, âgées et de structure diversifiée, zones humides fonctionnelles et ponctuellement sources, habitats calcaires et ruines.

Quoiqu'il en soit, les enjeux sont significatifs avec 27 espèces menacées et trois espèces d'intérêt communautaire (Annexe 2 de la Directive Habitat Faune Flore) : *Vertigo* de Des Moulins *Vertigo moulinsiana*, *Vertigo* étroit *Vertigo angustior* et Mulette épaisse *Unio crassus*, seule cette dernière étant protégée par l'Arrêté du 23 avril 2007 .

En attendant que ces trois espèces soient ajoutées à la liste des objectifs de conservation des sites Natura 2000, nous préconisons d'ores-et-déjà leur inclusion systématique dans l'évaluation des incidences Natura 2000 des projets pouvant impacter leurs habitats (zones humides et cours d'eau). Nous préconisons aussi l'intégration de ces espèces d'intérêt communautaires dans l'animation des sites Natura 2000 du territoire.

La protection nationale de la Mulette épaisse rend de plus nécessaire l'évaluation des impacts sur ses individus et ses habitats dans le cadre de l'ensemble des activités pouvant impacter les cours d'eau et le cas échéant la mise en place d'une démarche d'évitement/réduction/compensation et l'obtention d'une dérogation "espèce protégée". Cette obligation s'applique aussi aux projets d'entretien et/ou de restauration écologique des cours d'eau.

Ce travail permet surtout de mettre en évidence l'ampleur de la méconnaissance actuelle de la malacofaune et ouvre des perspectives de recherches. Nous espérons avoir stimulé la curiosité des naturalistes et avoir participé à faire rentrer la malacologie dans le champ des « sciences participatives ». Dans cette perspective, rappelons qu'il est important de transmettre vos observations, par exemple via le portail <https://www.faune-grandest.org/>

Remerciements

Nous adressons tous nos remerciements à l'équipe des naturalistes du Parc naturel régional des Vosges du Nord : Sébastien MORELLE à l'origine du lancement des études, Lucie BLONDEL qui a suivi l'étude, relu le présent document et participé à une partie du terrain, comme Gaëtan LE BOT et Marie-Laure TONNELIER. Merci à Loïc DUCHAMP qui nous a guidé sur les tourbières de la Réserve naturelle des rochers et tourbières du Pays de Bitche. Merci pour votre engagement et bon travail à vous.

Tous nos remerciements aussi à la Société d'Histoire Naturelle et d'Ethnologie de Colmar, partenaire de nos études et notamment à Kevin UMBRECHT pour son engagement dans le tri, la détermination des spécimens et/ou la validation des déterminations, son travail de labo et de terrain et son assistance dans la rédaction de l'article. Merci aussi à Viviane CLAUDEL pour les deux sessions de « prospections crassus ». Merci à Romain COLIN (Tinca Environnement) pour le volet aquatique du terrain ABC et aux collègues du bureau d'études ECOLOR.

Bibliographie

BICHAIN, J.M., 2012. Les Mollusques. In MULLER Y. (coord.) – La Biodiversité (faune, flore, fonge) de la réserve de la Biosphère des Vosges du Nord. État des connaissances et évolution au cours des dernières décennies. Ciconia, 36 : 164-167. du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord : synthèse bibliographique.

BICHAIN, J.M., ORIO, S. 2013. Liste de référence annotée des mollusques d'Alsace (France). MalaCo, 9 : 498-534.

BICHAIN J.-M., CUCHERAT X., BRULÉ H., DURR T., GUHRING J., HOMMAY G., RYELANDT J. & UMBRECHT K. 2019. — Liste de référence fonctionnelle et annotée des Mollusques continentaux (*Mollusca : Gastropoda & Bivalvia*) du Grand-Est (France). *Naturae* 2019 (11): 285-333. <https://doi.org/10.5852/naturae2019a11>

BICHAIN J.-M., UMBRECHT K., RYELANDT J. & CUCHERAT X. 2021. — Priorités régionales de conservation pour les Mollusques continentaux : un défi pour les taxons mal documentés. *Naturae* 2021 (14): 183-211. <https://doi.org/10.5852/naturae2021a14>

GARGOMINY O., TERCERIE S., RÉGNIER C., RAMAGE T., DUPONT P., DASZKIEWICZ P. & PONCET L. 2021. TAXREF v15, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en oeuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Rapport UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN). 63 pp.

GEISSERT F., BICHAIN J.M. 2003. Estimation de la richesse spécifique et de la valeur patrimoniale des Mollusques du Parc naturel Régional des Vosges du Nord. Documents Malacologiques, 4 : 3-10.

HEY P. 2017. Données nouvelles sur *Vitrinobrachium breve* (A. Férussac 1821) en France (Mollusca, Gastropoda, Vitrinidae). *Folia conchyliologica*, 38: 9-12.

PRIÉ, VINCENT & VALENTINI, ALICE & JEAN, PAULINE & DECOTTE, JEAN-BAPTISTE & BREUGNOT, ÉMILIE & COUPRIE, STÉPHANIE & JARDIN, GAËLLE & LAMAND, FLORENT & NICOLAS, ROSET & VIGNERON, THIBAUT & ROCLE, MATHIEU & CUCHERAT, XAVIER & DEJEAN, TONY & TABERLET, PIERRE. (2021). Cinq ans d'inventaires des Bivalves de France par analyse de l'ADN environnemental : quelles conclusions, quelles perspectives ?. *Naturae*. 10.5852/naturae2021a8.

SHNEC. 2021. Etat des populations de Mulette épaisse (*Unio crassus*) et répartition des micro-bivalves sur le bassin versant du Durbion (Vosges, Grand Est). Rapport d'étude (rédacteur Kevin Umbrecht). Société d'Histoire naturelle et d'Ethnographie, Colmar. 23 pp + documents annexes.

UICN Comité français, OFB & MNHN . 2021. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mollusques continentaux de France métropolitaine. Paris, France

UMBRECHT, K. & BICHAIN, J.-M. 2021. Pré-liste rouge des mollusques du Grand-Est. Document de travail validé par le CSRPN et l'UICN.

Vers une typologie hétérodoxe des activités scientifiques de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald

Christine Hervé (1), Théo Jacob (2), Alexandre Charles (3)

(1) CNRS, UMR Geode, Géographie de l'environnement,

Maison de la Recherche, UT2J, 5, Allées Antonio Machado 310 Toulouse, France.

(2) CNRS, UMR Dynafor, 24 chemin de borde de rouge, 31 326 Castanet-Tolosan, France

(3) Master 2 Information et Documentation. Ingénierie de l'information numérique, UT2J, 31000 Toulouse, France

Résumé :

Dans le cadre d'une recherche ayant pour but d'identifier et d'analyser les relations entre les chercheurs et les acteurs territoriaux dans des dispositifs propices aux « sciences de la durabilité », les réserves de biosphère ont constitué un objet d'étude privilégié. Sur ces territoires, censés favoriser les partenariats multi-acteurs, nombre de collaborations sont ténues et difficilement identifiables. Cette situation nous a conduit à proposer une méthodologie hybride, afin d'inventorier les activités scientifiques menées sur les réserves de biosphère françaises. Cette approche, expérimentée à travers le cas de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald, relève les relations complexes entre les sciences et la société : premièrement, elle met en évidence une grande diversité de documents, se situant souvent à la frontière de l'activité académique ; ensuite, elle fait apparaître une hétérogénéité d'acteurs et de structures engagées dans le processus de production de connaissance aux côtés des scientifiques ; enfin, cette hybridité inter- et transdisciplinaire pose la question des « nouveaux » rôles occupés par les chercheurs sur les territoires.

Mots-clés : activités scientifiques, typologie, interdisciplinarité, transdisciplinarité

Zusammenfassung :

Im rahmen einer forschungsarbeit, die zum ziel hatte, die beziehungen zwischen wissenschaftlern und territorialen akteuren in den für die „nachhaltigkeitswissenschaften“ geeigneten einrichtungen zu identifizieren und zu analysieren, stellten die Biosphärenreservate ein sehr geeignetes untersuchungsobjekt dar. In diesen einrichtungen, die die zusammenarbeit zwischen mehreren akteuren fördern sollen, sind viele der kooperativen nur schwach ausgeprägt und kaum zu erkennen. Diese situation hat uns dazu veranlasst, eine hybride methode vorzuschlagen, um die wissenschaftlichen aktivitäten in den französischen Biosphärenreservaten zu erfassen. Dieser ansatz, der am beispiel des grenz-

überschreitenden Biosphärenreservats Nordvogesen-Pfälzerwald erprobt wurde, zeigt die komplexen wechselbeziehungen zwischen wissenschaft und gesellschaft auf: erstens weist er darauf hin, dass die erzeugten dokumente sehr divers, und oft nur eingeschränkt als wissenschaftlich einzustufen sind, zweitens zeigt sich eine große heterogenität der beteiligten bzw. Strukturen, die neben den wissenschaftlern an der analyse beteiligt sind, und drittens wirft diese inter- und transdisziplinäre hybridität die frage nach den « neuen » rollen auf, die die forschende in den gebieten einnehmen.

Schlüsselwörter : wissenschaftliche Aktivitäten, typologie, interdisciplinarität; transdisciplinarität

Summary :

Within the framework of research aimed at identifying and analyzing the relations between researchers and territorial stakeholders in systems that are conducive to “sustainability sciences”, the Biosphere Reserves were a privileged object of study. In these territories, which are supposed to favour multi-actor collaborations, many collaborations are tenuous and difficult to identify. This situation led us to propose a hybrid methodology to inventory the scientific activities carried out in French biosphere reserves. This approach, which was tested in the case of the Vosges du Nord-Pfälzerwald Transfrontier Biosphere Reserve, highlights the complex relationships between science and society: firstly, it reveals a great diversity of documents often on the borderline of academic activity, and secondly, it reveals a heterogeneity of stakeholders and structures involved in the process of knowledge production alongside scientists; lastly, this inter- and transdisciplinary hybridity raises the question of the “new” roles occupied by researchers in the territories.

Key words : scientific activities, typology, interdisciplinarity; transdisciplinarity

Introduction

Le programme intergouvernemental *Man and the Biosphere* (MAB) de l'UNESCO naît en 1971 sous l'impulsion de la communauté scientifique internationale. Le programme MAB se propose d'abord d'étudier les interactions homme-environnement au sein des grands écosystèmes terrestres (UNESCO, 1970). Rapidement, les réserves de biosphère vont y être définies comme des territoires d'expérimentation pour des pratiques scientifiques interdisciplinaires et tournées vers la résolution de problèmes concrets. Il s'agit de combiner des objectifs de conservation et de gestion durable des ressources, à des missions de surveillance, de recherche et d'éducation, en associant étroitement les acteurs locaux (UNESCO, 1996). Ainsi la « *Stratégie de Séville* » et le « *Cadre statutaire du Réseau mondial des Réserves de biosphère* » formalisent en 1995 les fondements du programme, qui s'est par la suite enrichi de nouveaux concepts scientifiques émergents - dont les « services écosystémiques », les « objectifs du développement durable » ou encore les « sciences

de la durabilité » (BOUARMRANE *et al.* 2020). Cependant, depuis les années 1990, la priorité a été donnée aux missions de développement, qui ont pris le pas sur les fonctions de conservation ou d'appui logistique, dont la recherche fait partie (REED, 2016).

Parallèlement, afin de répondre aux défis globaux, de nouveaux cadres épistémologiques apparaissent dans les années 1990, qui appellent les chercheurs à décloisonner les disciplines et à dépasser les frontières qui séparent le monde académique de la société (FUNTOWICZ & RAVETZ 1993; GIBBONS *et al.*, 1994). Dans ce contexte, les scientifiques sont appelés à construire de nouveaux partenariats afin de trouver des solutions concrètes aux problèmes qui affectent les acteurs locaux. Ils peuvent ainsi se mettre « au service » d'objectifs qui leur sont extérieurs, et se rendre plus perméables aux sollicitations de leurs nouveaux partenaires et financeurs. De ce fait, la nature et la place des travaux scientifiques se sont complexifiées, devenant parfois difficiles à identifier. Les scientifiques se sont vu attribuer un large éventail de nouveaux rôles, allant de la médiation et de la concertation entre acteurs à l'appui de la gestion d'espaces naturels, en passant par le soutien au développement économique (WITTMAYER & SCHÄPKE, 2014).

Cette étude s'est déroulée dans le cadre du projet ANR COLLAB², qui cherche à caractériser les relations entre chercheurs et acteurs territoriaux au sein de trois dispositifs particuliers¹, promouvant les « sciences de la durabilité »². La Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald a obtenu une double désignation nationale en 1989 et 1993, respectivement en France et en Allemagne, puis est devenue l'une des premières réserves de biosphère transfrontalière (RBT) mondiale en 1998. De par son ancienneté et sa volonté de recenser les études scientifiques menées sur son territoire depuis 1991, ce territoire constitue un cas d'étude remarquable pour identifier la nature des activités scientifiques et de ses contributeurs.

Méthodologie

Pour identifier les activités scientifiques au sein des réserves de biosphère, nous nous sommes appuyés sur une enquête préliminaire où nous avons proposé une méthodologie d'enquête basée sur la constitution d'un corpus de données hétérogènes (HERVE *et al.*, 2022). La figure 1 résume le déroulement méthodologique suivi pour constituer notre corpus de données.

Nous avons recouru à quatre méthodes de recueil de données (voir figure 1). L'identification des documents commence par une analyse bibliométrique classique, associant les mots-clés « réserve » AND « biosphère » AND « vosges du nord » dans les bases de données Scopus, Wos, HAL et SUDOC. Nous avons ensuite vérifié la pertinence des documents récoltés et éliminé la redondance provenant des bases de données. Nous avons récupéré et inventorié les données issues des Annales scientifiques de la Réserve de biosphère des Vosges du Nord-Pfälzerwald, dont la publication est portée par les gestionnaires de la RB depuis 1991 – nous nommons cette entrée « éditoriale ». Parallèlement, un travail

1. En parallèle des réserves de biosphère (RB), le projet COLLAB² s'intéresse aux Observatoires Hommes-Milieu (OHM) et aux Zones Ateliers (ZA) qui, contrairement aux RB, ont la particularité d'être deux dispositifs à vocation prioritairement scientifiques, portés par le CNRS.

2. Les sciences de la durabilité se définissent comme des sciences collaboratives et partenariales, tournées vers l'action, qui répondraient simultanément aux différents objectifs du développement durable (viabilité écologique, développement économique, justice sociale...) (KATES *et al.*, 2001)

d'enquête documentaire auprès de la RBT, de sa structure d'appui (SYCOPARC) et du MAB France a permis d'identifier des documents mentionnant les activités scientifiques, ou mobilisant des connaissances (littérature grise, articles, livres, conférences scientifiques ou publiques, réunions associant des chercheurs, dossiers de nomination pour la désignation RB par l'UNESCO et les rapports d'examen périodique ou d'activité). Au cours de ce travail, nous avons identifié des personnes ressources (membres du Conseil Scientifique, correspondants RB, chercheurs, chargés de mission...) afin d'enrichir l'inventaire des connaissances produites et mobilisées sur le terrain. Une série d'entretiens compréhensifs a été réalisée avec ces acteurs clés. Enfin, nous avons fait le choix de recueillir des données à travers des recherches menées sur un « projet de territoire » spécifique, appliqué au cas particulier de la réintroduction du lynx. Cette thématique s'articule autour de plusieurs projets successifs, sur une période d'une quarantaine d'années.

Le corpus de données a été organisé en deux bases de données. L'une renseigne, l'année, la revue, les auteurs, le titre, les mots-clés, la typologie des documents la présence d'interdisciplinarité, le type d'interdisciplinarité (rapprochée ou éloignée selon la proximité des disciplines), la présence de transdisciplinarité (collaborations entre acteurs académiques et non-académiques), la portée géographique des documents, ainsi que les pays d'origine des auteurs, l'autre renseigne les auteurs en précisant individuellement leur catégorie ou typologie d'acteur, leur affiliation et leur domaine d'expertise. Mêlant des données bibliométriques déjà organisées à une majorité de données non structurées, ce travail a exigé d'aller chercher des compléments d'informations afin de pouvoir constituer une base de données homogène - un travail qui s'est révélé finalement plus chronophage qu'initialement prévu. Des codifications facilitant l'analyse du corpus ont été définies et sont présentées au fil du texte ; les tableaux et les figures ont été réalisés à partir d'extractions ciblées de ces deux bases de données.

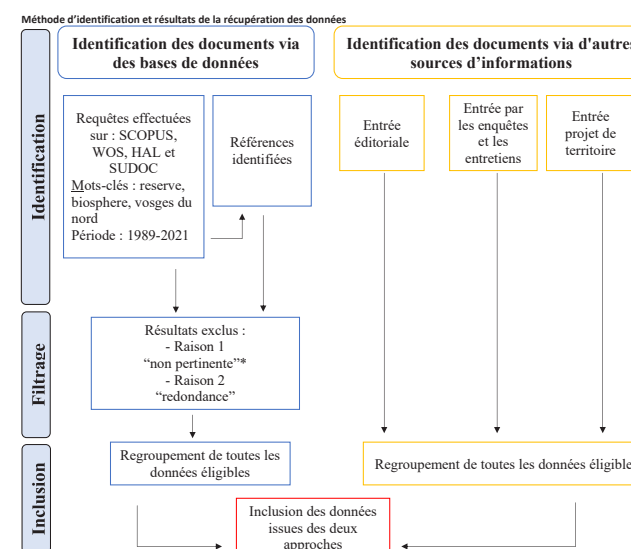


Figure 1 : Méthode d'identification et de collecte des données du corpus

* Un document est considéré comme non pertinent si les termes de « réserve », « biosphère » et « Vosges du Nord » sont absents du titre, résumé, mots-clés ou des références. Une analyse complémentaire peut être nécessaire, par une fouille approfondie dans le corps du document. Figure inspirée de: The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews (<https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>)

Résultats

1. Une grande diversité de documents : de la production à la mobilisation des données scientifiques

En suivant cette méthodologie, nous avons identifié un total de 460 documents sur une période d'environ trente ans (1989-2021). La codification des documents issus du corpus de données a permis de définir une typologie en neuf catégories (Tableau I et Encadré 1).

Typologie des documents	Bases de données bibliographiques				Autres entrées			Total
	SCOPUS	WOS	HAL	SUDOC	Éditoriale	Enquête	Projet	
Article	35			2	205	8	7	257
Communication	5		2			16	64	87
Rapport						38	24	62
Mémoire						25	8	33
Thèse	1		1			4	1	7
Base de données						3		3
Guide				1		1		2
Ouvrage						4	1	5
Projet Pédagogique							2	2
Indéterminé	1					1		2
Total	42	0	3	3	205	100	107	460

Tableau I : nombre de documents identifiés par sources mobilisées et classés en fonction de leurs typologies

La catégorie « article », qui constitue la référence standard de la production scientifique académique, est la plus représentée (55,9%). La grande majorité d'entre eux (79,8%) provient de l'activité éditoriale de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald. Seulement 14,4% des documents recueillis proviennent des bases de données bibliographiques (Tableau I). Il est important de rappeler que pour de multiples raisons - dont l'absence des termes « réserve AND biosphère AND nom de la RB » permettant d'identifier un travail spécifiquement associé au territoire, la multitude de thématiques traitées dans des dispositifs tel que les RB, la prédominance de la langue anglaise dans les publications référencées et l'absence d'un réseau de chercheurs clairement identifié (SHAW *et al.*, 2017 ; FERREIRA *et al.*, 2018 ; HERVE *et al.*, 2022) - l'extraction des bases bibliographiques reste non exhaustive, et sous-évalue donc le nombre de documents associés à une activité scientifique dans la RB. Les autres sources mobilisées complètent le recueil d'articles de façon très marginale (5,8%) – bien qu'elles restent également sous-évaluées car très chronophages (Tableau I). En dehors des Annales scientifiques de la RB, les articles identifiés sont publiés dans différentes revues (32), dont seulement trois se démarquent par une fréquence plus élevée : *Ciconia* (17%), *Alauda* (13%), et la *Revue d'écologie (La Terre et la vie)* (8%). (Tableau II). Sans grande surprise, les thématiques relèvent pour l'essentiel des sciences de la vie et de la Terre. Les sciences naturelles, l'écologie et les sciences de la conservation dominant, même si on peut également remarquer la présence de revues pluridisciplinaires, incluant parfois les sciences humaines et sociales (paléo-histoire, sociologie...).

Titre	Discipline
Ciconia	Ecologie animale
Alauda	Ornithologie
Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)	Ecologie
Biodiversity and Conservation	Diversité biologique
Biological Conservation	Sciences de la conservation
Water Research	Biologie, chimie, génie civil
Acta Oecologia	Ecologie
Aquatic Conservation : Marine and FreshWater Ecosystems	Conservation milieux aquatiques
Water Research	Biologie, chimie, génie civil
Belgian Journal of Botany	Sciences des plantes
Bulletin Français de la Pêche et de la Protection des Milieux Aquatiques	Ressources aquatiques
BSGF - Earth Sciences Bulletin	Science de la Terre
Bulletin d'Ecologie	Ecologie
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Série III	Sciences de la vie
Conservation Genetics	Conservation de la diversité génétique
Ecology and Evolution	Ecologie, évolution, et conservation
European Journal of Wildlife Research	Biologie de la faune sauvage
Freshwater Biology	Biologie et écologie d'eau douce
Frontiers in Veterinary Science	Sciences vétérinaires
Geographia Technica	Approches techniques de la géographie
Vegetation History and Archaeobotany	Histoire de la végétation
International Journal of Environment and Sustainable Development	Environnement et développement durable
Journal of Applied Ecology	Ecologie, biologie de la conservation, faune sauvage
Journal of Vegetation science	Ecologie des communautés végétales
Landscape Ecology	Ecologie du paysage
Mammalia	Biologie
Naturschutz und Landschaftsplanung	Aménagement
Plos One	Toutes disciplines
Projets de Paysage	Études environnementales, géographie, histoire, philosophie des sciences, pluridisciplinarité, sciences sociales interdisciplinaires
Revue des Sciences de l'Eau	Hydrologie et hydrogéologie, pluri disciplinaire
Revue d'Allemagne et des pays de langue allemande	Sciences humaines et sociales pluridisciplinaire
Science of the Total Environment	Sciences de l'environnement multi disciplinaire
The Holocene	Toutes disciplines

Tableau II : revues publiant des articles mentionnant la Réserve de biosphère Vosges du Nord-Pfälzerwald, classées par ordre décroissant de fréquence du haut vers le bas du tableau

Si les bases bibliographiques et l'activité éditoriale nous renseignent sur la production scientifique de type « article », les entrées « enquête » - réalisée avec les acteurs du territoire - et « projet » - focalisée sur la réintroduction du lynx - font ressortir des documents de natures différentes. Cette variété de documents, pour laquelle il n'est pas toujours facile de définir une typologie, révèle la présence de trois autres grandes catégories : les communications (18,9%), les rapports (13,5%) et les mémoires d'études (7,2%) (Tableau I). Comme l'avait rappelé notre enquête préliminaire dans le réseau des RB françaises (HERVE *et al.*, 2022), ces territoires produisent une grande quantité de littérature grise principalement produite par les étudiants. Pour les structures porteuses des RB, qui ont peu de moyens financiers et de temps à consacrer à la recherche, le recours aux travaux d'étudiants est un bon compromis, voire parfois la seule solution pour produire des données scientifiques. Ces documents complètent la liste des productions scientifiques, dont ils sont une composante essentielle, même s'ils restent difficiles à identifier.

En fonction des sources interrogées, nous observons donc un changement de nature des documents. L'entrée « enquête » identifie une majorité de littérature grise, composée de rapports (38%), de mémoires (25%) et de communications (16%). L'entrée « projet » met également en évidence l'importance de ces trois catégories, mais relève une nette majorité de communications (59,8%) (Tableau I).

Le décentrement permis par cette méthodologie hybride nous a conduits à identifier des documents d'une très grande diversité, ce qui nous a ensuite amenés à définir des sous-catégories afin de mieux caractériser notre corpus de données (Encadré 1).

Ainsi, pour la catégorie « rapport » nous avons défini des sous-catégories telles que le « rapport de suivis » (et d'inventaire) (27%), « d'expertise » (19%), le « plan de gestion » (16%) ou encore le « rapport de projets » (15%) (Figure 2 A).

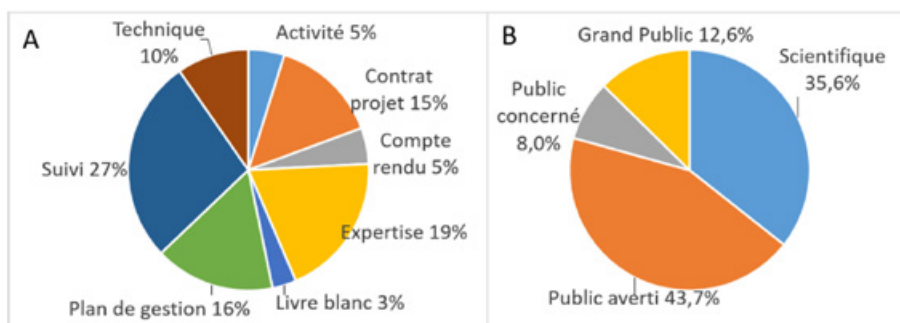


Figure 2 : Pourcentage des sous-catégories détaillées de la catégorie « rapport » (A) et « communication » (B) provenant de l'ensemble du corpus de données.

Parmi ces documents, certains fournissent des données brutes - ou « primaires » - qui tentent de décrire, « en dehors de toute interprétation arbitraire, un état objectif du réel » (DUPRE & MICOUD, 2007). L'observation et la collecte de données sont des attributs propres aux méthodes scientifiques et, sur le terrain, elles font « appel à un registre de savoirs étendus qui vont au-delà des connaissances décrites » dans le monde académique (ARPIN *et al.*, 2015). Les données pourront être analysées, synthétisées et comparées,

Catégorie	Sous-catégorie	Définition
Article		Article émanant d'une revue scientifique
Ouvrage		Livre, monographie ou dictionnaire et encyclopédie
Guide		Livre contenant de nombreuses informations pratiques
Thèse		Document résultant d'un travail scientifique dans le cadre d'un doctorat
Mémoire		Document pour l'obtention d'un diplôme universitaire tel qu'une licence, master ou thèse professionnelle
Communication		Document servant non seulement à informer, mais également à sensibiliser, et à inciter la collaboration des partenaires. Se distingue en fonction des publics visés:
	scientifique pour public averti	- la communauté scientifique ou experts - experts ou personnes ayant une bonne connaissance du domaine/sujet et/ou utilisateur de ces données
	pour public concerné	- personnes sans compétence scientifique dans le domaine, mais pouvant être concernées ou impactées par les données traitées.
	pour grand public	- très large audience, prévue pour y inclure les profanes.
Projet pédagogique		Toutes données concernant les activités et objectifs d'un accompagnement pédagogique
Rapport		document rassemblant un ensemble de données factuelles conduisant à des analyses et parfois des recommandations
	technique	document rassemblant des éléments techniques ou méthodologiques
	d'expertise	document émanant d'une personne reconnue ou étant mandaté en tant qu'expert
	contrat projet plan de gestion	document de suivi d'un projet financé pour une durée déterminée document définissant les objectifs et les étapes de mise en œuvre d'un projet de gestion
	compte rendu de suivi	document qui consigne de façon précise les discussions d'une réunion ou d'un groupe de travail document de synthèse des données et analyses de suivi (monitoring) ou d'inventaire
	livre blanc d'activités	document programmatique, constitué par les propositions d'engagements d'un ou de groupe(s) sur une thématique donnée document qui rapporte de manière précise des faits ou des événements d'une structure ou d'un groupe.
Base de données		Ensemble de données organisé dans un format numérique

Encadré 1 : Typologie des documents

pour produire des connaissances d'une autre nature (article, ouvrage, mémoire, ...) que l'on pourra trouver ensuite citées ou vulgarisées dans d'autres types de documents (rapports, plan de gestion, ...). Cette seconde catégorie de documents mobilise et diffuse également les connaissances scientifiques en dehors des cercles académiques, afin d'éclairer les décisions, informer et mobiliser les parties prenantes à différentes échelles (collectivités, services de l'État, associations, citoyens, ...). Ce glissement, depuis des documents centrés sur la production de données scientifiques vers des documents axés sur la mobilisation de connaissances scientifiques, s'accroît dans la catégorie « communication ». Une bonne partie des communications répertoriées s'adresse à un public de spécialistes - qualifié ici de « public averti » (43,7 %) (voir définition dans l'encadré 1)

ou de « scientifique » (35,6%) (Figure 2 B). Notre étude étant focalisée sur les collaborations scientifiques, nous avons implicitement privilégié ce type de communications, au détriment d'autres, orientées vers le grand public qui questionnent leurs inclusions même dans les activités scientifiques.

Les différentes catégories de documents donnent à voir un processus de transformation des données. D'une part, les données brutes - une fois compilées, analysées, synthétisées et interprétées - deviennent de plus en plus complexes à mesure qu'elles sont diffusées au sein des communautés scientifiques. De l'autre, elles sont retravaillées, vulgarisées pour devenir « actionnables » (SOULARD *et al.*, 2007), afin de répondre à une problématique précise. Dans le cas précis de l'entrée « projet » appliqué à la réintroduction du lynx, les connaissances scientifiques répondent à des enjeux particuliers : leurs statuts de données « robustes », garantissant une forme de neutralité et de transparence, sont alors recherchés par les protagonistes du projet afin de désamorcer les situations de controverses. Parfois primordiales pour informer ou convaincre l'opinion publique locale, ainsi que pour définir ou légitimer des choix de politiques publiques, elles participent aussi, depuis le terrain, à faire pression sur les services de l'État et les collectivités pour la mise en place d'un certain type d'action publique. Selon les communautés qui les produisent ou les mobilisent, les connaissances scientifiques répondent ainsi à des objectifs divers (GRANJOU & MAUZ, 2009).

L'identification de ces données valide notre postulat : sans cette hybridation méthodologique, la production et les activités scientifiques dans la réserve de biosphère seraient sous-évaluées. Cependant, il faut garder à l'esprit que seule l'activité éditoriale de la RB fournit des données exhaustives - contrairement à toutes les autres sources. Il faut donc rester prudent avec les valeurs statistiques qui en découlent. Plus qu'un classement par ordre d'importance, il faut retenir que cette approche, en fonction des sources interrogées, identifie des documents de natures très différentes, bien souvent invisibilisés par les approches bibliométriques classiques.

2. Des auteurs aux acteurs : une invisibilité révélée par l'entrée « projet »

Ce corpus de données identifie 526 auteurs incluant des individus ou organisations, relevant de 192 affiliations institutionnelles. Nous les avons caractérisés individuellement en fonction de leurs secteurs d'activité et de leurs statuts administratifs. Nous avons pour cela construit des catégories d'acteurs nous permettant de rendre compte, de la façon la plus exhaustive possible, de leur diversité en fonction de trois grands secteurs de l'action publique locale : le secteur public, le secteur privé et le « troisième secteur », incarné par la société civile. Ceci nous a permis de définir quinze grandes catégories d'auteurs, marquées par la présence spécifique de certaines entités, dont nous avons présumé qu'elles étaient centrales dans les dynamiques de production de connaissances associées à la réserve de biosphère (Encadré 2). Il s'agit des « gestionnaires d'environnement », des « experts naturalistes », des « associations à vocation environnementale » et des « bureaux d'étude ». Néanmoins, cette première codification s'est rapidement heurtée à des limites, notamment à la difficulté d'essentialiser des catégories d'auteurs marquées par des identités professionnelles « hybrides ». Si les chercheurs, les gestionnaires d'espaces naturels protégés ou les experts naturalistes

Catégorie	Sous-catégorie	Définition et/ou exemples
Acteur de la recherche	Organisation de recherche	CNRS, INRAE, UFZ, NINA, Macaulay Land Use Research Institute...
	Université	Université de Lorraine, Strasbourg, Lyon, Bern, Koblenz-Landau Heidelberg, Fribourg en Brisgau, ...
Gestionnaires de l'environnement	Ecole supérieure	ENGREF, ENS, INSA, AgroParis Tech, ENITA...
	Gestionnaire de l'environnement	Service recherche au sein d'une organisation gestionnaire de la nature et de l'environnement (OFB, ONF, FAWF)
	Collectivité	Organisation gestionnaire de la nature et de l'environnement (Fondation KORA, MAB France, Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels)
Associations à vocation environnementale	Association	Organisation gestionnaire gérée par une collectivité (syndicats mixte, SYCOPARC, Conservatoire Botanique National du Massif Central),
	Services de l'Etat	Organisation gestionnaire gérée par un service de l'Etat (OFB, ONF)
Chambres consulaires		Association et fondation à vocation environnementale première (LPO, Alsace nature, les Piverts, ASPA, GNOR WWF)
Collectivités		Chambre d'agriculture
Services de l'Etat		Collectivité locale (collectivité territoriale départementale, régionale, communale, EPCI+ syndicats mixtes (communauté de commune Maxdorf Rhein-Pfalz-Kreis, verbands-gemeinde dahner felsenland)
Bureaux d'étude		Ministères, services, agences et établissements de l'État comprenant les services déconcentrés de l'État (DDT, DREAL, Cerema),
Experts naturaliste	Acteur de la recherche	CROC, Ecofaunme, Hydrotelm, OEKO-LOG, ProLimno, Flow-ing ,...
Bureaux d'étude	Association	Conservatoire botanique national de Franche-Comté, POLLICHIA
	Gestionnaire de l'environnement	Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz, Société Française d'Orchidophilie, CPEPESC Lorraine, LPO
	Bureau d'étude	Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, du Luxembourg, Pflanzmuseum für Naturkunde
Services de l'Etat	Service de l'état-collectivité	IFAUN, BE Lyon Expertise entomologique et écologique
		Conservatoire botanique d'Alsace, Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz, Observatoire régional des invertébrés
Entreprises semi publiques		
Professionnels du secteur primaire		Syndicats d'éleveurs, forêt patrimoine, CRPF
Autres associations		Club Vosgien, CRAMS
Société civile		Citoyen
Usagers de la nature		Fédération de chasse pêche, randonnée, tourisme
Entreprises privées		La mesure sur mesure, laboratoire d'analyse médicale
Elus		Ville de Bitche, président de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald

Encadré 2 : Typologie des auteurs

constituent bien des groupes professionnels distincts, ils partagent parfois des expériences symétriques plus ou moins poussées de la recherche et des mondes de la gestion environnementale (ARPIN *et al.*, 2019). Qui plus est, cette « hybridité » se retrouve parfois dans les missions portées par les structures d'appartenance. Par exemple, certaines structures de gestion sont directement portées par des associations de protection de la nature, qui peuvent développer en leur sein des missions scientifiques, notamment en salariant des chercheurs indépendants. Elles peuvent également offrir des prestations d'expertise se rapprochant de celles d'un bureau d'étude.

Cette grande complexité nous a poussés à définir des sous-catégories lorsque nécessaire. Cette méthode nous a permis d'identifier des mixités qu'il n'aurait pas été possible de documenter à travers une production scientifique plus classique (Encadré 2).

Cinq classes ressortent de cette typologie largement dominée par les « acteurs de la recherche » (47,7%) (Tableau III).

Typologie des auteurs	Nombre
Acteurs de la recherche	262
Experts naturalistes	103
Gestionnaires de l'environnement	55
Bureaux d'étude	33
Associations à vocation environnementale	24
Services de l'État	19
Non déterminé	6
Professionnels du secteur primaire	5
Collectivités	4
Élus	4
Usagers de la nature	4
Autres-associations	3
Entreprises privées	2
Chambres consulaires	1
Société civile	1
Total	526

Tableau III : nombre d'auteurs selon la typologie de premier niveau des auteurs.

Les acteurs de la recherche ont été classés en fonction de leur organisation d'appartenance. Parmi eux, nous comptons une large majorité d'enseignant-chercheurs (67,9%), qu'ils soient universitaires ou membres d'écoles de l'enseignement supérieur (Figure 3A). La moitié d'entre eux sont de jeunes chercheurs, avec 41% d'étudiants et 12% de doctorants - confirmant leur place centrale dans les réserves de biosphère (HERVE *et al.*, 2022). On note également que les chercheurs des organismes de recherche académique (CNRS, INRAE...), qui sont pourtant des acteurs centraux de la recherche française, ne sont pas plus présents que la catégorie des « gestionnaires de l'environnement » (15,5%), (Figure 3A).

Les gestionnaires de l'environnement, de par leurs missions, sont particulièrement impliqués tant dans la production que la mobilisation de données orientées vers le suivi des dynamiques socio-écologiques. Le découpage en sous-catégories fait ressortir le groupe des gestionnaires-chercheurs, qui constitue une fraction mineure des acteurs de la recherche, mais majeure de la catégorie des « gestionnaires de l'environnement » (42,1%)

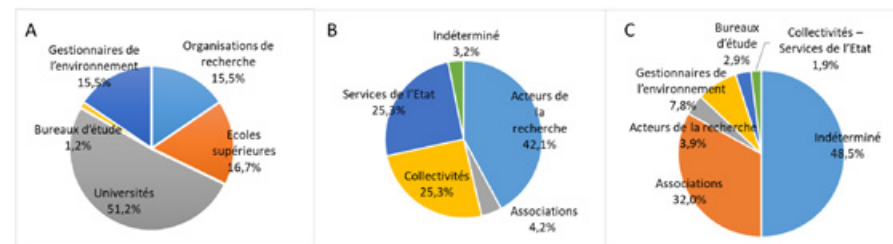


Figure 3 : Répartition en sous-catégories (>1%) des acteurs de la recherche (A), des gestionnaires de l'environnement (B) et des experts naturalistes (C) provenant de l'ensemble du corpus de données.

(Figure 3A et 3B). En effet, la frontière entre ces deux groupes professionnels est particulièrement poreuse (ARPIN *et al.*, 2019). Les gestionnaires de l'environnement disposent bien souvent d'un important bagage académique (master, doctorat) : ils ont donc pu faire partie, un temps, de la communauté scientifique. Dans notre cas, il s'agit le plus souvent de salariés d'agences ou d'office de gestion, dont la mission est dédiée à la production de connaissances orientées vers l'action. Selon notre typologie, ils sont donc à la fois acteurs et partenaires de la recherche (Figure 3A et B). Ajoutant à cette ambivalence, certaines institutions de gestion de l'environnement disposent en interne de leurs propres départements de recherche (Encadré 2)

La catégorie des « experts naturalistes » représente 19,6% des auteurs. Ces experts naturalistes sont difficiles à caractériser - pour la moitié d'entre eux il n'a pas été possible de trouver d'informations complémentaires sur leurs affiliations institutionnelles (Figure 3C). Souvent bénévoles, ces experts peuvent être membres de sociétés savantes ou d'associations, mais ils peuvent aussi avoir un statut d'indépendant. Il est alors difficile de connaître leur existence et de documenter leurs travaux. Comme le souligne l'article de DUPRE & MICOUD (2007), « ces gens de peu sont modestes et effacés ». Cependant, certains naturalistes s'investissent - comme les chercheurs - dans des activités de publication évaluées par les pairs. Reconnus pour leurs compétences, il leur est plus facile d'être associés aux démarches collectives (FORTIER & ALPHANDERY 2017). Souvent spécialistes dans un domaine spécifique (botanique, entomologie, ornithologie...), détenteurs d'une connaissance fine qui n'a parfois pas d'équivalent dans le monde de la recherche académique (DUPRE & MICOUD, 2007 ; ARPIN *et al.*, 2015), les réseaux de naturalistes jouent donc un rôle fondamental dans les processus de production de connaissances locales sur la biodiversité - notamment dans la constitution des données brutes (CHARVOLIN, 2009 ; ARPIN *et al.*, 2015).

Dans une moindre mesure, les auteurs font partie d'associations à vocation environnementale (4,6%), qui sont devenues au fil des ans des acteurs centraux de la co-production de l'action publique, ou de bureaux d'étude (6,3%), dont les missions d'expertise mobilisent des compétences proches du monde scientifique (Tableau III). Cette typologie nous a également permis de caractériser des organisations mixtes, notamment en Allemagne, portant des objectifs de production de connaissances à visée gestionnaire et/ou parfois même économique. Les données allemandes nous confrontent, peut-être avec plus d'acuité que les données françaises, à la difficulté de délimiter le périmètre de

l'activité scientifique dans un système fortement décentralisé où cohabitent des entités à la limite du public, de l'associatif et du privé (SCHULTHEIS *et al.*, 2008).

L'analyse de la contribution des auteurs montre que la plupart participe à la rédaction d'un seul document (78%). Les pourcentages chutent ensuite brutalement pour une contribution à 2 (10,3%) ou 3 (4,4%) documents. Dans l'essentiel des cas, il s'agit donc d'une contribution ponctuelle. Cependant, un groupe d'une quarantaine d'auteurs se distinguent en contribuant régulièrement à la production et la mobilisation des données sur ce territoire. Parmi eux, presque tous ont suivi une formation par la recherche et une majorité sont titulaires d'un doctorat ; seize font partie d'organismes de recherche ; treize sont gestionnaires de l'environnement ; et quatre appartiennent à des bureaux d'étude impliqués dans des projets territoriaux.

Cette analyse montre également que près de la moitié des documents sont écrits par un seul auteur (48%). Pour l'autre moitié, le co-autorat permet de révéler une partie des interactions entre les acteurs de la recherche et leurs partenaires. Néanmoins, l'identification par les auteurs montre ses limites pour les documents identifiés à travers les entrées « enquête » ou « projet ». En effet, elle apparaît trop réductrice pour les documents de type « rapport » ou « communication », où la seule prise en compte des auteurs ne reflète pas la diversité des partenaires impliqués dans la production du document. A nouveau, la méthode hybride nous offre une occasion de décentrement, depuis l'identification d'un réseau d'« auteurs » vers celle d'un réseau d'« acteurs ». L'auteur dans cette étude est pris au sens de celui qui rédige les données publiées dans un document. Il peut en être un producteur, mais également un assembleur, un traducteur ou même un utilisateur des données en remobilisant celles déjà produites par d'autres. Les acteurs non-académiques (et parfois académiques), quant à eux, participent à la production des données dans le cadre d'un projet spécifique, mais ils peuvent aussi contribuer à la diffusion, la généralisation de l'information et la mise en œuvre concrète du projet sur le terrain. Parmi eux, un grand nombre ne seront jamais présents en tant qu'auteurs, alors même qu'ils ont pu participer au processus de production du document.

3. De la production de savoirs disciplinaires aux coalitions transdisciplinaires

Nous avons cherché à caractériser la présence d'inter- et de transdisciplinarité dans ces relations. Les chercheurs issus de disciplines différentes peuvent générer des travaux relevant soit d'une interdisciplinarité rapprochée ou éloignée, selon la proximité de leurs disciplines. De la même façon, des projets menés conjointement par des acteurs de la recherche et des partenaires non-académiques peuvent produire des travaux relevant d'une transdisciplinarité proche ou éloignée, selon le degré de proximité entre les scientifiques et les domaines d'activités impliqués (KLEIN, 2013). Sur cette base, le bilan quantitatif de l'ensemble du corpus indique une faible représentation de l'inter- (12,4%) et de la transdisciplinarité (23,9%) parmi l'ensemble des données recueillies (Tableau IV).

	Interdisciplinarité		Transdisciplinarité		Inter- et Trans disciplinarité
	oui/non ^a	R/E ^b	oui/non ^a	R/E ^b	
Bases bibliométriques	7/41	7/0	7/41	7/0	2
Éditoriale	8/196 ^c	6/2	36/168 ^c	33/3	3
Projet	38 ^d /69	0/38	60 ^d /47	16/44	37
Enquête	4/96	0/4	7/93	7/0	1
Total	57/402	13/44	110/349	63/47	43

^a Présence (oui) ou absence (non) d'inter – ou transdisciplinarité dans le document produit. ^b Caractérisation d'une inter ou d'une transdisciplinarité « rapprochée » (R) ou d'« éloignée » (E). ^c Un article indéterminé. ^d Surreprésentation liée à l'entrée par document ; par exemple 33 documents inter et transdisciplinaires proviennent du même collectif

Tableau IV : nombres de documents inter et/ou transdisciplinaires provenant de l'analyse du corpus de données identifiés dans les différentes sources

Les articles, documents principaux des bases bibliométriques et éditoriales, montrent très peu d'interdisciplinarité (5, 8%) (Tableau IV). Lorsqu'elle est présente, elle peut être qualifiée d'interdisciplinarité rapprochée, restant au sein de champs disciplinaires relativement proches. Nous remarquons ainsi une forte présence des sciences de la vie et de la Terre et, dans une moindre mesure, des sciences du climat et de la matière. Bien que les sciences humaines et sociales (SHS) soient présentes en tant que disciplines (3,1%), aucune interdisciplinarité rapprochée (au sein des SHS) ou éloignée (entre SHS et disciplines des sciences de la nature) n'a été identifiée dans ce type de documents. L'entrée « éditoriale » semble documenter une transdisciplinarité plus fréquente (17,5%), mais reposant, là encore, sur des collaborations entre des acteurs extrêmement proches – principalement les chercheurs en sciences de la vie et de la Terre, gestionnaires de l'environnement et experts naturalistes.

L'entrée « projet » fournit un plus grand nombre de documents inter (35,5%) et transdisciplinaires (56,1%) (Tableau IV). Ces chiffres reposent sur une production régulière de documents liée à des projets de long terme. La thématique de la réintroduction du lynx voit le jour à la fin des années 1970. Elle est impulsée par les milieux naturalistes et mise en œuvre par les services de l'État français dans le Massif des Vosges. Après un long travail d'acquisition de données, de mobilisation des connaissances scientifiques et de lobbying réalisé par les milieux associatifs naturalistes du Palatinat et des Vosges du Nord, un deuxième projet, nommé « Life Lynx », est financé à partir de 2015 (SCHEID *et al.*, 2020). Les données issues de l'entrée « projet » mettent en évidence une transdisciplinarité comportant fréquemment une composante interdisciplinaire - 61,7 % des documents impliquant une collaboration entre acteurs académiques et non-académiques, impliquent aussi divers ancrages disciplinaires (Tableau IV). Dans ce cas précis, l'interdisciplinarité qui y est qualifiée d'« éloignée » n'exclue pas que l'on y trouve également des collaborations entre des disciplines dites proches. Hormis la surreprésentation générée par le nombre de documents, l'entrée « projet » permet d'identifier quelques coalitions d'acteurs particulièrement hétérogènes constituées à la fois de communautés de pratiques proches et très éloignées. Par exemple, l'association allemande Life Luchs Pfälzerwald coordonne un important travail de communication, de concertation et de négociation avec tous les acteurs concernés par la réintroduction du lynx dans ce territoire – gestionnaire de l'environnement, administrations nationales, collectivités locales, élus, chasseurs, éleveurs, forestiers, associations de protection de l'environnement et/ou d'éducation à l'environnement, scientifiques nationaux et

internationaux. Ainsi, de part et d'autre de la frontière, un dispositif de concertation appelé « Parlement du Lynx » réunit des assemblées constituées des principaux acteurs concernés, avec pour objectif de « discuter des questions, intérêts et attentes des acteurs concernés afin de définir ensemble les modalités d'une cohabitation sereine avec le Lynx » (PARLEMENT DU LYNX DES VOSGES DU NORD, 2016). Gestionnaires de l'environnement, chercheurs-experts en bureau d'étude ou scientifiques d'organismes de recherche participent à la mise en place de ce processus. Des chercheurs en science de la nature et en SHS sont présents dans ces arènes, assumant parfois des rôles éloignés de leurs missions classiques. Ils s'impliquent dans la production des données et, par leurs efforts de traduction, participent à leur diffusion. Les chercheurs sont également sollicités pour mobiliser leurs connaissances lors des phases de construction des projets territoriaux - de leur conception à leur rédaction et parfois même leur portage ou leur coordination. Ils occupent parfois un rôle d'accompagnant, d'animateur, voire de négociateur, ou « seulement » d'observateur, en assurant un suivi et en apportant leur réflexivité.

Conclusion

Cette enquête révèle que la seule entrée par les bases bibliographiques, qui font souvent référence pour évaluer l'activité scientifique, est insuffisante pour rendre compte de la complexité des relations chercheurs académiques et-non-académiques sur les territoires investis par les « sciences de la durabilité ». Ainsi, il apparaît nécessaire d'allier à ces corpus traditionnels, l'enquête par entretien compréhensif et l'analyse de projets réalisés sur les territoires. Les activités scientifiques identifiées dans la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald restent dans l'ensemble classiques, en produisant des données à caractère majoritairement naturaliste et en mobilisant des communautés d'auteurs relativement proches. Cependant, l'hybridation méthodologique laisse apprécier une certaine hétérogénéité de documents et d'acteurs qui constituent le champ vaste et imprécis des « sciences de la durabilité ». En décentrant notre regard depuis la production vers la mobilisation de données, ainsi que depuis les auteurs des documents vers les acteurs des projets territoriaux, elle fait apparaître de « nouveaux » rôles scientifiques, moins cantonnés à la description des phénomènes et plus engagés dans l'action. Ces données révèlent une recherche encore marginale de plus en plus immergée dans l'action publique, qui accentue les porosités entre acteurs dans le processus de production et de mobilisation de connaissances et qui souligne la difficulté de discerner ce qui relève encore exclusivement de l'activité scientifique.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des personnes qui ont participé aux entretiens pour le temps qu'ils nous ont accordé et Isabelle Arpin et Anne-Gaëlle Beurrier pour leurs relectures constructives. Ce travail a été financé et mené dans le cadre du projet COLLAB² sur « Les collaborations interdisciplinaires et transdisciplinaires en sciences de la durabilité » (ANR-19-CE03-19-0002).

Bibliographie

- ARPIN I., CHARVOLIN F. & FORTIER A. 2015. Les inventaires naturalistes : des pratiques aux modes de gouvernement. *Études rurales*, 195: 11-26.
- ARPIN I., RONSIN G., AUBERTIE S., COLLIN A., LANDRIEU G. & LE BASTARD, A.-M 2019. La transdisciplinarité en pratique. Les collaborations entre chercheurs et gestionnaires d'espaces naturels protégés. *Natures Sciences Sociétés*, 27(2): 205-211
- BOUAMRANE M., DOGSE P. & PRICE M.F. 2020. Biosphere Reserves from Seville, 1995, to building a new world for 2030: a global network of sites of excellence to address regional and global imperatives. In: Reed, M.G. & M.F. Price (eds.), UNESCO Biosphere Reserves. Supporting Biocultural Diversity, Sustainability and Society: 29-44. New York
- DUPRE L. & MICOUD A. 2007. Savoirs publics sur la nature et politiques publiques de l'environnement : rôle et place des naturalistes amateurs et des professionnels. Florian Charvolin. *Des sciences citoyennes*, Editions de l'Aube, pp.219-232. (hal-00172572)
- CHARVOLIN F. 2009. Comment penser les sciences naturalistes "à amateurs" à partir des passions cognitives. *Natures Sciences Sociétés*, 17 (2), 145-154.
- FERREIRA A. F., ZIMMERMANN H., SANTOS R. & VON WEHRDEN H. 2018. A Social-Ecological Systems Framework as a Tool for Understanding the Effectiveness of Biosphere Reserve Management. *Sustainability*, 10: 3608.
- FORTIER A. & ALPHANDERY P. 2017. La maîtrise des données, un enjeu majeur pour les associations naturalistes à l'heure de la gouvernance de la biodiversité. *Revue française d'administration publique*, 163: 587-598.
- FUNTOWICZ S. O. & RAVETZ J. R. 1993. Science for the post-normal age. *Futures*, 25 (7): 739-755.
- GIBBONS M., LIMOGES C., NOWOTNY H., SCHWARTZMAN S., SCOTT P. & TROW M. 1994. The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies, London, Sage.
- GRANJOU C. & MAUZ I. 2009. Quand l'identité de l'objet-frontière se construit chemin faisant: Le cas de l'estimation de l'effectif de la population de loups en France. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 3(1): 29-49.
- HERVE C., JACOB T, SAGNA R. & CIBIEN C. 2022. Identifier les activités scientifiques dans les réserves de biosphère françaises : une chasse au trésor ? *Natures Sciences Sociétés*, 30 (1): sous presse
- KATES R. W., CLARK W. C., CORELL R., HALL J. M., JAEGER C. C., LOWE I., MCCARTHY J. J., SCHELLNHUBER H. J., BOLIN B., DICKSON N. M., FAUCHEUX S., GALLOPIN G. C., GRÜBLER A., HUNTLEY B., JÄGER J., JODHA N. S., KASPERSON R. E., MABOGUNJE A., MATSON P., MOONEY H. MOORE III B., O'RIORDAN T. & SVEDIN U. 2001. Sustainability science. *Science*, 292 (5517): 641-642.
- KLEIN J. T. 2013. The Transdisciplinary Moment(um). *Integral Review*, 9 (2): 189-199.

- PARLEMENT DU LYNX DES VOSGES DU NORD, 2016. Livre blanc, 8p
- REED M. G. 2016. Conservation (in) action: renewing the relevance of UNESCO biosphere reserves. *Conservation Letters*, 9 (6): 448-456.
- SCHEID C., GERMAIN E. & SCHWOERE M.-L 2019- 2020. Les Lynx (*Lynx lynx*) du Pfälzerwald s'installent progressivement dans le Massif des Vosges. *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord*, 20: 104-125
- SCHULTHEIS F., ESCODA M. R. & COUSIN P-F. 2008. Le cauchemar de Humboldt. Les réformes de l'enseignement supérieur européen, Paris, Raisons d'agir.
- SHAW P., PRICE M. F., ALEXANDER T., GADOYA R., SAKAKI G. & SHAW L. 2017. The establishment of a database on current research in UNESCO biosphere reserves: Limitations and opportunities, *International Journal of UNESCO Biosphere Reserves*, 1 (2): 7-11.
- SOULARD C.-T, COMPAGNONE C. & LEMERY B. 2007. La recherche en partenariat: entre fiction et friction, *Natures Sciences Sociétés*, 15 (1) 13-22.
- UNESCO 1970. Utilisation et conservation de la biosphère : actes, Conférence intergouvernementale d'experts sur les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle et de la conservation des ressources de la biosphère, Paris, 4-13 septembre 1968, Paris, Éditions Unesco.
- UNESCO 1996. Réserves de biosphère : la stratégie de Séville et le cadre statutaire du réseau mondial, Paris, Éditions Unesco.
- WITTMAYER J. M & SCHÄPKE N. 2014. Action, research and participation: roles of researchers in sustainability transitions, *Sustainability Science*, 9: 483-496.

Wildcamping mit Reisemobilen- Naturschutz und Besucherlenkung im Biosphärenreservat Pfälzerwald

Morena MERKELBACH
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg,
Schadenweilerhof,
D- 72108 Rottenburg a.N.

Zusammenfassung :

Der Trend zum wilden Campen steigt in Deutschland. Im Fall dieser Abschlussarbeit wird Wildcamping im Biosphärenreservat (BR) Pfälzerwald betrachtet, in dem vor allem im Jahr 2020 vermehrt Personen in Reisemobilen auf dafür nicht ausgewiesenen Plätzen übernachteten. Um ein besseres Verständnis dafür zu erlangen, warum die Erholungssuchenden wild (und damit illegal) campen statt die legalen Möglichkeiten zu nutzen, analysiert diese Untersuchung zwölf Interviews mit Wildcampenden. Sieben der Interviews wurden vor Ort während der Wildcampingaufenthalte durchgeführt und fünf weitere entstanden per Telefon infolge eines Social-Media-Aufrufs. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Motive und Hintergründe stark unterscheiden, dabei stehen Naturerlebnis und Ruhe im Mittelpunkt. Den Wildcampenden ist es überwiegend bewusst, dass sie gegen die Gesetzeslage verstoßen, finden jedoch unterschiedliche Legitimierungen für ihren Aufenthalt. Es zeigt sich, dass die Öffentlichkeitsarbeit des BR zur Besucherlenkung nicht ausreichend angenommen wird, da die Wildcampenden kaum darüber informiert sind, dass sie sich in einem Schutzgebiet befinden. Der Begriff „Biosphärenreservat“ ist den Befragten überwiegend unbekannt. Die Kommunikationskanäle des BR beschränken sich zurzeit auf eine Website, Schilder und verschiedene Printmedien. Maßnahmen zur Eindämmung der Wildcampingzahlen fanden bislang durch Ausweisung zusätzlicher Stellplätze statt. Kommunikationskampagnen, ein Ausbau der Beschilderungen im BR und das Einrichten von Social-Media-Auftritten sind geplant. Die Erkenntnisse dieser Bachelorarbeit tragen zur Handlungskonzeption bei, mit der die Zielkonflikte zwischen der Naturschutzfunktion des Biosphärenreservats einerseits und einer serviceorientierten Besucherlenkung für Erholungssuchende andererseits geklärt werden sollen.

Schlüsselwörter : Wildcamping, Besucherlenkung, Naturerlebnis, Pfälzerwald, Biosphärenreservat, Öffentlichkeitsarbeit

Resumé :

La tendance au camping sauvage en plein essor en Allemagne : ce travail de fin d'études rend compte de l'étude du camping sauvage dans la réserve de biosphère (RB) de la forêt palatine, où un nombre croissant de camping-caristes a décidé de passer une ou plusieurs

nuits sur des emplacements non prévus à cet effet, tout particulièrement en 2020. Pour mieux comprendre la raison pour laquelle les touristes s'adonnent au camping sauvage (et donc illicite) au lieu d'opter pour les solutions légales disponibles, cette étude s'appuie sur l'analyse de douze entretiens avec des adeptes du camping sauvage. Sept d'entre eux ont pu être effectués sur place, pendant le séjour en camping sauvage des personnes concernées, et les cinq autres ont été menés par téléphone à la suite d'un appel lancé sur les réseaux sociaux. Les résultats montrent que les motivations et le contexte sont chaque fois très différents, mais que l'expérience naturelle et la tranquillité occupent une place centrale dans cette décision. Dans leur majorité, ces adeptes du camping sauvage sont bien conscients d'enfreindre la loi, mais tous justifient leur choix de façon différente. Il semblerait que le travail déployé par la RB dans le domaine des relations publiques afin de donner des instructions aux visiteurs ne porte pas suffisamment ses fruits, les personnes s'adonnant au camping sauvage ne sachant guère qu'elles élisent domicile au sein d'une zone protégée. La plupart des touristes interrogés ne connaissent d'ailleurs pas le terme « réserve de biosphère ». Pour l'heure, les canaux de communication mis en place par la RB se limitent à un site Internet, quelques panneaux et divers supports imprimés. Jusqu'à présent, les mesures visant à limiter le camping sauvage ont surtout pris la forme d'une création d'emplacements supplémentaires pour les camping-cars. Il est également prévu de mettre en place des campagnes de communication, de renforcer la signalétique dans la RB et d'améliorer sa présence sur les réseaux sociaux. Les conclusions de ce travail de fin d'études permettent de mieux concevoir les actions visant à résoudre les conflits d'objectifs entre, d'une part, la fonction de protection de la nature dont est investie la réserve de biosphère et, d'autre part, la formulation d'instructions axées sur les services à l'intention des touristes.

Mots clefs : camping sauvage, instructions aux visiteurs, expérience naturelle, forêt palatine, réserve de biosphère, relations publiques

Abstract :

There is a growing trend for wild camping in Germany. Within this context, wild camping is regarded as taking place within the Palatinate Forest Biosphere Reserve (BR). Particularly in 2020, there have been an increasing number of people staying overnight in motorhomes on non-designated sites in this area. In order to better understand the reasons why people may decide to go wild camping (and therefore camp illegally) instead of using the legal options that are available, this study will analyse 12 interviews carried out with wild campers. Seven of these interviews were carried out on-site during wild camping trips, while five other interviews took place over the phone following an appeal on social media. The outcome of these interviews demonstrate that both the motives for wild camping and the backgrounds differ greatly, although there remains a focus on experiencing nature and tranquillity. The majority of people who decide to wild camp do realise that they are breaking the law, but find different justifications for why they do it. What is clear, is that the BR's work on public relations intended to inform visitors is not widely known, since wild campers were often not aware that they were in a protected area. The term "Biosphere Reserve" was very seldom recognised by respondents. The communication channels currently used by BR are limited to a website, signage and var-

ious print media. Any measures taken to curb the number of people wild camping have thus far been actioned through the designation of additional pitches. There are plans to carry out communication campaigns, to expand the existing signage in the biosphere reserve and to establish a presence on social media. The findings of this thesis will contribute to the action plan. This is intended to clarify conflicting objectives between the way in which the Biosphere Reserve functions to protect nature on the one hand, while providing service-oriented guidance for visitors seeking relaxation on the other.

Key words : Wild camping, guidance for visitors, nature experience, Palatinate Forest, Biosphere Reserve, public relations work

1. Einleitung

Der Bezug der Menschen zur Naturraumerholung wandelt sich. Das Bedürfnis nach Naturerlebnis wird stärker. Dies steht auch im Zusammenhang mit der zunehmenden Urbanisierung und dem größeren Anteil an frei verfügbarer Zeit. Hinzu kommt der wachsende Individualismus, der sich von geltenden Normen wegbewegt. Dieser lässt sich oft im Wald ausleben (BAFU, 2019). Gemäß Umfragen bezüglich der Reisemotivationen steht das Bedürfnis „Landschaft und Natur zu erleben“ an erster Stelle (BAFU, 2019). Dabei ist Deutschland das beliebteste Reiseziel der Deutschen (STECKER, 2016). Die Übernachtungen konzentrieren sich neben Großstädten, Küsten und dem Alpenraum auch auf Mittelgebirge und steigen weiter an (KNIPPENBERG, 2019). Einen besonderen Erlebnisraum stellen dabei Schutzgebiete dar (BMU *et al.*, 2020). Das Bedürfnis der Menschen nach Naturerleben wird durch die Corona-Pandemie weiter verstärkt (MORSE *et al.*, 2020). In dem Zusammenhang nimmt auch das Reisen mit Reisemobil an Beliebtheit zu (GRAEFE, 2020). Die Zahlen im unerlaubten Wildcamping steigen an (BVCD E.V., 2020). So auch im Biosphärenreservat (BR) Pfälzerwald. Dessen Schutzverordnung untersagt das Lagern und Campen außerhalb dafür ausgewiesener Flächen. Trotzdem überschlagen sich Berichte der regionalen Medien, dass Erholungssuchende immer wieder mit Reisemobilen an dafür nicht ausgewiesenen Plätzen übernachteten. Dabei wird vor allem das Hinterlassen von Müll kritisiert.

Es entstehen Zielkonflikte zwischen der Naturschutzfunktion des Biosphärenreservats einerseits und einer serviceorientierten Besucherlenkung für Erholungssuchende andererseits.

Daraus werden folgende Forschungsfragen gestellt :

1. Welche Motive haben Erholungssuchende, um im BR Pfälzerwald wild zu campen?
2. Über welche Kommunikationskanäle gelangen Wildcampende an Informationen bezüglich der Übernachtungsorte und Regelungen?
3. Wie nehmen die Erholungssuchenden die Schutzfunktion des Gebiets wahr und wie gehen sie darauf ein?
4. Welche Regelungen und Maßnahmen bestehen seitens der Behörden in der Wildcampingproblematik?
5. Welche Kommunikationskanäle nutzt das BR dafür?

2. Methodik

2.1 Leitfadengestütztes Interview

Neben einer Literaturrecherche fanden leitfadengestützte Interviews nach HELFFERICH (2019) statt. Der Fragebogen lässt sich in drei Abschnitte (Einleitung, Hauptteil, Soziodemographie) unterteilen, während der Hauptteil wiederum aus drei Blöcken besteht. Diese drei Themenblöcke sind an den ersten drei Forschungsfragen und damit dem thematischen Inhalt der Abschlussarbeit orientiert. Der erste Themenblock behandelt die Informationsgewinnung. Im darauffolgenden Block sollen die Gewohnheiten und Verhaltensmuster der Campenden hinterfragt werden. Der letzte Themenblock beinhaltet die Motive der Wildcampenden.

Es wurden sowohl Gruppeninterviews als auch Einzelinterviews durchgeführt. Teilgenommen haben 17 Personen. Insgesamt besteht die Datengrundlage aus 12 Interviews. Die Generierung von Interviewpartnern gestaltete sich einerseits durch direkte Face-to-face-Befragung vor Ort (7 Interviews) und zusätzlich telefonische Interviews, die durch einen Social-Media-Aufruf entstanden (5 Interviews).

Es fanden zwei Datenerhebungen im Oktober 2020 statt. Während dieser Datenerhebungen wurden gezielt Parkplätze und Wildcampinghotspots aufgesucht, welche vorher durch Literaturrecherche und mündliche Informationen gesammelt wurden. Die Interviewstandorte bündelten sich hauptsächlich im Raum Dahn. Neben zwei Interviews, die an einem Waldparkplatz nahe der Burg Trifels (siehe Abb. 1) durchgeführt wurden, entstand Interviewmaterial am Schwimmbadparkplatz Dahn sowie am Waldparkplatz Kleiner Eyberg nahe Dahn (siehe Abb. 2).



Abbildung 1 : Schwimmbadparkplatz Dahn und Waldparkplatz Kleiner Eyberg bei Dahn

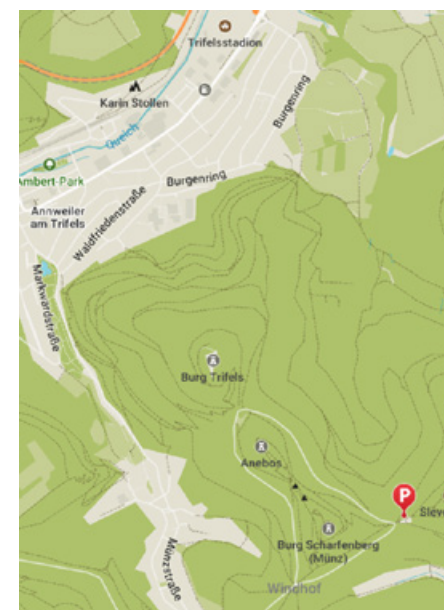


Abbildung 2 : Waldparkplatz nahe Burg Trifels bei Annweiler am Trifels

2.2 Literaturrecherche und mündliche Informationen

Neben einer allgemeinen Literaturrecherche, die den Stand des Wissens aus bereits vorhandenen Daten generieren soll, werden mündliche Informationen der themeninvolverten Behörden eingeholt. Diese sind das BR Pfälzerwald, Pfalz.Touristik e.V., der Verein Südliche Weinstraße, die Untere Naturschutzbehörde der Kreisverwaltung Südwestpfalz Pirmasens, sowie Naturschutzverbände und Kommunalpolitiker. Die persönlichen Informationen werden aus E-Mails und protokollierten Telefonaten generiert.

2.3 Qualitative Inhaltsanalyse

Zur Analyse dieser Forschungsarbeit wird die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) angewandt. Diese Methode hat sich in zahlreichen Forschungsprojekten bewährt und zielt darauf ab, das Forschungsmaterial durch Kategorienbildung zu analysieren. Die Bildung der Kategorien wird hier induktiv-deduktiv gestaltet. Es werden zuerst Textstellen ausschließlich nach Hauptkategorien (K) markiert. Bei einem zweiten Codierdurchgang werden Textstellen den passenden Farben der Subkategorien (SK) entsprechend gefärbt. Zum Codieren der einzelnen Textstellen wurde die Codiersoftware *MAXQDA* genutzt. Die Hauptkategorien wurden durch Subkategorien untergliedert.

3. Ergebnisse

3.1 Überblick über die Datenerhebung

Im Laufe der Forschungsarbeit sind zwölf Interviews entstanden. Fünf Einzelinterviews fanden per Telefon statt. Die restlichen sieben Interviews wurden vor Ort während des Wildcampingaufenthalts der Befragten durchgeführt. Diese unterteilen sich in vier Gruppeninterviews (mit jeweils zwei interviewten Personen) und drei Einzelinterviews.

Die Altersspanne der Interviewten reicht von 20 bis 57 Jahren.

Fünf der Befragten reisen mit Wohnmobil. Die restlichen sieben Befragten reisen mit ausgebauten PKW, darunter überwiegend Kleinbusse, aber auch zwei Kombiwägen.

Zwei Face-to-face-Interviews fanden an einem Wanderparkplatz an der Burg Trifels bei Annweiler statt. Drei weitere Interviews wurden auf dem Parkplatz vor dem Badeparadies Dahn aufgenommen. Zusätzlich entstanden zwei Interviews am Parkplatz Kleiner Eyberg bei Dahn (siehe Abb. 7 und 8). Die Face-to-face-Interviews fanden in den späten Abendstunden statt. Die Ortsangaben der per Telefon Interviewten weisen aufgrund von Ortswechseln eine höhere Anzahl als Interviews auf. Die genannten Orte, an denen übernachtet wurde, sind: Parkplatz Kleiner Eyberg, Parkplatz Großer Eyberg, Schotterparkplatz bei Hinterweidenthal/ Hohlborn, Parkplatz Ahlmühle bei Leinsweiler, Parkplatz Burg Gräfenstein bei Merzalben, Wanderparkplatz bei Hinterweidenthal und Parkplatz am Luipoldturm bei Merzalben.

Die Campingaufenthalte der Face-to-face-Interviewten fanden im Oktober 2020, und die der per Telefon Interviewten zwischen April und Juli 2020, statt.

Die Interviewdauer beträgt zwischen 10:39 und 38:49 Minuten, bei einer durchschnittlichen Dauer von 18:50 Minuten. Die Durchschnittsdauer unterscheidet sich zwischen Face-to-face- und Telefon-Interviews nur um wenige Sekunden. Dies ergibt Interviewmaterial von insgesamt 3:46:26 Stunden.

3.2 K1 Motive zum Wildcampen

In dieser Hauptkategorie werden in den Interviews Informationen gesucht, die eine Aussage treffen, aus welcher Motivation heraus sich die Campenden zum wilden Campen entscheiden. Häufig stehen die Motive in Zusammenhang mit den Aktivitäten, die die Befragten vor Ort ausführen. Zum Beispiel geben einige Befragten an, zum Klettern im Pfälzerwald zu sein. Damit in Zusammenhang steht die Entscheidung in der Nähe des Felsen, an dem geklettert wird, zu übernachten.

Die erste Hauptkategorie wurde insgesamt 52-mal kodiert. Darunter weisen die Subkategorie „Lage“ sowie „Naturerlebnis“ die meisten Kodierungen auf. Auch das Motiv „Ruhe“ wird relativ häufig genannt. Mache Wildcampenden begründen ihr Motiv mit der „Unzufriedenheit mit Alternativen“. Damit zusammenhängend werden auch die Motive „Finanzielle Aspekte“, „Kein Bedarf an Alternativen/ Autarkie“ und „Flexibilität“ genannt. Die Befragten begründen ihren Wildcampingaufenthalt sehr unterschiedlich (siehe Abb. 3).

MOTIVE ZUM WILDCAMPEN

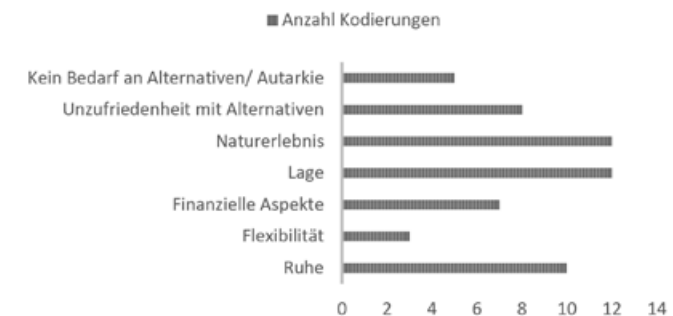


Abbildung 3 : Motive zum Wildcampen mit der Anzahl kodierter Segmente gebildeter Unterkategorien

- **SK1 Naturerlebnis**

Der Großteil der Wildcampenden gibt an, aufgrund der Nähe zur Natur wild zu campen. Die Natur wird als besonderer Erholungsraum wahrgenommen und bietet den Wildcampenden positive emotionale Auswirkungen.

Außerdem wird der Kontrast zum Campingplatz hervorgehoben, denn dort sei die natürliche Umgebung nicht geboten.

- **SK2 Lage**

Die Lage stellt ein wichtiges Motiv der Wildcampenden dar. Dabei soll der Übernachtungsplatz in unmittelbarer Nähe zu einem gewünschten Ort sein.

Oft steht der Übernachtungsort in Zusammenhang mit den Aktivitäten, die die Campenden vor Ort ausführen.

Eine häufig genannte Aktivität ist das Klettern. Den Sporttreibenden ist die Nähe zum Kletterfels wichtig. Damit wird sowohl an Aufwand als auch an Zeit gespart.

- **SK3 Unzufriedenheit mit Alternativen**

Campingplätze wirken unattraktiv auf die Befragten. Die Ansprüche an den Übernachtungsort weichen vom Angebot der Campingplätze ab. Die codierten Segmente der Subkategorie stehen in Zusammenhang zur Subkategorie „Naturerlebnis“.

Dabei werden nicht nur Camping-, sondern auch Stellplätze genannt. Diese weisen Platzmangel auf, weshalb die Befragten wild campen.

- **SK4 Finanzielle Aspekte**

Wildcamping kostet nichts. Dies stellt einen Unterschied zu Camping- und Stellplätzen dar. Die Befragten geben an, kein Geld für die Übernachtung zahlen zu wollen. Oft wird es damit begründet, dass sich der Aufenthalt nur auf die Dauer der Übernachtung beschränkt.

- **SK5 Kein Bedarf an Alternativen/ Autarkie**

Da die Befragten oft in voll ausgestatteten Reisemobilen unterwegs sind, geben sie an keine weitere Infrastruktur zu brauchen. Diese Infrastruktur würde ein Camping- oder Stellplatz bieten. Es besteht also kein Bedarf an Alternativen aufgrund von Autarkie.

- **SK6 Flexibilität**

Der Begriff „Flexibilität“ meint, dass sich die Wildcampenden wünschen keine Vorgaben von außen zu haben, an die sie sich anpassen müssen. Die Vorgaben von Camping- und Stellplätzen kann sich auf zeitliche oder auch räumliche Weisungen beziehen.

3.3 K2 Legitimierung des Wildcampaufenthalts

Die Hauptkategorie „Legitimierung des Wildcampaufenthalts“ fasst Stellungnahmen der Wildcampenden zusammen, die die Negativauswirkungen des wilden Campens relativieren sollen. Die Kategorie unterscheidet sich insofern von den Motiven, als dass sich die Interviewten oft in einer verteidigenden Position sehen. Die Auseinandersetzung mit der Illegalität der Situation führt dazu, dass sich die Interviewten rechtfertigen. Es werden Aussagen gesucht, die den Wildcampaufenthalt für die Campenden legitimieren.

In der Hauptkategorie wurden 72 Segmente kodiert. Die Subkategorien „Kein Störfaktor“ und „Vermeidung von Auswirkungen auf den Naturhaushalt“ werden am häufigsten genannt und gehen miteinander einher. Darauf folgen die Subkategorien „Kein Unterschied zu parkenden Autos“, „Problematik kontextabhängig“ und „Mitlaufen“ (siehe Abb. 4).

LEGITIMIERUNG DES WILDCAMPINGAUFENTHALTS

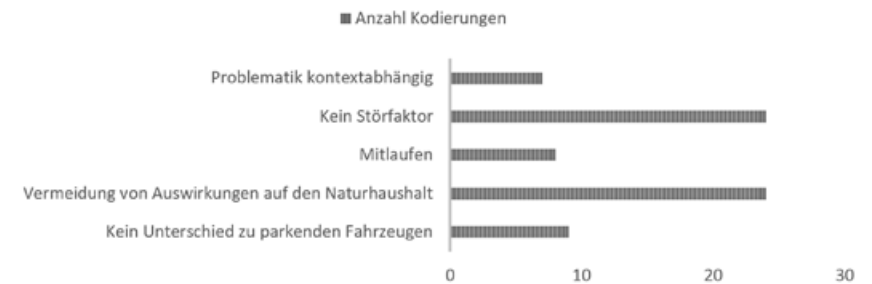


Abbildung 4: Legitimierung des Wildcampaufenthalts mit der Anzahl kodierter Segmente gebildeter Unterkategorien

- **SK1 Kein Störfaktor**

In dieser Subkategorie sehen sich die Befragten nicht als Störfaktor. Die Wildcampenden sehen sich selbst nicht als Naturverschmutzer und glauben nicht, dass ihr Aufenthalt eine Auswirkung auf die Tier- und Pflanzenwelt hat. Begründet wird dies meist mit den Verhaltensweisen, die in der Subkategorie „Vermeidung von Auswirkungen auf den Naturhaushalt“ näher beschrieben werden.

Ein Problem wird allerdings in der Masse an Wildcampenden erkannt. Viele der Befragten sehen sich im ersten Moment nicht als Teil eines Problems. Im Laufe des Gesprächs kommt dann bei einigen die Äußerung auf, dass eine große Menge an Wildcampenden ein Problem darstellen könnte. In diesem Fall wird meist hypothetisch gesprochen.

- **SK2 Vermeidung von Auswirkungen auf den Naturhaushalt**

Die Befragten sehen sich, wie oben beschrieben, als Einzelne nicht als Störfaktor. Dies begründen sie darin, dass sie eigene Verhaltensregeln in der Natur haben. Sie vertrauen sich selbst, dass ihr Verhalten nicht der Umwelt schadet. Dabei wird am häufigsten auf die Mitnahme des Mülls verwiesen, sowohl des eigenen, als auch Müll, der aufgefunden wird. Auch die Vermeidung des Feuermachens wird genannt. Teilweise wird darauf hingewiesen, dass Wege nicht verlassen werden sollen. Manche sprechen allgemein davon einen geringstmöglichen Einfluss auf die Natur haben zu wollen.

Auch das Hinterlassen von Fäkalien wird beleuchtet. Die Campenden verhalten sich unterschiedlich. Manche graben ein Loch, andere nehmen ihr Toilettenpapier mit, wieder andere verbrennen es oder lassen es liegen. Manche hinterlassen keine Fäkalien und nutzen die Toilette im Reisemobil.

- **SK3 Kein Unterschied zu parkenden Autos**

Das Übernachten im Reisemobil wird als Parken über Nacht wahrgenommen. Die Befragten erkennen keinen Unterschied zwischen Fahrzeugen, die tagsüber oder tageweise auf den Parkplätzen stehen und solchen, in denen übernachtet wird.

Der Begriff „Camping“ wird nicht eindeutig definiert. Parken wird nicht unbedingt als Camping wahrgenommen.

- **SK4 Problematik kontextabhängig**

Die Befragten sehen den Konflikt sehr individuell. Es müsse jede Situation einzeln betrachtet werden, die Problematik könne nicht pauschalisiert werden. Denn die Auswirkungen auf die Natur oder die Gesellschaft sei abhängig von Ort und dem Verhalten der Campenden zu betrachten.

- **SK5 Mitlaufen**

Wenn andere Personen wild übernachten, sehen sich die Befragten befugt dies auch zu tun. Zum einen ist die Hemmschwelle zum Übernachten für viele Wildcampenden geringer, wenn bereits Reisemobile auf dem Parkplatz stehen.

Zum anderen werden auch Vergleiche zu Ländern und Regionen gezogen, in denen wildes Campen erlaubt ist oder toleriert wird. Es wird kein Unterschied zwischen dem BR und anderen Regionen gemacht.

3.4 K3 Informationsquellen

Da unklar ist, wie die Wildcampenden an Informationen bezüglich der Übernachtungsorte kommen, wird dies in der Hauptkategorie „Informationsquellen“ hinterfragt. Daraus ergeben sich drei Subkategorien, von denen zwei noch weiter untergliedert werden. Es wird zwischen dem Zeitpunkt des Informierens und dem Kommunikationskanal unterschieden. Die Subkategorie „Vorabinformation“ teilt sich in unterschiedliche Kommunikationswege, die vor dem Aufenthalt genutzt werden konnten: „mündlich“ oder „online“. Die Subkategorie „Vorortinformation“ teilt sich in „mündlich“ und „Schilder“. Hinzu kommt die Subkategorie „Eigene Erfahrung“ (siehe Abb. 5).

Die Hauptkategorie wurde 17-mal kodiert.

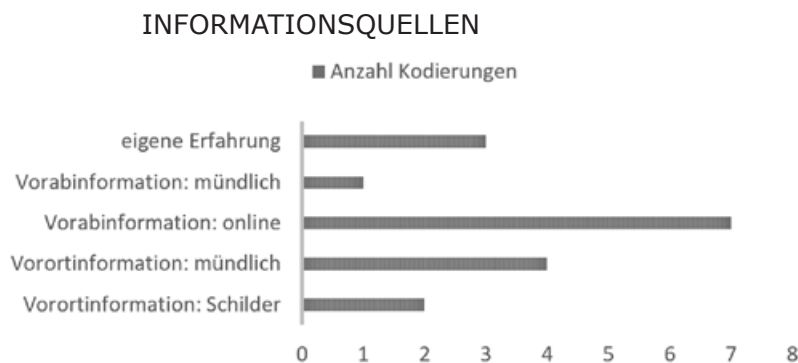


Abbildung 5: Informationsquellen mit der Anzahl kodierter Segmente gebildeter Unterkategorien

- **SK1 Eigene Erfahrung**

Die Wildcampenden geben an, den Übernachtungsort durch vorherige Aufenthalte zu kennen. Es gab keine anderen Informationsquellen.

- **SK2 Vorabinformation: mündlich**

Eine Person gibt an, die Informationen zum Übernachtungsort durch einen Freund bekommen zu haben.

- **SK3 Vorabinformation: online**

Die meisten Informationen haben die Befragten durch Onlinerecherche generiert. Dabei unterscheiden sich die Quellen stark. Unter den Antworten findet sich die Suchmaschine *Google*, die sowohl durch ihre Funktion *Maps* oder *Earth* als auch *Bilder* genutzt wurde.

Die App *park4night* wurde von einer Person genutzt.

- **SK4 Vorortinformation: mündlich**

Unter Campenden wird sich ausgetauscht. Einige Informationen über Standorte werden vor Ort im Gespräch mit anderen generiert.

- **SK5 Vorortinformation: Schilder**

Schilder vor Ort werden zur Orientierung genutzt. Ausgeschilderte Parkplätze stellen potentielle Übernachtungsstandorte dar.

3.5 K4 Außenwirkung BR

Die Außenwirkung des BR ist unklar. Auch im Sinne der Informationsgewinnung ist es wichtig zu beobachten, wie die Öffentlichkeitsarbeit des BR bei den Wildcampenden ankommt. Die Hauptkategorie unterteilt sich in vier Subkategorien. „Keine Außenwirkung (Unwissenheit)“ wurde dabei am häufigsten kodiert. Dabei spielt auch das Verständnis gegenüber dem Begriff BR eine Rolle und wird in der Subkategorie „unklare Begriffsdefinition“ dargestellt. Darauf folgen die Subkategorien „Fühlen sich unwillkommen“ und „Geringe Außenwirkung“ (siehe Abb. 6).

Zugehörig dieser Hauptkategorie wurden 31 Segmente kodiert.

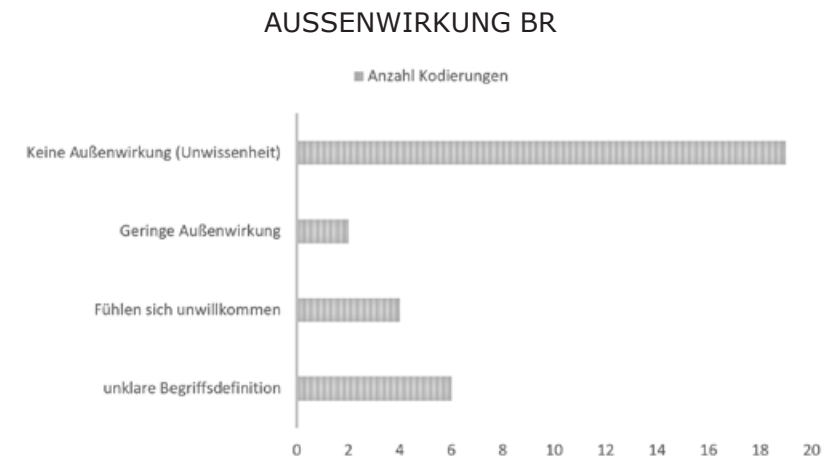


Abbildung 6: Außenwirkung BR mit der Anzahl kodierter Segmente gebildeter Unterkategorien

- **SK1 Keine Außenwirkung (Unwissenheit)**

Den meisten der Befragten ist nicht klar, dass sie sich innerhalb eines Schutzgebietes, spezieller einem BR, befinden. Diese Information erreicht die Wildcampenden oft erst während des Interviews.

Neben der Tatsache, dass viele Befragte nicht wussten, dass sie sich in einem BR aufhalten, fühlen sich viele uninformiert. Dies bezieht sich vor allem auf die Regelungen und Verhaltensweisen, die seitens des BR bestehen und erwünscht sind.

- **SK2 Unklare Begriffsdefinition**

Nachdem die Befragten darüber informiert werden, dass sie sich in einem BR befinden, nutzen sie den Begriff selbst nicht. Ersatzbegriffe, wie „Reservat“ oder „Naturschutzgebiet“ werden genutzt. Der Begriff ist unklar.

- **SK3 Fühlen sich unwillkommen**

Teilweise fühlen sich die Campenden vor Ort unwillkommen. Die mediale Debatte und veränderte Beschreibungen rufen negative Gefühle in den Reisenden hervor.

- **SK4 Geringe Außenwirkung**

Diese Subkategorie steht im Gegensatz zu „Keine Außenwirkung“, da zwei der befragten Personen zumindest über den Schutzzweck des Gebiets informiert sind. Weiteres Wissen ist jedoch nicht gegeben.

3.6 K5 Wahrnehmung der Gesetzeslage

Das Übernachten auf dafür nicht ausgewiesenen Plätzen ist im BR Pfälzerwald verboten. Diese Hauptkategorie kodiert Segmente, die eine Stellungnahme oder Meinung zur Gesetzeslage beinhalten. Auch interessant ist dabei, ob den Wildcampenden bewusst ist, dass sie gegen eine Regelung verstoßen und wie sie damit umgehen. Die Hauptkategorie wurde 33-mal kodiert und ist in sieben Subkategorien untergliedert. Am häufigsten wurde die Subkategorie „Bewusstes Brechen der Regeln“ kodiert. Die unterschiedlichen Meinungen zeigen sich in der Subkategorie „Legen Wert auf Regeln“ und „Unverständnis/ negative Einstellung“. Auch die Subkategorie „Eigene Auslegung“ der Gesetzeslage sowie „Interesse/ Rückfragen“ wurden kodiert (siehe Abb. 7).

- **SK1 Bewusstes Brechen der Regeln**

Den meisten Wildcampenden ist die Tatsache bewusst, dass sie widerrechtlich handeln. Dies bezieht sich vor allem auf allgemeine Regeln und weniger auf die rechtlichen Grundlagen des BR.

Selbst vergangene Begegnungen mit dem Ordnungsamt halten nicht davon ab, erneut wild zu campen.

- **SK2 Eigene Auslegung**

Doch auch wenn die kommunizierten Regeln beachtet werden, interpretieren die Befragten diese unterschiedlich. Dabei entstehen Auslegungen der Regelungen zugunsten der eigenen Bedürfnisse.

WAHRNEHMUNG DER GESETZESLAGE

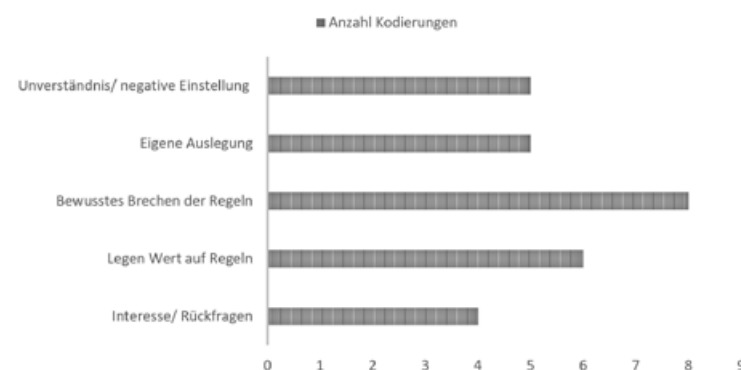


Abbildung 7: Wahrnehmung der Gesetzeslage mit der Anzahl kodierter Segmente gebildeter Unterkategorien

Die Befragten sehen kein Verbot, wenn es nicht explizit dasteht. Unwissenheit schützt.

- **SK4 Unverständnis/ negative Einstellung**

Die Befragten bedauern die rechtliche Situation und stehen ihr mit Missverständnis gegenüber.

- **SK5 Interesse/ Rückfragen**

Auf Grund von Wissenslücken entstehen im Interview immer wieder Rückfragen. Dies zeigt, dass die Wildcampenden Interesse am Thema haben und mehr Information wollen.

4. Diskussion

4.1 Diskussion der Methodik

Die methodische Ausarbeitung der Abschlussarbeit orientierte sich an der Theorie von KUCKARTZ (2018). Der zugrundeliegende interpretative Ansatz der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse erweist sich als geeignet für die Studie. Das Herausarbeiten wichtiger Informationen aus dem Interviewmaterial, welches als Grundlage der Untersuchung dient, ermöglicht die Beantwortung der Forschungsfragen.

Die Interviews wurden anhand eines Leitfadens konstruiert. Auf die Gestaltung des Leitfadens ist große Sorgfalt zu legen, da von dieser die Güte und Brauchbarkeit der Daten abhängt. Die größte Gefahr innerhalb der Interviewsituation besteht darin, zu viel Gesprächsführung vorzugeben (HELFFERICH, 2019). Im Fall der erhobenen Daten, waren einzelne Interviews freier als andere, da sich die Interviewsituationen durch Ort und Zeitpunkt unterschieden. Narratives Erzählen von Seiten der Befragten war seltener. Dies konnte dazu führen, dass die Befragten in der Vielfalt möglicher Äußerungen eingeschränkt wurden (ebd.).

Hinzu kommt, dass sieben Interviews Face-to-face und sozusagen „bei frischer Tat er-

tappt“ stattfanden, da die Befragten vor Ort während des Wildcampingaufenthalts aufgesucht wurden. Dies kann zu einer Machtrelation führen, in denen sich die Befragten verunsichert fühlen, da sie mit der Widerrechtlichkeit ihrer Aktivität konfrontiert werden. Unsicherheit kann zu einsilbigen oder sogar defensiven Antworten führen (HELFFERICH, 2019). Ein solcher Kontext zeigt sich teilweise auch im Interviewmaterial.

Die Ergebnisse der fünf Interviews, die telefonisch stattfanden, können differenziert zum Face-to-face-Interviewmaterial betrachtet werden. Im Falle der telefonischen Interviews wurden die Befragten aufgefordert, eine vergangene Situation zu rekonstruieren. Dabei kann Informationsverlust und eine Verzerrung des Erlebten entstehen.

Im Interviewmaterial ist der Effekt der sozialen Erwünschtheit nicht auszuschließen, da die Interviews eine illegale Handlung der Befragten thematisierten. Demnach können Ergebnisse über Verhaltensweisen und Einstellungen verzerrt sein, da die Befragten mit ihren Antworten auf soziale Zustimmung hoffen (STOCKÈ, 2004). Dies ist auch an teilweise widersprüchlichen Aussagen im Material zu erkennen. Eine befragte Person stimmte vorerst zu, sie wüsste es sei ein BR. Im Laufe des Gesprächs stellte sich heraus, dass die Person nicht informiert war.

Die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse stellte sich als die passende Analysetechnik heraus. Das Kategoriensystem (siehe Anhang) bietet eine Übersicht über die herausgearbeiteten Ergebnisse und eine sehr gute Möglichkeit zur Herausarbeitung relevanter Informationen, um die Forschungsfragen zu beantworten.

Der Kodierprozess ist subjektiv durch die Forschende entstanden. Weitere Forschende können die Ergebnisse anders betrachten und interpretieren.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Forschungsarbeit, die oben aufgeführt sind, interpretiert. Die Daten zeigen, dass Wildcampende völlig unterschiedliche Motive haben, um außerhalb der dafür ausgewiesenen Flächen zu übernachten. Dabei sind auch die Wege, über die sich Wildcampende bezüglich der Übernachtungsorte informieren, vollkommen unterschiedlich. Wenige nutzen direkte Kommunikationskanäle des BR. Dies bestätigt sich auch darin, dass dem Großteil der Befragten nicht bewusst ist, dass sie sich in einem Schutzgebiet aufgehalten haben. Auch der Begriff „Biosphärenreservat“ ist den Befragten überwiegend fremd.

RANTALA (2019) beschreibt als Motiv für wildes Campen den Wunsch nach Abstand vom Alltäglichen. Die Befragten beschreiben ebendiesen Wunsch nach einer Auszeit. Dabei steht das Bedürfnis nach Natur und der Wunsch nach Ruhe im Vordergrund. In der heutigen urbanisierten Welt steigt das Bedürfnis nach Naturerlebnissen. Der besiedelte Raum ist bestimmt durch Strukturen und Verpflichtungen. Und so suchen die Wildcampenden die unberührten, eher menschenleeren Plätze in der Natur auf, um einen möglichst starken Kontrast zum Alltag zu haben. Nicht nur die Flucht vor dem Trubel der Gesellschaft, sondern auch der Reiz der Natur(-erfahrung) selbst lockt die Campenden an. Der Wald wird als Ort zum „Abschalten“ bezeichnet. Diese

Tendenz spiegelt sich in den Ergebnissen der Naturbewusstseinsstudie wieder, die besagt, dass die positive Wahrnehmung der Natur zunimmt (BMU *et al.* 2020). Um ein volles Naturerlebnis genießen zu können, soll die Erfahrung über die kurze Freude einer Momentaufnahme hinausgehen. Die Campenden wollen nicht nur bei Tag, sondern auch in der Nacht umgeben von Natur sein. Der Aufenthalt in der Natur, der über einen Tagesausflug hinausgeht, macht das Naturerlebnis für die Campenden authentisch.

Insbesondere das direkte Ausleben von Bedürfnissen lässt sich mit wildem Campen vereinen. Da keine Vorgaben, wie auf offiziellen Plätzen, bestehen, gibt es keine Leitlinien, an die sich die Campenden anpassen müssen, beispielsweise die Öffnungszeiten eines Campingplatzes. Es wird deutlich, dass die Befragten frei entscheiden wollen, ohne Rücksicht auf strukturbedingte Faktoren nehmen zu müssen.

Der Wunsch nach Erholung äußert sich weiterhin im Wunsch nach Ruhe. Den Befragten ist es ein großes Bedürfnis eine geringe Geräuschkulisse um sich herum zu haben. Aus dem Interviewmaterial geht hervor, dass die Befragten mit Ruhe auch einen geringen Menschenandrang assoziieren. Je weniger Infrastruktur vorhanden ist, desto weniger Besucherbewegungen werden von den Campenden erwartet. Somit wird ein Abstand zu Straßen und Dörfern erforderlich, um sich aus den Menschenmassen zurückziehen zu können. Ebendies ist auf Campingplätzen nicht gegeben. Stellplätze wiederum können diesen Anforderungen gewissermaßen entsprechen, wenn die Platzanzahl limitiert ist. Paradoxiertweise kritisieren Campende jedoch die geringe Platzzahl auf Stellplätzen. Die Problematik zeigt sich nicht nur im Interviewmaterial, sondern auch in der öffentlichen Debatte, in der ebenso übermäßig viele Reisemobile im Verhältnis zu Stellplätzen diskutiert werden. Infolgedessen sind bereits zusätzliche Stellplätze ausgewiesen worden und weitere sind in Planung. In Anbetracht der Lage scheint dies auch erforderlich.

Im Fokus steht außerdem das Erlebnis, welches ebenso einen Kontrast zum Alltag darstellt. Viele der Wildcampenden sind in den Pfälzerwald gereist, um dort Natursportarten zu betreiben. Dazu zählen auch Wandern und Klettern. Insbesondere im Fall der Kletternden wird der Übernachtungsort aufgrund seiner Lage gewählt. Wer zum Klettern ins BR kommt, möchte auch in der Nähe der Felsen übernachten. Die Trendsportart erzeugt viel körperliche Anstrengung, die im Gegensatz zum Wandern, eher stationär ausgeübt wird. Eine Ermüdung der Kletternden kann der Grund dafür sein, dass sie die nächstbesten Parkplätze zur Übernachtung wählen. Natürliche Felsen, an denen geklettert werden kann, sind nicht überall zu finden. Daher gibt es in Deutschland und Europa unterschiedliche Hotspots, an denen sich die Klettercommunity, die meist aus Individualreisenden besteht, bündelt. Die befragten Kletternden äußerten Vergleiche zu anderen Regionen, in denen die Übernachtung im Reisemobil in der Nähe des Felsen erlaubt oder zumindest toleriert wird. Aufgrund dieser Bündelungen, hat sich ein gemeinsames Handeln bezüglich der Übernachtungen etabliert, welches kaum noch hinterfragt wird.

Es besteht also ein Austausch zwischen Individualreisenden. So geben einige Befragte an, sich vor Ort über einen Übernachtungsort informiert zu haben, indem sie

mit anderen Campenden gesprochen haben. Der Erfahrungsaustausch bringt mit sich, dass viele Plätze aufgesucht werden, an denen die Campenden keine schlechten Erfahrungen gesammelt haben. Das Ausbleiben von Kontrollen oder direkten Verbotsschildern führt zur Annahme, dass das wilde Campen dort nicht verboten oder zumindest toleriert ist.

Doch legale Übernachtungsmöglichkeiten werden nicht nur aufgrund der nicht erfüllten Anforderungen gemieden. Die Campenden sprechen sich teilweise auch explizit gegen den Besuch von Campingplätzen aus. Zum einen präferieren sie das wilde Campen aus finanziellen Gründen, da Wildcamping keine Gebühr fordert. Dieser Aspekt geht einher mit bereits gedecktem Bedarf, da die meisten Reisemobile voll ausgestattet sind und damit keine Strom- und Wasserversorgung mehr brauchen. Die Befragten betonen ihre Autarkie und die Vorliebe diese Unabhängigkeit zu nutzen. Der Campingplatz erscheint als ein Ort, für den Geld bezahlt werden muss, ohne dass ein Mehrwert für die Übernachtenden besteht. Stellplätzen wird sich, abgesehen von der Tatsache, dass sie nicht genügend Platz zur Verfügung stellen, weniger bis gar nicht schlecht gegenüber geäußert. Das zeigt, dass die Wildcampenden generell offen dafür sind, Stellplätze zu nutzen. Wenn diese also in genügender Anzahl zur Verfügung stehen, ohne dabei zu groß zu werden, können sie in Anbetracht der Äußerungen aus dem Interviewmaterial die Anforderungen an einen Übernachtungsort erfüllen. Dabei sollten die Stellplätze eher abgelegen in naturnahem Raum positioniert sein.

In Bezug auf sanitäre Anlagen unterscheiden sich sowohl Wohnmobile von individuell ausgebaute Reisemobile, als auch die Sichtweisen der jeweiligen Nutzenden. Wohnmobile sind meist voll ausgestattet mit Duschen, Toiletten, Küchenzeilen, etc. Individuell ausgebaute Reisemobile hingegen sind unterschiedlich ausgestattet und besitzen nur selten eine Toilette. Das Hinterlassen von Fäkalien wird von den befragten Wohnmobilreisenden oft getadelt und scharf kritisiert. Im Gegensatz dazu geben die Van- oder Kleinbusreisenden offen zu, Fäkalien zu hinterlassen, betonen jedoch auch so wenig Einfluss wie möglich auf die sie umgebende Natur haben zu wollen. Daher vergraben oder verbrennen einige ihr Toilettenpapier, andere nehmen es mit ins Fahrzeug. Hier besteht Handlungsbedarf, um die Erholungssuchenden darüber zu informieren, welche Auswirkungen ein solches Verhalten haben kann. Denn das Verbrennen von Toilettenpapier stellt ein Waldbrandrisiko dar, während das Vergraben ortsfremdes Material in die Natur einbringt. Auch der Leiter des Hauses der Nachhaltigkeit in Trippstadt, Michael Leschnig, geht davon aus, dass viele Erholungssuchende nicht wissen, dass ein weggeworfenes Taschentuch bis zu fünf Jahre braucht bis es verrottet (SCHELP, 2020). Zu der Thematik besteht allgemein Forschungs- und Handlungsbedarf, da die Hinterlassenschaften im Wald meist als unproblematisch wahrgenommen werden.

Die Befragten betonen in ihren Antworten immer wieder, dass sie die Natur beim Wildcampingaufenthalt nicht beeinflussen oder beschädigen wollen. Vermutlich verdeutlichen die Befragten ihren guten Willen, da die Antworttendenzen mit der medialen Aufmerksamkeit auf die Erderwärmung und die damit einhergehenden Klimaschutz-Bewegungen in Zusammenhang stehen. Viele weisen eine persönliche Verantwortung sogar von sich und sehen sich selbst eher naturschützend, da in der

heutigen Gesellschaft Naturverschmutzung verpönt ist. Andererseits wächst der Trend unberührte und vielfältige Natur aufzusuchen. Auch Individualreisen werden immer beliebter. Diese Kombination aus Trends und gesellschaftlichen Erwartungen führt zu einem verstärkten Wunsch der Menschen mitten in der Natur und damit außerhalb der Infrastruktur zu übernachten. Die Campenden betonen, teils von allein, teils auf Nachfrage, dass sie ausdrücklich darauf achten die Natur so wenig wie möglich zu beeinflussen. Das meistgenannte Thema ist dabei der Müll, welches sich auch in der Kritik der öffentlichen Medien am häufigsten widerspiegelt. Allerdings sehen sich die Befragten nicht verantwortlich, da sie darauf verweisen, dass sie mehr Müll aus dem Wald rausholen, als sie mit hereingebracht haben. Oft befinden sie sich in einer Abwehrhaltung und sind gewillt sich zu rechtfertigen. Die Campenden wünschen sich einen toleranten Umgang ihnen gegenüber, weshalb sie die Kritikpunkte überzeugt von sich weisen. Diese Abwehrhaltung zeigt das Konfliktpotenzial, dass die Wildcampingproblematik birgt. Manche wollen nicht einsehen, dass sie eine Teilschuld tragen oder tragen könnten. Auch zeigt sich hier das sogenannte Trittbrettfahrerproblem, da die vermeintlich geringe Nutzung des Gemeinguts, den eigenen Aufenthalt rechtfertigt (UMWELTETHIKBÜRO, 2017). Diese Rechtfertigungstendenzen können zu verhärteten Fronten und zu einem problem- und nicht lösungsorientierten Austausch führen.

Sowohl Medien als auch einzelne Befragte sehen das tatsächliche Problem in der Masse der Wildcampenden. Dadurch, dass sich die Einzelnen jedoch nicht immer als Teil der Masse betrachten und glauben, dass sie selbst sich besser verhalten als der Großteil, entsteht erneut ein Konflikt. Das Verständnis ist zwar da, dass das Wildcamping die Natur beeinträchtigen kann, jedoch ändert es nichts an der Bereitschaft dazu wild zu campen. Der Aufenthalt wird durch korrektes und naturbewusstes Handeln legitimiert.

Andererseits fällt es den Befragten leichter an nicht ausgewiesenen Plätzen zu campen, wenn es andere auch tun. Die Hemmschwelle illegal zu übernachten, ist geringer, wenn bereits weitere Reisemobile auf einem Platz stehen. Dies kann daraus resultieren, dass sich die Campenden der Illegalität meist bewusst sind und eine Strafe oder Mahnung weniger unangenehm erscheint, wenn sie sich auf viele bezieht, statt nur auf eine einzelne Person. Die Verantwortung wird gemeinsam getragen, weshalb die emotionale Last geringer erscheint. Das steht jedoch im Widerspruch dazu, dass sich die Befragten nicht als Teil der Masse sehen und damit nicht als Teil des Problems, obwohl sie sich gerade in der Häufung von Wildcampenden sicher fühlen. Hinzu kommt der Gegensatz zum Wunsch nach Abstand zu Menschen und der Zivilisation, der sich so nicht ausleben lässt.

Eine weitere Legitimation des Wildcampingaufenthalts finden die Befragten in der unklaren Differenzierung zwischen Parken und Übernachten. Reisemobile dürfen auf Wanderparkplätzen parken, um den Erholungssuchenden einen Zugang zu Wanderwegen oder Sehenswürdigkeiten zu ermöglichen. Das Übernachten darin ist nach der Landesverordnung des BR Pfälzerwald jedoch verboten. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Wildcampenden keinen Unterschied zwischen einem parkenden Reisemobil mit und ohne Menschen darin sehen. Auch rechtlich ist dies in Deutschland

nicht allgemein geregelt. In der Straßenverkehrsordnung wird das Schlafen im Auto nicht erwähnt. Hierzu ist eine klare Definition wünschenswert.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Befragten die Problematik des Wildcampens kontextabhängig sehen. Die Auswirkungen, die eine Übernachtung haben kann, hängen mit den Verhaltensweisen der Übernachtenden sowie dem Ort, an dem sie übernachten, zusammen. Je sensibler die Natur ist, desto höher ist die Gefahr negative Folgen durch eine Übernachtung auszulösen. Gleichzeitig wünschen sich die Wildcampenden, dass ihre Aufenthalte nicht verallgemeinert, sondern nach ihren einzelnen Handlungen vor Ort bewertet werden. Diese und das Verhalten gegenüber der Natur sind individuell unterschiedlich und damit auch die Auswirkungen auf den Schutzzweck. Es scheint unmöglich individuelle Wildcampingaufenthalte pauschal zu bewerten.

Die Auswertung zeigt weiterhin, dass sich die Informationsquellen der Befragten sehr unterscheiden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass sich wenige der Befragten gezielt über eine Übernachtungsmöglichkeit informiert haben, sondern eher über die Region im Allgemeinen. Die Onlinerecherchen, die im Vorhinein getroffen werden, beschränken sich auf keine Website oder eine bestimmte Organisation. Vor allem Kartendaten werden online abgerufen, um eine Übersicht über die Möglichkeiten vor Ort zu gewinnen. Die Übernachtungsorte werden meist spontan gewählt. Wie bereits erwähnt, geht aus den Ergebnissen hervor, dass sich die Campenden vor Ort über die Übernachtungsmöglichkeiten austauschen. Dabei werden auch Schilder (des BR) wahrgenommen. Diese dienen jedoch lediglich dazu sich darüber zu informieren, wo Parkplätze sind. Aus diesem Verhalten lässt sich ablesen, dass die Campenden bereits mit der Intension anreisen, auf Parkplätzen zu übernachten und sich erst vor Ort entscheiden, wo die Übernachtung stattfinden soll. Erneut werden die Motive der Flexibilität und Selbstbestimmtheit deutlich, da die Reisenden spontanen Impulsen nachgehen wollen. Andere Schilder des BR werden trotz der gezielten Anbringung an Wanderparkplätzen nicht zur Informationsgewinnung von Übernachtungsorten genutzt. Des Weiteren gehen einige Camper eigenen Erfahrungen nach. Daraus geht hervor, dass das Wildcampen für die Befragten keine einmalige Erfahrung, sondern ein regelmäßiges Element der Freizeitgestaltung ist.

Den meisten der Befragten ist bewusst, dass sie gegen Vorgaben verstoßen, wenn sie wild übernachten. Diese Regel ist jedoch nur als allgemeine Regel bekannt, die in ganz Deutschland gilt. Oft sehen sich die Befragten dabei in einer Grauzone und interpretieren die Situation zu ihren Gunsten. Es lässt sich damit begründen, dass die Campenden kaum darüber informiert sind, wo sie sich befinden und dass das Gebiet einen Schutzstatus trägt. Die Ergebnisse der Naturbewusstseinsstudie 2019 besagen, dass 59 % der Befragten den Begriff „Biosphärenreservat“ schon einmal gehört haben. Jedoch gibt weniger als ein Drittel an, zu wissen, was sich hinter dem Begriff verbirgt (BMU *et al.* 2020). Die Ergebnisse der Forschungsarbeit spiegeln dies deutlich wieder. Der Begriff wurde im Laufe des Interviews oft durch andere, bekanntere Begriffe, wie „Naturschutzgebiet“, ersetzt. Der Bekanntheitsgrad der Schutzgebietsform BR ist sehr gering. Und das nicht nur allgemein, sondern auch im speziellen Fall des BR Pfälzerwald, wie auch in der Kommunikationsstrategie des BR von 2019 beschrieben wird

(FAIRKEHR AGENTUR GMBH, 2019). Die Befragten geben nicht nur an, nichts vom Schutzstatus zu wissen, sondern auch keine Verhaltensregeln seitens des BR zu kennen. Die Wildcampenden handeln nach ihrem besten Wissen und Gewissen und fühlen sich dabei vollkommen uninformiert. Diese Unsicherheit spiegelt sich nicht nur im Verhalten der Wildcampenden, sondern in dem von vielen internen Akteuren und potentiellen Partnern wieder (FAIRKEHR AGENTUR GMBH, 2019). Eine weitreichendere Kommunikationskampagne ist erforderlich, um die Schutzfunktion und das Wirken des BR transparenter zu machen.

Außerdem fühlen sich Reisemobilfahrende aufgrund der medialen Debatte unwillkommen. Auch das Ausschließen der Wohnmobile von einem Parkplatz in Dahn hat die Haltung einiger Befragter ins Negative gerückt. Verbote erscheinen demnach schnell unsympathisch und Erholungssuchende fühlen sich kategorisch ausgeschlossen. Eine subtile Besucherlenkung, die Gebote statt Verbote in den Vordergrund stellt, könnte Abhilfe schaffen. Denn negative Stellungnahmen bringen eine negative Haltung hervor, die sich in Ignoranz widerspiegeln kann.

Ignoranz zeigt sich darin, dass die Befragten zugeben das Campingverbot im BR bewusst zu brechen. Auch allgemein besteht eine negative Einstellung gegenüber der Gesetzeslage in Deutschland. Die Campenden können nicht nachvollziehen, warum dieses Verbot besteht. Die Interviewsituation bot den Befragten ein gewisses Sprachrohr, um ihrem Unmut über die Situation Luft zu machen. Das Thema Wildcamping allgemein weist einen Forschungsbedarf auf. Damit geht auch ein Informationsdefizit einher, denn Verbote werden selten begründet. Je weniger die Erholungssuchenden wissen, desto mehr Halbwissen und damit Unsicherheit entsteht und damit auch Wut oder Ignoranz.

Diese Wissenslücken führen auch dazu, dass sich die Wildcampenden die Gesetzeslage, soweit sie bekannt ist, so auslegen, dass sie ihre Bedürfnisse trotzdem befriedigen können. Beispielsweise untersagt ein Verbotsschild am Parkplatz „Kleiner Eyberg“ (siehe Abb. 1), dass das Übernachten mit Zelt oder Wohnmobil untersagt ist. Ein Befragter erkannte eine Grauzone in dieser Kommunikation und befand seine Übernachtung als legitim, da er in einem ausgebauten PKW übernachtete. Die Kommunikation des BR lässt also Interpretationsspielraum offen, der es den Wildcampenden ermöglicht, sich trotz Verbotsschildern zu einer Übernachtung berechtigt zu fühlen. Eine klare und eindeutige Kommunikation könnte diesen Interpretationsspielraum auflösen. Hier ist eine Begründung der Sachlage von höchster Priorität, damit die Wildcampenden Verständnis empfinden, statt aus Trotz gegen die strengen Regelungen zu handeln.

Denn die Ergebnisse zeigen, dass die Campenden sehr wohl Wert auf Regelungen legen und sie befolgen wollen, wenn sie klar kommuniziert werden. Rückfragen, die während der Interviews entstanden, machen deutlich, dass die Befragten Interesse daran haben ihr Informationsdefizit aufzuholen und die Sachlage zu verstehen. Das Potenzial, die Wildcampingproblematik kooperativ zu lösen, ist eindeutig zu erkennen. Voraussetzung dafür ist eine klare Kommunikation, die weder Lücken zur Interpretation lässt, noch als negative Einschränkung der Erholungsfunktion des Gebiets wahrgenommen werden kann.

Auch seitens des BR ist zu erkennen, dass die bestehenden Kommunikationskanäle weiter ausgebaut werden sollen. Weitere Beschilderung zum richtigen Verhalten im BR erscheint im Zusammenhang mit den Wissenslücken der Besuchenden als sehr zielführend. Der Ausbau der Website kann ebenso als sehr hilfreich bewertet werden, um Informationen transparenter zu machen. Jedoch gab keiner der Befragten an, sich durch diese Website informiert zu haben. Dementsprechend wäre eine Popularisierung dieser Informationsquelle erforderlich. Verweise auf den Beschilderungen könnten in der heutigen digitalisierten Gesellschaft dazu führen, dass mehr BR-Besucher auch zu Besuchern der Website werden. Grundsätzlich wäre es wünschenswert, wenn mehr Kommunikationskanäle genutzt werden. Zurzeit beschränken sich diese Kanäle, abgesehen von Schildern und der Website, auf nur wenige Printmedien. Social-Media-Auftritte sind in Planung und erscheinen als sehr sinnvoll. Die Informationen müssen dort ansetzen, wo die Trends entstehen, um den Trend mitzugestalten.

5. Fazit

Der Trend zum wilden Campen steigt sowohl allgemein in Deutschland als auch speziell im BR Pfälzerwald an. Die Analyse der Interviewergebnisse liefert einen Überblick über die Sichtweisen der Wildcampenden. Diese sind sehr individuell, da es sich um persönliche Bedürfnisse und Meinungen handelt. Ein Motiv jedoch sticht hervor: der Wunsch nach Naturerlebnissen und Ruhe. Allgemein wächst im Bewusstsein der Menschen immer mehr der Wunsch nach Nähe zur Natur. Und damit vermeintlich auch das Naturbewusstsein. Die Wildcampenden sind sich ihrer Verantwortung der Natur gegenüber vorwiegend bewusst und geben an, auf eine naturschonende Nutzung der Erholungsgebiete zu achten. Dabei handeln sie zwar nach bestem Wissen und Gewissen, geben aber zu, kaum Informationen über das BR und die gewünschten Verhaltensweisen vor Ort zu haben. Dies spiegelt sich auch in ihrer Informationsgewinnung wieder, da die Wildcampenden wenig bis keine Öffentlichkeitsarbeit des BR wahrnehmen. Die Schutzgebietsfunktion und der Begriff „Biosphärenreservat“ sind weitgehend unbekannt, was bestätigt, dass die Kommunikationskanäle des BR wenig genutzt werden. Das Kommunikationskonzept beschränkt sich zurzeit auf eine Website, verschiedene Printmedien und Beschilderungen auf der Fläche. Geplant sind Social-Media-Auftritte, die in Zusammenhang mit Trendentwicklungen stehen könnten. Solche Auftritte erscheinen hinsichtlich des Informationsdefizits der Wildcampenden erforderlich. Was die meisten Befragten jedoch wissen, ist, dass das Übernachten außerhalb ausgewiesener Flächen verboten ist. Die Gesetzeslage wird von vielen entweder bewusst ignoriert, da sie sich selbst zutrauen, keine Beeinträchtigung des Naturhaushalts hervorzurufen und ihren Bedürfnissen nachgehen wollen. Oder aber die Wildcampenden nutzen den Interpretationsspielraum in den kommunizierten Ver- und Geboten an den Parkplätzen und legen sich diese zu ihren eigenen Gunsten zurecht. Durch eine Beschränkung der Parkplatznutzung auf gewisse Uhrzeiten, könnten die Besucher womöglich besser gelenkt werden. Auch durch Platzmangel und Unzufriedenheit mit legalen Alternativen, wird das wilde Campen präferiert. Das BR sowie örtlich tangierte Kommunen weisen bereits weitere Stellplätze aus. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Stellplätze für die Individualreisenden beliebter sind als Cam-

pingplätze. Eine genaue Struktur oder Organisation des Wildcampens ist nicht zu erkennen, da diese Freizeitgestaltung meist spontan und extrem individuell abläuft. Um zu erreichen, dass weniger Menschen wild campen, ohne sich unwillkommen zu fühlen, sollten erstens das Verbot selbst und zweitens die Gründe für das Verbot klarer kommuniziert werden. Die Begründungen sind mit Sorgfalt zu treffen, damit die Erholungssuchenden die Verbote nicht als Schikane wahrnehmen, sondern ein tieferes Verständnis für die Gründe entsteht. Da sich in den Ergebnissen zeigt, dass einige Wildcampende oft zum Klettern anreisen, wäre es denkbar eine Kooperation mit Klettervereinigungen einzugehen. Im Austausch kann beidseitiges Verständnis entstehen und gemeinsam an Lösungen gearbeitet werden, die die Bedürfnisse beider Partner miteinbeziehen. Außerdem ist Forschungsbedarf im Thema Wildcamping sowohl allgemein als auch im BR Pfälzerwald zu erkennen. Die Besucherzahlen sowie die Mengen an illegalen Übernachtungen sind unbekannt. Zur besseren Besucherlenkung ist das Besuchermonitoring auszubauen.

Literatur

BAFU, 2019. Bundesamt für Umwelt Schweiz: Freizeit und Erholung im Wald. Grundlagen, Instrumente, Beispiele

BVCD, 2020. Bundesverband der Campingwirtschaft in Deutschland e.V. : Corona-Achterbahnfahrt der Campingwirtschaft. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bvcd.de/presse/de-tail/corona-achterbahnfahrt-der-campingwirtschaft-1.html>, zuletzt geprüft am 23.12.2020

BMU, 2020. Bundesministerium für Umwelt; Naturschutz und nukleare Sicherheit; www.bmu.de (2020): Naturbewusstsein 2019. Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/themen/gesellschaft/naturbewusstsein/studie-2019.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2020

FAIRKEHR AGENTUR GMBH 2019. Kommunikationsstrategie für das Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen

GRAEFE, Lena 2020. Neuzulassungen von Caravans und Reisemobilen in Deutschland. Hg. v. Statista GmbH. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/stu-die/662102/umfrage/neuzulassungen-von-caravans-und-reisemobile-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 27.12.2020

HELFFERICH, Cornelia 2019. Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. 2., voll-ständig überarbeitete und erweiterte Auflage. In: Nina Baur und Jörg Blasius (Hg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, Bd. 2. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.

HUBIG, Christoph 1990. Ökologische Ethik und Wissenschaft- zur Problematik ästhetischer Naturerfahrung. In: Günter Altner: Ganzheitlicher Umweltschutz. Hg. v. Martin Faulstich, S. 33–46

KNIPPENBERG, Nils 2019: Zahl der Übernachtungen in Deutschland. Hg. v.

Bundesamt für Naturschutz (BfN). Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/in-fothek/daten-fakten/nutzung-der-natur/tourismus-und-erholung/i-22-3-zahl-der-uebernachtungen-in-dl.html>, zuletzt geprüft am 17.12.2020

KUCKARTZ, Udo 2018. Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 4. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa (Grundlagentexte Methoden)

MORSE, Joshua, 2020. Glakikh, Tatiana; Hackenburg, Diana; Gould, Rachelle: COVID-19 and human-nature relationships: Vermonters' activities nature and unassociated nonmaterial values during the pandemic. Hg. v. PLOS ONE. Online verfügbar unter <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0243697>, zuletzt geprüft am 02.01.2021

RANTALA, Outi 2019. Wild camping and the weight of tourism. Hg. v. Finland University of Lapland

SCHELP, Katharina 2020. Spaziergang mit Greifzange und Mülltüte. Zum «Dreckweg-Tag» im Pfälzerwald hatten die Landesforsten Rheinland-Pfalz am Sonntag aufgerufen. Zentrum der Aktion im Landkreis Kaiserslautern war das Haus der Nachhaltigkeit in Johanniskreuz. Von dort aus begab sich RHEINPFALZ-Mitarbeiterin Katharina Schelp auf Müllsammeltour in den Wald. In: *Die Rheinpfalz*, 10.11.2020

STECKER, Bernd 2016: Tourismus. In: Konrad Ott, Jan Dierks und Lieske Voegt-Kleschin (Hg.): Handbuch Umweltethik. Stuttgart: J.B. Metzler, S. 297–304

STOCKÉ, Volker 2004. Entstehungsbedingungen von Antwortverzerrungen durch soziale Erwünschtheit. In: *Zeitschrift für Soziologie* 33 (4), S. 303–320

UMWELTETHIKBÜRO (Hg.) 2017. Naturschutz als gesellschaftspolitische Aufgabe. „Lieber Gegner der Natur“? – Ethik (in) der Naturschutzkommunikation

Etude des déplacements de la Lamproie de planer en cours d'eau aménagé

2020 - 2022 - Expérimentation sur le site de l'Erbsenweiher

RICHARD Alexandre (1), BERGE Julien (1), CAUDRON Arnaud (1), BLONDEL Lucie (2), BEJEAN Mickaël (3) et MORELLE Sébastien (2)

(1) SCIMABIO Interface

Les Cyclades B – 5, rue des Quatre Vents, 74200 Thonon-les-Bains

(2) SYCOPARC des Vosges du Nord

21 Rue du Château, 67290 La Petite-Pierre

(3) CITADELLE de Besançon – Muséum d'histoire naturelle

2 rue Mégevand, 25034 Besançon cedex

Résumé :

La lamproie de Planer est une des trois espèces de lamproies européennes. Espèce aquatique protégée au titre de la directive habitat faune-flore, elle vit dans de petits cours d'eau où elle se déplace pour gagner ses sites de reproduction. En dépit de sa bonne représentativité dans les cours d'eau des Vosges du Nord, elle n'en reste pas moins une espèce menacée notamment par la présence de nombreux ouvrages constituant fréquemment des obstacles à la continuité écologique. Parmi les obstacles, on retrouve les plans d'eau qui ne sont pas toujours aménagés pour le franchissement par les petites espèces comme la lamproie. C'est le cas de l'Erbsenweiher, étang de la Réserve Naturelle Nationale des rochers et tourbières du Pays de Bitche, choisi pour cette étude¹. Mesurer l'impact de ces obstacles et des éventuels aménagements réalisés sur les déplacements des lamproies de Planer constitue un fort enjeu de conservation pour cette espèce.

Le Parc naturel régional des Vosges du Nord s'est associé à SCIMABIO Interface afin (1) d'étudier le comportement et les capacités de déplacement de la Lamproie de Planer, peu documentés jusqu'à présent, (2) d'évaluer la pertinence d'un aménagement pour assurer la franchissabilité d'un étang au regard des capacités de nage de la lamproie et (3) de pouvoir orienter les stratégies locales en matière de restauration de continuité écologique. Des marquages par transpondeurs RFID (Radio Frequency Identification) appelés «PIT tag» de 12 mm ont été envisagés pour aborder ces problématiques avec une première étape de validation de la procédure de marquage et des effets de celui-ci sur la survie des individus marqués en laboratoire (RICHARD *et al.*, 2020). Le marquage choisi a nécessité la capture d'individus d'une taille supérieure ou égale à 12 cm et de préférence au stade adulte, avec quelques ammocètes de grande taille. La seconde étape de suivi des déplacements s'est déroulée in situ en combinant des antennes fixes à l'amont et à l'aval

1. Cette étude a fait l'objet d'une demande d'autorisation de projet utilisant des animaux à des fins scientifiques, et a reçu un avis favorable du Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation (MESRI) le 23 septembre 2020 (projet n° APAFIS#27302-2020092115075787 v1)

du plan d'eau de l'Erbsenweiher et des prospections mobiles réalisées à l'aide d'antennes portatives pour suivre les déplacements entre les deux antennes et au-delà de celles-ci. 162 lamproies issues de 5 cours d'eau des Vosges du Nord ont été pêchées, équipées puis relâchées à différents endroits dans l'Erbsenweiher. 75% des lamproies ont été redétectées au moins une fois pendant le suivi dont 34% ont choisi de migrer vers le Moosbach pour rejoindre des zones de fraie et 27% ont préféré dévaler vers le Rothenbach. Les autres sont restées au sein de l'étang. Plusieurs paramètres ont été testés pour tenter d'expliquer le déplacement des lamproies : ni le lieu de capture, le lieu de relâcher ou la taille des individus n'ont eu d'effet sur leur comportement. Les déplacements montrent de grandes variabilités d'amplitudes notamment chez les adultes. Les ammocètes n'ont globalement pas migré. Les résultats montrent un taux significatif de migrations des lamproies en amont de l'étang. Le rétablissement de la continuité piscicole au niveau de l'exutoire, avec des aménagements spécifiques pour la lamproie permettrait une reconnexion avec les populations amont et favoriserait le brassage génétique nécessaire à la conservation de l'espèce

Mots clés : lamproie de Planer, migration, RFID, rétablissement de la continuité écologique

Zusammenfassung :

Das Bachneunauge ist eine der drei europäischen Neunaugenarten. Als eine nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie geschützte Wasserart lebt es in kleinen Wasserläufen, in denen es sich auf dem Weg zu seinen Reproduktionsstätten fortbewegt. Obwohl es in den Wasserläufen der Nordvogesen gut vertreten ist, bleibt es dennoch eine bedrohte Art, insbesondere aufgrund der Anwesenheit zahlreicher Bauarbeiten, die häufig Hindernisse für die ökologische Kontinuität darstellen. Unter den Hindernissen befinden sich Wasserflächen, die nicht immer für die Durchquerung durch kleine Arten wie das Neunauge angelegt sind. Dies ist beim Erbsenweiher der Fall, einem Teich im Nationalen Naturschutzgebiet der Felsen und Torfmoore des Pays de Bitche, der für diese Studie ausgewählt wurde. Die Messung der Auswirkungen dieser Hindernisse und der eventuell an den Fortbewegungen der Bachneunaugen vorgenommenen Anpassungen stellt ein entscheidendes Thema für die Erhaltung dieser Art dar.

Der Regionale Naturpark Nordvogesen hat sich mit SCIMABIO Interface zusammengetan, um (1) das Verhalten und die Fortbewegungsfähigkeiten des Bachneunauges zu untersuchen, die bisher kaum dokumentiert wurden, (2) die Relevanz einer Anlage zur Gewährleistung der Durchquerung eines Teichs im Hinblick auf die Schwimmfähigkeiten des Neunauges zu bewerten und (3) lokale Strategien zur Wiederherstellung der ökologischen Kontinuität ausrichten zu können.

Markierungen mit RFID-Transpondern (Radio Frequency Identification), sogenannten „PIT-Tags“ mit 12 mm Länge, wurden in Erwägung gezogen, um diese Probleme in Angriff zu nehmen, wobei in einem ersten Schritt das Markierungsverfahren und dessen Auswirkungen auf das Überleben der markierten Individuen im Labor validiert wurden (RICHARD *et al.*, 2020). Die gewählte Markierung erforderte den Fang von Individuen von 12 cm oder größer und vorzugsweise im Adultusstadium, wobei auch ein paar große Querder dabei waren. Der zweite Schritt der Verfolgung der Fortbewegungen erfolgte

vor Ort, wobei feste Antennen oberhalb und unterhalb des Erbsenweiher kombiniert wurden mit mobilen Sondierungen, die mit Hilfe von Handantennen durchgeführt wurden, um die Fortbewegungen zwischen den beiden Antennen und darüber hinaus zu verfolgen.

162 Neunaugen aus 5 Wasserläufen in den Nordvogesen wurden gefangen, ausgestattet und dann an verschiedenen Stellen im Erbsenweiher wieder ausgesetzt. 75% der Neunaugen wurden während der Nachverfolgung mindestens einmal wiederentdeckt, davon wanderten 34% zum Moosbach, um Laichgebiete zu erreichen, und 27% zogen es vor, in den Rothenbach hinunterzuschwimmen. Die anderen sind innerhalb des Teichs geblieben. Es wurden mehrere Parameter getestet, um zu versuchen, die Fortbewegung der Neunaugen zu erklären: Weder der Fangort, noch der Aussetzungsort oder die Größe der Individuen hatten einen Einfluss auf ihr Verhalten. Die Fortbewegungen zeigen insbesondere bei Adulti große Unterschiede bei der Ausdehnung. Die Querder sind in ihrer Gesamtheit nicht migriert.

Die Ergebnisse weisen eine bedeutende Migrationsrate im oberen Teil des Wasserlaufs auf, um die Anpassung des Standorts zu rechtfertigen und ihn für Neunaugen durchquerbar zu machen. Die Wiederherstellung der Fischzucht-Kontinuität am Abfluss des Teichs würde eine Neuverbindung mit den oberhalb gelegenen Populationen ermöglichen und die für ihre Erhaltung notwendige genetische Durchmischung begünstigen.

Schlüsselwörter: Bachneunauge, Migration, RFID, Wiederherstellung der ökologischen Kontinuität

Schlüsselwörter : Bachneunauge, Migration, RFID, Wiederherstellung der ökologischen Kontinuität

Summary :

The brook lamprey is one of three species of lamprey in Europe. It is a protected aquatic species under the Fauna and Flora Habitats Directive and lives in small streams where it swims to its breeding grounds. Despite being fairly well represented in the waterways of the Vosges du Nord, it is nevertheless a threatened species, particularly due to the presence of numerous structures that frequently act as barriers to ecological continuity. Obstacles include bodies of water that are not always designed to be crossed by small species such as the lamprey. This is the case with the Erbsenweiher, a lake in the Pays de Bitche Rochers and Tourbières National Nature Reserve, chosen for this study¹. Measuring the impact of these obstacles and any improvements made on the movement of the brook lamprey is a major conservation issue for this species.

The Vosges du Nord Regional Nature Park has joined forces with SCIMABIO Interface to (1) study the behaviour and movement capability of the brook lamprey (which has been poorly documented to date), (2) assess the suitability of landscaping to ensure that a lake can be crossed, given the lamprey's swimming ability, and (3) guide local strategies for restoring ecological continuity.

Tagging using 12 mm RFID (Radio Frequency Identification) transponders known as 'PIT tags' was considered as a way of tackling these problems, with an initial stage of validation of the tagging procedure and its effects on the survival of tagged individuals in the laboratory (RICHARD *et al.*, 2020). The tagging method chosen involved captur-

ing individuals of a size greater than or equal to 12 cm, preferably in the adult phase, with a few large ammocoetes. The second stage of movement monitoring took place in situ, combining fixed antennae upstream and downstream of the Erbsenweiher body of water with mobile surveys using portable antennae to track movements between the two antennae and beyond them.

162 lampreys from 5 rivers in the Vosges du Nord were caught, fitted out and then released at various points in the Erbsenweiher. 75% of the lampreys were redetected at least once during the monitoring period, with 34% choosing to migrate towards the Moosbach to reach their spawning grounds and 27% preferring to migrate downstream towards the Rothenbach. The others remained in the lake. Several parameters were tested in an attempt to explain the movement of the lampreys: neither the place of capture, the place of release nor the size of the individuals had any effect on their behaviour. The movements show great variability in amplitude, particularly in adults. On the whole, the ammocoetes did not migrate.

The results show a significant rate of migration in the upstream stretch of water, making it worthwhile developing the site and ensuring that it can be crossed by lampreys. Restoring fish continuity at the outlet of the lake would enable a reconnection with upstream populations and promote the genetic mixing necessary for their conservation.

Key words : brook lamprey, migration, RFID, restoring ecological continuity

1. Contexte du projet

Les cours d'eau des Vosges du Nord sont jalonnés de nombreux ouvrages qui constituent pour la plupart des obstacles à la continuité écologique. Le Parc naturel régional des Vosges du Nord a ainsi recensé 1 ouvrage en moyenne tous les 400 à 500 mètres de cours d'eau. Des programmes de restauration de continuité ont permis en l'espace de 10 ans d'effacer une centaine d'ouvrages sur le territoire du PNR. Cependant, il existe des sites à forte valeur patrimoniale pour lesquels l'effacement ou le contournement engendrerait une importante modification des écosystèmes adjacents associée à une forte perte de biodiversité. C'est notamment le cas du plan d'eau d'Erbsenweiher (ou Etang d'Erbsenthal - 57), qui fait partie de la Réserve Naturelle Nationale des rochers et tourbières du Pays de Bitche et du site Natura 2000 Haute Moder et affluents.

Une des solutions retenues serait d'aménager le site, et notamment l'exutoire, pour le rendre franchissable. L'objectif serait alors de le rendre franchissable à toute la faune piscicole et notamment aux Lamproies de Planer, espèce d'intérêt communautaire ciblée dans le Document d'Objectifs du site Natura 2000. Ces travaux engendreraient un coût non négligeable, ne sachant pas si le dispositif serait efficace pour les lamproies et si ces dernières parviendraient à traverser le plan d'eau pour rejoindre les sites de reproduction dans les affluents (Moosbach). En effet, la littérature scientifique disponible sur l'écologie de la Lamproie de Planer et ses capacités de déplacements est trop lacunaire et ne permet pas d'apporter de réponse précise.

Le PNR des Vosges du Nord s'est associé à SCIMABIO Interface afin d'étudier le comportement de la Lamproie de Planer et ses déplacements in situ via un marquage RFID (Radio Frequency Identification) et ainsi pouvoir statuer sur la pertinence des travaux prévus.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

1. Acquérir des connaissances complémentaires sur le comportement et les migrations de la lamproie de Planer, espèce d'intérêt communautaire ;
2. Evaluer la pertinence de rendre franchissable l'Erbsenweiher par les lamproies de Planer, et plus généralement d'autres ouvrages similaires de la réserve naturelle ;
3. Orienter les stratégies locales en matière de restauration de la continuité écologique dans les têtes de bassins versants.

Pour répondre aux objectifs, une étape préalable de test et de validation de la procédure de marquage était nécessaire et a été menée en conditions contrôlées. Deux séries d'expériences ont été réalisées par SCIMABIO Interface en collaboration avec UMR ECO-BIOP de Saint-Pée-sur-Nivelle ainsi qu'avec le Muséum de la Citadelle de Besançon en 2019-2020. Les résultats obtenus ont permis de valider la procédure de marquage RFID sur les lamproies (RICHARD *et al.*, 2020). Des captures et marquages de lamproies de Planer ont ensuite été réalisés en 2020 dans le plan d'eau de l'Erbsenweiher, et le suivi RFID conduit sur deux années (2021 et 2022).

Rappels sur l'écologie et le cycle de vie de la Lamproie de planer :

La lamproie de planer (*Lampetra planeri*) est un poisson anguilliforme vivant uniquement en eau douce dans les têtes de bassin et les ruisseaux. Au stade adulte, les individus ont une taille moyenne comprise entre 9 et 15 cm. La taille maximale peut être de 20 cm. La maturité sexuelle est atteinte après une métamorphose au cours de l'automne (septembre à novembre). Suite à cette métamorphose qui s'accompagne d'une atrophie de l'appareil digestif, les géniteurs ne s'alimentent plus. La reproduction a lieu au printemps en avril-mai à une température d'eau comprise entre 8 et 11°C sur un substrat de graviers et de sable. Tous les géniteurs meurent après la reproduction. Les larves restent enfouies dans le substrat pendant 5 à 7 ans avant de se métamorphoser à leur tour (KEITH et ALLARDI, 2001).

Les connaissances sur l'écologie et le comportement de migration de cette espèce sont très lacunaires. Des migrations vers l'amont peuvent être observées chez les adultes pour atteindre des sites propices à la reproduction (KEITH et ALLARDI, 2001). L'essentiel des connaissances scientifiques sur l'écologie de cette espèce provient d'observations réalisées dans les années 1970-80 (HARDISTY et POTTER, 1971). Aucune étude récente n'a été réalisée sur le comportement migratoire des adultes.

2. Méthode

2.1 Site d'étude et principe méthodologique

Le site d'étude envisagé pour cette expérimentation pilote se situe dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord (communes de Sturzelbronn et Eguelshardt, 57) et dans la Réserve Naturelle Nationale des rochers et tourbières du pays de Bitche. Il comprend l'Erbsenweiher (ou étang d'Erbsenthal) et les rivières Moosbach (affluent) et Rothenbach (émissaire), voir Figure 11. Ce site a été sélectionné car il regroupe l'ensemble des caractéristiques pour mener à bien ce projet : dimensions du cours d'eau et de l'étang, capturabilité des lamproies, proximité géographique pour les opérateurs de terrain, et enjeu en termes de restauration de la continuité écologique.

Le design méthodologique consiste à capturer par pêches électriques des lamproies adultes en aval immédiat du plan d'eau (rivière Rothenbach) ou dans d'autres cours d'eau proches, de les marquer à l'aide de PIT-tag de 12 mm (cf. figure 6) et de les transférer dans le plan d'eau (étang d'Erbsenweiher) en amont immédiat de la digue dans le but de simuler l'existence d'un ouvrage de franchissement.

Le comportement de migration des lamproies transférées est suivi à l'aide d'un dispositif RFID couplant :

- Une station de détection fixe associée à deux antennes placées au niveau de l'exutoire (= coffret aval) afin de détecter les individus qui dévalent du plan d'eau;
- Une autre station de détection fixe placée à l'amont de l'étang dans la rivière Moosbach (= coffret amont), en aval de la confluence avec le Zinzelsbach. Cette station renseigne sur les individus qui ont migré vers l'amont du plan d'eau ;
- Des **prospections mobiles** déclenchées à pas de temps régulier : 1. dans le cours d'eau **en aval du plan d'eau** (Rothenbach) pour relocaliser les individus qui ont dévalé ; 2. **Dans l'étang**, en particulier au niveau de la rive gauche (rive où ont eu lieu les relâchers) ; 3. Dans le Moosbach et son affluent **en amont** de la station fixe pour évaluer les distances de migration des individus qui ont franchi le plan d'eau.

La position des antennes fixes ainsi que le linéaire d'étude sont présentés sur la Figure 11.

2.2 Installation et caractéristiques des antennes fixes

Les antennes fixes ont été installées la semaine du 12 au 16 octobre 2020. Le coffret aval a été placé au niveau de l'exutoire de l'étang : une antenne (antenne amont, nommée antenne 1, voir Figure 3) a été placée dans l'ouvrage bétonné en aval direct de la grille de la prise d'eau, et en amont d'un passage sous buse. L'antenne aval (antenne 2, Figure 4) a été placée dans le Rothenbach, en sortie d'ouvrage bétonné. La numérotation des antennes tient compte du sens de passage des lamproies à la dévalaison.

Dans le Moosbach, le substrat marécageux n'a pas laissé le choix quant au positionnement des antennes du coffret amont, installées au niveau d'un banc de sable. Les deux

PRINCIPE DE LA RFID

La RFID (*Radio Frequency Identification*) est une technologie qui permet de récupérer des données à distance en communiquant par des ondes radio basses fréquences.

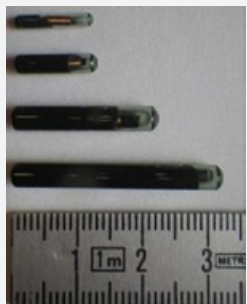


Figure 1 : les différents types de PIT tags utilisés pour les marquages de poissons

Les PIT tags (Passive Integrated Transponder) sont des transpondeurs passifs constitués d'une antenne et d'un condensateur associés à une puce électronique. Ils sont encapsulés dans du verre et sont conformes au marquage biologique. Ils peuvent donc être utilisés pour le marquage interne d'animaux comme les poissons.

Différentes tailles de PIT tags existent, de 12 mm à 32 mm de longueur, permettant d'adapter la marque à la taille des poissons. Dans le cas des lamproies, les PIT tags de 12 mm sont préconisés.

Chaque PIT tag est caractérisé par un code unique ce qui permet d'identifier individuellement tous les poissons marqués.

La détection et l'enregistrement des PIT tags s'effectuent lors du passage de l'organisme marqué à proximité d'une antenne. Les PIT tags n'ont pas besoin d'une énergie interne (batterie) pour fonctionner, leur durée de vie est donc illimitée. Ils se chargent de manière passive par induction grâce à une impulsion magnétique transmise par l'antenne reliée à un boîtier lecteur-enregistreur RFID Stream-Innov®. L'impulsion charge le condensateur du transpondeur qui en réponse émet son numéro d'identification qui est enregistré par le lecteur-enregistreur en même temps que la date et l'heure de son émission.

La technologie « Half-Duplex » permet sur une même antenne d'alterner très rapidement les phases d'émission et de réception. Le système effectue 10 cycles de lecture par seconde afin de maximiser les chances de détection.

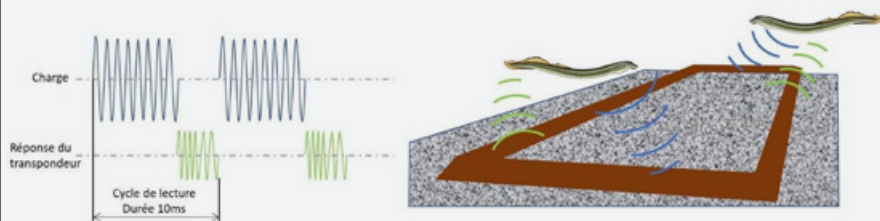


Figure 2 : Illustration du principe de la technologie RFID

Les lamproies marquées peuvent être détectées soit au niveau d'**antennes fixes** judicieusement placées (au fond et sur la largeur de la rivière ou au niveau de dispositifs de franchissement) soit lors de **prospections mobiles à pied ou en bateau**, en utilisant des antennes portatives couplées à un GPS pour enregistrer les coordonnées des individus détectés. Les deux techniques ont été utilisées pour cette étude.



Figure 3 : Antenne 1 placée juste en aval de l'exutoire de l'étang.



Figure 4 : Antenne 2 (aval) placée dans le Rothenbach en aval de la buse



Figure 5 : localisation des antennes placées dans le Moosbach (coffret amont), l'antenne 2 (=amont) à gauche, l'antenne 1 (=aval) à droite.

antennes sont distantes de 4 m environ (Figure 5). L'antenne 1 correspond à l'antenne aval et l'antenne 2 à l'antenne amont. En effet les lamproies passeront successivement l'antenne 1 puis l'antenne 2 à la montaison.

Dans les deux cas, les antennes ont été alimentées sur batteries, placées avec le coffret RFID dans un coffre de chantier sécurisé et isolé du froid. Les changements de batteries et leur recharge ont été assurés par le personnel du PNR.

En raison d'une couverture GSM et 3G faible, seul le coffret amont a été paramétré pour l'envoi des données sur serveur distant, ceci malgré les échecs récurrents d'envoi. Pour le coffret aval, aucun envoi n'a pu être effectué, les données ont été récupérées sur place, via le configurateur Stream-Innov®.

Les portées des antennes (= distance de détection des PIT tags) ont été mesurées lors

de l'installation des antennes puis lors des maintenances, à chaque remplacement des batteries. Malgré des interférences environnementales, la portée des antennes excédait le niveau d'eau (h=20-25cm en moyenne) pour les 4 antennes installées.

2.3 Capture et marquages

Des pêches électriques ont été réalisées du 27 au 29 octobre 2020 sur le Rothenbach et le Moosbach, ainsi que sur plusieurs cours d'eau² du parc abritant des populations de Lamproies de Planer. **162 lamproies de longueur totale égale ou supérieure à 120 mm ont été marquées, dont 126 adultes et 36 ammocètes.** Au final, plus de la moitié des effectifs marqués était issue de la Zorn et 3% seulement du Rothenbach. Aucun individu provenant du Moosbach n'a été marqué (conditions de pêche électrique difficiles avec le substrat marécageux et les individus ne dépassaient pas les 120 mm).

Chaque individu a été individuellement anesthésié à la benzocaïne (0.4mL/l), mesuré (longueur totale en mm) et pesé (à 0.1g près). L'implantation du PIT tag a été réalisée par incision chirurgicale, à l'aide d'un bistouri. Le transpondeur a ensuite été introduit délicatement dans la cavité générale (figure 6). Après marquage, chaque individu a été placé dans un des 3 bacs de réveil (A, B ou C) correspondant au lieu de relâcher (voir § 2.4).



Figure 6 : Etapes de marquage d'une lamproie par PIT tag (à gauche : incision ; à droite : implantation)



Figure 7 : Lamproies de Planer adulte (en haut) et ammocète (en bas) après marquage. L'incision est visible 2 cm en arrière du dernier pore branchial.

2. Les cours d'eau pêchés sont les suivants : Rothenbach (57), Falckensteinerbach (57), Heimbach (67), Steinbach (67) et la Zorn (67).

La distribution en tailles des lamproies marquées est présentée sur la Figure 8. La taille moyenne (\pm écart type) des lamproies adultes marquées était de 146 ± 16 mm, celle des ammocètes de 135 ± 13 mm. Les plus gros individus marqués provenaient de la Zorn (moyennes de 157 ± 11 mm et 144 ± 16 mm respectivement pour les adultes et les ammocètes). Dans les autres cours d'eau, les tailles moyennes étaient plutôt voisines de 130 mm.

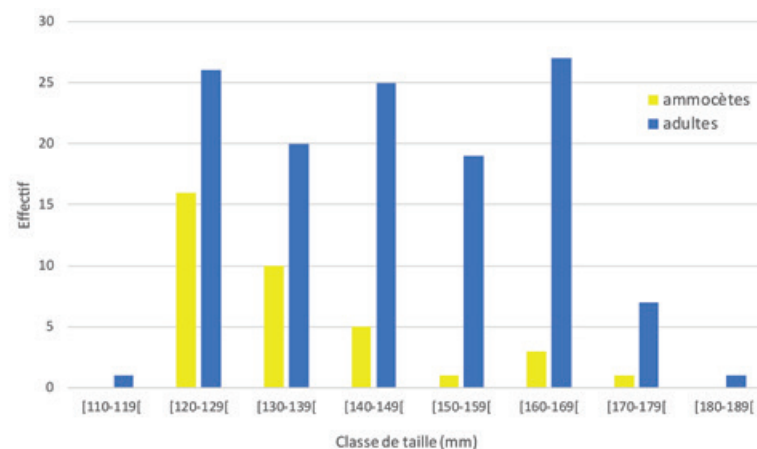


Figure 8 : Distribution en tailles des lamproies marquées

2.4 Relâcher des lamproies

Après marquage, les lamproies ont été relâchées en 3 points (cf. Figure 11):

- Point A : en amont direct de l'exutoire de l'étang en rive gauche ;
- Point B : en rive gauche de l'étang en position centrale ;
- Point C : dans le Moosbach, dans un secteur lentique encore influencé par l'étang.

Une majorité d'individus ont été relâchés au niveau du point A (55% - 77 adultes et 13 ammocètes), 31% au niveau du point B (36 adultes et 14 ammocètes), et 14% au niveau du point C (soit 13 adultes et 9 ammocètes). Cette répartition a été envisagée dans le but de répondre à l'objectif d'identifier les capacités de franchissement de l'étang par les lamproies, tout en garantissant un minimum de remontées dans le Moosbach et de détections au niveau des antennes amont.

2.5 Prospections mobiles

Le principe des prospections mobiles est le même que celui des antennes fixes. L'antenne est reliée à un coffret RFID (dans un sac à dos) et génère un champ magnétique permettant de charger les PIT tags présents dans la rivière. Ceux-ci émettent en retour un signal individuel (Figure 9). Cette méthode est très complémentaire du suivi RFID fixe, car elle permet de localiser précisément une partie des individus marqués et de déterminer ensuite des distances de déplacement en croisant les différentes informations collectées (détections par les antennes fixes et mobiles).



Figure 9 : Prospections mobiles réalisées à pied dans le Rothenbach et en bateau le long de la rive gauche de l'étang, avec illustration de la portée de détection avec les PIT tags de 12 mm

Les prospections mobiles se sont déroulées tous les 1 ou 2 mois entre décembre et février, puis tous les 15 jours de mars à juin. Au total, 11 prospections mobiles ont été réalisées entre décembre 2020 et juin 2021. Les prospections ont été réalisées à une ou deux antennes selon les campagnes, en bateau sur la rive gauche de l'étang, sur le Moosbach à proximité de l'étang, mais aussi sur la rive droite de l'étang à certaines occasions. Le reste des prospections a été réalisé à pied (voir linéaires parcourus sur la Figure 11). Le Moosbach étant marécageux, certaines sections n'ont pas pu être entièrement parcourues : de l'aval du point C jusqu'au secteur prospecté en bateau (env. 50 m), du centre du chenal entre le point C et les antennes (prospection seulement des rives), deux courtes sections d'une dizaine de mètres entre les antennes et le pont.

2.6 Analyse des données

Les enregistrements par les antennes fixes et mobiles ont été compilés pour déterminer les pourcentages de détection des individus marqués, puis pour définir des patterns comportementaux des lamproies sur la durée du suivi. Les détections des lamproies dans le secteur amont ont été confrontées à certaines variables environnementales/physiologiques pouvant expliquer les migrations de montaison :

- a. la taille des individus marqués,
- b. le lieu de relâcher (parmi les trois stations localisées dans la Figure 11),
- c. le cours d'eau d'origine des individus marqués,
- d. la température de l'eau au moment de leur détection par le coffret amont.

Les effets respectifs des différentes variables susceptibles d'influer sur la probabilité de montaison ont été testés en utilisant un modèle linéaire généralisé (GLM) à l'aide du logiciel R (*R Core Team, 2021*), afin de distinguer statistiquement les effets de chacune des variables (rivière d'origine, station de relâcher, longueur totale) sur la détection ou non des individus dans le secteur amont (variable binomiale codée 1 ou 0). Cette analyse n'a pas intégré l'effet de la température de l'eau qui a été exploré qualitativement en confrontant ces données aux chroniques de détections par le coffret RFID fixe.

3. Résultats

Pour l'étude des comportements des lamproies, les secteurs suivants ont été distingués :

- a. **Secteur amont** : comprend les antennes du coffret RFID amont et le linéaire du Moosbach et de son affluent le Zinzelbach en amont de ce coffret. Sont associées à ce secteur toutes les données de positions des lamproies détectées soit par les antennes amont soit par prospections mobiles en amont de ces antennes.
- b. **Secteur aval** : comprend le coffret aval et le linéaire du Rothenbach en aval de ce coffret. Les lamproies détectées par l'une des antennes du coffret aval ou par prospections mobiles dans le Rothenbach sont assignées à ce secteur.
- c. **Secteur étang-marais** : correspond au linéaire entre les deux coffrets RFID fixes (coffrets exclus), donc toutes les données de positions de lamproies détectées par prospections mobiles entre les deux coffrets fixes, dans l'étang ou dans le Moosbach en aval des antennes.

3.1 Détections par les antennes fixes

Sur la période du 27 octobre 2020 au 30 juin 2021, les coffrets amont et aval ont fonctionné 95% du temps, les interruptions étant essentiellement dues aux remplacements des batteries et aux périodes de prospections mobiles. Au cours de la période de migration des lamproies (10 mars – 30 juin), les taux de détection des tags témoins placés dans le champ de chaque antenne étaient de l'ordre de 95% pour les antennes du coffret amont, et 92% pour les antennes du coffret aval, confirmant le fonctionnement des antennes quasiment en continu.

La Figure 10 présente le nombre de lamproies détectées pour la première fois par l'un ou l'autre des coffrets RFID fixes (sans distinction des 2 antennes) au cours de la période supposée de migration de l'espèce, entre le 1er mars et fin juin. Ces détections sont confrontées au thermogramme présenté sur la même figure et qui décrit le cycle de températures enregistré dans le Moosbach, en amont des antennes.

La première lamproie a été détectée le 15 mars 2021 au niveau des antennes du coffret "amont". Il s'ensuit une période sans détection jusqu'à début avril où seules les antennes "aval" ont détecté le passage de lamproies. **La majorité des lamproies a été détectée à partir de la mi-avril jusqu'à début juin. Au total, 57 lamproies ont été détectées par les coffrets fixes, dont 32 lamproies différentes par le coffret amont et 27 par le coffret aval, soit un taux de détection par les coffrets fixes de 35% de l'effectif total de lamproies marquées.** Il est intéressant de relever que 2 PIT tags ont été détectés mi-mai par le coffret amont puis par le coffret aval quelques jours plus tard. Ce comportement atypique de dévalaison pose question sur la possible prédation des lamproies par d'autres poissons, qui en se déplaçant pourraient être détectés au niveau des antennes. Toutefois les données collectées ne permettent pas de le vérifier.

La température de l'eau (moyenne journalière) enregistrée dans le Moosbach lors de la période de migration des lamproies est en augmentation sur la période, comprise entre 7°C (mesurée au 15 mars) et 15°C (mesurée début juin).

Le premier pic de détection correspond au premier pic de température supérieur à 8°C puis on observe une baisse de détection parallèlement à une baisse de la température. Un second pic intervient alors après le réchauffement de l'eau à partir de mi-avril.

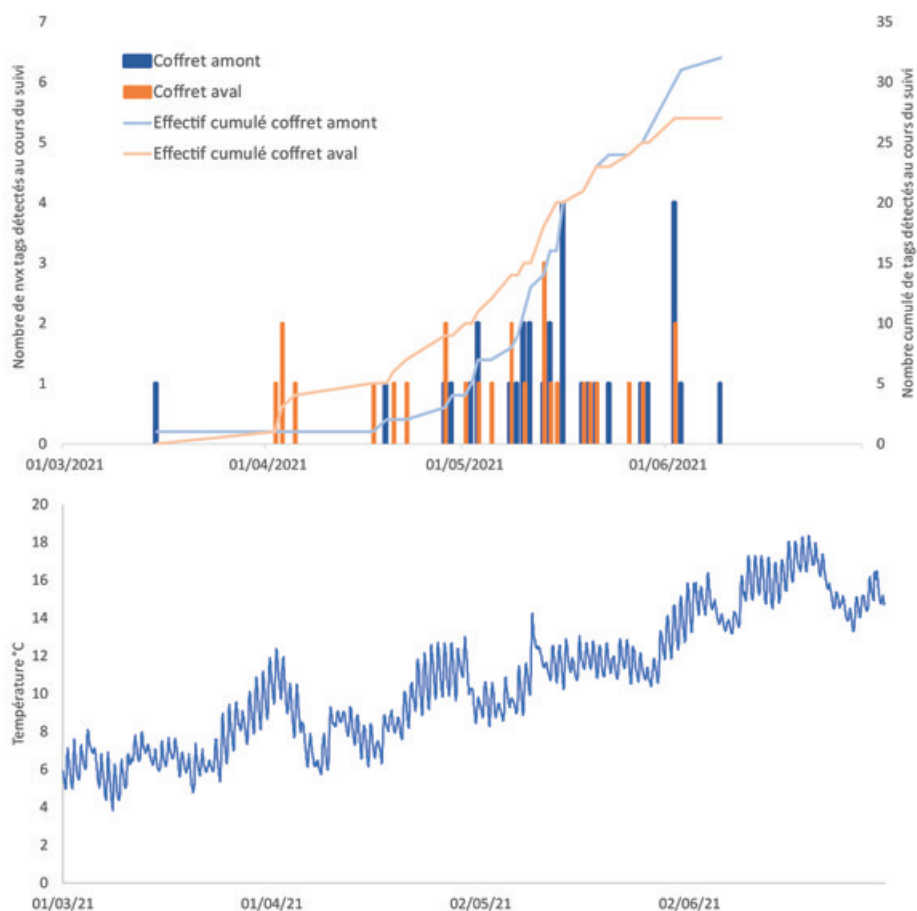


Figure 10 : Nombre de nouveaux tags détectés par les antennes fixes au cours du suivi et évolution de la température moyenne journalière

3.2 Détections par les prospections mobiles

Au total, au cours des 11 sessions de tracking mobile, 107 lamproies différentes ont été détectées (soit 66% des lamproies marquées), réparties tout le long du linéaire d'étude (Figure 11). La majorité des détections étaient localisées entre les points de relâcher A et C. Au total, 11 individus ont été détectés en amont des 2 antennes situées dans le Moosbach ; 2 lamproies ont ensuite poursuivi leur montaison dans le Zinzelbach, et 1 individu a été localisé plus en amont dans le Moosbach à 1 km de son point de relâcher dans l'étang. En outre, lors d'un tracking ponctuel en rive droite de l'étang de l'Erbsenweiher, 4 individus ont été localisés sur la rive opposée aux points de relâcher.

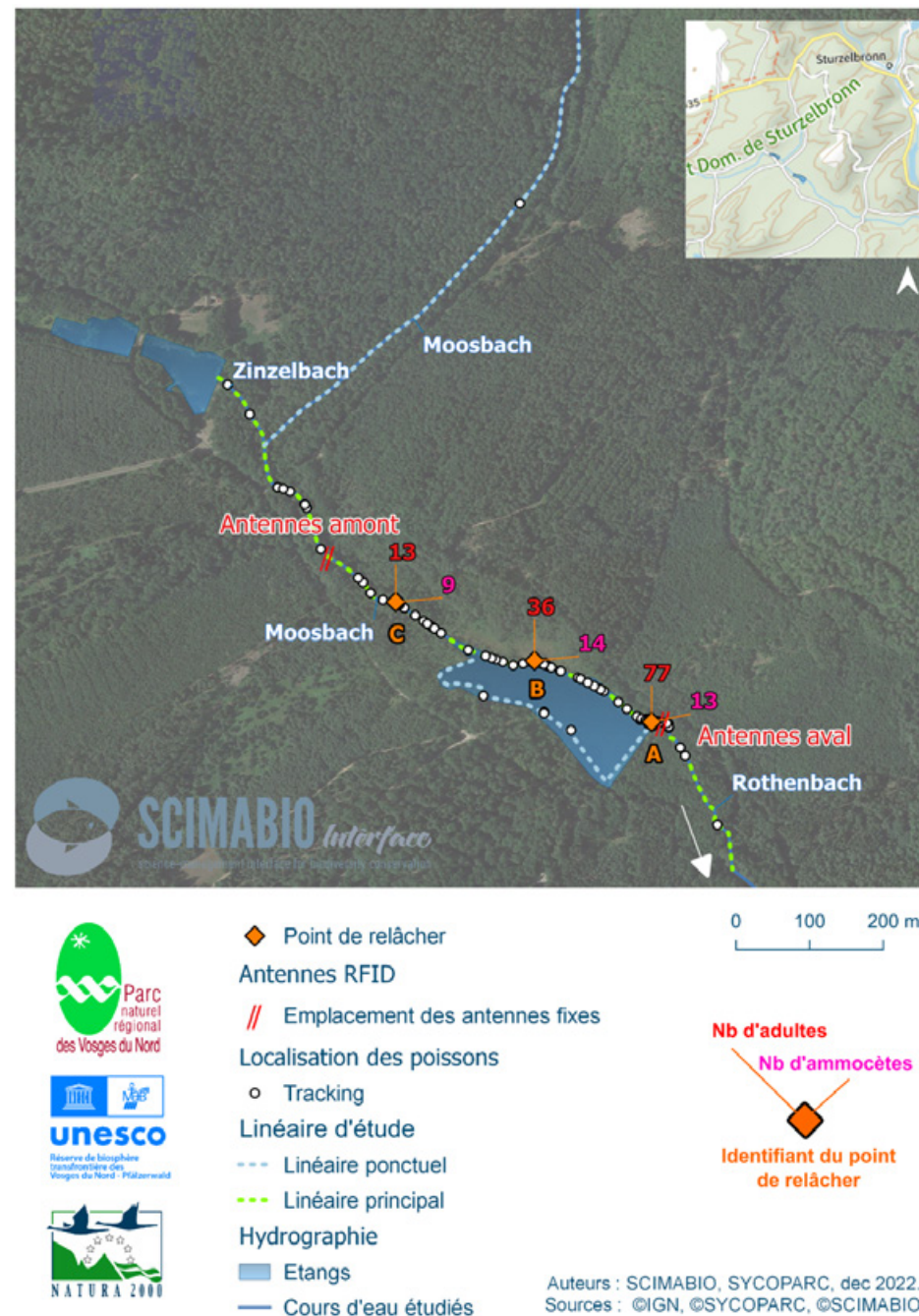


Figure 11 : Localisation des lamproies détectées au cours des différentes sessions de prospection mobile (toutes sessions confondues).

La Figure 12 illustre les effectifs de lamproies détectées au cours des différentes prospections mobiles. L'efficacité était maximale entre le 11 mars et la fin avril, avec un maximum atteint le 11 avril 2021, avec 51 lamproies détectées.

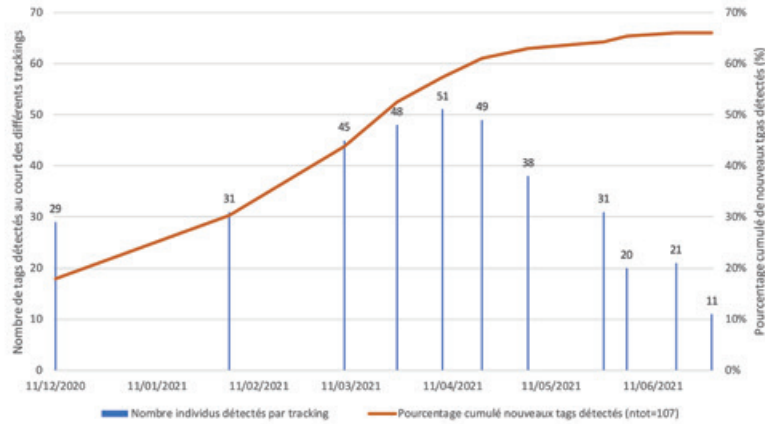


Figure 12 : Nombre de lamproies détectées au cours des différentes prospections mobiles et pourcentage de détections cumulées par rapport à l'effectif marqué.

Les lamproies détectées au cours de ces prospections mobiles (toutes campagnes confondues), ont été principalement localisées dans le secteur intermédiaire 'étang-marais'. En moyenne, **85% des détections étaient situées entre les deux coffrets RFID, 9% dans le secteur amont** (en amont du coffret placé dans le Moosbach) **et 6% dans le secteur en aval de l'étang** (délimité par le coffret RFID aval). Cette répartition n'est pas constante au cours des différentes sessions de tracking (Figure 13) puisqu'aucune lamproie n'a été détectée dans le secteur amont avant le tracking n°8 des 21-27 mai 2021. Comme le montre la figure 10, plusieurs individus ont été détectés avant cette date par le coffret RFID amont, mais ceux-ci ont certainement poursuivi leur montaison et n'ont pas été détectés ensuite par prospection mobile.

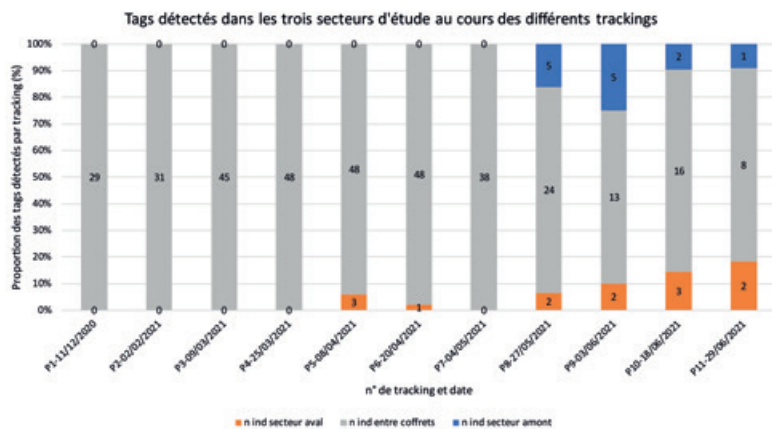


Figure 13 : Répartition par secteur des lamproies détectées lors des différentes sessions de tracking mobile

3.3 Patterns comportementaux

3.3.1 Caractérisation des comportements et effet des variables explicatives

Afin de présenter les différents comportements des lamproies suivies durant cette étude, les détections issues des prospections mobiles (trackings) et des systèmes fixes ont été regroupées. **Au total, 121 lamproies différentes ont été détectées par ces différents systèmes, soit 75% de l'effectif total de lamproies marquées en octobre 2020.** Ces 121 individus détectés sont composés de 93 adultes (ce qui représente 74% des lamproies adultes marquées) et 28 ammocètes (représentent 78% des ammocètes marquées). (Figure 14).

Les comportements sont très différents entre les ammocètes et les adultes, les ammocètes n'ayant que peu bougé au cours de l'étude (Figure 14), excepté 1 individu ayant migré vers l'amont sur 28 individus détectés. Les ammocètes marquées en octobre ne se sont probablement pas métamorphosées (à l'exception d'un individu), et n'ont pas entamé de migration de reproduction. C'est la raison pour laquelle le suivi a été poursuivi en 2022, de manière à vérifier si une métamorphose des ammocètes restantes s'était opérée, et si une migration des individus pouvait être enregistrée au niveau des antennes fixes. Toutefois, aucun individu n'a été détecté l'année suivante.

Concernant les 93 lamproies adultes détectées, il est à noter une répartition assez équilibrée entre les 3 types de comportements : résidence dans l'étang et le marais (39%), migration amont dans le Moosbach (32%) et migration aval dans le Rothenbach (27%). En outre, 2 individus ont été détectés à la fois à l'amont et à l'aval de l'étang et ont été classés à part.

La mise en relation des détections des lamproies adultes dans le secteur amont avec les variables environnementales/physiologiques pouvant expliquer les migrations de montaison montrent les résultats suivants :

- Les distributions des tailles des lamproies adultes détectées versus non détectées à l'amont sont très proches, avec des moyennes (144 mm contre 148 mm pour les individus jamais détectés en amont) et des valeurs extrêmes très proches. Il n'apparaît pas de sélectivité des individus en montaison d'après leur taille lors du marquage (test de Student, p-value<0.05).
- De la même manière, la station de relâcher dans l'Erbsenweiher ne semble avoir aucune incidence sur la propension des individus à migrer dans le secteur amont ou aval. On note toutefois l'absence de migrations vers l'aval des individus relâchés sur la station C, et leur tendance accentuée à migrer vers l'amont. Les effectifs relâchés dans ce secteur amont restent toutefois faibles.
- Les lamproies issues de la Zorn restent majoritaires dans les détections (en proportion similaire aux marquages), et ce quel que soit le comportement observé (migration amont ou aval ou résidence dans l'étang), puis viennent les lamproies issues du Steinbach et de l'Heimbach. La provenance des lamproies ne semble donc pas influencer leur migration dans le Moosbach.
- Enfin, les températures de l'eau enregistrées au moment des détections des lamproies par le coffret amont ne diffèrent pas des distributions de température enre-

gistrées durant la période supposée de migration (de mars à juin). La température moyenne de passage en zone amont semble cependant un peu plus élevée (11.5°C contre 9.5°C pour la température moyenne du suivi). Une analyse conjointe de la thermie et de l'hydrologie permettrait probablement de mieux identifier les conditions environnementales favorables à la migration, en insistant sur les variations de température et de débit au cours de la période de migration.

Les effets respectifs des différentes variables susceptibles d'influer sur la probabilité de montaison (station d'origine, station de relâcher, longueur totale) ont été testés en utilisant un modèle linéaire généralisé (GLM). **Les résultats confirment qu'aucune des 3 variables testées ne montre d'effet significatif sur la probabilité de migration ($p\text{-value} > 0.05$).**

3.3.2 Mouvements individuels et amplitudes de déplacements

En combinant toutes les données issues des systèmes de suivi RFID, les amplitudes individuelles de déplacement ('home ranges') des lamproies ont pu être déterminées (Figure 14) en considérant le point le plus aval et le point le plus amont enregistré pour chaque individu. Les amplitudes de déplacement illustrent la disparité des patterns comportementaux, notamment la sédentarité ou la mobilité et le sens de migration (montaison / dévalaison). Des comportements très différents ont été observés chez les lamproies adultes, pouvant être résumés ainsi :

- Des individus très sédentaires bougeant peu autour de leur station de relâcher,
- Des individus réalisant exclusivement des déplacements vers l'amont jusqu'à, parfois, être détectés dans le secteur amont,
- Des individus réalisant exclusivement des déplacements vers l'aval jusqu'à, parfois, être détectés dans le secteur aval,
- Des individus se déplaçant dans le secteur intermédiaire (étang), sans réaliser de déplacements conséquents autour de leur point de relâcher.

Pour les ammocètes, la très grande majorité des individus a réalisé des déplacements uniquement dans le secteur intermédiaire ; certains étant très sédentaires et d'autres ayant des amplitudes de déplacement bien plus marquées. En effet, certaines ammocètes montrent des amplitudes de près de 350 m, traduisant des déplacements dans l'étang. Un seul individu a migré jusqu'aux antennes amont, et s'est donc probablement métamorphosé.

La projection des 'home ranges' de tous les individus détectés au moins une fois par les antennes fixes ou mobiles permet de calculer les distances moyennes de déplacement, en amont ou en aval de l'étang.

On constate l'absence d'effet de la station de relâcher sur les distances médianes parcourues, que ce soit vers l'amont ou vers l'aval (tests de Kruskal-Wallis, $p > 0.05$). En moyenne, les lamproies ont migré de 174 m vers l'amont et 35 m vers l'aval. Ce résultat provient notamment du faible nombre de redétectés dans le Rothenbach en aval de l'étang : la plupart des lamproies détectées à l'exutoire par les antennes fixes ont probablement dévalé assez rapidement en dehors du linéaire prospecté (seuls 7 individus sur 27 ont été redétectés).

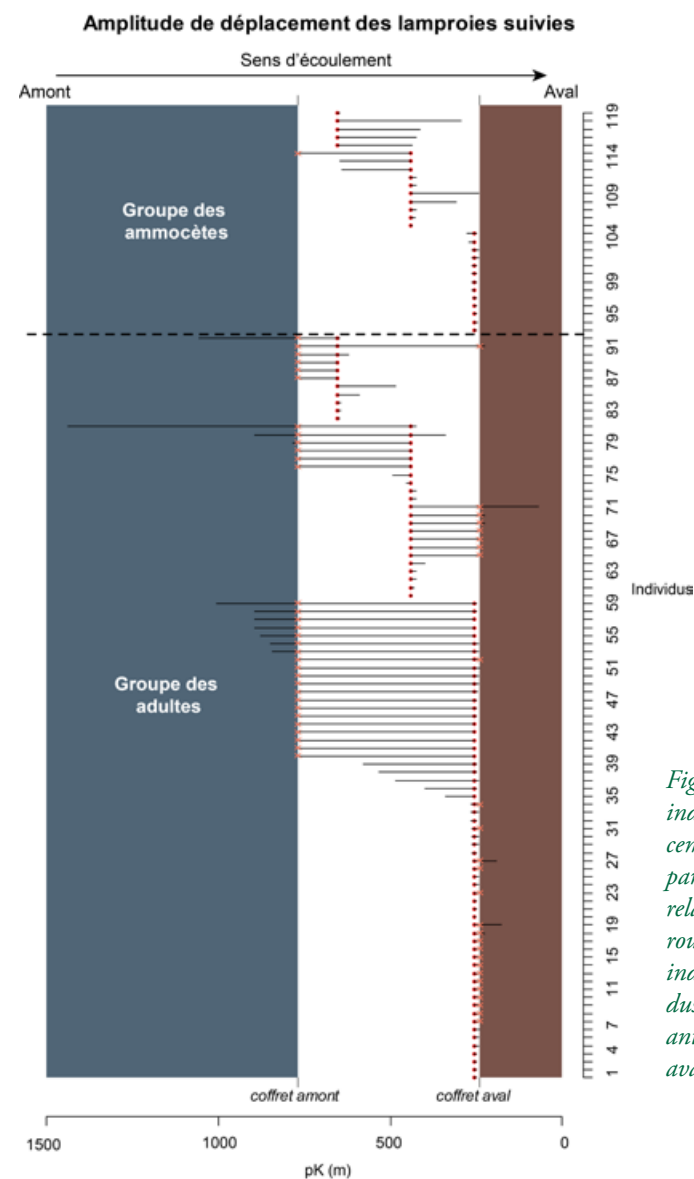


Figure 14 : Amplitude individuelle de déplacement des lamproies à partir de leur station de relâcher respective (points rouges). Les croix violettes indiquent que les individus ont été détectés aux antennes fixes (amont ou aval selon la situation).

4. Discussion

Cette étude sur la migration de reproduction des lamproies de Planer dans un étang des Vosges du Nord (Erbsenthal) a permis, à partir d'une approche originale par RFID, de quantifier la fraction migrante au sein d'un échantillon d'adultes marqués par PIT tags ($n=126$ individus). Selon la littérature, la lamproie entame sa migration dès le printemps en mars-avril (MALMQVIST, 1980) jusqu'à la fin mai, observation confirmée au cours de cette étude puisque la première migration a été enregistrée le 15 mars,

avec un pic de montaison enregistré à la mi-mai. Au total, 75% des lamproies adultes ont été détectées au moins une fois au cours de l'étude (soit 93 individus). Les 25% restants sont soit des individus morts (mortalité naturelle, prédation), des individus ayant bougé dans l'étang dans des zones non prospectées, ou encore des individus non détectés lors des prospections mobiles du fait des distances de détection limitées des antennes et du contexte tourbeux du Moosbach. Ne pouvant trancher entre ces hypothèses, ces individus sont sortis de l'analyse, pour se focaliser sur les individus détectés. Au sein de la fraction redétectée, 34% des individus (soit 32 lamproies) ont réalisé une migration vers l'amont dans le Moosbach pour rejoindre les principales zones de fraie connues sur ce cours d'eau. Par ailleurs, 39% des individus ont été détectés au sein de l'étang et du marais, et 27% ont dévalé dans le Rothenbach en aval de l'étang.

Une part de l'effectif marqué était constituée de lamproies non métamorphosées (ammocètes). Parmi ces individus, un seul sur 28 (soit 4%) a migré vers l'amont. Les autres individus sont restés près du lieu de relâcher ou se sont déplacés dans l'étang, mais sans migration significative vers le tributaire amont ni vers l'exutoire de l'étang. Ce résultat confirme que la métamorphose s'opère en début d'automne chez les lamproies de Planer. Fin octobre 2020, lorsque les marquages ont été réalisés, la grande majorité des lamproies avaient probablement déjà subi leur métamorphose. Toutefois, la manipulation au moment du marquage pourrait également impacter négativement le processus de métamorphose des lamproies, l'énergie dépensée pour compenser ce stress n'étant plus investie dans la métamorphose. Cette hypothèse est difficile à réfuter, mais en conditions contrôlées au Museum de Besançon, plusieurs ammocètes marquées se sont métamorphosées un an après marquage, ce qui tend à prouver que le marquage n'altère pas ou de manière limitée ce processus (source : M. BEJEAN, données non publiées).

La combinaison de coffrets RFID fixes et mobiles apporte des informations complémentaires sur les migrations des lamproies. D'une part, toutes les lamproies détectées par prospections mobiles à l'amont des antennes placées dans le Moosbach et à l'aval des antennes placées à l'exutoire de l'étang ont précédemment été détectées par ces mêmes antennes fixes. Le couplage des deux approches permet donc rétrospectivement un contrôle de l'efficacité des antennes fixes. D'autre part, les prospections mobiles ont permis de mesurer les distances de migration au sein de l'étang pour les ammocètes et les adultes qui ne l'ont pas quitté, et en-dehors de l'étang pour la fraction migrante dans le Moosbach et son affluent (Zinzelbach) et dans le Rothenbach (dévalaison). Ainsi, la distance de migration la plus importante mesurée était de 1000 m chez une lamproie adulte provenant de la Zorn, et plusieurs individus ont migré sur plusieurs centaines de mètres pour atteindre les sites de reproduction.

L'analyse plus détaillée des facteurs potentiellement en cause dans le déclenchement de la migration n'a pas montré de tendance nette. La taille des individus, le cours d'eau d'origine ou encore le lieu de déversement n'ont pas d'incidence significative sur la probabilité de migrer vers l'amont. Ce résultat est important car la quasi-totalité des individus marqués sont issus d'autres cours d'eau et ont été transloqués dans l'Erbesenweiher pour cette étude, en raison du faible effectif de lamproies de tailles > 120 mm dans le Rothenbach. Pour autant, il apparaît dans la fraction migrante la même répartition des individus par cours d'eau d'origine que dans l'effectif marqué ; les capacités de migra-

tions des lamproies marquées ne changent donc pas en fonction de leur lieu de capture. Les lamproies utilisées au cours de cette étude peuvent donc être considérées comme un seul et même échantillon. Au-delà de cette étude, les résultats permettent d'apporter des éléments sur de futures translocations ou réintroductions si des programmes de conservation devaient se mettre en place pour la sauvegarde de cette espèce.

Le réchauffement de l'eau est probablement le déclencheur de cette vague de migration ; MALMQVIST (1980) a relevé dans les rivières du sud de la Suède, que la migration est conditionnée par une température minimale de l'eau de 7,5°C, température similaire à celle relevée mi-mars dans l'Erbesenthal lors de la première montaison. Toutefois, notre analyse ne tient pas compte du débit, paramètre pouvant également contribuer à expliquer les pics de montaison. Une analyse plus détaillée des migrations des lamproies nécessiterait la prise en compte de l'hydrologie et de la phase lunaire, en complément de la thermie (MALMQVIST B., 1980).

Au final la fraction migrante (montaison) représente un tiers de l'effectif détecté. Or la migration des lamproies adultes est obligatoire pour atteindre ses zones de fraie ; l'espèce étant semelpare, les adultes ne survivent pas après la reproduction. Il aurait par conséquent pu être escompté un taux de montaison plus élevé. Toutefois, plusieurs facteurs peuvent expliquer ce résultat mitigé :

- a. La présence de prédateurs (brochets, autres poissons, oiseaux piscivores, ...) pouvant décimer une partie de la population de lamproie après leur déversement dans l'étang. Les individus non détectés (25% des lamproies adultes marquées) ont pu être en partie prédatés ;
- b. L'origine des individus et la translocation dans l'Erbesenweiher de la plupart des individus initialement capturés dans un autre cours d'eau que le Rothenbach, au vu des faibles densités dans ce cours d'eau et surtout des petites tailles des lamproies adultes capturées (<120mm). La translocation pourrait perturber le comportement de certaines lamproies, alors incapables de trouver les sites les plus favorables à leur reproduction, en particulier dans un étang qui n'est pas leur habitat de prédilection ;
- c. La présence possible d'habitats de reproduction dans le Moosbach en aval des antennes amont. Une partie de ce secteur n'est pas prospectable à pied ; il est possible que certaines lamproies trouvent ici des conditions favorables à la reproduction et n'aient pas été détectées. Toutefois le substrat est majoritairement tourbeux et peu propice à la reproduction de l'espèce dans ce secteur ;
- d. La recherche d'habitats de reproduction en aval de l'étang, dans le Rothenbach. Cette dévalaison serait alors active, et contribuerait à limiter le nombre d'individus en montaison. Il est à noter que deux individus ont dévalé fin mai après être remonté dans le Moosbach, ce qui traduirait une dévalaison post-reproduction de certains individus, ou pourrait être la conséquence de la prédation de ces lamproies marquées.

Plusieurs ammocètes étaient encore présentes dans l'étang à la fin de la première année d'étude, et vivantes de surcroît au vu des déplacements enregistrés (27 individus détectés a priori non métamorphosés). La décision a été prise de laisser les antennes RFID amont fonctionner pendant encore une saison de reproduction afin de collecter des données ad-

ditionnelles sur la migration des lamproies et sur la proportion d'ammocètes métamorphosées entamant leur migration de reproduction (printemps 2022). Toutefois, aucun nouvel individu n'a été détecté. L'étang représente un habitat peu adapté pour ce stade, il est donc probable qu'une majorité des ammocètes n'ait pas survécu.

Conclusions et perspectives de gestion

Les résultats de cette étude confirment que les lamproies de Planer adultes sont capables de parcourir des distances de plusieurs centaines de mètres, dans les semaines qui précèdent leur reproduction, à la recherche de congénères et d'un habitat de reproduction favorable. Ces mouvements s'échelonnent sur une période de deux mois environ, de fin mars à début juin, et sont concordants avec les autres études sur cette espèce (HUBBS AND POTTER, 1971 ; MALMQVIST, 1980 ; IGOE *et al.*, 2004). Ces déplacements peuvent être dirigés vers l'amont et vers l'aval, et peuvent atteindre 1 km. Dans le cas des cours d'eau des Vosges du Nord abritant des populations de lamproie, il serait souhaitable que les actions de restauration de la continuité écologique intègrent les besoins de migration de cette espèce, essentiels pour assurer le brassage génétique au sein des populations. La présence d'un étang sur le linéaire, pour autant que son exutoire soit rendu franchissable par les lamproies, ne suffit pas à bloquer la montaison, l'espèce étant capable de se déplacer sur des distances relativement importantes, y compris au sein d'un étang, pour rejoindre plus en amont les sites favorables à sa reproduction (habitats sableux peu profonds). Toutefois la franchissabilité des passes à poissons spécifiquement dimensionnées pour la lamproie reste à évaluer en conditions naturelles, les critères de dimensionnement ayant été établis d'après des tests en milieu contrôlé (BESSON *et al.*, 2009).

Dans le cas de l'Erbsenweiher, des projets de travaux sont étudiés pour rétablir la continuité écologique en aval de l'étang. Une rivière artificielle pourrait être envisagée pour reconnecter le Rothenbach à l'étang et permettre la montaison de la faune piscicole, en particulier des truites. Au vu des résultats de la présente étude, il paraît souhaitable que le dimensionnement de cet aménagement tienne compte des capacités de franchissement de la lamproie de Planer, afin que l'espèce puisse assurer sa migration de reproduction.

Remerciements

Christophe FABING, Loïc DUCHAMP et les volontaires du Parc naturel régional des Vosges du Nord pour leur aide précieuse lors des sessions de tracking pédestre ou en barque.

Bibliographie citée

BESSON S., BARAN P., PESME E. & DURLET P. 2009. Étude des capacités de franchissement de la lamproie de Planer (*Lampetra planeri*, Bloch, 1784) en vue de définir des critères de dimensionnement de dispositifs de franchissement, Rapport technique Parc naturel régional du Morvan, ONEMA, CEMAGREF. 35 pages.

DUCHAMP L., 2011. Plan de gestion de la Réserve naturelle nationale des rochers et tourbières du Pays de Bitche 2011-2020. Sycoparc.

HARDISTY, M.W. & POTTER, I.C. 1971. The behaviour, ecology and growth of larval lampreys. In M.W. Hardisty and I.C. Potter (eds), *The Biology of Lampreys*, vol. 1. London. Academic Press.

HUBBS, C.L. & POTTER, I.C. 1971 Distribution, phylogeny and taxonomy. In M.W. Hardisty and I.C. Potter (eds), *The Biology of Lampreys*, vol. 1. London. Academic Press.

IGOE F., QUIGLEY D.T.G., MARNELL F., MESKELL E., O'CONNOR W. & BYRN C., 2004, The sea lamprey *Petromyzon marinus*, river lamprey *Lampetra fluviatilis* and brook lamprey *Lampetra planeri* in Ireland: General biology, ecology, distribution and status with recommendations for conservation. *Biology and Environment*, Royal Irish Academy, Volume 104B, N°3, pp 45-56.

JEHIN P., 2005. Les forêts des Vosges du nord du Moyen-Age à la Révolution. Presses Universitaires de Strasbourg.

KEITH, P., & ALLARDI, J., 2001. Atlas des poissons d'eau douce de France. Collection patrimoines naturels.

MALMQVIST B., 1980. The Spawning Migration of the Brook Lamprey, *Lampetra Planeri* Bloch, in a South Swedish Stream. *Journal of Fish Biology* 16(1):105-114.

R CORE Team, R : A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.R-project.org/>

RICHARD A., ABDALLAH Y., BEJEAN M., CAUDRON A., MICHAUD A. & TENTEILIER C., 2020. Etudes expérimentales des effets du marquage RFID sur la survie, la condition et le comportement de lamproies de Planer adultes (*Lampetra planeri*), 35p.





Les 3 prochains articles concernent des espèces animales en danger et emblématiques de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord – Pfälzerwald. De 2020 à 2023, des actions en faveur de la préservation de ces espèces ont été menées à l'échelle transfrontalière dans le cadre d'un projet cofinancé par le programme INTERREG « Rhin Supérieur ».

Die nächsten 3 Artikel befassen sich mit gefährdeten und emblematischen Tierarten des grenzüberschreitenden Biosphärenreservats Nordvogesen - Pfälzerwald. Von 2020 bis 2023 wurden im Rahmen eines vom INTERREG-Projekt "Oberrhein" kofinanzierten Projekts Maßnahmen zur Erhaltung dieser Arten auf grenzüberschreitender Ebene durchgeführt.

En partenariat avec / in Partnerschaft mit :



Avec le soutien financier de / Mit der finanziellen Unterstützung von :



Sauvegarde de l'Écrevisse des torrents, bilan des opérations menées de 2017 à 2023 dans la réserve de biosphère transfrontière des Vosges du Nord-Palatinat

Michael BEJEAN (1), Sébastien MORELLE (2),
Flavia SCOCCA (2), Anne SHRIMPF (3)

(1) CITADELLE de Besançon – Muséum d'histoire naturelle, 2 rue Mégevand, 25034 Besançon cedex

(2) SYCOPARC des Vosges du Nord, 2 place du Château, 67290 La Petite-Pierre

(3) Université de Koblenz-Landau

Résumé :

L'Écrevisse des torrents est actuellement en danger dans la réserve de biosphère des Vosges du Nord. En 2017, la partie française de cette aire protégée n'abritait plus que deux petites populations natives et la situation de l'espèce n'était pas clairement établie dans la forêt Palatine.

Cet article dresse le bilan de six années de travaux menés par un collectif d'acteur afin de permettre la sauvegarde de l'espèce sur le territoire transfrontalier.

De 2017 à 2020, le PNR des Vosges du Nord et ses partenaires locaux ont mené un premier programme expérimental permettant de tester l'élevage de cette espèce en milieu contrôlé et de réaliser des premières opérations d'introduction de l'espèce dans des ruisseaux en bon état écologique du territoire.

Grâce aux enseignements de cette première phase, nous avons identifié un second programme d'actions en faveur des écrevisses des torrents et avons souhaité lui donner une nécessaire dimension transfrontière. Avec l'aide de l'Université allemande de Koblenz-Landau et le Syndicat des Eaux et d'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA) une nouvelle feuille de route a été établie pour la période 2020-2023 et intégrée à un projet INTERREG multi-partenarial dédié spécifiquement aux espèces animales en danger au sein de la réserve de biosphère transfrontière (EAD). Les travaux menés par les experts des deux pays ont permis : de mieux connaître la répartition actuelle de l'espèce au sein du territoire allemand de la réserve de biosphère et d'identifier les haplotypes concernés, d'améliorer l'état de conservation de l'Écrevisse des torrents en poursuivant les actions de réintroduction de part et d'autre de la frontière et d'initier la protection réglementaire des ruisseaux encore favorables.

Mots-clés : Écrevisse des torrents, aquarium, élevage, juvéniles, géniteurs, gîtes artificiels, réintroduction, génétique, aphanomycose

Abstract:

Stone crayfish are currently endangered in the Vosges du Nord biosphere reserve. In 2017, the French part of this protected area was home to only two small native populations, and the status of the species in the Palatine Forest was unclear.

This section looks back over six years of work conducted by a group of stakeholders to safeguard the species in the cross-border area.

From 2017 to 2020, the Vosges du Nord Regional Nature Park and its local partners conducted an initial experimental programme to test the rearing of this species in a controlled environment and to carry out the first steps in introducing the species into streams in good ecological condition in the region.

Drawing on the lessons learned from this first phase, we identified a second programme of initiatives to help stone crayfish and wanted to give it the necessary cross-border focus. With the help of the German University of Koblenz and Landau and the Syndicat des Eaux et d'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA), a new action plan has been drawn up for the period 2020-2023 and has been incorporated into a multi-partner INTERREG-Project specifically dedicated to endangered animal species in the cross-border biosphere reserve (EAD - distance learning). The work carried out by experts from both countries has made it possible to gain a better understanding of the current distribution of the species within the German part of the biosphere reserve and to identify the haplotypes concerned, to improve the conservation status of stone crayfish by pursuing reintroduction initiatives on both sides of the border, and to initiate regulatory protection of streams that remain suitable.

Key words: Stone crayfish, aquarium, rearing, juveniles, broodstock, artificial shelters, reintroduction, genetics, aphanomycosis

1. Introduction

1.1 Les écrevisses en France

Les écrevisses sont des crustacés vivant en eau douce, principalement dans les rivières, canaux et plans d'eau. Environ 600 espèces sont recensées dans le monde et 13 sont actuellement répertoriées en France, dont trois espèces autochtones et dix espèces exotiques, introduites volontairement ou non par l'homme.

Les écrevisses présentes sur le territoire français ont été inventoriées au cours de plusieurs enquêtes nationales. La plus ancienne a été réalisée en 1977 par le Conseil Supérieur de la Pêche (COLLAS *et al.*, 2007) et la plus récente a été menée en 2016 par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (MAGNIER & PETIT, 2016). Les résultats successifs montrent deux tendances bien caractérisées : le recul et la raréfaction des écrevisses natives d'une part, la progression constante des écrevisses exotiques introduites d'autre part.

Les différentes espèces actuellement observées dans les rivières et étangs des Vosges du Nord sont listées ci-dessous (COLLAS, 2012b) :

Espèces autochtones :

- Écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*)
- Écrevisse à pattes rouges (*Astacus astacus*)
- Écrevisse des torrents (*Austropotamobius torrentium*)

Espèces allochtones :

- Écrevisse américaine (*Faxonius limosus*),
- Écrevisse du Pacifique (*Pacifastacus leniusculus*),
- Écrevisse à pattes grêles (*Astacus leptodactylus*)
- Écrevisse calicot (*Orconectes immunis*).

1.2 L'écrevisse de torrent, *Austropotamobius torrentium* (SCHRANK, 1803)

Elle est la plus petite des espèces européennes d'écrevisse (KOUBA *et al.*, 2015). Son aire de répartition concerne principalement l'Europe centrale et elle est signalée dans 20 pays (HOLDICH *et al.*, 2009 ; KOUBA *et al.*, 2014). En France, dans le bassin de la Moselle, l'espèce touche à la limite occidentale de son aire de répartition (COLLAS *et al.*, 2007).

L'espèce habite typiquement les ruisseaux de bonne qualité écologique, elle affectionne en effet les eaux fraîches, claires et riche en oxygène. Elle est également très dépendante des micro-habitats aquatiques (cailloux, racinaires, sous-berges...) qu'elle utilise comme abri pour fuir la prédation et limiter l'effet de dérive. Elle se nourrit de débris végétaux et invertébrés benthiques (STREISSL & HÖDL, 2002 ; VLACH *et al.*, 2009). L'accouplement s'effectue entre le mois d'octobre et de novembre et marque le début de la période de reproduction qui se poursuivra pendant 6 à 7 mois. La femelle pond 20 à 75 œufs rapidement après la copulation et les porte sous son abdomen jusqu'à l'éclosion qui en fonction de la température de l'eau (figure 1) a lieu entre les mois de mai et de juin (HUBER & SCHUBART, 2005).

Cycle thermique annuel pour la reproduction d'*Austropotamobius torrentium* en captivité au muséum de Besançon

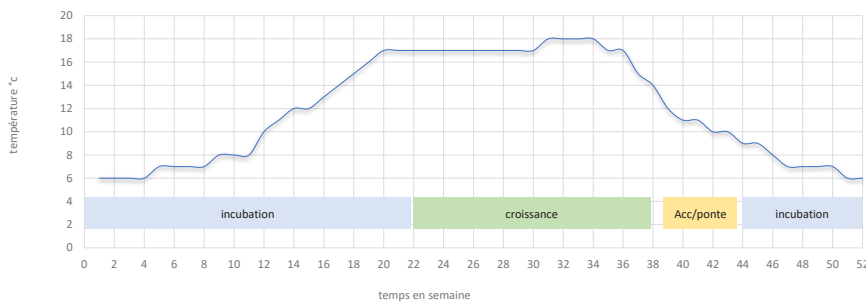


Figure 1

L'Écrevisse des torrents est uniquement observée sur le domaine continental où elle demeure très rare. Elle a été signalée pour la première fois en Alsace sous le nom d'*Astacus longicornis* (LEREBoullet, 1858) et ensuite on retrouve deux mentions ultérieures concernant des rivières alsaciennes (ANDRE ET LAMY, 1935) ; selon ces vieilles données bibliographiques, elle était abondante sur les marchés de Strasbourg (COLLAS, 2007). Elle fut ensuite considérée comme disparue de la faune française au cours des dernières décennies du XX^{ème} siècle, jusqu'à sa redécouverte en Lorraine dans le département de la Moselle (FRANCKHAUSER & MACHINO, 2001), puis en Alsace dans le département du Bas-Rhin (HORNIER *et al.*, 2002). Une seconde population a été retrouvée dans ce même département quelques années plus tard (COLLAS in MULLER, 2012). Ces trois populations sont situées dans le périmètre du parc naturel régional des Vosges du Nord et de la réserve de biosphère transfrontière. Une quatrième population est signalée dans le département de la Haute-Savoie, en dehors de l'aire de répartition naturelle de l'espèce (SOUTY-GROSSET *et al.*, 2006). Les analyses génétiques réalisées sur cette population ont révélé la présence d'un haplotype divergent observé en Croatie, qui laisse supposer une introduction en provenance de ce pays (GRANDJEAN, 2012).

Les écrevisses des torrents sont très sensibles aux moindres modifications de leur habitat : elles sont considérées comme des sentinelles de la qualité de l'eau et leur disparition représente un signal d'alarme pour le reste de la faune (SOUTY-GROSSET, 2009).

Ces altérations des habitats aquatiques, comme un changement de débit, de température ou de turbidité, sont causées par différentes activités humaines (défrichement des ripisylves, rectification des cours d'eau, retournement des prairies, intensification des cultures, emploi de biocides, rejets d'eaux polluées, drainages...) qui s'exercent depuis des siècles (MANENTI *et al.*, 2018).

De plus, les espèces exotiques, toujours plus nombreuses, rentrent en compétition avec les espèces autochtones pour l'occupation des habitats et l'accès aux ressources alimentaires. Ces espèces originaires d'Amérique du Nord apportent avec elles diverses pathologies, elles sont notamment porteuses saines d'un champignon fortement pathogène pour les espèces européennes (*Aphanomyces astaci* SCHIKORA) que l'on surnomme communément la peste de l'écrevisse ou aphanomycose. Ce champignon déclenche des épizooties qui peuvent engendrer l'extinction d'une population (CERENIUS *et al.*, 1988). L'aphanomycose se transmet suite à l'émission de zoospores mobiles qui peuvent survivre dans l'eau en dehors de l'hôte pendant au moins 14 jours (OIDTMANN *et al.*, 2005). L'infection peut se transmettre par les écoulements, les équipements de pisciculture (bottes, épuisettes, seaux, thermomètres, filets...), le matériel de pêche ou les bacs de contention mal séchés (REYNOLDS, 1988). De plus, ce champignon demeure viable et infectieux pour les écrevisses après le passage dans le tractus gastro-intestinal des poissons (truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*, carpe commune *Cyprinus carpio*, anguille *Anguilla anguilla* et perche *Perca fluviatilis*) nourris avec la cuticule abdominale de l'écrevisse infectée (OIDTMANN *et al.*, 2002).

A partir de la fin du 19^e siècle de nombreux cas de peste ont été observés chez l'Écrevisse des torrents à travers toute l'Europe (OIDTMANN *et al.*, 1999) et ont précipité le déclin

de l'espèce dans la majorité des pays européens (FÜREDER & SOUTY-GROSSET, 2005; CHUCHOLL & DEHUS, 2011).

Actuellement, les conséquences du changement climatique, c'est-à-dire la modification du régime des pluies et les canicules estivales répétées, et le développement des écrevisses exotiques envahissantes (PÖCKL & STREISSL, 2005; COLLAS, 2020) sont les principales menaces qui pèsent sur les dernières populations françaises.

L'Écrevisse des torrents apparaît dans la Liste Rouge mondiale de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) dans laquelle elle est classée comme « Data Deficient ». Il apparaît que des recherches supplémentaires, et une quantification précise des taux de déclin observés, soient nécessaires avant qu'une évaluation précise de l'état de conservation puisse être faite (FÜREDER *et al.*, 2010). Au niveau européen, il s'agit néanmoins d'une espèce très menacée (STREISSL & HÖDL, 2002). En France, *A. torrentium* est l'espèce d'écrevisse autochtone la plus rare et la plus fragile, et elle est classée comme « En danger critique » dans la liste rouge nationale des crustacés d'eau douce (MNHN & OFB, 2022). En Allemagne, l'espèce est classée comme très menacée (Catégorie 2 : « stark gefährdet ») (RACHOR, 1998).

2. Le programme expérimental de sauvegarde 2017-2020

Jusqu'en 2015, l'Écrevisse des torrents était observée uniquement dans 4 sites en France dont 3 étaient situés en Lorraine et en Alsace dans le périmètre du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.

Des investigations menées sur le terrain en 2016 par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques ont montré un recul de cette espèce avec la disparition de l'unique station Lorraine entre 2015 et 2016 probablement des suites d'un épisode d'aphanomyose (MAGNIER & PETIT, 2016).

Les deux dernières populations relictuelles d'Écrevisses des torrents du Grand-Est étaient dès lors isolées dans deux tous petits ruisseaux du Nord du Bas-Rhin et cernées par de nombreuses menaces (pression agricole ou forestière, épizootie, introduction ou développement des espèces invasives...).

Face à ce constat dramatique, le Syndicat de Coopération pour le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord et ses partenaires se sont mobilisés pour trouver des solutions afin de s'assurer de la sauvegarde de cette espèce emblématique de son territoire. Devant l'urgence de la situation (niveau critique de la population), et sur les conseils de l'Agence Française pour la Biodiversité, le Sycoparc s'engage en 2017 dans la maîtrise d'ouvrage d'un projet de sauvegarde de l'Écrevisse des torrents qui vise à réintroduire de nouvelles populations dans des ruisseaux favorables et à maîtriser la reproduction ex-situ de l'espèce.

Ce programme est né d'un groupe de travail mis en place en 2016 rassemblant la DREAL Grand-Est, les directions départementales des territoires de Moselle et du Bas-Rhin, l'Office Français de la Biodiversité (Agence française de la biodiversité à l'époque), le Conservatoire d'espace naturel de Lorraine, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse et le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord.

Il avait pour objectif de permettre la production de juvéniles afin de réaliser des

opérations d'introduction de l'espèce dans des ruisseaux en bon état écologique du territoire. Pour ce faire, il a été nécessaire de prélever de petites quantités d'animaux sur les deux ruisseaux sources et de tester différentes méthodes permettant de maîtriser le cycle de reproduction complet en captivité. L'élevage en aquarium présente plusieurs avantages par rapport aux opérations de translocation d'adultes. En effet, il permet d'optimiser la croissance des juvéniles (par la maîtrise de la température et une alimentation continue) et de supprimer l'impact des prédateurs (si le cannibalisme est maîtrisé) dans les premiers stades de développement. Ces deux paramètres sont particulièrement maîtrisés lorsque l'on souhaite réaliser des opérations d'introduction de juvéniles dans le milieu naturel à partir de peu de géniteurs (car nous limitons les prélèvements afin de ne pas appauvrir les populations sources d'un faible nombre). La taille des individus au moment du relâché est un facteur particulièrement important qui concourt grandement à la réussite de la réintroduction dans des ruisseaux de tête de bassin où sont naturellement présents de nombreux petits prédateurs (chabots, truitelles, larves de cordulégastre annelé...)

Les principales actions identifiées au démarrage du projet étaient les suivantes :

- Réaliser des captures de femelles et de mâles sur au moins l'un des sites source en limitant l'impact de cette manipulation sur le milieu ;
- Développer une méthode d'élevage permettant de produire des juvéniles en nombre en s'appuyant sur l'expérience de l'aquarium du Muséum Besançon déjà engagé dans des programmes visant la conservation de l'écrevisse à pattes rouges depuis 1998 et de l'écrevisse à patte blanche (espèce très proche de l'Écrevisse des torrents) depuis 2008 ;
- Analyser génétiquement les deux populations présentes dans les Vosges du Nord ;
- Vérifier la présence/absence de pathologies éventuelles au sein des deux sites et dans les ruisseaux alentours ;
- Identifier des sites potentiels de réintroduction par prospection et analyses des principaux paramètres du milieu ;
- Réintroduire des juvéniles d'Écrevisse des torrents issue d'élevage en milieu naturel ;
- Suivre l'évolution des populations introduites.

2.1 Les captures

Attraper des femelles grainées d'Écrevisse des torrents demeure une opération délicate. Les prospections traditionnelles à la main sont longues et aléatoires et nécessitent une importante circulation d'un ou deux opérateurs dans le lit mineur du ruisseau. Les habitats aquatiques sont alors fortement impactés (piétinement, déplacement de cailloux, dégradation de galeries...) et il existe un réel risque d'écraser des individus au cours de la session de capture. Afin d'optimiser l'effort de collecte et de limiter la dégradation des milieux, l'équipe du programme s'est rapidement orientée vers l'utilisation de moyens passifs de capture en disposant des briques alvéolaires dans le ruisseau dès la première année du programme. Même si ces dispositifs permettaient d'attirer et de concentrer les écrevisses, ils restaient néanmoins très visibles, très sensibles au colmatage et peu sélectifs.

En effet, ils abritaient beaucoup de juvéniles et peu de femelles adultes porteuses d'œufs. D'autre part, la récupération des individus dans des loges très longues et très étroites était une manipulation longue et difficile. Une collaboration avec la startup «Biodivegite» a abouti à la fabrication de gîtes destinés à attirer préférentiellement les femelles grainées.

Ces nouveaux dispositifs discrets, stables et dont la taille des cavités a été optimisée se sont révélés très efficaces et ont grandement amélioré les résultats de capture tout en ayant un impact sur le milieu très limité. Le principe de base est simple : offrir des terriers adaptés au profil des femelles dans un dispositif hydrodynamique de faible épaisseur (figure 2). Ces gîtes brevetés, sont déposés régulièrement au fond du ruisseau dans des endroits stratégiques à proximité de sous-berges, de racinaires d'aunes ou de bois mort immergés. Après plusieurs tests, le modèle cylindrique s'est imposé comme le plus efficace. Les gîtes artificiels ont été dispersés dans les deux sites sources et ont été laissés en permanence. Aujourd'hui tous les ruisseaux du PNRVN hébergeant des écrevisses des torrents sont équipés de gîtes afin de suivre l'évolution des populations introduites comme des populations natives. Cet outil standardisé peut permettre des approches statistiques et d'apporter des éléments d'aide à la gestion de ces populations.



Figure 2 : gîte artificiel placé dans un site source afin de capturer des géniteurs

Le transport des géniteurs s'effectue dans des caisses fermées en polystyrène pour éviter les changements de température trop brusque. Il n'est pas nécessaire de submerger complètement les écrevisses, 1 à 2 cm d'eau du milieu d'origine au fond de la caisse suffisent et cela évite que les animaux grimpent facilement aux parois.

Le roulis du véhicule au cours du trajet permet l'oxygénation de l'eau. Une litière dense végétale (carex, petites branches de saule, graminées...) de 10 cm d'épaisseur procure des caches et maintient les écrevisses pendant le voyage sans risque d'écrasement. Les femelles avec des œufs (grainées) sont séparées des mâles pour limiter les risques de blessure ou éviter que les œufs ne soient abîmés. Si les températures extérieures sont supérieures à 17°C, il faut ajouter dans un angle de la caisse une bouteille (0.5l) d'eau congelée. Celle-ci est calée en position verticale avec la végétation et permettra de réguler la température durant le voyage. Dans une caisse de 50x30 cm une trentaine de géniteurs peut être transportée pendant 5h. Il faut éviter les journées chaudes et proscrire le transport de femelles portant des larves.

La première opération de capture a été réalisée en mai 2017, elle a permis la capture de 18 mâles et 32 femelles grainées qui ont été acheminés à l'aquarium de Besançon pour permettre la première phase d'élevage des jeunes écrevisses en captivité.

Les captures ont été renouvelées en septembre 2017 (afin d'augmenter la population de mâles dans l'aquarium de Besançon) et au printemps de l'année suivante (renouvellement de la population de géniteurs). Toutes ces captures ont été effectuées sur le même ruisseau (source 1).

De plus, face aux difficultés rencontrées lors des premières années par l'équipe en charge du programme d'élevage des juvéniles, des tests de translocations d'adultes ont été prévus, afin de maximiser les chances de développer des nouvelles populations. Dans cet optique des opérations de capture ont été menées lors du printemps 2018, 2019 et 2020, elles ont permis de collecter 159 individus, à partir des 2 ruisseaux sources.

Au total, 286 écrevisses ont été capturées au cours de la période de programme expérimental (figure 3).

DATE	Source 1		Source 2		Destination
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	
30/05/2017	18	32			Aquarium
28/08/2017	20				Aquarium
07/05/2018	17	10			Aquarium
07/05/2018			15	15	Ruisseau 1
05/10/2018	30				Aquarium
02/05/2019	16	14			Ruisseau 2
02/05/2019			4	16	Ruisseau 2
29/04/2020	15	20			Ruisseau 1
29/04/2020		32	15	29	Ruisseau 2
TOTAL	116	76	34	60	286

Figure 3 : synthèse des opérations de capture menées dans les ruisseaux sources du printemps 2017 au printemps 2020

2.2 La génétique des populations françaises

L'analyse génétique des populations résiduelles d'écrevisses des torrents en France est essentielle pour établir une stratégie de sauvegarde cohérente. En 2017, aucune donnée n'était disponible sur ce sujet. Avant tout, il était important de savoir si ces populations étaient proches ou éloignées génétiquement des souches déjà identifiées dans d'autres pays d'Europe (Allemagne, Suisse...) et de vérifier le caractère autochtone des populations récemment découvertes.

Tous les prélèvements ont été réalisés par le Muséum de Besançon. Le choix d'échantillonner une patte de la cinquième paire réduit au minimum l'impact du prélèvement sur la survie de l'écrevisse. La petite blessure occasionnée est enduite d'un pansement étanche à l'iode et le membre se régénère en quelques mois (figure 4).



Figure 4 : membre prélevé en cours de régénération

Les analyses des échantillons issus des individus présents dans les deux ruisseaux des Vosges du Nord ont été réalisées par le Laboratoire Écologie & Biologie des Interactions (UMR CNRS 7267 Équipe Écologie Évolution Symbiose) : les résultats mitochondriaux

montrent que les deux populations sont issues du même stock génétique. Un seul haplotype a été caractérisé et correspond à celui qui est majoritaire en Bavière (Allemagne). Ces 2 populations sont différentes de celle qui a été introduite en Savoie (souche caucasienne). Pour les micros-satellites les analyses montrent que les taux d'hétérozygotie sont de 0,288 et 0,24 pour les 2 populations d'Alsace. Les 2 populations possèdent une diversité génétique similaire mais qui demeure relativement faible. Ces résultats font apparaître là aussi, que ces 2 populations sont issues d'un même stock historique mais à partir d'un nombre de géniteurs probablement limités. L'indice de structuration génétique (F_{st}) est de 0.148 entre les deux populations ce qui montre que ces populations ont des constitutions génétiques propres. Les deux populations n'échangent donc plus de flux de gènes tout en ayant une origine commune, car les résultats obtenus pour les gènes COI sont identiques. De plus aucun allèle privé, spécifique d'une population, n'a été retrouvé.

2.3 L'élevage

Mesures prophylactiques

Les écrevisses sauvages de tous les lots étaient porteuses de parasites externes de la famille des Branchiobdellidae. L'expérience acquise lors des élevages des autres espèces d'écrevisses autochtones a montré qu'il était préférable de les supprimer avec un bain éclair de 10 min dans une solution saline (40g/l). Malgré toutes les analyses et dissections réalisées au cours de la période d'élevage aucune maladie n'a pu être détectée. Pour prémunir ces animaux des maladies et surtout de l'aphanomyose, des mesures prophylactiques importantes ont été mises en place comme le nombre limité de personnes intervenant sur cette espèce, du matériel spécifique et des pédiluves contenant un biocide (Vircon).

Acclimatation

Le bac récepteur (figure 5) doit être équilibré depuis plusieurs semaines avant d'y introduire les écrevisses. En plus d'un système de filtration performant, la circulation d'eau doit être complétée d'un groupe réfrigérant. La partie du bac qui accueille



Figure 5 : installations réalisées pour l'élevage de l'écrevisse des torrents à l'aquarium de la citadelle de Besançon.

les écrevisses doit contenir de nombreuses caches sans toutefois utiliser des matériaux trop lourds et instables qui risqueraient d'écraser les animaux lors des manipulations. On a donc opté pour des tuyaux pvc de diamètres 32 et 40 mm pour accueillir les adultes et des tuiles pour abriter les juvéniles. L'introduction des écrevisses peut débuter quand la température de l'eau des bacs de transport est équivalente au bac récepteur. Il est préférable de les immerger une à une, verticalement, rostre

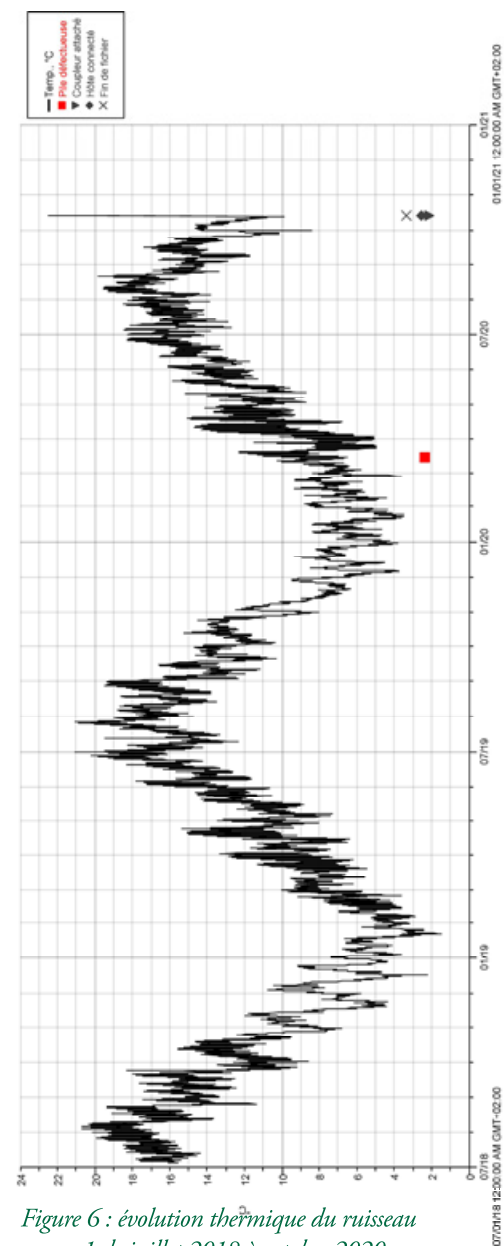


Figure 6 : évolution thermique du ruisseau source 1 de juillet 2018 à octobre 2020

vers le haut, pour s'assurer de leur vitalité mais aussi que l'air emmagasiné dans le céphalothorax soit bien évacué sous forme d'un petit filet de bulles.

Cycle thermique

Comme pour la plupart des organismes aquatiques, la température de l'eau conditionne les différentes phases de vie des écrevisses : alimentation, reproduction, croissance... Ce paramètre est régulé par le groupe réfrigérant. Le cycle thermique appliqué aux géniteurs s'inspire des températures enregistrées au niveau du ruisseau source n°1 en 2017 et 2018 (figure 6). Il a cependant été optimisé par divers ajustements en réponse aux observations comportementales effectuées au cours de l'élevage (figure 1).

Alimentation

La nourriture proposée aux écrevisses captives est composée de vers de terre vivants, de poissons divers, de fruits et légumes, le tout coupé en morceaux et épinglé en brochette. L'avantage de ce dispositif est de pouvoir rapidement récupérer les restes de nourriture et surtout d'éviter qu'une écrevisse emporte la nourriture dans sa cache et empêche les autres de s'alimenter.

Suivi des lots et des individus

Pour la traçabilité des lots au sein de l'élevage et pour le suivi individuel des géniteurs plusieurs techniques ont été utilisées. Chaque lot capturé a été géré séparément. Lors de la reproduction les géniteurs ont été marqués individuellement soit par baguage sur une pince, soit par marquage sur le céphalothorax à l'aide de «Tipex» ou vernis à ongle. Le marquage persiste quelques semaines alors que le baguage tient dans le temps mais doit être absolument retiré avant la mue car elle gêne au déroulement de cette phase délicate.



Figure 7

Reproduction

La maturité peut être atteinte pour les mâles et les femelles dès la taille de 5 cm. Cependant c'est à 5,5 et surtout 6 cm qu'elle est la plus fréquente. Elle est très facile à déterminer pour les femelles car leur abdomen est parsemé de taches blanches. (figure 7)

La période de reproduction démarre lorsque les mâles commencent à chercher les femelles, début octobre, et se termine lors de l'éclosion des œufs.

En réalité, les femelles portent toujours soit des œufs soit des ovules car la période de gamétogénèse s'étale de mai à fin septembre.

Les mâles deviennent très actifs même de jour quand la température passe sous les 11°C. C'est le seul moment de l'année où ils cherchent activement à sortir du bac. On appelle « plaquage » la phase reproductive où le mâle retourne la femelle, saisi ses pinces pour l'immobiliser et dépose ses spermatophores entre les pattes de celle-ci à l'aide de ses pléopodes reproducteurs. Cette action peut durer de 5 à 15 minutes. Un mâle peut plaquer jusqu'à 5 femelles mais certains ne se reproduisent pas. Cette période dure une quinzaine de jours. Il est préférable de soustraire les femelles plaquées des mâles pour éviter qu'elles soient perturbées pendant la ponte. Attention sur cette espèce les spermatophores n'adhèrent à la femelle qu'une dizaine de jour (plusieurs semaines chez la patte rouge).

La ponte a lieu quelques heures ou quelques jours (10 max) après le plaquage. La femelle se retourne alors dans une position caractéristique en trépid avec comme support les 2 pinces et le bout de l'abdomen recroquevillé. Les ovules sortent par 2 orifices à la base de la quatrième paire de pattes. Ils sont accompagnés par une substance gélatineuse qui va dissoudre l'enveloppe des spermatophores et ainsi libérer les spermatozoïdes. La fécondation a lieu à ce moment-là. Elle reste sur le dos plusieurs heures mais la moindre perturbation la fait se retourner et dans la plupart des cas elle perd ses œufs. A cette période l'entretien des bacs est proscrit. Elle enveloppe de son abdomen la grappe d'œufs encore non fixés et se remet sur les pattes. Il faut entre 2 à 3 jours pour que les œufs soient tous fixés aux pléopodes de la femelle. C'est seulement à ce moment précis qu'il est possible de manipuler les femelles dites « grainées ». L'incubation peut commencer. Selon la taille, de 20 à 75 œufs peuvent-être pondus (50 en moyenne).

La durée d'incubation des œufs d'Écrevisse des torrents demeure une des plus longues parmi les organismes d'eau douce. Elle débute dès la deuxième quinzaine d'octobre et se poursuit jusqu'à début juin. De 186 à 213 jours sont nécessaires pour atteindre l'éclosion. Le suivi de cette phase de reproduction s'apparente à une course d'endurance. Pendant cette période, un suivi hebdomadaire très précis a été effectué afin de déterminer les modes d'incubation, tous les stades embryonnaires, les paramètres d'incubation et leurs effets. Le bilan de ce suivi permet de conclure que d'octobre à mars les soins prodigués par les femelles sur leurs œufs sont indispensables à la survie de l'embryon et ce n'est qu'à partir du 15 avril (stade où les pattes deviennent bien visibles c.à.d. 6-7 semaines avant l'éclosion) qu'ils peuvent être incubés à terme sans la femelle.

La progression du développement des œufs se déroule de la manière suivante. 3 jours après la fécondation la division cellulaire (stade morula) débute. Ce n'est qu'au mois de février que le blastopore (future bouche de l'écrevisse) apparaît à la surface de l'œuf. Ce stade marque le départ de la morphogénèse et les transformations embryonnaires s'enchaînent, bien visible d'une semaine à l'autre, et la montée de la température accélère ces changements. Les pattes se développent dès le début avril et les battements du cœur s'actionnent mi-avril. Au 20 mai la petite écrevisse est complète avec les organes internes, les branchies, les yeux et la pigmentation bien développés. Le suivi de la reproduction 2017-2018 a donné les résultats suivants. Les 28 femelles ont toutes pondu mais 2 sont mortes pendant l'incubation. Pour 2 autres, la totalité des ovules pondus n'a pas été fécondée car les spermatophores étaient tombés avant la ponte et pour 2 autres encore il n'y pas eu de fécondation malgré la présence de plaquage. Au final, seulement 10 femelles ont mené l'incubation de leurs œufs à terme dont 8 (29%) avec un taux de survie de 70 à 90 % et 2 avec un taux de survie de 30 %. Beaucoup de femelles ont perdu des œufs au cours de la phase d'incubation (4 femelles ont perdu la totalité de la ponte), les problèmes surgissent juste après la division cellulaire. Les expériences des années suivantes n'ont pas donné de meilleurs résultats malgré des efforts considérables apportés sur les conditions zootechniques et microbiotiques. Fin 2018, 8 lots d'œufs présentant des problèmes de développement ont été analysés. Plusieurs bactéries ont été identifiées à l'intérieur des œufs : *Aeromonas media*, *Pseudomonas fluorescens*, *Acinetobacter sp.*, *Alcaligenes faecalis* et encore *Chryseobacterium indologenes* étaient présentes que sur un échantillon alors que presque tous les prélèvements hébergeaient *Shingomonas spirivorum*. Les vétérinaires du Muséum de Besançon et leurs collègues d'autres structures ont recherché les implications possibles de chacune de ces bactéries dans le processus observé sur les œufs sans pouvoir incriminer un responsable en particulier.



Figure 8

L'éclosion commence fin mai à début juin. La femelle est placée dans un double panier emboîté où le fond du panier intérieur est percé de trous de 1 cm dès l'apparition du stade L1. Au début les larves ne sont pas autonomes et restent accrochées aux pléopodes de la femelle jusqu'à la première mue. Elle intervient 8 à 10 jours après l'éclosion à une température de 17°C. Les larves L2 (figure 8) quittent alors la femelle et passent par les trous du fond du premier panier. Ainsi elles deviennent inaccessibles pour les femelles qui risquent de les dévorer. Elles sont récoltées dans

le second panier, comptées et mises en bac d'élevage. La totalité des larves d'une même femelle peut muer en quelques heures mais le plus souvent cette phase s'échelonne sur 3 jours. Les larves L2 mesurent 1 cm de longueur.

Élevage des juvéniles

Après l'éclosion, les petites écrevisses ont été placées dans différentes dispositions de surfaces, de substrats et de caches. L'élevage débute dès les premières émancipations pour se terminer fin septembre. La température de l'eau a été régulée à 17°C + ou - 1 °C. On observe des pertes importantes lors de la deuxième mue. Au cours de ces premières années, les taux de survie ne dépassaient pas 9 %. Les changements des paramètres zootechniques pour la saison 2018-2019 n'ont pas fait évoluer ni le taux de survie ni la taille moyenne (28 mm au 30 septembre).

Survie, croissance des géniteurs

Paradoxalement aucun problème de survie (hors blessure pendant la capture) n'intervient au cours de la phase d'acclimations et ce n'est qu'après 4 mois de captivité que les premières mortalités surviennent. Cette mortalité touche surtout les femelles. Le diagramme de la figure 9 montre la progression dans le temps des effectifs du groupe de femelle capturées en 2018. L'observation externe et la dissection des individus fraîchement morts par l'équipe vétérinaire du Muséum de Besançon n'ont pas permis d'expliquer les causes de cette mortalité et les analyses effectuées par le Laboratoire départemental d'analyse du Jura (LDA 39) ont montré une prolifération de bactéries non pathogène dans les organes internes semblable à celles de l'eau du bac.

Un traitement antibiotique (TMP5) par baignade a été tenté et la mortalité a été stoppée. 6 mois plus tard, 2 femelles de plus meurent et le traitement antibiotique produit le même effet. Moins de 2 mois après, de nouvelles femelles meurent à nouveau mais les traitements n'ont plus aucun effet et finalement 1 an et 2 mois après la capture aucune femelle n'a survécu.

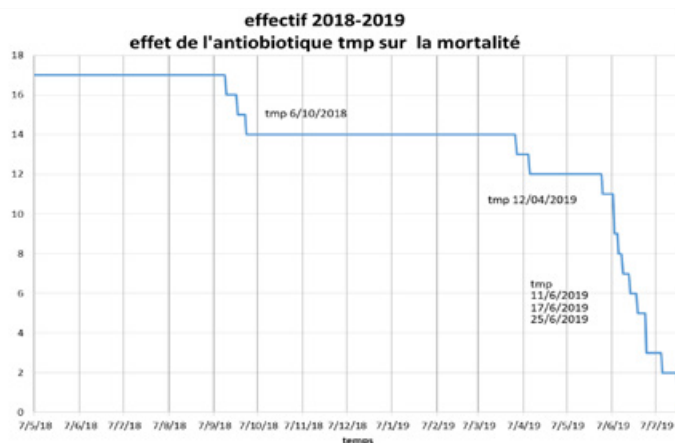


Figure 9 : évolution de la mortalité au sein d'un groupe de femelle capturée en 2018 en lien avec une antibiothérapie

Au regard de cette première phase expérimentale, nous avons pu constater que l'état de santé des femelles se détériorait progressivement au fil du temps en captivité. Étrangement les groupes de mâles réagissent très différemment. En effet, les mortalités des mâles sont surtout observées pendant les périodes de mue et ils survivent globalement plus longtemps.

La mue est un moment particulièrement délicat dans la vie d'une écrevisse mais ce changement de l'exosquelette est absolument nécessaire pour permettre la croissance de l'animal. Selon la taille de l'écrevisse, la disponibilité de nourriture et la température de l'eau, elle peut survenir 1 à 2 fois par an entre mai et août. Si l'écrevisse est dérangée pendant et juste après la mue elle peut mourir ou garder des séquelles comme la perte de membres ou des déformations de la carapace.

Ces résultats attestent de la difficulté de maintenir en captivité des animaux aussi sensibles que les écrevisses des torrents.

2.4 L'identification des ruisseaux favorables et les relâchés

Identifier les bons ruisseaux pour tenter une introduction n'est pas chose aisée dans le contexte actuel car les débits estivaux sont de plus en plus faibles, l'écrevisse du pacifique, porteuses de maladies fongiques, se développe dans l'ensemble des affluents du Rhin et les milieux aquatiques sont globalement peu fonctionnels.

Le ruisseau « candidat idéal » doit disposer d'une importante ripisylve, d'eaux fraîches (moyenne annuelle entre 12°C et 14°C) à faible teneur en nutriments et à taux de calcium élevé, d'une grande diversité de substrats et d'habitats aquatiques (riches en cailloux et racines nécessaires à se cacher), et de vitesses de courant modérées à faibles. Il doit évidemment être exempt d'écrevisses exotiques et abriter de faibles densités de prédateurs. Enfin, un faible développement des activités humaines dans le bassin versant concerné, permet de limiter les risques de modification du milieu ou d'introduction accidentelles de pathogènes ou de substances polluantes (PARVULESCU *et al.*, 2011 ; TELEOS *et al.*, 2004).

Pour chercher les ruisseaux les plus favorables de nombreuses mesures ont été réalisées : analyse physico-chimiques, enregistrement des températures en continu sur plusieurs mois, caractérisation de la qualité hydromorphologiques des lits mineurs et une expertise des peuplements d'invertébrés benthiques.

Ces analyses ont permis l'identification de trois sites potentiellement favorables, les sites 1, 2 et 3.

La translocation des écrevisses adultes (femelles grainées et mâles matures) a été réalisée dans le ruisseau 1 et 2. Dans le premier ruisseau, deux relâchés ont eu lieu en 2018 et 2020, pour un total de 65 écrevisses. Dans le deuxième ruisseau un effectif plus élevé (94 écrevisses) a été relâché entre 2019 et 2020 (figure 10).

DATE	Ruisseau 1		Ruisseau 2		Source
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	
07/05/2018	15	15			2
05/05/2019			20	30	1 et 2
29/04/2020			15	29	2
29/45/2020	15	20			1
TOTAL	30	35	35	59	159

Figure 10

Le site 3, enfin, a été choisi pour relâcher les juvéniles issues de l'Aquarium du Muséum de Besançon. Les juvéniles ont été transportés vers les sites de relâché dans les mêmes

conditions que les géniteurs lors du transport vers l'aquarium. Il faut cependant utiliser des végétaux plus fins de préférence et s'assurer que la bouteille de glace ne bouge pas pendant le transport. Pour les opérations de réintroduction dans les milieux naturels, des seaux de 15 litres ont été utilisés. Plus simple pour être acheminés au bord du ruisseau, ils ont aussi permis de faire des lots de 50 afin de répartir aisément les juvéniles le long de la zone de relâché (figure 11).



Figure 11 : Opération d'introduction de juvéniles d'écrevisse des torrents en automne dans une rivière présentant des habitats aquatiques diversifiés et indemne d'écrevisses exotiques.

Cette tentative d'introduction n'a malheureusement pas fonctionné en raison du trop faible effectif relâché en 2017 (45 individus) et en 2018 (88 individus) et de la faible taille des individus (taille dominante autour de 25 mm). La prédation est la cause la plus crédible de cet échec.

2.5 Les principaux enseignements de cette première phase

En conclusion, cette première phase expérimentale a permis d'obtenir plusieurs résultats importants qui permettront d'orienter la suite des actions de conservation de l'Écrevisse des torrents.

Des premières analyses génétiques ont permis de trouver un lien entre les populations françaises et certaines populations allemandes, notamment en Bavière. Des analyses ultérieures seront à mener sur des populations de Rhénanie-Palatinat, les plus proches géographiquement, afin de vérifier leur proximité génétique avec les populations françaises. Il pourrait être intéressant de multiplier les sources d'approvisionnement de géniteurs dans de futures démarches transfrontalières.

La période 2017-2020 a permis de mettre en évidence la difficulté de réaliser l'élevage des écrevisses des torrents et de produire des juvéniles en nombre. Si l'accouplement, la ponte ou la fécondation des œufs ne posent aucun souci, nous avons été confrontés à une forte mortalité des femelles après plusieurs mois de captivité et de nombreux œufs au cours de la période d'incubation. En parallèle les premières tentatives de translocation semblent fonctionner, nous avons pu observer le bon développement des juvéniles, la survie des adultes et des reproductions spontanées dans au moins un de sites d'introduction.

Enfin nous avons pu établir le profil thermique de plusieurs cours d'eau abritant des écrevisses des torrents et avons développé une méthode « douce » de capture qui permettra également de réaliser un meilleur suivi des populations sur le long terme.

3. Le programme INTERREG Espèces Animales en Danger 2020-2023

Après cette première phase expérimentale, le projet de sauvegarde des écrevisses des torrents, a acquis une nouvelle dimension transfrontalière en intégrant le projet INTERREG « Espèces animales en danger » (EAD), qui œuvre pour la sauvegarde des espèces menacées de la Réserve de biosphère transfrontière des Vosges du Nord-Pfalz. Dans ce cadre, un nouveau programme d'action afin de sauver les écrevisses des torrents a été établi en collaboration avec l'Université allemande de Koblenz-Landau, l'Office Français de la Biodiversité (OFB) et le Syndicat des Eaux et d'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA). Les experts des deux pays ont identifié des actions communes permettant de mieux connaître la répartition actuelle de l'espèce au sein du territoire transfrontalier Vosges du Nord – Pfälz, d'identifier les haplotypes présents et d'améliorer l'état de conservation de l'Écrevisse des torrents en poursuivant les actions de réintroduction.

Le programme vise notamment la réimplantation de quatre nouvelles populations d'écrevisses des torrents en France et en Allemagne et à poursuivre les tests d'élevage selon des modalités différentes afin d'identifier le process le plus adapté pour poursuivre les opérations de réintroduction dans le futur.

3.1 Les nouvelles captures en France

De nouveaux gîtes artificiels optimisés ont été posés à l'automne 2020 par l'OFB et le PNRVN dans les ruisseaux abritant les dernières populations françaises afin de réaliser à nouveau des captures de géniteurs de manière peu invasive (figure 12).

Une partie des individus sont venus renforcer les effectifs de géniteurs conservés dans les aquariums de Besançon lors la phase expérimentale du projet (3 opérations, pour un total de 76 écrevisses).

Deux autres opérations de captures (pour un total de 24 écrevisses) ont été réalisées pour tenter une expérimentation d'élevage en milieu semi-naturel. En effet un petit bassin extérieur (type mare) alimenté par une prise d'eau sur un ruisseau favorable a été ensemencé avec des femelles grainées au printemps 2021. Cette opération a été imaginée suite aux échanges avec les partenaires allemands qui avaient remarqué la colonisation spontanée de petits bassins piscicoles implantés en dérivation sur une rivière abritant une belle population d'écrevisses des torrents. Ce procédé d'élevage est très rustique et peu coûteux par rapport à l'élevage en aquarium mais expose les écrevisses à de nombreux risques extérieurs (prédation, braconnage, pathogènes...). Cette méthode est encore en développement à l'heure de ce bilan.

DATE	Source 1		Source 2		Destination
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	
30/09/2020	16	23			Aquarium
29/04/2021		11			Aquarium
25/05/2021				16	Étang
27/10/2021			8		Étang
25/04/2022			9	17	Aquarium
TOTAL	16	34	35	59	159

Figure 12: Synthèse des captures de géniteurs sur les deux sites sources Bas-Rhinois de l'automne 2020 au printemps 2022.

3.2 Les nouvelles modalités d'élevage en France

Une meilleure survie des géniteurs

Le lot capturé fin septembre 2020 (désigné par le code AAT21F) a permis d'avancer de manière significative en ce qui concerne la survie des écrevisses des torrents en captivité. Après 3 mois de captivité sans problème, la mortalité des femelles a repris. Si les paramètres d'élevage « classiques » (qualité eau, température, alimentation...) étaient en cause car inadaptés pour les écrevisses, nous aurions assisté à des mortalités rapides de tous les individus captifs sans discernement entre mâles des femelles. De plus, toutes les femelles avaient globalement survécu sans aucun problème apparent au cours des premiers mois, elles semblaient s'affaiblir au bout d'un certain temps en captivité et souffrir de carences (vitamines, minéraux...). La piste bactériologique a permis d'orienter la réflexion vers le microbiome associé. L'hypothèse formulée en 2020 par l'équipe technique de l'aquarium de Besançon était que les écrevisses sauvages hébergent une flore bactérienne spécifique (et leurs probiotiques) indispensable à leur métabolisme et que les conditions d'élevage (filtration, u.v., eau du réseau) éliminent cette flore progressivement. Le stade critique étant atteint quand le microbiome du bac prend le dessus. La solution était peut-être de privilégier les bactéries du ruisseau pour maintenir à long terme le microbiome originel. Le 4 février 2021, suite à une série de mortalité du lot « AAT21F », du substrat du ruisseau d'origine a été ajouté aux bacs d'élevage. La mortalité dans ce lot a ralenti, pour finalement se stabiliser un mois plus tard. Fort de cette observation, en plus du complément en substrat, les installations ont été modifiées en supprimant les stériliseurs U.V., les renouvellements d'eau ont été limités au maximum et la capacité des filtres biologiques a été augmentée. Depuis, les mortalités observées sont ponctuelles et se cantonnent aux périodes de mue et de reproduction et les lots de mâles et de femelles réagissent de manières similaires. La figure 13 montre les effectifs entre 2020 et 2022 à



Figure 13 : évolution de la mortalité au sein des différents groupes d'adultes en captivité au cours des deux premières années du projet EAD

l'aquarium du Muséum de Besançon.

Néanmoins, l'extrême sensibilité de ces animaux aux variations des équilibres subtiles qui existent dans leur milieu démontre qu'une grande vigilance est de rigueur dans la gestion des bassins versants des deniers ruisseaux encore favorables aux écrevisses des torrents. Il convient en particulier d'être extrêmement vigilant quant à l'utilisation de produits phytosanitaires qui peuvent perturber les communautés de bactéries et de champignons.

Pour finir, sur les derniers lots capturés fin avril 2021, au 31 décembre 2022 aucune perte n'a été constatée même pendant les périodes de mue et de reproduction. Les différentes améliorations des installations ont permis d'augmenter la période sans perte, dans un même lot de femelles, de 4 mois à 15 mois. Certains géniteurs, toujours vivants en janvier 2023, sont présents dans les bacs d'élevage depuis 33 mois pour les femelles et 35 mois pour les mâles. Ces résultats très encourageants, peuvent probablement être encore améliorés en approfondissant nos connaissances sur la biologie fine de l'espèce.

Une meilleure survie des juvéniles

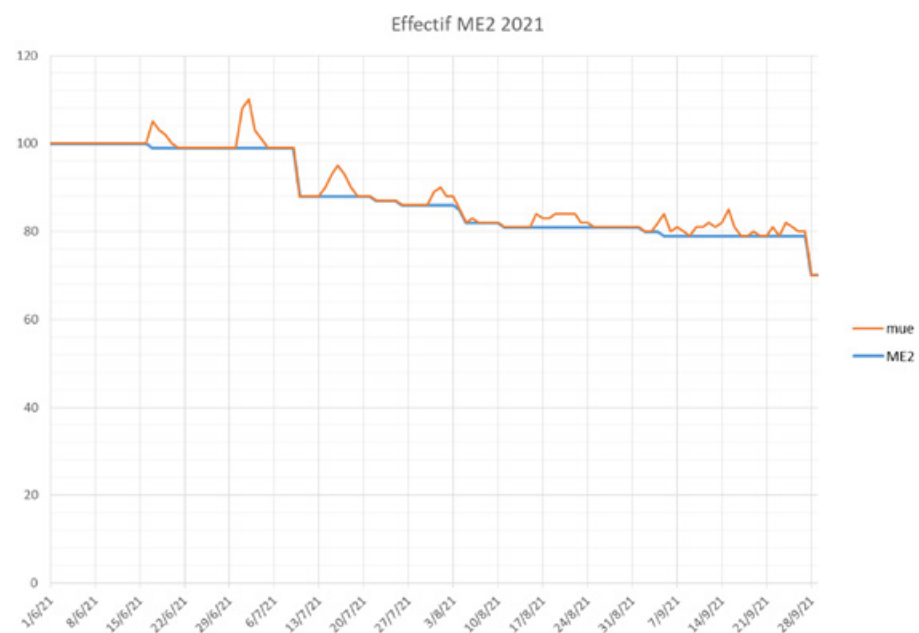


Figure 14

En 2021, des essais ont été menés sur 10 lots de juvéniles. Les lots étaient alimentés par le même circuit d'eau de filtration mais la taille des bacs et la taille des caches étaient différentes. Les taux de survie par bac ont varié de 12 à 93 % avec des tailles moyennes variantes de 31 à 39 mm (au 30 septembre). La taille moyenne la plus importante a été obtenue avec le taux de survie le plus faible et la moyenne globale était de 32 mm au moment du relâché. Un des « petits bacs » affiche un taux de survie de 92 % pour une taille moyenne de 34 mm. Ce résultat montre qu'il est possible d'obtenir une

survie importante avec 125 larves au m² au départ, et qu'il est aussi possible de faire grossir correctement les individus avec une concentration de 115 individus au m². Ces différents tests ont permis de montrer que les bacs les plus riches et les plus diversifiés en caches donnent les meilleurs résultats. Un comptage intermédiaire réalisé sur tous les bacs le 10 juillet a déterminé que la majorité des cas de mortalité (15% de l'effectif total) des morts survenait pendant la deuxième et troisième mue. Sur le graphique de la figure 14 le premier escalier est le réajustement de l'effectif réel avec celui établi par le décompte des cadavres retrouvés pendant les nettoyages dans le bac « ME2 ». Cet écart met en évidence qu'une grande partie des morts n'est pas retrouvée et il est à attribuer au cannibalisme, phénomène bien connu dans les élevages d'écrevisse et difficile à éviter totalement. Cependant la courbe tant à démontrer que cet effet « cannibalisme » est plus limité par la suite. La courbe rouge correspond au décompte des mues retrouvées pendant les nettoyages du bac. Même si une partie des mues est consommée aussi par les écrevisses cette courbe fait apparaître 6 à 7 phases de mue qui interviennent tous les 15 jours. A partir de septembre les mues deviennent plus étalées.

Pendant l'élevage des juvéniles en 2022, un effort particulier a été réalisé pour identifier les causes de mortalité des petites écrevisses. Sur les 388 petites écrevisses manquantes seules 135 (35%) cadavres ont été récupérés pendant les entretiens quotidiens. Les observations à la loupe montrent que la mortalité est imputable à 54 % à la mue et seulement à 4 % au cannibalisme. Pour 34 % des cadavres la cause de la mort n'a pas pu être identifiée.

L'analyse des données de l'élevage montre que le sexe ratio des juvéniles est globalement équilibré avec une légère dominance des mâles dans les classes de tailles élevées (cf. figure 15). La croissance des mâles est un peu supérieure à celle des femelles ce qui est aussi observé chez les géniteurs et sur les autres espèces d'écrevisses. La classe 30-34mm représente 58 % de l'effectif total. Cette tranche de taille devrait pouvoir dépasser les 50 mm au cours de leur troisième année.

Il est également probable que les écrevisses ayant atteint la taille de 35 mm en septembre puissent se reproduire dès l'automne suivant si le milieu naturel récepteur est productif.

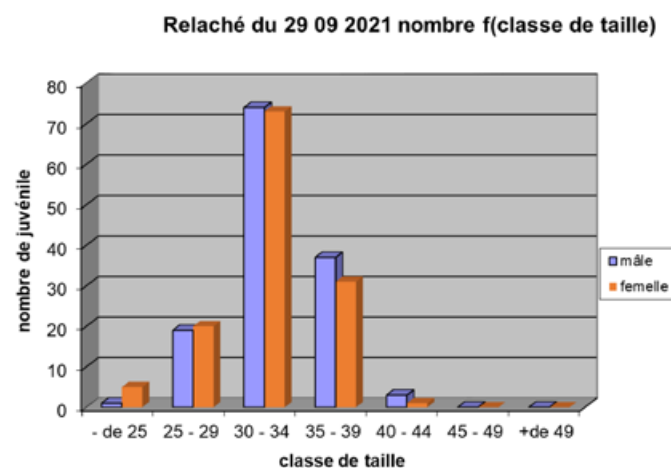


Figure 15

3.3 Inventaires et génétique des populations en Allemagne

Dans le Pfälzerwald, les partenaires de l'université RPTU Kaiserslautern-Landau ont effectué des recherches sur les écrevisses des torrents, afin de vérifier l'état des populations dans les rivières du Palatinat et d'actualiser nos connaissances sur les relations entre les populations de cette espèce fragile. Des prospections nocturnes et l'installation de pièges ont été réalisées dans tous les cours d'eau où des populations avaient été signalées dans le passé. En outre, des analyses environnementales de l'ADN (SCHRIMPF & SCHULZ, 2013) ont été effectuées en utilisant l'amplification PCR en temps réel de l'ADN extrait de la filtration de l'eau des cours d'eau : malheureusement, aucune de ces méthodes n'a permis de détecter de populations reliques d'écrevisses des torrents dans la zone d'étude couverte par le programme INTERREG et correspondant à la partie allemande de la réserve de biosphère transfrontalière (Palatinat méridional). Par conséquent, aucune analyse génétique des populations n'a pu être réalisée dans la zone du projet.

Dans ce contexte de disparition d'*A. torrentium* dans le sud du Pfälzerwald, des échantillons génétiques d'autres populations ont été prélevés à l'extérieur de la réserve de biosphère dans la partie nord de la Rhénanie-Palatinat, afin d'identifier les populations qui pourraient être utilisées pour les projets de réintroduction ciblés par le programme INTERREG EAD. Un morceau de patte a été prélevé sur chaque individu des populations identifiées en vue d'une analyse génétique, et 75 échantillons ont été prélevés sur 11 populations provenant de 10 rivières. L'objectif de cette analyse était d'établir le degré de parenté entre les populations du nord du Land de Rhénanie-Palatinat et les dernières populations françaises, afin d'évaluer si des échanges d'individus entre la France et l'Allemagne étaient envisageables dans le cadre de futures opérations de réintroduction.

Pour le sud du Pfälzerwald, le seul échantillon disponible provient d'une Écrevisse des torrents retrouvée morte il y a plus de 10 ans dans une rivière où la dernière observation d'une écrevisse vivante remonte à 2011 (Schleich, pers. information). Enfin, les résultats de la caractérisation de l'haplotype présent dans les Vosges du Nord, déjà réalisée lors de la phase expérimentale du projet, ont été utilisés pour la comparaison avec les données allemandes.

Les résultats ont montré que les populations d'*A. torrentium* du nord de la Rhénanie-Palatinat sont génétiquement similaires au spécimen trouvé dans le Pfälzerwald il y a plusieurs années. Les données sont très limitées, mais comme cet haplotype (Ht1) est également l'haplotype le plus fréquent en Allemagne et le même qui a été observé en France, les populations devraient convenir comme populations donneuses. Des échanges transfrontaliers seront donc possibles dans les années à venir. Le même haplotype a déjà été détecté dans le bassin versant du Danube en Bavière (Schubart et Huber 2006) et dans le bassin versant de l'Elbe en Saxe (Petrušek *et al* 2016). Dans le ruisseau Kleinbornsbach, un haplotype différent (Ht3) a été détecté, ce qui indique une plus grande distance génétique. Dans le Langentalbach, outre l'haplotype Ht1, l'haplotype Ht3 et un troisième haplotype (Ht6) ont été détectés. Cela indique une plus grande variation génétique de la population. Toutefois, il convient de noter que la plupart des échantillons ont été prélevés à Langentalbach, ce qui augmente les chances de détecter un plus grand nombre d'haplotypes. L'haplotype Ht3 a déjà été trouvé dans l'Allgäu (Schubart et Huber 2006) et l'haplotype Ht6 n'a jamais été trouvé auparavant, ce qui

indique la présence d'un haplotype privé dans la population de Langentalbach.

Du point de vue de la génétique de conservation, la reproduction de la population du Langentalbach serait favorable en raison de la grande diversité génétique et de l'haplotype privé. Cependant, le Langentalbach est un très petit cours d'eau. Bien que la densité de la population ait été élevée à l'automne 2020 avec 0,77 à 4,31 individus/m² (Leschner 2021), l'état total de la population n'était pas très bon. Le ruisseau se trouve en dessous d'un étang de pêche à la ligne et pendant les mois chauds de l'été, il n'y avait pas beaucoup d'eau dans le ruisseau. Les écrevisses de pierre ont été prélevées dans le Konderbach, où une population saine couvre un long tronçon.

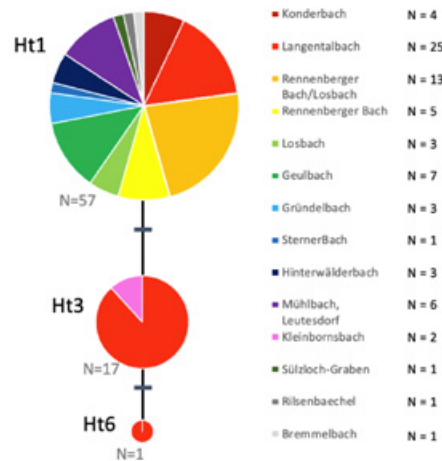


Figure 16 : réseau de jonction médian des haplotypes COI (350 pb) de 416 individus d'écrevisses des torrents. La taille des cercles est proportionnelle à la fréquence des haplotypes. Les lignes entre les cercles représentent un échange d'une paire de base.

Des analyses RCP en temps réel selon Vrällstad *et al* (2009) ont été effectuées pour vérifier la présence de l'oomycète *Aphanomyces astaci* qui est responsable de la peste de l'écrevisse, une maladie mortelle qui a causé la perte de la plupart des populations d'écrevisses indigènes dans toute l'Allemagne. Nous avons analysé des écrevisses signal (*Pacifastacus leniusculus*) et des échantillons d'eau pour détecter la présence d'ADN d'*A. astaci*.

Heureusement, aucun ADN de peste d'écrevisse n'a pu être détecté sur les écrevisses signal de la Wieslauter et aucun ADN de peste d'écrevisse n'a pu être détecté dans les échantillons d'eau de Horbach et Salzbach, des sites de réintroduction possibles qui se jettent dans la Wieslauter. Cependant, il est toujours possible que d'autres espèces invasives colonisent le système de la Wieslauter et apportent le pathogène de la peste de l'écrevisse. La Wieslauter se jette dans le Rhin, où *F. limosus* et *F. immunitus* (Schrimpf *et al* 2013) sont également largement répandus.

3.4 Méthodes de reproduction en Allemagne

Du côté allemand de la RBT, des études préalables d'estimation de l'abondance de la population ont été menées afin de s'assurer que la survie des populations des sites donneurs ne serait pas affectée par la méthode de capture par enlèvement. Suite à ces analyses, deux sites sources ont été choisis pour capturer des adultes en vue de leur élevage.

Par rapport à la France, une stratégie d'élevage différente a été testée :

42 géniteurs (14 mâles et 28 femelles) ont été capturés le 4 octobre 2021, et relâchés dans un étang alimenté par une source (figure 17), afin qu'ils puissent s'accoupler sans autre manipulation. Le même nombre d'écrevisses des torrents adultes a été collecté l'année suivante, le 3 octobre 2022, et relâché dans le même étang. La température de l'eau du ruisseau source et de l'étang a été mesurée toutes les heures afin de collecter les informations nécessaires à la sélection des ruisseaux de repeuplement et à l'éclosion ultérieure des œufs dans la ferme aquacole.

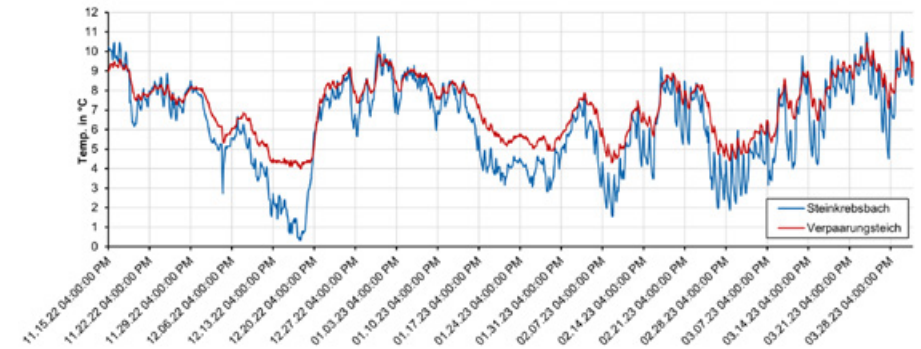


Figure 17 : l'étang a été lentement vidangé ce qui a pour effet de faire sortir les écrevisses des torrents de leurs cachettes. L'éleveur d'écrevisses Helmut Jeske cherche à repérer les écrevisses.

L'étang a ensuite été vidé le 14 mars 2022 et à nouveau un an plus tard, le 1er avril 2023, pour récupérer les femelles portant des œufs. Plus de 900 œufs (en 2022) et plus de 450 œufs en 2023 ont été soigneusement collectés (figure 18) et placés dans des conteneurs en plastique (figure 19) pour le transport vers l'écloserie d'Oeversee, dans le nord de l'Allemagne. Pendant le transport, les œufs ont été refroidis. Dans la ferme aquacole, les conteneurs ont été transférés dans deux incubateurs automatiques différents afin d'optimiser l'incubation et d'oxygéner tous les œufs. L'un des incubateurs avait une température plus basse et l'autre une température plus élevée afin de déterminer la stratégie la plus efficace pour l'avenir.



Figure 18 : un forceps a été utilisé pour retirer avec précaution les œufs des femelles. Tous les œufs prélevés sur chaque femelle ont été comptés.

Figure 19 : les œufs ont été transférés dans de petits conteneurs pour le transport vers l'écluse. Tous les œufs d'une même femelle ont été stockés dans un seul conteneur.



Le réglage de la température plus basse a échoué et tous les œufs de cet incubateur ont été perdus, mais 200 juvéniles ont éclos dans le deuxième incubateur à partir du début du mois de mai. En août, les petites écrevisses ont été réintroduites dans un petit étang de l'écluse d'Oeversee afin de terminer leur croissance à l'abri des prédateurs, avant d'être relâchées à l'automne.

3.5 L'identification des ruisseaux favorables et les relâchés

Des sites potentiellement favorables à la réintroduction ont été identifiés des deux côtés de la frontière en croisant l'ensemble des données SIG disponibles. Il s'agit de ruisseaux forestiers de tête de bassin sans écrevisses exogènes, à forte puissance spécifique et présentant une ripisylve développée.

En France

Comme indiqué précédemment, trois ruisseaux ont déjà été identifiés comme favorables et ont fait l'objet de lâchés d'écrevisses des torrents dans le cadre de la phase expérimentale entre 2017 et 2019, il s'agit des sites 1, 2 et 3.

Cependant, l'équipe de projet a rencontré quelques difficultés à identifier des cours d'eau complémentaires dans les limites géographiques du territoire classé en PNR : plusieurs têtes de bassin abritant des ruisseaux de qualité ont été prospectées, mais ceux-ci présentaient des conditions d'assecs prolongées lors des étés chauds (cas de l'été 2020) ou étaient trop faiblement minéralisés (alimentation par un substrat gréseux acides).

En 2021 enfin, 2 cours d'eau adaptés ont été identifiés (site 4 et 5) grâce à un protocole d'état des lieux « amélioré » au regard de la phase expérimentale 2017-2020. La première étape a consisté à appliquer sur les deux sites repérés la méthode IAM (indice d'attractivité morphodynamique) et la méthode ISCA (indice spécifique de capacité astacicole). Ces

analyses ont permis de montrer un potentiel d'accueil pour les écrevisses sur les deux sites mais la station 5 présente des résultats IAM en dessous de 50% et paraît moins favorable à ce stade.



Figure 20

Le résultat est sans appel, la note de qualité globale du ruisseau 4 est de 16/20 (29 taxons – groupe faunistique indicateur : Odontoceridae) et celle du ruisseau 5 de 6/20 (14 taxons – groupe faunistique indicateur : Baetidae).

Le site 5 a donc été écarté au stade de l'analyse hydrobiologique et seul le site 4 a fait l'objet d'analyses physico-chimiques de contrôle en fin de parcours de diagnostic. Le site 4 présentant une bonne qualité d'eau et un fort potentiel d'accueil pour les écrevisses, une réintroduction de 265 juvéniles d'Écrevisse des torrents y a été menée en septembre 2022 (figure 20).

Le ruisseau 3 a également fait l'objet d'un relâché de juvéniles au cours du programme EAD en 2021 (260 individus).

Les deux années d'élevage financée par le programme INTERREG EAD ont donc au total permis de produire 525 individus au sein des installations de l'aquarium de Besançon.

En Allemagne

Dans le Pfälzerwald, la recherche de cours d'eau favorables a également été très compliquée car les espèces invasives d'écrevisses américaines sont très répandues (CHUCHOLL & SCHRIMPF, 2015).

Les meilleurs cours d'eau pour une réintroduction ont été identifiés : le système Wartenbach, le système Wieslauter, le système Kaltenbach et le système Horbach. Finalement, le site de la Wieslauter a été choisi pour effectuer les premiers tests d'introduction de l'Écrevisse des torrents en particulier car il semble indemne d'écrevisse signal.

Bien que le Salzbach semble être un peu moins adapté que certains autres petits



Figure 21 : exemple de secteur potentiellement favorable sur la rivière Saltzbach.

ruisseaux expertisés au regard de l'ensemble des paramètres d'habitat analysés (Leschner 2021), le fait qu'aucune autre écrevisse exotique envahissante, y compris l'écrevisse signal, n'ait été détectée dans le Saltzbach (par piégeage, observation nocturne et analyse de l'ADN électronique), est un élément extrêmement favorable qui devra être pris en considération dans les futures opérations de relâchés de juvéniles. Ce site (figure 21) pourrait finalement être un choix raisonnable car il y subsiste des tronçons et des tributaires qui offre d'assez bonnes conditions d'habitat (cachettes au niveau des berges, blocs de pierre de différentes tailles dans le lit mineur...).

Malheureusement, les méthodes d'élevage mises en œuvre en Allemagne au cours du programme n'ont pas permis de produire suffisamment de juvéniles pour permettre une véritable opération de réintroduction entre 2020 et 2023 : seuls 4 juvéniles ont été retrouvés vivants lors de la vidange automnale de l'étang expérimental en octobre 2022.

D'autres expériences d'élevage seront nécessaires au-delà du programme INTERREG EAD pour valider la méthode testée pour la première fois dans le cadre de ce projet. Il faudra identifier la cause de la mortalité des juvéniles dans l'étang (prédation ?) et adapter le processus d'élevage soit en relâchant les juvéniles plus tôt dans la rivière, soit en faisant grandir les juvéniles plus longtemps en aquarium avant de les relâcher à une taille plus favorable à leur survie dans la nature.

3.6 Suivi des populations réintroduites

Tous les sites de réintroduction ont été suivis 2 à 3 fois par an (au printemps et en automne) afin de vérifier que les individus relâchés étaient toujours en vie, prouver la reproduction, suivre le développement des juvéniles et documenter leur éventuelle dispersion. Deux méthodes ont été employées pour suivre les nouvelles populations : des prospections nocturnes et la relève diurne de gîtes artificiels. Pour garantir l'homogénéité des résultats des deux côtes de la RBT, un protocole de suivi bilingue a été élaboré.

Le suivi le plus informatif à long terme demeure le contrôle des gîtes artificiels qui restent en place en permanence dans le ruisseau. Il permet la manipulation facile des animaux et de vérifier la présence annuelle de femelles grainées signe d'une population dynamique. Le protocole qui a été défini pour ce suivi par vérification de gîtes artificiels précise notamment la méthode de désinfection du matériel, les modalités de pose et de contrôle des gîtes artificiels, les périodes favorables et la manière de saisir les données. Dans une population établie, ce protocole devrait permettre de calculer un potentiel d'occupation au regard du nombre de cavités disponibles. Les suivis doivent être effectués à partir du mois d'avril jusqu'au mois d'octobre (période d'activité de l'espèce). Si les conditions le permettent (notamment les conditions hydrologiques) nous réalisons trois passages par site, avec un intervalle d'un mois entre chaque suivi. Des prospections nocturnes réalisées à l'aide de lampe torche puissante permettent de recueillir des informations complémentaires. Ces passages sont réalisés préférentiellement en fin d'été et début d'automne pour essayer de détecter la présence de juvéniles, qui n'utilisent pas encore les gîtes artificiels, et d'apprécier le linéaire colonisé par les animaux au fil du temps.

Les suivis développés dans le cadre de l'INTERREG EAD seront pertinents à moyen et long terme. L'article fait état des tous premiers constats qu'il faudra nécessairement ajuster dès lors que nous aurons le recul nécessaire et de plus amples jeux de données.

Premières observations réalisées dans le cadre des suivis post-introduction dans les Vosges du Nord :

Dans le premier ruisseau dans lequel ont été relâchés des adultes lors de la phase expérimentale du projet en 2018 et 2020 (Ruisseau 1), une seule écrevisse a été observée lors des contrôles de 2021, et aucune lors des trois passages effectués en 2022. Des observations ultérieures et une analyse plus approfondie du milieu seront donc nécessaires pour évaluer pourquoi la réintroduction semble ne pas avoir fonctionné.

Dans le Ruisseau 2, en revanche, les choses se présentent bien mieux. Deux individus adultes ont contrôlés dans les gîtes artificiels le 2 septembre 2021 et une quinzaine d'écrevisses de différentes classes de taille ont été observées lors d'un passage nocturne en 23 septembre. L'année suivante, de nombreux gîtes ont été ensevelis par une violente crue printanière et ont dû être remplacés mais un relevé des gîtes réalisé après la période des accouplements, en novembre 2022, a permis l'observation d'une femelle grainée (figure 22). La population semble se reproduire et se développer progressivement.

En ce qui concerne les réintroductions de juvéniles dans les ruisseaux 3 et 4, il est encore trop tôt pour évaluer ces opérations.



Figure 22

Au niveau du ruisseau 3, des passages nocturnes réalisés en octobre 2022 (soit un an après la réintroduction) ont permis l'observation de plusieurs individus de 50 à 60 mm (jusqu'à 5 individus en simultané essentiellement des mâles). Les individus se sont bien développés (doublement de la taille) et certains pourraient être reproducteurs dès 2023. Il sera nécessaire de continuer à monitorer cette population pour évaluer l'efficacité réelle de la réintroduction sur le long terme.

Enfin le ruisseau 4 a bénéficié de deux passages de contrôle quelques jours et semaines après l'introduction des juvéniles, soit le 12 octobre et le 10 novembre 2022. Lors de ces inventaires nocturnes (figure 23), très peu d'individus ont été finalement observés (3 au maximum). La saison estivale 2023 devrait nous apporter de premiers éléments concernant l'évolution de cette population.

Des pièges photo ont été également posés afin de surveiller les sites de réintroduction et observer d'éventuels dérangements. Au terme des deux premières années de suivi par vidéo, aucune activité humaine problématique n'a été détectée. On note cependant une présence

régulière de prédateurs comme le héron cendré et la cigogne noire, et des images attestent de la capture et de la consommation d'Écrevisse des torrents par ces deux espèces.

3.7 Arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB)

Le bureau d'étude SCIMABIO a été missionné à l'automne 2021 par la DREAL afin d'élaborer des dossiers scientifiques permettant de lancer la procédure visant au classement en **Arrêtés préfectoraux de protection de biotope** de trois ruisseaux des Vosges du Nord. Il s'agit des deux cours d'eau sources bas-rhinois qui ont permis de fournir les géniteurs dans le cadre du projet INTERREG EAD et du ruisseau 2 où les opérations de translocation d'adultes ont permis le développement d'une petite population reproductrice.

Ces documents, finalisés juin 2022, décrivent les enjeux de protection de cette espèce, proposent un périmètre en travail qui sera discuté avec les acteurs locaux au cours de l'année 2023 et un projet de règlement. Au-delà de l'Écrevisse des torrents, ce dossier présente également les autres enjeux écologiques identifiés dans les secteurs concernés. L'animation de la concertation avec les usagers et les riverains est menée par les services de la direction départementale des territoires du Bas-Rhin et de Moselle. Les premières réunions d'information des conseils municipaux ont été organisées en septembre 2022. Un premier

projet de rédaction d'APB est en cours de consultation en Moselle et devrait aboutir à la mise en protection d'une partie du bassin versant du ruisseau 2 avant la fin de l'année 2023.

3.8 Les principaux enseignements de cette deuxième phase

Le programme INTERREG EAD a indéniablement permis de progresser en matière de conservation de l'Écrevisse des torrents et de poser les bases d'un partenariat transfrontalier qui permettra certainement de mener de nouvelles actions en faveur de cette espèce au sein de la réserve de biosphère transfrontière Vosges du Nord-Palatinat dans les années à venir.

Nous pouvons retenir les avancées notables suivantes :

- Des adaptations techniques ont été apportées aux modalités d'élevage, elles ont permis d'améliorer significativement les résultats de production de juvéniles d'Écrevisse des torrents en aquarium. Plus de 500 juvéniles ont été élevés en milieu contrôlé jusqu'à une taille égale ou supérieure à 30 mm et ont été réintroduits avec succès dans deux petits ruisseaux des Vosges du Nord.
- Des premiers tests d'incubation d'œufs d'Écrevisse des torrents en couveuse automatique ont été menés en Allemagne en 2022 et en 2023. Les premiers résultats sont très encourageants, la moitié des œufs ont pu éclore dès la première année. Ce résultat permet d'offrir de nouvelles perspectives en matière d'élevage et de conservation de l'espèce.
- Une méthode de diagnostic permettant d'évaluer le potentiel d'accueil d'un ruisseau au regard des besoins écologiques de l'Écrevisse des torrents a été stabilisée. Il s'agit d'un processus itératif permettant d'affiner l'état de conservation des habitats aquatiques présents dans un ruisseau par des analyses successives et complémentaires permettant d'évaluer : la qualité des habitats aquatiques (morphologie du lit), la qualité du peuplement piscicole, la qualité des biocénoses d'invertébrés aquatiques et enfin la qualité de l'eau. Le projet a également permis d'identifier deux cours d'eau potentiellement favorables à de futures opérations de réintroduction en dehors du périmètre de la RBT.
- Les inventaires de terrain et les analyses faites en laboratoire à partir de l'ADN environnemental collecté dans les ruisseaux du Sud Palatinat semblent malheureusement confirmer que l'Écrevisse des torrents n'est aujourd'hui plus présente dans la partie allemande de la réserve de biosphère transfrontière Vosges du Nord-Palatinat. Sa disparition est corrélée à une progression fulgurante de l'écrevisse du Pacifique dans les petits ruisseaux de tête de bassin. De plus, des analyses menées de part et d'autre de la frontière par l'université de Coblence-Landau et l'office français de la biodiversité attestent de la présence d'*aphanomyces astaci* (champignon responsable de la maladie de la peste de l'écrevisse) dans plusieurs populations d'écrevisses du Pacifique se développant dans les bassins versants concernés par les dernières populations d'Écrevisse des torrents.
- Les premiers résultats des suivis indiquent que la translocation d'adultes, est un moyen efficace et peu coûteux de réintroduction. L'expérience acquise localement permet de formaliser de premiers conseils aux futurs opérateurs européens qui

souhaiterait se lancer dans un programme de repeuplement afin de sauvegarder l'Écrevisse des torrents. En effet, pour s'assurer des meilleures chances de réussite, il est important de :

- Analyser scrupuleusement le milieu récepteur (morphologie, peuplement piscicole, hydrobiologie, physico-chimie...), identifier les usages locaux potentiellement facteurs de risques (pêche, pompage agricole, travaux forestiers, ...) et les sources potentielles de pollution (déversoir d'orage, fossé ou ruissèlements agricoles...)
- Ménager les populations sources par des prélèvements mesurés et tournants sur plusieurs sites si disponibles,
- Limiter les manipulations et le piétinement des lits de rivière abritant les populations donneuses en utilisant une capture passive à l'aide de gîtes artificiels. Ceux-ci doivent être suffisamment lourds et repérables pour les récupérer facilement et éviter au maximum leur dérive,
- Veiller scrupuleusement à la désinfection du matériel et des bottes avant toute intervention dans un ruisseau source ou un site de réintroduction,
- Evaluer a priori le rapport surface toujours en eau et densité des espèces aquatiques potentiellement prédatrices sur les ruisseaux candidats à la réintroduction (afin d'éviter la promiscuité proies/prédateurs dans les gouilles lors des étiages sévères). Un ou deux passages de nuit en période d'étiage permet de se faire une bonne idée de la situation,
- Privilégier des introductions successives au printemps (avril à mai), sur une période de 2 à 3 ans, avec des groupes de femelles grainées de 30 individus à minima. D'introduire deux fois moins de mâles que de femelles au démarrage (limiter le cannibalisme) et idéalement de n'introduire que les mâles adultes au début du mois d'octobre suivant la première introduction de femelles,
- Réaliser la translocation aux heures fraîches de la journée en transportant les écrevisses dans des glacières avec peu d'eau et un dispositif de réfrigération pour les déplacements longs ;
- Veiller au maintien d'une ripisylve la plus dense et impénétrable possible en bordure des ruisseaux choisis,

Conclusion

Alors que le programme INTERREG « espèces animales en danger dans la réserve de biosphère transfrontière Vosges du Nord – Pfalzerwald » se termine, les acteurs de la préservation de l'Écrevisse des torrents du Rhin supérieur réfléchissent déjà à la suite des actions à mener dans les prochaines années afin de pouvoir optimiser les futures opérations d'élevage et d'introduction d'Écrevisse des torrents. Il apparaît notamment nécessaire d'approfondir nos connaissances sur la flore microbienne symbiotique de l'espèce par des travaux de recherche menée par des équipes universitaires pluridisciplinaires, de poursuivre les tests d'élevage et de grossissement des juvéniles en bassin extérieur et de permettre des échanges de géniteurs entre le France et l'Allemagne afin de limiter les

prélèvements sur les dernières populations sauvages de la réserve de biosphère, et enfin de diversifier les provenances génétiques afin d'augmenter la résilience des populations introduites.

Bibliographie

ANDRE M. & LAMY E. (1935). Les écrevisses de France. Paris, 89 Pages

ALDERMAN, D. J. (1996). Geographical spread of bacterial and fungal diseases of crustaceans. Revue scientifique et technique (*International Office of Epizootics*), 15(2), 603-632

CERENIUS, L., K. SÖDERHÄLL, M. PERSSON ET R. AJAXON. (1988). The crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* - diagnosis, isolation, and pathology. In: Goeldlin de Tiefenau, P. (ed.), *Freshwater Crayfish VII, Papers from the Seventh International Symposium of Astacology*. Musée Zoologique Cantonal, Lausanne, pp. 131-144

CHUCHOLL, C., DEHUS, P. (2011). Flusskrebse in Baden-Württemberg. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (ed.), Langenargen.

CHUCHOLL, C. & SCHRIMPF, A. (2015). The decline of endangered stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in southern Germany is related to the spread of invasive alien species and land-use change. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(1), 44-56

COLLAS, M., JULIEN, C., & Pêche et de la Pisciculture, (386), 1-38.

COLLAS, M. (2012a). La gestion des écrevisses exotiques envahissantes dans le département des Vosges. *Sciences Eaux Territoires*, 1, 46-49.

COLLAS, M. (2012b). Les Ecrevisses. In MULLER Y. (coord.)—La biodiversité (faune, flore, fonge) de la réserve de la MONNIER, D. (2007). La situation des écrevisses en France résultats des enquêtes nationales réalisées entre 1977 et 2006 par le conseil supérieur de la pêche. *Bulletin Français de la biosphère des Vosges du Nord: État des connaissances et évolution au cours des dernières décennies* (Ciconia, Vol. 36, pp. 129-132).

COLLAS, M. (2020). Ecrevisses exotiques en France: Le rythme des introductions en milieu naturel s'accélère. *Courrier de La Nature*, 324, 24-31.

FRANCKHAUSER R., MACHINO Y. (2001). L'écrevisse de torrents (*Austropotamobius torrentium*) en France. *L'Astaciculteur de France*, 68, 2-5.

FÜREDER, L., SOUTY-GROSSET, C. (2005). European native crayfish in relation to land-use and habitat deterioration, with a special focus on *Austropotamobius torrentium*. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 376-377, 487-845.

FÜREDER, L., GHERARDI, F. & SOUTY-GROSSET, C. (2010). *Austropotamobius torrentium* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T2431A121724677. Accessed on 06 December 2022.

GRANDJEAN E., 2012. [Genetic assessment of indigenous crayfish populations in Haute-Savoie]. Report for Fédération de pêche de la Haute-Savoie

HORNIER E., COLLAS M., CLAUSS T., STORCK F., ANDRE S., HIESIGER P. (2002). L'écrevisse de torrent est toujours présente en Alsace – *L'astaciculteur de France* N°73, p. 6-10

HUBER M.G.J., SCHUBART C.D. (2005). Distribution and reproductive biology of *Austropotamobius torrentium* in Bavaria and documentation of a contact zone with the alien crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 376, 377, 759-776.

HOLDICH D.M., REYNOLDS J.D., SOUTY-GROSSET C. & SIBLEY P.J. (2009). A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*: 394-395, 11. <http://www.kmae-journal.org>

KOUBA, A., PETRUSEK, A., KOZÁK, P. (2014). Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 413, 5.

KOUBA, A., PETRUSEK, A., KOZÁK, P. (2015). Crayfish species in Europe. In: Kozák, P *et al. Crayfish Biology and Culture*. Faculty of Fisheries and Protection of Waters, University of South Bohemia in České ˇ Budejovice, ˇ Vodňany, ˇ pp. 81–164.

LESCHNER M. (2020). Entwicklung eines Konzepts zum Schutz von *Austropotamobius torrentium* im Biosphärenreservat Nordvogesen-Pfälzerwald. Unveröffentlichte Masterarbeit im Studiengang Umweltwissenschaften mit der Profillinie Landnutzung und Naturschutz an der Albert-Ludwig-Universität Freiburg. Abgabetermin: 15.03.2021, 137 S.

MAGNIER, J., & PETIT, K. (2016). L'enquête nationale sur les écrevisses. *Office international de l'eau, note technique*, 1-21.

MANENTI, R., GHIA, D., FEA, G., FICETOLA, G., PADOA-SCHIOPPA, E., & CANEDOLI, C. (2018). Causes and consequences of crayfish extinction: Stream connectivity, habitat changes, alien species and ecosystem services. *Freshwater Biology*, 64(2), 284-293.

NYLUND, V., & WESTMAN, K. (1992). Crayfish diseases and their control in Finland. *Finnish Fisheries Research*, 14, 107-118.

OIDTMANN, B., CERENIUS, L., SCHMID, I., HOFFMANN, R., & SÖDERHÄLL, K. (1999). Crayfish plague epizootics in Germany--classification of two German isolates of the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* by random amplification of polymorphic DNA. *Diseases of Aquatic Organisms*, 35(3), 235-238.

OIDTMANN, BIRGIT & HEITZ, ELKE & ROGERS, DAVID & HOFFMANN, RUDOLF. (2002). Transmission of crayfish plague. *Diseases of aquatic organisms*. 52. 159-67. 10.3354/dao052159.

OIDTMANN, B., M. THRUSH, D. ROGERS AND E. PEELER. (2005). Pathways for transmission of crayfish plague, *Aphanomyces astaci*, in England and Wales. *Conference presentation at meeting of the Society of Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine (SVEPM)* in Nairn, Inverness, Scotland, UK.

PÂRVULESCU, L., O. PACIOGLU, ET C. HAMCHEVICI. (2011). The assessment of the habitat and water quality requirements of the stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) and noble crayfish (*Astacus astacus*) species in the rivers from the Anina Mountains (SW Romania). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401, 03.

PÖCKL, M., & STREISSL, F. (2005). *Austropotamobius torrentium* as an indicator for habitat quality in running waters? BFPP - *Bulletin Français de La Pêche et de La Protection Des Milieux Aquatiques*, 376-377 SPEC. ISS., 743–758.

RACHOR, E. (Bearb.) (1998): Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. – In: BUNDES-AMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Bonn (Bundesamt für Naturschutz). – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 290-300

REYNOLDS, J. D. (1988). Crayfish extinctions and crayfish plague in central Ireland. *Biological conservation*, 45(4), 279-285.

SCHRIMPF, A. & SCHULZ, R. (2013). Environmental DNA – Etablierung einer Methode zum Krebspestnachweis aus Wasserproben, Teilprojekt Krebsanalysen und Gewässer in Rheinland-Pfalz. *Abschlussbericht an die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd*, Institut für Umweltwissenschaften, Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland.

SOUTY-GROSSET C., HOLDICH D.M., NOËL P.Y., REYNOLDS J.D. & HAFFNER P. (2006) Atlas of Crayfish in Europe. *Museum national d'Histoire naturelle*, Paris, 187p

SOUTY-GROSSET C. & REYNOLDS, J. D. (2009). Current ideas on methodological approaches in European crayfish conservation and restocking procedures. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (394-395), 01. STREISSL, F., & HÖDL, W. (2002). Habitat and shelter requirements of the stone crayfish, *Austropotamobius torrentium* Schrank. In *Hydrobiologia* (Vol. 477).

TAUGBØL, T., SKURDAL, J., & HÅSTEIN, T. (1993). Crayfish plague and management strategies in Norway. *Biological Conservation*, 63(1), 75–82.

TELEOS, Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, et Brigade départementale du Jura du Conseil Supérieur de la Pêche. (2004). Contribution à la recherche des causes de régression de l'écrevisse "Pieds Blancs" (*Austropotamobius pallipes*). Expérimentation dans le département du Jura de 2000 à 2003. Recherche des causes insidieuses d'extinction. Caractérisation des exigences habitationnelles minimales Mise au point d'un système expert.

VLACH, P., FISCHER, D., & HULEC, L. (2009). Microhabitat preferences

of the stone crayfish *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803). Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 394–395, 15. <https://doi.org/10.1051/kmae/2010008>

VRÅLSTAD T., KNUITSEN A.K., TENGS T., HOLST-JENSEN A. (2009). A quantitative TaqMan® MGB real-time polymerase chain reaction based assay for detection of the causative agent of crayfish plague (*Aphanomyces astaci*). Vet. Microbiol. 137 (1–2), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.12.022>.

SCHRIMPF A., CHUCHOLL C., SCHMIDT T., SCHULZ R. (2013b). Crayfish plague agent detected in populations of the invasive North American crayfish *Orconectes immunis* (Hagen, 1870) in the Rhine River, Germany. Aquatic Invasions 8(1): 103–109, <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2013.8.1.12>

Evaluierung der Programme zum Schutz des Steinkrebse 2017-2023 im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Nordvogesen-Pfälzerwald

Michael BEJEAN (1), Sébastien MORELLE (2),
Flavia SCOCCA (2), Anne SHRIMPF (3)

(1) CITADELLE de Besançon – Muséum d'histoire naturelle, 2 rue Mégevand, 25034 Besançon cedex

(2) SYCOPARC des Vosges du Nord, 21 Rue du Château, 67290 La Petite-Pierre

(3) Universität de Koblenz-Landau

Zusammenfassung :

Der Steinkrebs ist derzeit im Biosphärenreservat Nordvogesen gefährdet. Im Jahr 2017 beherbergte der französische Teil dieses Schutzgebiets nur noch zwei kleine einheimische Populationen und die Situation der Art im Pfälzerwald war nicht eindeutig geklärt.

Dieser Artikel zieht eine Bilanz der sechsjährigen Arbeit, die von einem Kollektiv von Akteuren durchgeführt wurde, um die Rettung der Art im grenzüberschreitenden Gebiet zu ermöglichen.

Von 2017 bis 2020 führten der PNR Nordvogesen und seine lokalen Partner ein erstes Versuchsprogramm durch, mit dem die Aufzucht dieser Art in kontrollierter Umgebung getestet und erste Maßnahmen zur Ansiedlung der Art in Bächen mit gutem ökologischem Zustand im Gebiet durchgeführt werden konnten.

Dank der Erkenntnisse aus dieser ersten Phase haben wir ein zweites Aktionsprogramm zugunsten der Steinkrebse identifiziert und wollten ihm eine notwendige grenzüberschreitende Dimension verleihen. Mit Hilfe der deutschen Universität Koblenz-Landau und des Syndicat des Eaux et d'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA) wurde ein neuer Fahrplan für den Zeitraum 2020-2023 erstellt und in ein multipartnerschaftliches INTERREG-Projekt integriert, das sich speziell den gefährdeten Tierarten innerhalb des grenzüberschreitenden Biosphärenreservats widmet. Die von den Experten beider Länder durchgeführten Arbeiten haben es ermöglicht: die aktuelle Verbreitung der Art innerhalb des deutschen Gebiets des Biosphärenreservats besser zu kennen und die betroffenen Haplotypen zu identifizieren, den Erhaltungszustand des Steinkrebse durch die Fortsetzung der Wiederansiedlungsmaßnahmen beiderseits der Grenze zu verbessern und den gesetzlichen Schutz der noch günstigen Bäche zu initiieren.

Mots-clés : Steinkrebs, Aquarium, Zucht, Jungtiere, Laichtiere, künstliche Brutstätten, Wiederansiedlung, Genetik, Krebspest

Abstract:

Stone crayfish are currently endangered in the Vosges du Nord biosphere reserve. In 2017, the French part of this protected area was home to only two small native populations, and the status of the species in the Palatine Forest was unclear.

This section looks back over six years of work conducted by a group of stakeholders to safeguard the species in the cross-border area.

From 2017 to 2020, the Vosges du Nord Regional Nature Park and its local partners conducted an initial experimental programme to test the rearing of this species in a controlled environment and to carry out the first steps in introducing the species into streams in good ecological condition in the region.

Drawing on the lessons learned from this first phase, we identified a second programme of initiatives to help stone crayfish and wanted to give it the necessary cross-border focus. With the help of the German University of Koblenz and Landau and the Syndicat des Eaux et d'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA), a new action plan has been drawn up for the period 2020-2023 and has been incorporated into a multi-partner INTERREG-Project specifically dedicated to endangered animal species in the cross-border biosphere reserve (EAD - distance learning). The work carried out by experts from both countries has made it possible to gain a better understanding of the current distribution of the species within the German part of the biosphere reserve and to identify the haplotypes concerned, to improve the conservation status of stone crayfish by pursuing reintroduction initiatives on both sides of the border, and to initiate regulatory protection of streams that remain suitable.

Key words: Stone crayfish, aquarium, rearing, juveniles, broodstock, artificial shelters, reintroduction, genetics, aphanomycosis

1. Einführung

1.1 Flusskrebse in Frankreich

Flusskrebse sind Krustentiere, die im Süßwasser leben, insbesondere in Flüssen, Kanälen und stehenden Gewässern. Etwa 600 Arten sind weltweit erfasst, in Frankreich sind aktuell 13 verzeichnet, davon drei einheimische und zehn exotische Arten, die absichtlich oder unabsichtlich vom Menschen eingeführt worden sind.

Die auf französischem Staatsgebiet vorhandenen Flusskrebse wurden im Zuge mehrerer nationaler Untersuchungen gelistet. Die älteste wurde 1977 vom Oberen Fischereirat / Conseil Supérieur de la Pêche (COLLAS *et al.*, 2007) durchgeführt und die jüngste 2016 vom Nationalen Büro für Wasser und aquatische Lebensräume / Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (MAGNIER & PETIT, 2016). Die aufeinanderfolgenden Ergebnisse zeigen zwei deutlich ausgeprägte Tendenzen: den Rückgang und das Seltener-Werden der einheimischen Flusskrebse einerseits und die konstante Zunahme der eingeführten exotischen Flusskrebse andererseits.

Die verschiedenen Arten, die aktuell in den Flüssen und Seen der Nordvogesen beobachtet werden, sind nachstehend aufgelistet (COLLAS, 2012b):

Einheimische Arten :

- Dohlenkrebs (*Austropotamobius pallipes*)
- Edelkrebs oder Europäischer Flusskrebs (*Astacus astacus*)
- Steinkrebs oder Bachkrebs (*Austropotamobius torrentium*)

Nicht einheimische Arten :

- Dohlenkrebs (*Faxonius limosus*),
- Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*),
- Galizischer Sumpfkrebs (*Astacus leptodactylus*)
- Kalikokrebs (*Orconectes immunis*).

In Deutschland sind dieselben Flusskrebsarten vertreten. *Austropotamobius pallipes* ist vom Aussterben bedroht und nur in Süddeutschland verbreitet. In Rheinland-Pfalz (RLP) ist der Edelkrebs ansässig, aber meist in getrennten Teichen. Gemäß der Roten Liste von RLP ist sein Status „vom Aussterben bedroht“ (LUWG 2006). Der Steinkrebs ist in manchen Oberläufen von Bächen vertreten. Sein Status in der Roten Liste ist „gefährdet“ (LUWG 2006). In allen größeren Flüssen und Bächen in RLP sind die drei amerikanischen Flusskrebsarten, die auch in Frankreich existieren, verbreitet. Außerdem sind in RLP der Marmorkrebs (*Procambarus viriginialis*) und der Kamberkrebs (*Orconectes limosus*) vorhanden (Schleich 2023). Zahlreiche amerikanische Flusskrebspopulationen wurden als Träger der Flusskrebspest identifiziert (z. B. Schrimpf und Schulz 2013, Schrimpf *et al.*, 2013).

1.2 Steinkrebs oder Bachkrebs, *Austropotamobius torrentium* (SCHRANK, 1803)

Der Steinkrebs ist die kleinste europäische Flusskrebsart (KOUBA *et al.*, 2015). Er ist vor allem in Mitteleuropa beheimatet und in 20 Ländern gemeldet (HOLDICH *et al.*, 2009; KOUBA *et al.*, 2014). In Frankreich im Moselbecken trifft die Art auf die westliche Grenze ihres Verbreitungsgebiets (COLLAS *et al.*, 2007).

Die Art lebt typischerweise in Bächen mit guter ökologischer Qualität, denn sie bevorzugt frische, klare, sauerstoffreiche Gewässer. Zudem ist sie sehr abhängig von aquatischen Mikro-Lebensräumen (Kieselsteine, Wurzelsysteme, untere Uferbereiche ...), die sie als Unterschlupf nutzt, um Fressfeinden zu entkommen und nicht abgetrieben zu werden. Sie ernährt sich von pflanzlichen Überresten und wirbellosen Benthonten (STREISSL & HÖDL, 2002 ; VLACH *et al.*, 2009). Die Paarung erfolgt zwischen den Monaten Oktober und November und läutet die 6 bis 7 Monate andauernde Fortpflanzungsperiode ein. Das Weibchen legt kurz nach der Begattung 20 bis 75 Eier und trägt sie unten am Abdomen, bis es je nach Wassertemperatur zwischen den Monaten Mai und Juni zum Schlupf kommt (Abbildung 1) (HUBER & SCHUBART, 2005).

Cycle thermique annuel pour la reproduction d'*Austropotamobius torrentium* en captivité au muséum de Besançon

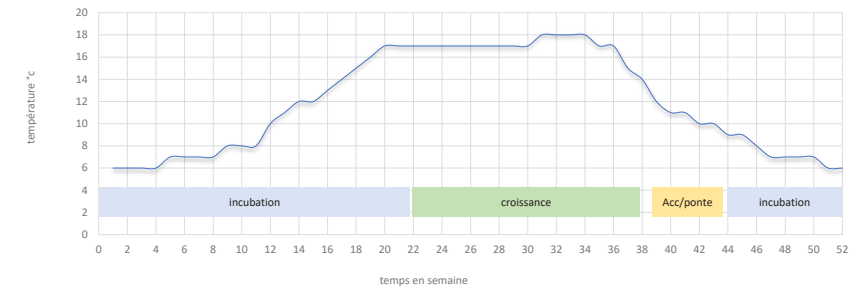


Abbildung 1

Der Steinkrebs wird nur auf dem Kontinent gesichtet, wo er nach wie vor sehr selten ist. Im Elsass wurde er zum ersten Mal unter dem Namen *Astacus longicornis* (LEREBOULLET, 1858) gemeldet und danach finden sich zwei weitere Erwähnungen, die elsässische Flüsse betreffen (ANDRE ET LAMY, 1935); diesen alten bibliografischen Daten zufolge war er auf den Märkten Straßburgs reichlich vertreten (COLLAS, 2007). Danach galt er im Laufe der letzten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts als aus der französischen Fauna verschwunden, bis er in Lothringen im Département Moselle (FRANCKHAUSER & MACHINO, 2001), dann im Elsass im Département Bas-Rhin (HORNIER *et al.*, 2002) wiederentdeckt wurde. Eine zweite Population wurde ein paar Jahr später im selben Département entdeckt (COLLAS in MULLER, 2012). Diese drei Populationen liegen im Gebiet des Regionalen Naturparks Nordvogesen und des grenzübergreifenden Biosphärenreservats. Eine vierte Population ist außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets der Art im Département Haute-Savoie gemeldet (SOUTY-GROSSET *et al.*, 2006). DNA-Analysen, die an dieser Population vorgenommen wurden, offenbarten die Präsenz eines in Kroatien beobachteten divergierenden Haplotyps, was eine Einführung aus diesem Land vermuten lässt (GRANDJEAN, 2012).

Steinkrebse reagieren auf die kleinsten Veränderungen ihres Lebensraumes sehr sensibel: sie gelten als Wächter der Wasserqualität und ihr Verschwinden stellt ein Alarmsignal für die restliche Fauna dar (SOUTY-GROSSET, 2009).

Diese Beeinträchtigungen der Lebensräume im Wasser wie eine Veränderung der Durchflussmenge, der Temperatur oder des Trübungsgrades werden durch verschiedene menschliche Aktivitäten hervorgerufen (Rodung der Auwälder, Begradigung von Bächen, Umwandlung von Grünland in Anbaufläche, zunehmende Intensivwirtschaft, Einsatz von Schadstoffen, Entsorgung von Abwässern ...), die seit Jahrzehnten betrieben werden (MANENTI *et al.*, 2018).

Zudem treten die immer zahlreicher werdenden exotischen Arten bei der Besetzung der Lebensräume und dem Zugang zu Nahrungsquellen in Konkurrenz zu den einheimischen Arten. Diese aus Nordamerika stammenden Arten schleppen verschiedene Pathologien ein; sie sind insbesondere gesunde Träger eines für die europäischen Arten stark pathogenen Pilzes (*Aphanomyces astaci* SCHIKORA), der gemeinhin als Flusskrebspest oder Aphanomycose bezeichnet wird. Dieser Pilz löst

Tierepidemien aus, die zur Auslöschung einer Population führen können (CERENIUS *et al.*, 1988). Die Aphanomycose wird durch die Verbreitung mobiler Sporentierchen übertragen, die außerhalb ihres Wirts mindestens 14 Tage im Wasser überleben können (OIDTMANN *et al.* 2005). Die Infektion kann übertragen werden durch Strömungen, Fischzuchtzubehör (Stiefel, Kescher, Eimer, Thermometer, Netze ...), Angelmaterial oder schlecht getrocknete Stützbehälter (REYNOLDS, 1988). Zudem bleibt der Pilz nach dem Passieren des Magen-Darm-Trakts von Fischen (Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss*, Karpfen *Cyprinus carpio*, Aal *Anguilla anguilla* und Barsch *Perca fluviatilis*), die die abdominale Cuticula des infizierten Flusskrebse mit der Nahrung aufgenommen haben, lebensfähig und für die Flusskrebse infektiös (OIDTMANN *et al.*, 2002).

Ab Ende des 19. Jahrhunderts wurden in ganz Europa zahlreiche Pestfälle beim Steinkrebs beobachtet (OIDTMANN *et al.*, 1999), die den Niedergang der Art in den meisten europäischen Ländern beschleunigten (FÜREDER & SOUTY-GROSSET, 2005; CHUCHOLL & DEHUS, 2011).

Momentan sind die Folgen des Klimawandels, also die Veränderung der Regenmenge und -verteilung und die wiederholten sommerlichen Hitzewellen, sowie die Entwicklung invasiver exotischer Flusskrebse (PÖCKL & STREISSL, 2005; COLLAS, 2020) die Hauptbedrohungen, die auf den letzten französischen Populationen lasten.

Der Steinkrebs erscheint in der weltweit geführten Roten Liste der Internationalen Union zur Bewahrung der Natur (IUCN), wo er als „Data Deficient“ klassifiziert ist. Es wird erkennbar, dass zusätzliche Forschungen und eine genaue quantitative Erfassung der beobachteten Rückgangsraten notwendig sind, bevor eine genaue Auswertung des Erhaltungszustands vorgenommen werden kann (FÜREDER *et al.*, 2010). Auf europäischer Ebene handelt es sich jedoch um eine stark gefährdete Art (STREISSL & HÖDL, 2002). In Frankreich ist *A. torrentium* die seltenste und empfindlichste einheimische Flusskrebseart und sie ist in der landesweiten roten Liste der Süßwasserkrustentiere als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft (MNHN & OFB, 2022). In Deutschland ist die Art in der Kategorie 2 als „stark gefährdet“ klassifiziert (RACHOR, 1998).

2. Das experimentelle Schutzprogramm 2017-2020

Bis 2015 wurde der Steinkrebs nur an 4 Standorten in Frankreich gesichtet, von denen 3 in Lothringen und im Elsass im Gebiet des Regionalen Naturparks Nordvogesen lagen.

Forschungen, die 2016 vor Ort vom Nationalen Büro für Wasser und aquatische Lebensräume durchgeführt wurden, zeigten einen Rückgang der Art durch das Verschwinden der einzigen Niederlassung in Lothringen zwischen 2015 und 2016, wohl durch die Folgen eines Aphanomycose-Ausbruchs (MAGNIER & PETIT, 2016).

Die letzten beiden verbleibenden Steinkrebspopulationen der Region Grand-Est waren fortan in zwei winzigen Bächen im Norden des Départements Bas-Rhin isoliert, umgeben von zahlreichen Gefahren (land- oder forstwirtschaftlicher Druck, Tierepidemie, Einführung oder Weiterentwicklung invasiver Arten ...).

Angesichts dieser dramatischen Bilanz begannen der Zweckverband des Regionalen Naturparks Nordvogesen und seine Partner aktiv nach Lösungen zu suchen, um den Schutz dieser für die Gegend typischen Art sicherzustellen. Aufgrund der Dringlichkeit der Lage (kritisches Niveau der Population) und auf Anraten des Französischen Büros für Artenvielfalt übernimmt der Sycopark 2017 die Leitung eines Programms zur Rettung des Steinkrebse, das zum Ziel hat, in günstigen Bächen neue Populationen anzusiedeln und die Erhaltungszucht zu meistern.

Dieses Programm entstand aus einer 2016 ins Leben gerufenen Arbeitsgruppe aus der DREAL Grand-Est, den Départementsdirektionen der Gebiete Moselle und Bas-Rhin, dem Französischen Büro für Artenvielfalt (*Office Français de la Biodiversité*, damals *Agence française de la biodiversité*), dem Naturschutzverbund Lothringen (*Conservatoire d'espace naturel de Lorraine*), der Wasserbehörde Rhein-Mosel (Agence de l'eau Rhin-Meuse) und dem Regionalen Naturpark Nordvogesen.

Es hatte zum Ziel, die Produktion von Jungtieren zu ermöglichen, um Einsetzaktionen in Bäche des Gebiets vorzunehmen, die in gutem ökologischem Zustand sind. Dafür war es notwendig, geringe Mengen von Tieren aus den beiden Quellbächen zu entnehmen und verschiedene Methoden zu testen, mit denen der komplette Fortpflanzungszyklus in Gefangenschaft unter Kontrolle gebracht werden kann. Im Vergleich zur Umsiedlung erwachsener Tiere weist die Zucht im Aquarium mehrere Vorteile auf. Durch sie kann nämlich in den ersten Entwicklungsstadien das Wachstum der Jungtiere (durch Regulierung der Temperatur und kontinuierliche Nahrungszufuhr) optimiert und der Einfluss von Fressfeinden beseitigt werden (wenn Kannibalismus unterbunden wird). Diese beiden Elemente sind besonders wichtig, wenn man anhand weniger Zuchttiere Aktionen zur Auswilderung von Jungtieren im natürlichen Lebensraum vornehmen will (denn wir beschränken die Entnahmen, um die kleinen Quellpopulationen nicht auszulaugen). Die Größe der Individuen zum Zeitpunkt des Auswilderns ist ein besonders wichtiger Faktor, der beträchtlich zum Erfolg der Wiedereinführung in den Oberlauf von Bächen beiträgt, wo von Natur aus zahlreiche kleine Raubtiere vorhanden sind (Groppen, junge Forellen, Larven der zweigestreiften Quelljungfer ...).

Die wichtigsten Schritte, die zum Projektbeginn bestimmt wurden, waren folgende:

- An mindestens einem der Quellstandorte Weibchen und Männchen einfangen und dabei die Auswirkungen dieses Eingriffs auf das Milieu möglichst gering halten;
- Eine Zuchtmethode entwickeln, bei der zahlreiche Jungtiere produziert werden, indem man sich auf die Erfahrung des Aquariums des Naturkundemuseums Besançon stützt, das sich bereits für Programme für den Erhalt Europäischer Flusskrebse seit 1998 und Galizischer Sumpfkrebse (einer den Steinkrebse ähnlichen Art) seit 2008 engagiert;
- Genanalysen der beiden in den Nordvogesen vorhandenen Populationen durchführen;
- Das Vorhanden-/Nichtvorhandensein eventueller Krankheiten an beiden Standorten und in den Bächen der Umgebung überprüfen;

- Durch Erkundung und Analysen der Hauptelemente des Milieus potenzielle Standorte zur Wiedereingliederung bestimmen;
- Steinkrebs-Jungtiere aus der Zucht zurück in den natürlichen Lebensraum setzen;
- Die Entwicklung der ausgewilderten Populationen weiterverfolgen.

2.1 Die Fangaktionen

An eiertragende Steinkrebsweibchen zu kommen, bleibt ein heikles Unterfangen. Traditionelle Sondierungen per Hand sind langwierig und zufallsbedingt und erfordern einen erheblichen Verkehr eines oder zweier Operateure im Niedrigwasserbett des Baches. Dies hat beträchtliche Auswirkungen auf die Wasserbewohner (Getrampel, Fortbewegung von Kiesel, Zerstörung von Höhlen ...) und es besteht ein reelles Risiko, bei der Fangaktion Individuen zu erdrücken. Um die Sammelbemühung zu optimieren und die Beschädigung des Milieus zu beschränken, stellte das Team des Programms bald auf die Nutzung passiver Fangmethoden um und legte gleich im ersten Jahr des Programms Wabenziegel im Bach aus. Auch wenn es mit diesen Vorrichtungen gelang, Krebse anzulocken und zu sammeln, bleiben sie doch sehr sichtbar, verstopfungsempfindlich und wenig selektiv. In ihnen suchen nämlich viele Jungtiere Schutz und nur wenige eiertragende erwachsene Weibchen. Zum Anderen war die Bergung der Individuen in den sehr langen und sehr engen Logen ein langes und schwieriges Unterfangen. Eine Zusammenarbeit mit dem

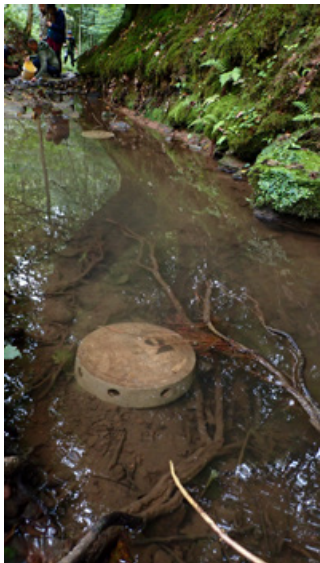


Abbildung 2 : Herberge in einem Quellgebiet zum Anlocken von Steinkrebsweibchen

Startup-Unternehmen „Biodivegite“ führte schließlich zur erfolgreichen Herstellung von Herbergen, die bevorzugt Weibchen mit Eiern anlocken sollten. Diese neuen Vorrichtungen, diskret, stabil und mit einer optimierten Größe der Aushöhlungen, erwiesen sich als sehr wirksam und verbesserten die Fangergebnisse erheblich, ohne allzu starke Auswirkungen aufs Milieu zu haben. Das Grundprinzip ist einfach: in einer hydrodynamischen Vorrichtung mit geringer Dicke werden Höhlen geboten, die ans Profil der Weibchen angepasst sind. (Abbildung 2). Diese patentierten Herbergen werden regelmäßig am Grund des Baches an strategischen Orten in der Nähe unterer Uferbereiche, der Wurzelsysteme von Erlen oder von überflutetem Totholz aufgestellt. Nach mehreren Tests setzte sich das zylinderförmige Modell als das wirksamste durch. Die künstlichen Herbergen wurden an den beiden Quellstandorten verteilt und dort permanent gelassen. Heute sind alle Bäche des Regionalen Naturparks Nordvogesen, in denen Steinkrebse ansässig sind, mit Herbergen ausgestattet, um die Entwicklung der ausgewilderten ebenso wie der eingeborenen Populationen

weiterzuverfolgen. Dieses standardisierte Werkzeug kann statistische Herangehensweisen ermöglichen und Hilfselemente zur Verwaltung der Populationen bringen.

Der Transport der Zuchttiere erfolgt in geschlossenen Polystyrolkästen, um plötzliche Temperaturschwankungen zu vermeiden. Es ist nicht notwendig, die Flusskrebse komplett zu überschwemmen, 1 bis 2 cm Wasser aus dem Ursprungsmilieu am Grund des Kastens reichen aus und dies verhindert ein leichtes Emporklettern der Tiere an den Wänden. Durch das Wanken des Fahrzeugs während der Fahrt wird das Wasser mit Sauerstoff versorgt. Eine dichte, 10 cm dicke pflanzliche Streu (Seggen, kleine Weidenzweige, Gräser ...) sorgt für Verstecke und den nötigen Halt während der Reise ohne Erdrückungsrisiko. Eiertragende Weibchen werden von den Männchen getrennt, um Verletzungsrisiken zu beschränken bzw. um eine Beschädigung der Eier zu verhindern. Liegen die Außentemperaturen bei über 17 °C, so ist es nötig, in einer Ecke der Kiste eine Flasche (0,5 l) mit gefrorenem Wasser beizufügen. Diese wird mit der Vegetation senkrecht verkeilt und sorgt während der Reise für die Regulierung der Temperatur. In einer 50 x 30 cm großen Kiste können etwa dreißig Zuchttiere 5 Std. lang transportiert werden. Heiße Tage müssen vermieden und der Transport von Weibchen, die Larven tragen, unterlassen werden.

Die erste Fangaktion wurde im Mai 2017 durchgeführt; dabei konnten 18 Männchen und 32 eiertragende Weibchen gefangen werden, die ins Aquarium von Besançon weitergeleitet wurden, um die erste Phase der Zucht junger Krebse in Gefangenschaft zu ermöglichen.

Weitere Fänge erfolgten im September 2017 (um die Population der Männchen im Aquarium von Besançon zu erhöhen) und im Frühling des darauffolgenden Jahres (Erneuerung der Zuchttierpopulation). All diese Fangaktionen wurden im selben Bach (Quelle 1) vorgenommen.

Angesichts der Schwierigkeiten, auf die das fürs Programm zur Zucht von Jungtieren zuständige Team in den ersten Jahren traf, wurden zudem Tests zur Umsiedlung erwachsener Tiere geplant, um die Chancen auf die Entwicklung neuer Populationen zu maximieren. Im Hinblick darauf wurden im Frühjahr 2018, 2019 und 2020 Fangaktionen durchgeführt, bei denen 159 Individuen aus 2 Quellbächen eingesammelt werden konnten.

Insgesamt wurden in der Laufzeit des experimentellen Programmes 286 Krebse gefangen (Details in der untenstehenden Tabelle).

DATUM	Quelle 1		Quelle 2		Destination
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen	
30/05/2017	18	32			Aquarium
28/08/2017	20				Aquarium
07/05/2018	17	10			Aquarium
07/05/2018			15	15	Bach 1
05/10/2018	30				Aquarium
02/05/2019	16	14			Bach 2
02/05/2019			4	16	Bach 2
29/04/2020	15	20			Bach 1
29/04/2020		32	15	29	Bach 2
TOTAL	116	76	34	60	286

Abbildung 3 : Übersicht zu den Fangeinsätzen in den Quellbächen von Frühjahr 2017 bis Frühjahr 2020

2.2 Genetische Beschaffenheit der französischen Populationen

Die Genanalyse der verbleibenden Steinkrebspopulationen in Frankreich ist grundlegend, um eine kohärente Schutzstrategie zu entwickeln. 2017 lagen zu diesem Thema noch keinerlei Daten vor. Wichtig war vor allem, herauszufinden, ob diese Populationen genetisch nah an oder entfernt von den bereits in anderen Ländern Europas (Deutschland, Schweiz ...) identifizierten Stämmen sind, und den einheimischen Charakter der zuletzt entdeckten Populationen zu überprüfen.



Abbildung 4: Bein des fünften Paares, das entnommen wurde und sich nun in der Regeneration befindet

Sämtliche Entnahmen wurden vom Naturkundemuseum Besançon durchgeführt. Die Wahl, als Probe ein Bein des fünften Paares zu entnehmen, reduziert Auswirkungen der Entnahme auf das Überleben des Krebses auf ein Minimum. Auf der kleinen Verletzung, die dabei verursacht wird, wird ein wasserdichter Jodverband angebracht und das Glied bildet sich innerhalb weniger Monate neu (Abbildung 4).

Die Analysen der Proben von den in den Bächen der Nordvogesen vorhandenen Individuen wurden vom Laboratoire Écologie & Biologie des Interactions (UMR CNRS 7267 Team Ökologie Evolution Symbiose) vorgenommen: die mitochondrialen Ergebnisse zeigen, dass beide Populationen demselben genetischen Bestand entstammen. Ein einziger Haplotyp wurde bestimmt, der dem entspricht, der mehrheitlich in Bayern vorhanden ist. Die beiden Populationen unterscheiden sich von der, die in Savoyen eingeführt wurde (kaukasischer Stamm). Bei den Mikrosatelliten zeigen die Analysen, dass die Heterozygotieraten bei den 2 elsässischen Populationen bei 0,288 und 0,24 liegen. Die 2 Populationen weisen eine ähnliche genetische Diversität auf, die aber relativ schwach bleibt. Auch hier lassen die Ergebnisse erkennen, dass die 2 Populationen aus ein und demselben historischen Bestand hervorgegangen sind, allerdings anhand einer wohl begrenzten Zahl von Erzeugern. Der Genstrukturierungswert (Fst) zwischen den beiden Populationen liegt bei 0,148, was zeigt, dass die Populationen saubere genetische Konstitutionen aufweisen. Die beiden Populationen tauschen also keine Genflüsse mehr aus, haben aber eine gemeinsame Herkunft, denn die bei den COI-Genen erlangten Ergebnisse sind identisch. Außerdem wurde keinerlei privates, für eine Population spezifisches Allel wiedergefunden.

2.3 Die Zucht

Prophylaktische Maßnahmen

Die wildlebenden Flusskrebse aller Chargen waren Träger externer Parasiten der Familie der Branchiobdellidae. Die bei der Zucht anderer einheimischer Flusskrebsearten

erlangte Erfahrung hat gezeigt, dass es besser ist, sie mit einem kurzen Bad von 10 Min. in einer Salzlösung (40 g/l) zu entfernen. Trotz aller in der Zuchtperiode vorgenommenen Analysen und Sezierungen wurde keinerlei Krankheit ausfindig gemacht. Um die Tiere vor Erkrankungen und vor allem vor der Aphanomycose zu schützen, wurden weitreichende prophylaktische Maßnahmen in die Wege geleitet, so etwa eine begrenzte Anzahl von Personen, die bei dieser Gattung interveniert, spezifisches Material und Fußbäder, die ein Biozid (Vircon) enthalten.

Akklimatisierung



Abbildung 5: Einrichtungen zur Aufzucht des Steinkrebse im Aquarium der Zitadelle von Besançon.

Der Aufnahmebehälter (Abbildung 5) muss über mehrere Wochen hinweg austariert werden, bevor Krebse hineingesetzt werden können. Neben einem leistungsstarken Filtersystem muss die Wasserzirkulation mit einem Kühlaggregat vervollständigt werden. Der Teil des Behälters, in dem die Krebse untergebracht werden, muss zahlreiche Verstecke enthalten, allerdings ohne dass dabei zu schwere oder instabile Materialien zum Einsatz kommen, die die Tiere bei der Handhabung erdrücken könnten. Zur Aufnahme der Erwachsenen hat man sich also

für PVC-Röhren mit einem Durchmesser von 32 bis 40 mm entschieden und zur Unterbringung der Jungtiere für Ziegel. Das Einsetzen der Krebse kann beginnen, wenn die Wassertemperatur der Transportbehälter der des Aufnahmebehälters entspricht. Es ist besser, sie einzeln einzutauchen, vertikal und mit dem Rostrum nach oben, um sich von ihrer Vitalität zu überzeugen, aber auch, damit die im Cephalothorax gespeicherte Luft in Form eines kleinen Blasennetzes austritt.

Wärmekreislauf

Wie bei den meisten Organismen unter Wasser bestimmt die Wassertemperatur die verschiedenen Lebensphasen der Krebse: Ernährung, Fortpflanzung, Wachstum ... Dieses wesentliche Element wird durch ein Kühlaggregat reguliert. Der Wärmekreislauf, der bei den Zuchttieren zum Einsatz kommt, ist an den Temperaturen inspiriert, die 2017 und 2018 in einem der Quellbäche gemessen wurden, und wird vervollständigt durch Anpassungen zur Optimierung, die mit Beobachtungen während der Zucht zusammenhängen (Abbildung 6).

Fütterung

Die Nahrung, die den gefangenen Krebsen angeboten wird, besteht aus lebendigen Regenwürmern, verschiedenen Fischen, Obst und Gemüse, alles in Stücke geschnitten und aufgespießt. Der Vorteil dieser Vorrichtung besteht darin, dass Nahrungsreste schnell zurückgeholt werden können und vor allem, dass vermieden wird, dass ein Krebs

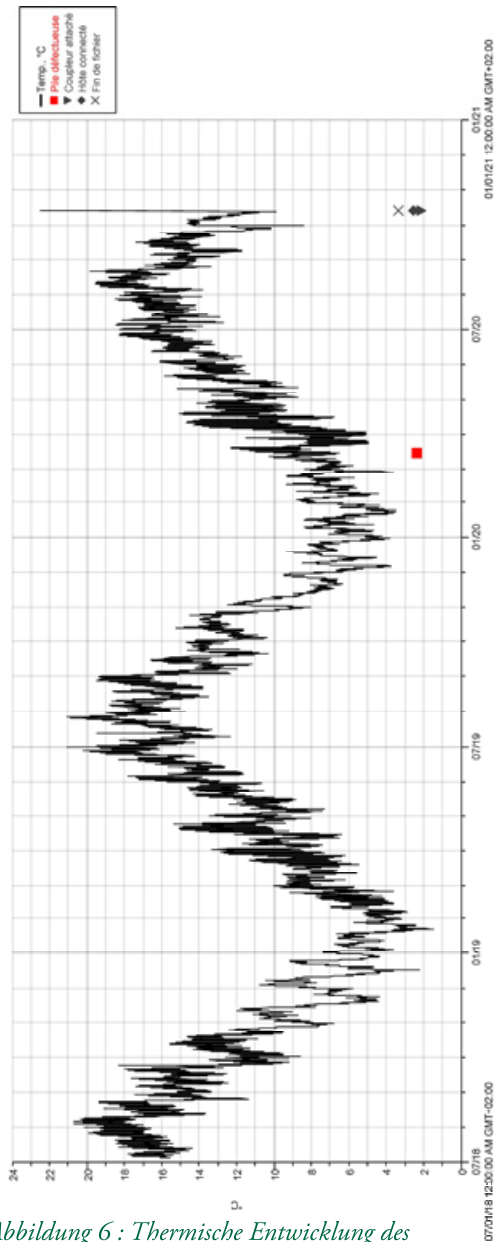


Abbildung 6 : Thermische Entwicklung des Quellbachs 1 von Juli 2018 bis Oktober 2020

Eiern. Tatsächlich tragen die Weibchen immer entweder Eier oder Eizellen mit sich herum, denn die Zeit der Gametogenese erstreckt sich von Mai bis Ende September.

Genau am Tag, an dem die Temperatur auf unter 11°C sinkt, werden die Männchen sehr aktiv. Es ist der einzige Moment im Jahr, an dem sie aktiv versuchen, den Behälter

das Futter mit in sein Versteck nimmt und die anderen an der Nahrungsaufnahme hindert.

Mitverfolgung der Gruppen und der Individuen

Zur Rückverfolgbarkeit der Gruppen innerhalb der Zucht und für die individuelle Betreuung der Zuchttiere kommen mehrere Techniken zum Einsatz. Jede gefangene Gruppe wird getrennt betreut. Bei der Fortpflanzung werden die Zuchttiere individuell markiert, entweder durch Beringung an einer Schere oder durch eine Markierung auf dem Cephalothorax mithilfe von „Tipex“ oder Nagellack. Die Markierung hält mehrere Wochen, während die Beringung dauerhaft bleibt, aber vor der Häutung unbedingt entfernt werden muss, da sie den Ablauf dieser heiklen Phase behindert.

Fortpflanzung

Die Geschlechtsreife kann bei Männchen und Weibchen schon bei einer Größe von 5 cm erreicht werden. Am häufigsten beginnt sie jedoch bei 5,5 und vor allem bei 6 cm. Bei den Weibchen ist sie leicht zu bestimmen, denn ihr Abdomen ist mit weißen Flecken übersät (Abbildung 7).

Die Fortpflanzungszeit beginnt Anfang Oktober, wenn die Männchen anfangen, nach den Weibchen zu suchen, und endet mit dem Ausschlüpfen aus den



Abbildung 7

bei dieser Art haften die Spermatophoren nur etwa vierzehn Tage am Weibchen (beim Edelkrebs mehrere Wochen).

Die Eiablage erfolgt wenige Stunden oder wenige Tage (max. 10) nach dem Fassen. Das Weibchen dreht sich nun in eine charakteristische Dreifußposition mit den beiden Scheren und dem Ende des gekrümmten Abdomens als Stütze. Die Eizellen kommen aus 2 Öffnungen an der Basis des vierten Beinpaars. Sie werden von einer gallertartigen Substanz begleitet, die die Umhüllung der Spermatophoren auflöst und so die Spermatozoiden freisetzt. In diesem Moment findet die Befruchtung statt. Das Weibchen bleibt mehrere Stunden auf dem Rücken, dreht sich aber bei der geringsten Störung um und verliert dann meist seine Eier. In dieser Phase ist das Warten der Behälter untersagt. Das Weibchen umschlingt mit seinem Abdomen die noch nicht fixierte Eiertraube und stellt sich wieder auf die Beine. Es braucht 2 bis 3 Tage, bis die Eier an den Pleopoden fixiert sind. Erst zu diesem Zeitpunkt ist es möglich, mit den eiertragenden Weibchen zu hantieren. Der Brutvorgang kann beginnen. Je nach Größe können 20 bis 75 Eier gelegt werden (im Durchschnitt 50).

Die Brutdauer bei Steinkrebseiern ist unter den Süßwasserorganismen eine der längsten. Sie beginnt bereits in der zweiten Oktoberhälfte und dauert bis Anfang Juni an. 186 bis 213 Tage sind nötig, bis es zum Schlupf kommt. Die Betreuung dieser Reproduktionsphase gleicht einem Dauerlauf. In dieser Zeit wurde eine sehr präzise wöchentliche Überwachung vorgenommen, um die Arten der Bebrütung, alle Embryonalstadien, die Bebrütungselemente und ihre Wirkungen zu bestimmen. Aus der Bilanz dieser Überwachung kann gefolgert werden, dass von Oktober bis März die Sorge der Weibchen für ihre Eier unerlässlich fürs Überleben des Embryos ist und dass sie erst ab dem 15 April (der Phase, in der die Beine gut sichtbar werden, also 6 - 7 Wochen vor dem Schlupf) ohne das Weibchen zu Ende bebrütet werden können.

Das Voranschreiten der Entwicklung der Eier geht folgendermaßen vonstatten. 3 Tage nach der Befruchtung beginnt die Zellteilung (Morula-Stadium). Die Zellen, die zunächst ein paar Stunden mit bloßem Auge sichtbar sind, werden bald viel kleiner und weichen fast gleichbleibenden Farben von Grau bis Gelb, je nach zeitlichem Voranschreiten. Erst im Monat Februar erscheint der Blastoporus (der künftige Mund des Krebses) an der Eioberfläche. Dieses Stadium ist der Beginn der Morphogenese; die von Woche zu Woche deutlich sichtbaren embryonalen Entwicklungen reihen sich aneinander und das Steigen der Temperatur beschleunigt diese Veränderungen. Die



Abbildung 8

Beine entwickeln sich schon Anfang April und der Herzschlag kommt Mitte April in Gang. Am 20. Mai ist der kleine Krebs komplett, mit gut entwickelten inneren Organen, Kiemen, Augen und Pigmentierung. Die Überwachung der Reproduktion 2017-2018 hat Folgendes ergeben. Die 28 Weibchen haben alle Eier gelegt, aber 2 sind während der Brutzeit gestorben. Bei 2 anderen wurden nicht alle Eizellen befruchtet, weil die Spermatophoren vor der Eiablage heruntergefallen waren und bei 2 weiteren kam es trotz Begattung nicht zur Befruchtung.

Letztendlich führten nur 10 Weibchen die Bebrütung ihrer Eier zu Ende, davon 8 (29 %) mit einer Überlebensrate von 70 bis 90 % und 2 mit einer Überlebensrate von 30 %. Viele Weibchen haben in der Brutphase Eier verloren (4 Weibchen verloren ihre gesamte Brut), die Probleme treten unmittelbar nach der Zellteilung auf. Die darauffolgenden Jahre brachten keine besseren Ergebnisse, trotz beträchtlicher Bemühungen bei den tierzüchterischen und mikrobiotischen Bedingungen. Ende 2018 wurden 8 Eierchargen, die Entwicklungsprobleme aufwiesen, analysiert. Mehrere Bakterien wurden im Inneren der Eier identifiziert: *Aeromonas media*, *Pseudomonas fluorescens*, *Acinetobacter sp.*, *Alcaligenes faecalis* und *Chryseobacterium indologenes* waren nur bei einer Probe vorhanden, während in fast allen Entnahmen *Shingomonas spirivorum* zu finden war. Die Tierärzte des Naturkundemuseums Besançon und ihre Kollegen aus anderen Einrichtungen forschten nach einer möglichen Beteiligung jedes dieser Bakterien bei dem an den Eiern beobachteten Prozess, ohne einen bestimmten Schuldigen ausmachen zu können.

Der Schlupfvorgang beginnt Ende Mai bis Anfang Juni. Das Weibchen wird bei Eintreten des L1-Stadiums in einen verschachtelten Doppelkorb gesetzt, bei dem der Boden des inneren Korbes mit 1 cm großen Löchern versehen ist. Anfangs sind die Larven noch unselbstständig und bleiben bis zur ersten Häutung an den Pleopoden des Weibchens hängen. Diese erfolgt 8 bis 10 Tage nach dem Schlupf bei einer Temperatur von 17°C. Die L2-Larven verlassen nun das Weibchen und schlüpfen durch die Löcher am Boden des ersten Korbes (Abbildung 8). So sind sie für die Weibchen nicht mehr erreichbar, die sie sonst fressen könnten. Sie werden im zweiten Korb gesammelt, gezählt und in den Aufzuchtbehälter gesetzt. Sämtliche Larven eines Muttertieres können sich innerhalb weniger Stunden häuten, aber meist erstreckt sich diese Phase über 3 Tage. Die L2-Larven sind 1 cm lang.

Aufzucht der Jungtiere

Nach dem Schlupf wurden die kleinen Krebse in verschiedene Anordnungen von Oberflächen, Substraten und Verstecken gesetzt. Die Aufzucht beginnt mit den ersten Entwicklungen in Richtung Selbstständigkeit und wird Ende September abgeschlossen. Die Wassertemperatur wird auf 17°C+ bis -1°C geregelt. Bei der zweiten Häutung werden beträchtliche Verluste verzeichnet. Im Laufe dieser ersten Jahre lag die Überlebensrate bei maximal 9 %. Änderungen der tierzüchterischen Parameter für die Saison 2018-2019 führten weder bei der Überlebensrate noch bei der durchschnittlichen Größe (28 mm am 30. September) zu einer Weiterentwicklung.

Überleben und Wachstum der Zuchttiere

Paradoxerweise gibt es in der Akklimatisierungsphase keinerlei Überlebensprobleme (außer bei Verletzungen beim Fang); erst nach 4 Monaten Gefangenschaft treten die ersten Todesfälle auf. Diese Sterblichkeit betrifft in erster Linie die Weibchen. Das Diagramm der Abbildung 9 zeigt die langfristige Entwicklung der Bestände der Gruppe von Weibchen, die 2018 gefangen wurden. Die äußere Beobachtung und die Sezierung der Individuen kurz nach ihrem Tod durch das tierärztliche Team des Naturkundemuseums Besançon brachten keine Erkenntnisse zu den Gründen für die Sterblichkeit. Vom AnalySELabor des Département Jura (LDA 39) durchgeführte Analysen zeigten eine starke Vermehrung nicht pathogener Bakterien, die denen im Wasser des Behälters ähneln, in den inneren Organen.

Eine Behandlung im Antibiotikabad (TMP5) wurde versucht und die Sterblichkeit wurde gestoppt. 6 Monate später sterben 2 Weibchen und die Antibiotikabehandlung erzielt dieselbe Wirkung. Weniger als 2 Monate danach sterben abermals weitere Weibchen, aber die Behandlungen zeigen keinerlei Wirkung mehr und 1 Jahr und 2 Monate nach dem Fang ist schließlich kein Weibchen mehr am Leben.

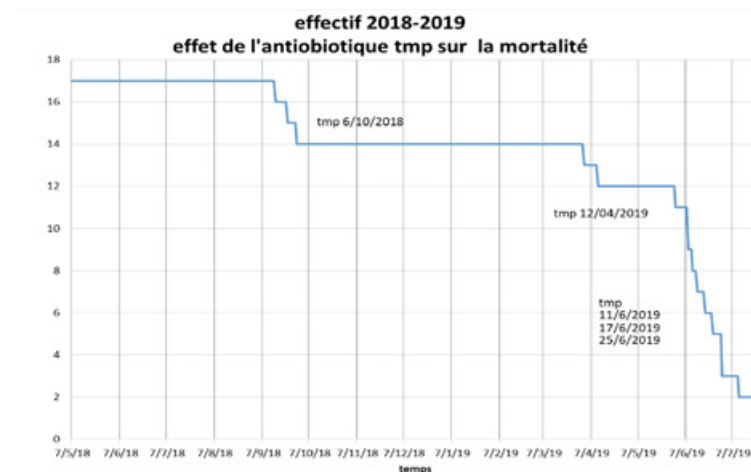


Abbildung 9: Entwicklung der Sterblichkeit in der 2018 gefangenen Weibchengruppe in Verbindung mit einer Antibiotikatherapie

In Anbetracht dieser ersten Versuchsphase konnten wir feststellen, dass sich der Gesundheitszustand der Weibchen im Laufe der Gefangenschaft nach und nach verschlechterte. Merkwürdigerweise reagieren die Männchengruppen ganz anders. Die Sterblichkeit der Männchen wird nämlich insbesondere während der Häutungsphasen beobachtet und sie überleben insgesamt länger.

Die Häutung ist ein besonders heikler Moment im Leben eines Krebses, aber diese Änderung des Exoskeletts ist unerlässlich für das Wachstum des Tieres. Je nach Größe des Krebses, dem Vorhandensein von Nahrung und der Wassertemperatur kann sie 1- bis 2-mal pro Jahr zwischen Mai und August vollzogen werden. Wird der Krebs während oder kurz nach der Häutung gestört, so kann er sterben oder Folgeschäden

zurückbehalten, wie den Verlust von Gliedmaßen oder Deformationen des Panzers.

Diese Erkenntnisse belegen, wie schwierig es ist, so sensible Tiere wie Steinkrebse in Gefangenschaft zu halten.

2.4 Bestimmung günstiger Bäche und Auswilderungen

Die richtigen Bäche für einen Auswilderungsversuch zu bestimmen, ist im aktuellen Kontext keine leichte Sache, denn die sommerliche Wasserführung wird immer geringer, der Signalkrebs, Träger von Pilzkrankheiten, breitet sich in sämtlichen Rheinzufüssen aus und die Gewässer sind im Allgemeinen wenig funktionsgerecht.

Der „Idealkandidat“ eines Baches muss über einen großen Auwald verfügen, außerdem über kühle Wassertemperaturen (jährlicher Durchschnitt zwischen 12°C und 14°C) mit geringem Nährstoffgehalt und hohem Kalziumanteil, über eine große Vielfalt von Substraten und Wasserbewohnern (zahlreiche Kiesel und Wurzeln, die als Versteck benötigt werden) und über moderate bis schwache Strömungen. Selbstverständlich dürfen keine exotischen Flusskrebse und nur eine geringe Menge an Fressfeinden vorhanden sein. Und schließlich können durch eine geringe Verbreitung menschlicher Aktivitäten im betreffenden Einzugsgebiet die Risiken einer Änderung des Milieus oder einer versehentlichen Einschleppung von Pathogenen oder verschmutzenden Substanzen begrenzt werden (PARVULESCU *et al.*, 2011; TELEOS *et al.*, 2004).

Um die günstigsten Bäche zu suchen, wurden zahlreiche Maßnahmen ergriffen: physisch-chemische Analyse, kontinuierliche Aufzeichnung der Temperaturen über mehrere Monate hinweg, Bestimmung der hydromorphologischen Qualität der Niedrigwasserbetten und eine Begutachtung der Bestände an wirbellosen Benthonten.

Durch die Analysen konnten drei potenziell günstige Standorte identifiziert werden, die Standorte 1,2 und 3.

Die Umsiedlung erwachsener Krebse (eiertragende Weibchen und geschlechtsreife Männchen) wurde in den Bächen 1 und 2 vorgenommen. Im ersten Bach fanden 2018 und 2020 zwei Aussetzungen mit insgesamt 65 Krebsen statt. Im zweiten Bach wurde zwischen 2019 und 2020 ein größerer Bestand (94 Krebse) freigelassen (siehe untenstehende Tabelle).

DATUM	Bach 1		Bach 2		Quelle
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen	
07/05/2018	15	15			2
05/05/2019			20	30	1 et 2
29/04/2020			15	29	2
29/45/2020	15	20			1
TOTAL	30	35	35	59	159

Abbildung 10

Der Standort 3 schließlich wurde gewählt, um Jungtiere aus dem Aquarium des Museums von Besançon freizulassen. Die Jungtiere wurden unter denselben Bedingungen zu den Auswilderungsorten transportiert wie die Zuchttiere beim Transport ins Aquarium. Allerdings müssen dabei vorzugsweise feinere Pflanzen verwendet werden und die Eisflasche darf sich während des Transports nicht bewegen. Für die Auswilderungsaktionen in die natürlichen Lebensräume wurden 15-Liter-Eimer verwendet. Diese erleichtern nicht nur die



Abbildung 11 : Einsetzen von jungen Steinkrebsen im Herbst in einem Fluss mit vielfältigen aquatischen Lebensräumen und ohne exotische Krebse

Weiterbeförderung zum Bachufer, sie ermöglichten auch Chargen von 50 Tieren, um die Jungtiere problemlos entlang der Auswilderungszone zu verteilen (Abbildung 11).

Aufgrund des zu kleinen Bestandes, der 2017 (45 Individuen) und 2018 (88 Individuen) freigelassen wurde, und der geringen Größe der Individuen (dominante Größe etwa 25 mm) hat dieser Auswilderungsversuch leider nicht funktioniert. Fressfeinde sind der wahrscheinlichste Grund für diesen Misserfolg.

2.5 Die wichtigsten Lehren aus dieser ersten Phase

Fazit: diese erste Versuchsphase hat mehrere wichtige Erkenntnisse gebracht, die für weitere Schritte zur Erhaltung des Steinkrebses richtungsweisend sind.

Bei ersten Genanalysen konnte eine Verbindung zwischen französischen Populationen und manchen deutschen Populationen vor allem in Bayern festgestellt werden. Weitere Analysen sind noch an den geografisch am nächsten gelegenen rheinland-pfälzischen Populationen durchzuführen, um ihre genetische Nähe zu den französischen Populationen zu überprüfen. Es könnte interessant sein, bei künftigen grenzübergreifenden Aktionen die Zahl der Ursprungsorte zur Versorgung mit Zuchttieren zu vermehren.

Durch die Phase 2017-2020 konnte verdeutlicht werden, wie schwierig es ist, die Zucht von Steinkrebsen durchzuführen und Jungtiere in großer Zahl zu produzieren. Während Begattung, Eiablage und Befruchtung der Eier keinerlei Probleme bereiteten, wurden wir mit einer starken Sterblichkeit der Weibchen nach mehreren Monaten Gefangenschaft und dem Absterben zahlreicher Eier im Laufe der Brutzeit konfrontiert. Parallel dazu scheinen die ersten Umsiedlungsversuche zu funktionieren, wir konnten die gute Entwicklung der Jungtiere, das Überleben der Erwachsenen und spontane Reproduktionen an mindestens einem der Auswilderungsorte beobachten.

Und schließlich konnten wir das Wärmeprofil mehrerer Bäche erstellen, in denen Bachkrebse vorhanden sind und haben eine „sanfte“ Fangmethode entwickelt, die auch eine bessere langfristige Überwachung der der Populationen ermöglichen wird.

3. Das INTERREG-Projekt Bedrohte Tierarten 2020-2023

Nach dieser ersten Versuchsphase erlangte das Projekt zum Schutz der Steinkrebse eine neue grenzübergreifende Dimension mit dem Eintritt in das INTERREG-

Projekt „Bedrohte Tierarten“, das darauf hinwirkt, die bedrohten Arten im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen zu schützen. In diesem Rahmen wurde in Zusammenarbeit mit der deutschen Universität Koblenz-Landau, dem Französischen Büro für Artenvielfalt (Office Français de la Biodiversité, OFB) und der Wasserbehörde Syndicat des Eaux et d'Assainissement Alsace-Moselle (SDEA) ein neues Aktionsprogramm zur Rettung der Steinkrebse ins Leben gerufen. Experten beider Länder haben gemeinsame Aktionen identifiziert, mit denen man mehr über die aktuelle Verteilung der Art im grenzübergreifenden Gebiet Pfälzerwald-Nordvogesen erfahren, die vorhandenen Haplotypen bestimmen und durch Fortsetzung der Auswilderungsaktionen den Erhaltungszustand des Steinkrebses verbessern kann.

Ziel des Programms ist insbesondere die Neuansiedlung von vier neuen Steinkrebspopulationen in Frankreich und Deutschland und die Fortsetzung der Zuchttests nach verschiedenen Modalitäten, um die passendste Vorgehensweise für die Fortsetzung der Auswilderungsaktionen zu bestimmen.

3.1 Neue Fangaktionen in Frankreich

Neue optimierte künstliche Herbergen wurden im Herbst 2020 vom OFB und vom PNRVN in den Bächen mit den letzten französischen Populationen ausgelegt, um abermals auf wenig invasive Art Zuchttiere zu fangen (vgl. untenstehende Tabelle).

Ein Teil der Individuen kam in der Versuchsphase des Projekts zur Verstärkung der Zuchttierbestände in die Aquarien von Besançon (3 Aktionen mit insgesamt 76 Krebsen).

Zwei weitere Fangaktionen (mit einer Gesamtzahl von 24 Krebsen) wurden durchgeführt, um einen Zuchtversuch im halbnatürlichen Lebensraum zu unternehmen. Dabei wurde im Frühjahr 2021 ein von einer Wasserentnahme aus einem günstigen Bach gespeistes kleines Außenbecken mit eiertragenden Weibchen besetzt. Diese Aktion kam infolge des Austausches mit den deutschen Partnern zustande, die die spontane Besiedlung kleiner Fischzuchtbecken an der Ableitung eines Baches, der eine schöne Steinkrebspopulation beherbergt, bemerkt hatten. Diese Zuchtart ist im Vergleich zur Zucht im Aquarium sehr naturnah und kostengünstig, allerdings sind dabei die Krebse zahlreichen äußeren Risiken ausgesetzt (Fressfeinde, Wilderei, Pathogene ...). Zum Zeitpunkt dieser Bilanz ist diese Methode noch in der Entwicklung.

DATUM	Quelle 1		Quelle 2		Destination
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen	
30/09/2020	16	23			Aquarium
29/04/2021		11			Aquarium
25/05/2021				16	Teich
27/10/2021			8		Teich
25/04/2022			9	17	Aquarium
TOTAL	16	34	35	59	159

Abbildung 12 : Übersicht der gefangenen Zuchttiere an den beiden Quellgewässern des Bas-Rhinois von Herbst 2020 bis Frühjahr 2022.

3.2 Die neuen Zuchtmodalitäten in Frankreich

Ein besseres Überleben der Zuchttiere

Die Ende September 2020 gefangene Charge (bezeichnet mit dem Code AAT21F) ermöglichte einen erheblichen Fortschritt beim Überleben der in Gefangenschaft lebenden Steinkrebse. Nach 3 Monaten Gefangenschaft ohne Probleme begann die Sterblichkeit der Weibchen von neuem. Wären die „klassischen“ Zuchtfaktoren (Wasserqualität, Temperatur, Ernährung ...) betroffen, da unpassend für die Krebse, so wäre es zu einem raschen Sterben sämtlicher gefangener Individuen ohne Unterscheidung zwischen Männchen und Weibchen gekommen. Zudem hatten alle Weibchen im Lauf der ersten Monate im Großen und Ganzen ohne offensichtliche Probleme überlebt, schienen aber nach einer bestimmten Zeit in Gefangenschaft schwächer zu werden und an Mangelerscheinungen zu leiden (Vitamine, Mineralien ...). Die bakteriologische Spur lenkte die Überlegungen auf das beteiligte Mikrobiom. Die 2020 vom technischen Team des Aquariums von Besançon formulierte Hypothese besagte, dass wildlebende Flusskrebse eine spezifische Bakterienflora (und ihre Probiotika) beherbergten, die für ihren Stoffwechsel unerlässlich sei, und dass die Zuchtbedingungen (Filtration, u.v., Wasser des Netzwerks) diese Flora nach und nach eliminierten. Wobei das kritische Stadium erreicht sei, wenn das Mikrobiom des Behälters die Oberhand gewinne. Die Lösung bestehe möglicherweise darin, Bakterien aus dem Bach den Vorzug zu geben, um das ursprüngliche Mikrobiom langfristig aufrechtzuerhalten. Am 4. Februar, infolge einer Reihe von Sterbefällen in der Charge „AAT21F“ wurde den Zuchtbehältern Substrat aus dem Ursprungsbach beigelegt. Die Sterblichkeit in dieser Charge verlangsamte sich, um sich schließlich einen Monat später zu stabilisieren. Infolge dieser Beobachtung wurden neben dem Beifügen von Substrat die Installationen geändert, wobei die UV-



Abbildung 13 : Entwicklung der Sterblichkeit in den verschiedenen Erwachsenengruppen in Gefangenschaft im Lauf der ersten beiden Jahren des Projekts „Bedrohte Tierarten“

Sterilisatoren entfernt wurden; der Wasseraustausch wurde so weit wie möglich begrenzt und die Kapazität biologischer Filter erhöht. Seither sind die beobachteten Sterbefälle punktuell und beschränken sich auf die Häutungs- und Fortpflanzungsperioden; die Chargen der Männchen und der Weibchen zeigen ähnliche Reaktionen. Die Abbildung 13 zeigt die Bestände im Aquarium des Naturkundemuseums Besançon zwischen 2020 und 2022.

Allerdings weist die extreme Empfindlichkeit dieser Tiere bei kleinsten Veränderungen des Gleichgewichts in ihrem Milieu darauf hin, dass bei der Verwaltung der Einzugsgebiete der letzten für Steinkrebse noch günstigen Bäche äußerste Vorsicht geboten ist. Besondere Achtsamkeit erfordert der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, die die Bakterien- und Pilzbestände stören können.

Bei den letzten Chargen, die Ende April 2021 gefangen wurden, war schließlich am 31. Dezember 2022 keinerlei Verlust mehr zu verzeichnen, nicht einmal in den Häutungs- und Reproduktionsphasen. Die verschiedenen Verbesserungen an den Installationen konnten den Zeitraum ohne Verluste innerhalb einer Charge Weibchen von 4 auf 15 Monate vergrößern. Manche im Januar 2023 noch immer lebende Zuchttiere befinden sich 33 Monate (Weibchen) bzw. 35 Monate (Männchen) in den Zuchtbehältern. Diese sehr ermutigenden Ergebnisse können durch Vertiefung unserer Kenntnisse zur subtilen Biologie der Art wahrscheinlich noch weiter verbessert werden.

Ein besseres Überleben der Jungtiere

2021 wurden Versuche an 10 Jungtierchargen vorgenommen. Die Chargen wurden mit demselben Filtrationswasserkreislauf versorgt, aber die Größe der Behälter und die Größe der Verstecke waren unterschiedlich. Die Überlebensraten pro Behälter variierten zwischen 12 und 93 % mit durchschnittlichen Größen von 31 bis 39 mm (am 30. September). Die

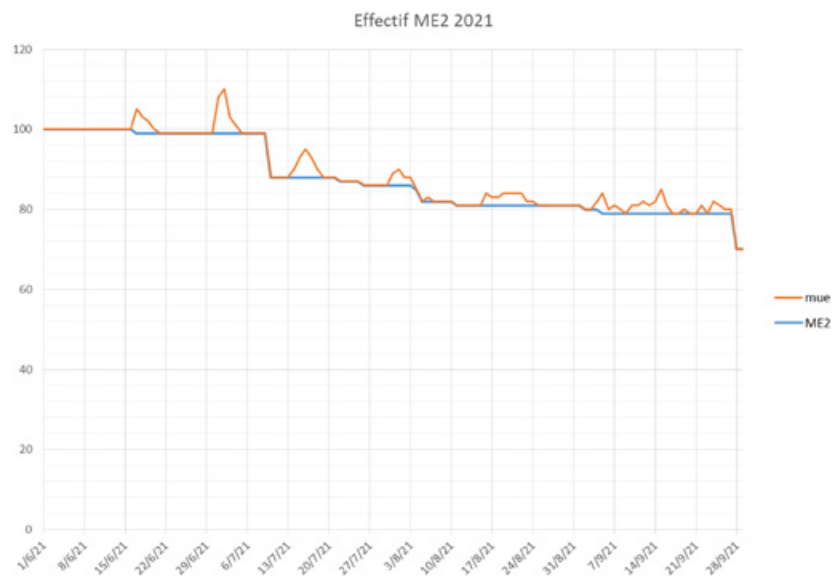


Abbildung 14

höchste Durchschnittsgröße wurde bei der geringsten Überlebensrate erreicht und der Gesamtdurchschnitt zum Zeitpunkt der Freilassung lag bei 32 mm. Einer der „kleinen Behälter“ weist eine Überlebensrate von 92 % bei einer Größe von 34 mm auf. Dieses Ergebnis zeigt, dass es möglich ist, mit anfangs 125 Larven pro m2 eine hohe Überlebensrate zu erzielen und dass es außerdem möglich ist, die Individuen bei einer Konzentration von 115 Individuen pro m2 auf annehmbare Art wachsen zu lassen. Die verschiedenen Tests haben ergeben, dass die mit Verstecken am reichsten und vielfältigsten ausgestatteten Behälter die besten Ergebnisse erzielen. Eine Zwischenzählung in allen Behältern am 10. Juli hat ergeben, dass die meisten Sterbefälle (15 % des gesamten Bestandes) während der zweiten und dritten Häutung eintraten. In der untenstehenden Grafik (Abbildung 14) ist die erste Treppe die Angleichung des wahren Bestandes mit Abzug der Kadaver, die während der Reinigungen im „ME2“-Behälter gefunden wurden. Die Diskrepanz offenbart, dass ein Großteil der Toten nicht wiedergefunden wird und dem Kannibalismus zuzuschreiben ist, einem bei Flusskrebszuchten wohlbekanntem Phänomen, das sich schwer gänzlich vermeiden lässt. Allerdings gibt die Kurve Hinweise darauf, dass dieser „Kannibalismus“-Effekt in der Folgezeit nachlässt. Die rote Kurve entspricht der Zählung der bei der Reinigung des Behälters gefundenen abgestreiften Häute. Auch wenn ein Teil der abgestreiften Häute ebenfalls von Krebsen konsumiert wird, offenbart diese Kurve 6 bis 7 Häutungsphasen, die sich alle 15 Tage vollziehen. Ab September treten die Häutungen verteilter auf.

Bei der Aufzucht der Jungtiere 2022 wurde besonderes Augenmerk darauf gelegt, die Sterbegründe der kleinen Krebse zu identifizieren. Von 388 fehlenden Krebsen wurden nur 135 (35 %) Kadaver bei den täglichen Wartungsarbeiten wiedergefunden. Beobachtungen mit der Lupe zeigen, dass die Sterblichkeit zu 54 % der Häutung und nur zu 4 % dem Kannibalismus zuzuschreiben ist. Bei 34 % der Kadaver konnte die Todesursache nicht bestimmt werden.

Die Analyse der Zuchtdatei zeigt, dass das Geschlechterverhältnis der Jungtiere insgesamt ausgewogen ist, mit einer leichten Dominanz der Männchen in den Klassen mit großen Größen (vgl. Abbildung 15). Das Wachstum der Männchen ist ein bisschen höher als das der Weibchen, was auch bei den Zuchttieren und bei anderen Flusskrebsarten beobachtet wird. Die Klasse 30 – 34 mm macht 58 % des Gesamtbestands aus. Diese

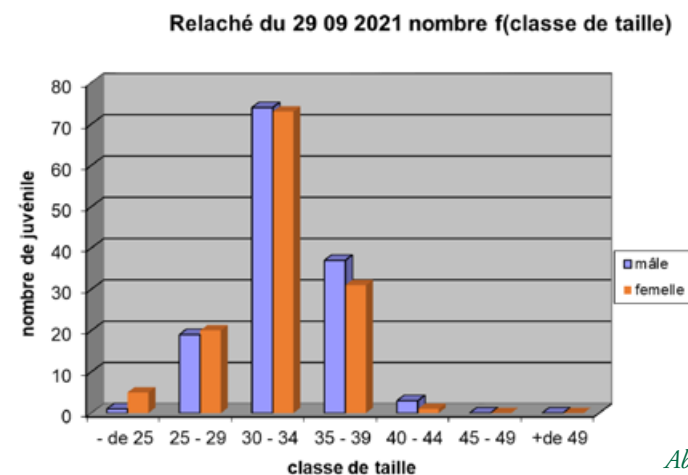


Abbildung 15

Größenordnung könnte im Lauf ihres dritten Jahres die 50 mm-Marke überschreiten.

Es ist außerdem möglich, dass Krebse, die im September eine Größe von 35 mm erreicht haben, sich schon im darauffolgenden Herbst fortpflanzen können, wenn das aufnehmende natürliche Milieu produktiv ist.

3.3 Bestandsaufnahmen und Populationsgenetik in Deutschland

Im Pfälzerwald führten die Partner von der Universität RPTU Kaiserslautern-Landau Forschungen zum Steinkrebs durch, um den Zustand der Populationen in den Bächen der Pfalz zu überprüfen und unser Wissen über das Verhältnis zwischen den Populationen dieser empfindlichen Spezies auf den neuesten Stand zu bringen. In allen Bächen, in denen in der Vergangenheit Populationen verzeichnet wurden, wurden nächtliche Überwachungen durchgeführt und Fangvorrichtungen platziert. Zudem wurden Analysen der Umwelt-DNA (SCHRIMPF & SCHULZ, 2013) durchgeführt, wobei die Echtzeit-PCR-Amplifikation von DNA zum Einsatz kam, die aus der Filtration von Wasser aus dem Bach gewonnen wurde: Leider wurden durch keine dieser Methoden im Studiengebiet, das vom INTERREG-Projekt abgedeckt ist und dem deutschen Teil des Biosphärenreservats (Südpfalz) entspricht, irgendwelche verbleibenden Steinfischpopulationen aufgespürt. Aus diesem Grund konnten im Studiengebiet keine Analysen zur Populationsgenetik durchgeführt werden.

Vor dem Hintergrund des Verschwindens von *A. torrentium* aus dem südlichen Pfälzerwald wurden in anderen Steinkrebspopulationen außerhalb des Biosphärenreservats im nördlichen Teil von Rheinland-Pfalz Genproben gesammelt, um Populationen zu identifizieren, die für die Auswilderungsprojekte, auf die das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ abzielt, verwendet werden könnten. In den ermittelten Populationen wurde jedem Individuum für Genproben ein Stück Bein entnommen und 75 Proben wurden von 11 Populationen in 10 Flüssen gesammelt. Ziel dieser Analyse war es, den Verwandtschaftsgrad zwischen den im Norden von Rheinland-Pfalz gefundenen Populationen und den letzten Populationen in Frankreich zu bestimmen, um festzustellen, ob im Rahmen von Auswilderungsaktionen ein Austausch von Individuen zwischen Deutschland und Frankreich eventuell möglich wäre.

Im südlichen Pfälzerwald stammt die einzige verfügbare Probe von einem Steinkrebs, der vor mehr als 10 Jahren tot in einem Fluss gefunden wurde, in dem im Jahr 2011 zum letzten Mal ein lebender Flusskrebse gesichtet wurde. Die Ergebnisse der Bestimmung des in den Nordvogesen vorhandenen Haplotyps, die bereits in der Versuchsphase des Projekts durchgeführt wurde, wurden schließlich mit den deutschen Daten verglichen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die *A. torrentium*-Populationen im nördlichen Teil von Rheinland-Pfalz den vor ein paar Jahren im Pfälzerwald entdeckten Exemplaren genetisch ähnlich sind (Sülzloch-Graben, Abbildung 16). Das Datenmaterial ist sehr begrenzt, aber da dieser Haplotyp (Ht1) auch der häufigste Haplotyp in Deutschland ist und derselbe, der in Frankreich beobachtet wurde (Rilsenbaechel und Bremmelbach, Abbildung 16), sollten die Populationen als Spenderpopulationen geeignet sein. In den folgenden Jahren wird also ein grenzübergreifender Austausch möglich sein. Derselbe Haplotyp Ht1 wurde in der Vergangenheit im Einzugsgebiet der Donau in Bayern

(Schubart und Huber 2006) und im Einzugsgebiet der Elbe in Sachsen (Petrušek *et al* 2016) festgestellt. Im Bach der Population 11a wurde ein anderer Haplotyp (Ht3) entdeckt, der auf einen größeren genetischen Abstand hinweist. In Population 2 wurde zusätzlich zum Haplotyp Ht1 auch Ht3 und ein dritter Haplotyp (Ht6) nachgewiesen. Dies ist ein Hinweis auf eine größere genetische Vielfalt in der Population. Dabei muss allerdings angemerkt werden, dass von Population 2 die meisten Proben entnommen wurden und dies die Chance erhöht, mehr Haplotypen festzustellen. Haplotyp Ht3 wurde zuvor bereits im Allgäu gefunden (Schubart und Huber 2006), während Ht6 noch nie zuvor gefunden wurde, was auf einen privaten Haplotyp in der Population 2 hinweist.

Aus erhaltungsgenetischer Sicht wäre aufgrund der hohen genetischen Vielfalt und des privaten Haplotyps die Zucht mit Tieren aus Population 2 günstig. Jedoch lebt die Population 2 in einem sehr kleinen Bach. Obwohl die Bevölkerungsdichte im Herbst 2020 mit 0,77 bis 4,31 Individuen/m² (Leschner 2021) hoch war, war der Gesamtzustand der Population nicht besonders gut. Der Bach liegt unterhalb eines Angelteiches und führte während der heißen Sommermonate nicht viel Wasser. Die Steinkrebse wurden aus Population 1 entnommen, bei der eine gesunde Population einen langen Bachabschnitt einnimmt.

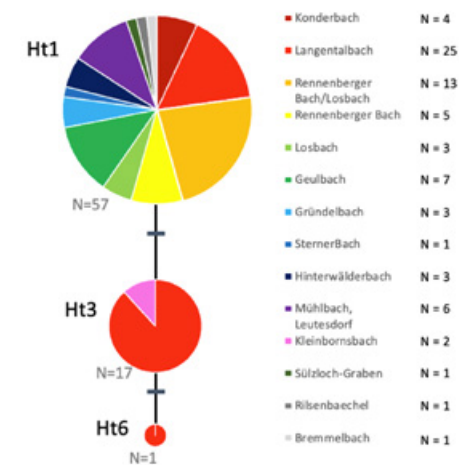


Abbildung 16: Durchschnittliches teilnehmendes Netzwerk von COI-Haplotypen (350 bp) von 416 Steinkrebsen. Die Größe der Kreise ist proportional zur Häufigkeit der Haplotypen. Die Linien zwischen dem Kreis stellen einen Basenpaaraustausch dar.

Echtzeit-RCP-Analysen nach Vrällstad *et al* (2009) wurden durchgeführt, um das Auftreten des Eipilzes *Aphanomyces astaci* zu überprüfen, der die Flusskrebsepest verursacht, eine tödliche Krankheit, die in ganz Deutschland für den Verlust der meisten einheimischen Steinkrebspopulationen verantwortlich ist. Wir untersuchten den Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*) und Gewässerproben nach dem Auftreten von *A. astaci*-DNA.

Glücklicherweise konnte bei Signalkrebsen aus der Wieslauer keine Flusskrebsepest-DNA nachgewiesen werden, ebenso wenig bei Gewässerproben aus dem Horbach und dem Salzbach, mögliche Standorte, die in die Wieslauer fließen. Allerdings ist es noch immer möglich, dass weitere invasive Arten ins System der Wieslauer einwandern und das Pathogen Flusskrebsepest einschleppen. Die Wieslauer fließt in den Rhein, wo infizierte *F. limosus* und *F. immunitis* (Schrimpf *et al* 2013) weit verbreitet sind.

3.4 Fortpflanzungsmethoden in Deutschland

Auf der deutschen Seite des Biosphärenreservats wurden Studien zur Schätzung der Bestandsgrößen durchgeführt, um sicherzustellen, dass mit der Fangmethode das Überleben der Populationen an den Spenderstandorten nicht gefährdet wird. Diesen Analysen folgend wurden zwei Quellstandorte gewählt, um erwachsene Tiere für die Zucht zu fangen.

Im Vergleich zu Frankreich wurde eine andere Zuchtstrategie getestet:

42 erwachsene Tiere (14 Männchen und 28 Weibchen) aus Population 1 wurden am 4. Oktober 2021 gefangen und in einen aus Quellen gespeisten Teich gesetzt (Abbildung 17), sodass sie sich ohne weitere Eingriffe paaren konnten. Dieselbe Zahl von Steinkrebsen wurde im folgenden Jahr am 3. Oktober 2022 entnommen und im Teich freigelassen. Die Wassertemperatur des Quellstroms und des Teiches wurde stündlich gemessen, um Informationen zu sammeln, die für die Wahl von Auffüllgewässern und das nachfolgende Bebrüten der Eier in der Farm benötigt werden.

Der Teich wurde dann am 14. März 2022 geleert und abermals ein Jahr später am 1. April 2023, um die eiertragenden Weibchen herauszuholen. Über 900 Eier (im Jahr 2022) und mehr als 450 Eier im Jahr 2023 wurden behutsam gesammelt (Abbildung 18) und für den Transport in die Brutanstalt im norddeutschen Oeversee in Plastikbehälter gesetzt (Abbildung 19). Während des Transports wurden die Eier gekühlt. In der Brutanstalt wurden die Behälter in zwei verschiedene Brutapparate transferiert, um den Brutvorgang zu optimieren und alle Eier mit Sauerstoff zu versorgen. Ein Brutapparat hatte eine niedrigere Temperatur als der andere, um die effektivste Strategie für die Zukunft zu ermitteln.

Die Umgebung mit der niedrigeren Temperatur zeigte keinen Erfolg und man verlor alle Eier aus diesem Brutapparat, aber im zweiten Brutapparat schlüpfen ab Anfang Mai 200 Jungtiere. Im August wurden die kleinen Steinkrebse in einen kleinen Teich der Brutanlage gesetzt, um vor der Auswanderung im Herbst das Wachstum fernab von Fressfeinden zu vervollständigen.

3.5 Bestimmung günstiger Bäche und Auswilderungen

Potenziell günstige Standorte für die Auswilderung wurden auf beiden Seiten der Grenze identifiziert, wobei alle verfügbaren GIS-Daten miteinander abgeglichen wurden. Es handelt sich um den Oberlauf von Waldbächen ohne exogene Flusskrebse mit hoher spezifischer Leistung und ausgeprägtem Auwald.

In Frankreich

Wie weiter oben angegeben, wurden bereits drei Bäche als günstig bestimmt, in denen im Rahmen der Versuchsphase von 2017 bis 2019 Steinkrebse freigelassen wurden; es handelt sich um die Standorte 1, 2 und 3.

Allerdings stieß das Team auf ein paar Schwierigkeiten, weitere Wasserströme innerhalb der geografischen Grenzen des als Regionaler Naturpark klassifizierten

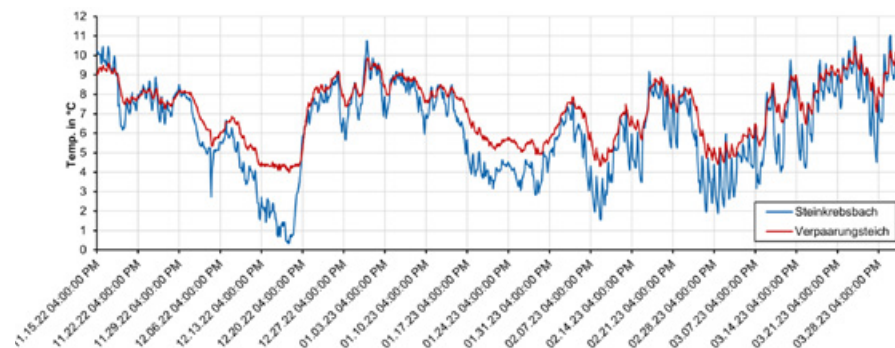


Abbildung 17: Temperaturverlauf im Teich und im daneben gelegenen Bach, wo der Steinkrebs zwischen dem 15. November 2022 und dem 28. März 2023 gegenwärtig ist. Der Temperaturverlauf in der Natur half bei der Festlegung der richtigen Temperatur in der Brutanstalt.



Abbildung 17: Der Teich wurde langsam geleert und die Steinkrebse begannen, aus ihren Verstecken zu krabbeln. Steinkrebszüchter Helmut Jeske sucht nach den Steinkrebsen.



Abbildung 18: Mit einer Zange wurden die Eier vorsichtig von den Weibchen entfernt. Alle Eier wurden pro Weibchen gezählt.



Abbildung 19: Die Eier wurden für den Transport zur Brüterei in kleine Behälter umgefüllt. Alle Eier eines Weibchens wurden in einem einzigen Behälter gelagert.

Gebiets zu bestimmen: mehrere Oberläufe mit qualitativ hochwertigen Bächen wurden erkundet, aber diese wiesen in heißen Sommern (so im Sommer 2020) ausgedehnte Austrocknungsphasen auf oder verfügten über einen zu niedrigen Mineralgehalt (Speisung durch ein saures Sandsteinsubstrat).

2021 wurden dank eines „verbesserten“ Protokolls unter Berücksichtigung der Versuchsphase 2017-2020 endlich 2 passende Bäche identifiziert (Standort 4 und 5). Die erste Etappe bestand darin, die morphodynamische Attraktivität (IAM-Wert) und die Krebsaufnahmekapazität (ISCA-Wert) der beiden ausfindig gemachten Standorte zu bestimmen. Diese Analysen zeigten ein Aufnahmepotenzial für Flusskrebse an beiden Standorten, aber der Standort 5 weist IAM-Werte unter 50 % auf und erscheint zum jetzigen Zeitpunkt weniger günstig.



Abbildung 20

Die Forschungen wurden mit einer genauen Analyse der Fischbestände fortgesetzt, um eventuelle Veränderungen des Zuges im Hinblick auf das theoretische Modell zu bestimmen (bei jeder Art Bestimmung der Bestände, der Biomasse und der Dichte). Standort 4 weist eine kleine Bachforellenpopulation auf, die im Einklang mit dem Potenzial des Milieus steht, während Standort 5 eine verarmte Besiedlung aufweist: keine Bachforelle und Groppen und eine sehr geringe Biomasse. Zum jetzigen Zeitpunkt tritt recht klar zutage, dass die Qualität des Milieus am Standort 5 beeinträchtigt ist.

Schließlich wurden hydrobiologische Entnahmen vorgenommen, um die mutmaßliche Qualität von Bach 4 zu bestätigen und die sich bei den ersten Analysen von Bach 5 abzeichnenden Beeinträchtigungen zu überprüfen. Das Ergebnis ist

unmissverständlich: die Gesamtnote der Qualität von Fluss 4 liegt bei 16/20 (29 Taxone – richtungsweisende Tiergruppe: Odontoceridae) und die von Bach 5 bei 6/20 (14 Taxone – richtungsweisende Tiergruppe: Baetidae).

Standort 5 wurde also in der Phase der hydrobiologischen Analyse verworfen und nur an Standort 4 wurden zum Abschluss des Diagnoseverlaufs physisch-chemische Kontrollanalysen vorgenommen. Da Standort 4 eine gute Wasserqualität und eine hohes Aufnahmepotenzial für Krebse aufweist, wurde dort im September 2022 eine Auswilderung von 265 Steinkrebsjungtieren vorgenommen (Abbildung 20).

Auch in Bach 3 gab es im Zuge des Programms „Bedrohte Tierarten“ 2021 eine Freilassung von Jungtieren (260 Individuen).

Die beiden vom INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ finanzierten Zuchtjahre ermöglichten also die Produktion von 525 Individuen in den Anlagen des Aquariums von Besançon.



Abbildung 21 : beispiel für einen potenziell geeigneten Auswilderungsstandort für den Steinkrebs am Salzbach.

In Deutschland

Auch im Pfälzerwald gestaltete sich die Suche nach günstigen Bächen kompliziert, da invasive amerikanische Flusskrebsarten weit verbreitet sind (CHUCHOLL & SCHRIMPE, 2015).

Als beste Bäche für einen Besatz wurden das Wartenbach-System, das Wieslauter-System, das Kaltenbach-System und das Horbach-System identifiziert. Letztendlich wurde der Salzbach im Wieslauter-System als das geeignetste Setzgewässer gewählt, insbesondere im Hinblick auf die Verbreitung des Signalkrebse.

Obwohl der Salzbach in manchen Bereichen und manchen Zuflüssen aufgrund verschiedener Standortfaktoren ungeeignet zu sein scheint (Leschner 2021), spricht die Tatsache, dass (bei Fangaktionen, nächtlicher Beobachtung und eDNA-Analysen) keine weitere Krebsart, auch nicht der Signalkrebs, im Salzbach entdeckt wurde, für ein Einsetzen. Der Signalkrebs hat diesen Nebenfluss bislang gemieden. Es gibt auch Bereiche und Nebenflüsse mit guten Gegebenheiten wie der Setzort 2022 (Abbildung 21) mit Verstecken in Form von Uferbefestigungen und Steinblöcken in verschiedenen Größen am Grund des Flusses.

Leider produzierten die Zuchtmethoden, die während des Programms in Deutschland zur Anwendung kamen, nicht genügend Jungtiere, als dass zwischen 2020 und 2023

eine richtige Auswilderungsaktion möglich gewesen wäre: Bei der herbstlichen Leerung des Versuchsteiches im Oktober 2022 wurden nur 4 Jungtiere lebend gefunden. Über das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ hinaus werden weitere Zuchtversuche notwendig sein, um die Methode, die bei diesem Projekt zum ersten Mal erprobt wurde, zu bestätigen. Es gilt, die Ursache für das Sterben von Jungtieren im Teich zu klären (Fressfeinde?) und den Zuchtprozess anzupassen, entweder durch früheres Auswildern der Jungtiere im Fluss oder indem die Jungtiere länger im Aquarium großgezogen werden, bevor man sie mit einer für ihr Überleben in freier Wildbahn günstigeren Größe auswildert

3.6 Überwachung der ausgewilderten Populationen

Alle Auswilderungsstandorte wurden 2- bis 3-mal im Jahr (Frühjahr und Herbst) überwacht, um zu überprüfen, dass die freigelassenen Individuen noch immer am Leben waren, um die Reproduktion zu beweisen, die Entwicklung der Jungtiere zu verfolgen und ihre eventuelle Streuung zu dokumentieren. Zwei Methoden wurden angewandt, um die neuen Populationen zu überwachen: nächtliche Sondierungen und die Ablösung künstlicher Herbergen bei Tag. Um die Homogenität der Ergebnisse auf beiden Seiten des grenzübergreifenden Biosphärenreservats zu gewährleisten, wird ein zweisprachiges Überwachungsprotokoll ausgearbeitet.

Die langfristig informativste Überwachung bleibt die Kontrolle der künstlichen Herbergen, die permanent vor Ort im Bach bleiben. Sie ermöglicht eine einfache Handhabung der Tiere und die Überprüfung der jährlichen Präsenz eiertragender Weibchen als Zeichen für eine dynamische Population. Das Protokoll, das für die Weiterverfolgung durch Überprüfung künstlicher Herbergen definiert wurde, präzisiert insbesondere die Vorgehensweise bei der Desinfektion des Materials, die Modalitäten fürs Setzen und für die Kontrolle der künstlichen Herbergen, günstige Phasen und die Art der Datenerfassung. In einer niedergelassenen Population sollte es dieses Protokoll ermöglichen, im Hinblick auf die Zahl der verfügbaren Höhlen ein Besetzungspotenzial zu berechnen. Die Überwachungen müssen ab April bis zum Monat Oktober (aktive Phase der Art) durchgeführt werden. Wenn die Bedingungen es erlauben (insbesondere die hydrologischen Bedingungen), führen wir drei Besuche pro Standort mit einem Abstand von einem Monat zwischen jeder Überwachung durch. Nächtliche Sondierungen mithilfe einer starken Taschenlampe ermöglichen es, weitere Informationen zusammenzutragen. Diese Besuche werden vorzugsweise im Spätsommer und zu Herbstbeginn vorgenommen, um zu versuchen, Jungtiere aufzuspüren, die die künstlichen Herbergen noch nicht nutzen, und die Länge einzuschätzen, die von den Tieren im Lauf der Zeit besiedelt wird.

Die im Rahmen des INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ entwickelten Weiterverfolgungen werden mittel- und langfristig relevant sein. Der Artikel führt die allerersten Erkenntnisse an, die unbedingt angeglichen werden müssen, sobald wir den nötigen Abstand gewonnen haben und über breitere Datensätze verfügen.

Erste Beobachtungen im Rahmen der Weiterverfolgungen nach der Auswilderung in den Nordvogesen:



Abbildung 22

Im ersten Bach, in dem in der Versuchsphase des Projekts 2018 und 2020 erwachsene Tiere freigelassen wurden (Bach 1), wurde bei den Kontrollen 2021 nur ein einziger Krebs gesichtet, und bei den drei weiteren Besuchen im Jahr 2022 überhaupt keiner mehr. Weitere Beobachtungen und eine vertiefere Analyse des Milieus werden also vonnöten sein, um einzuschätzen, warum die Auswilderung offenbar nicht funktioniert hat.

In Bach 2 hingegen sieht die Lage viel besser aus. Zwei erwachsene Individuen wurden bei Kontrollen am 2. September 2021 in den künstlichen Herbergen gefunden und etwa fünfzehn Krebse verschiedener Größenordnungen wurden bei einem nächtlichen Besuch am 23. September beobachtet. Im Jahr darauf wurden zahlreiche Herbergen durch ein heftiges Hochwasser im Frühjahr begraben und mussten ausgetauscht werden, aber bei einer Bestandsaufnahme der Herbergen nach der Fortpflanzungsperiode im November 2022 konnte ein eiertragendes Weibchen beobachtet werden (Abbildung 22). Die Population scheint sich zu vermehren und sich allmählich weiterzuentwickeln.

Was die Auswilderung der Jungtiere in den Bächen 3 und 4 anbelangt, ist es für eine Auswertung dieser Aktionen noch zu früh. Bei Bach 3 konnten bei nächtlichen Besuchen im Oktober 2022 (also ein Jahr nach der Auswilderung) mehrere 50 bis 60 mm große Individuen beobachtet werden (bis zu 5 Individuen gleichzeitig und hauptsächlich Männchen). Die Individuen haben sich gut entwickelt (Verdopplung der Größe) und manche könnten sich schon 2023 fortpflanzen. Es wird notwendig sein, diese Population weiterhin zu überwachen, um die wahre langfristige Wirksamkeit der Auswilderung einzuschätzen.



Abbildung 23

An Bach 4 wurden schließlich 4 Kontrollbesuche mehrere Tage und Wochen nach der Auswilderung der Jungtiere vorgenommen, nämlich am 12. Oktober und am 10. November 2022. Bei diesen nächtlichen Bestandsaufnahmen (Abbildung 23), wurden letztendlich nur sehr wenige Individuen gesichtet (maximal 3). Die Sommersaison 2023 sollte uns erste Informationen bezüglich der Entwicklung dieser Population bringen.

Auch Fotofallen wurden aufgestellt, um die Auswilderungsstandorte zu überwachen und eventuelle Störungen zu beobachten. Am Ende der beiden ersten Jahre der Videoüberwachung wurde keinerlei problematische menschliche Aktivität festgestellt. Festzustellen ist allerdings die regelmäßige Präsenz von Fressfeinden wie dem Graureiher und dem Schwarzstorch und Bilder belegen den Fang und Verzehr von Steinkrebsen durch diese beiden Arten.

3.7 Verordnungen des Präfekten zum Biotopschutz (APPB)

Das Studienbüro SCIMABIO wurde im Herbst 2021 von der DREAL beauftragt, wissenschaftliche Dossiers auszuarbeiten, mit denen das Prozedere zur Klassifizierung von drei Bächen der Nordvogesen in **Verordnungen des Präfekten zum Biotopschutz** in Gang gebracht werden soll. Es handelt sich um die beiden Quellströme im Département Bas-Rhin, die die Lieferung von Zuchttieren im Rahmen des INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ ermöglichten, und um Bach 2, in dem die Umsiedlungsaktionen erwachsener Tiere die Entwicklung einer kleinen, sich reproduzierenden Population ermöglichte.

Diese Dokumente, die im Juni 2022 fertiggestellt wurden, beschreiben die Herausforderungen beim Schutz dieser Art, sie schlagen einen Arbeitsumkreis vor, über den im Lauf des Jahres 2023 von lokalen Akteuren diskutiert wird, und einen Verordnungsentwurf. Über die Steinkrebse hinaus legt dieses Dossier noch weitere ökologische Herausforderungen dar, die in den betreffenden Gebieten festgestellt wurden. Die Organisation der Abstimmung mit Betroffenen und Anwohnern wird von den Diensten der Départementsdirektion der Gebiete Bas-Rhin und Moselle übernommen. Die ersten Informationssitzungen der Stadträte wurden im September 2022 organisiert. Ein erster Formulierungsentwurf eines APB wird im Département Moselle gerade geprüft und sollte dazu führen, dass noch vor Ende des Jahres 2023 ein Teil des Einzugsgebiets von Bach 2 unter Schutz gestellt wird.

3.8 Die wichtigsten Lehren aus dieser zweiten Phase und Schlussfolgerung

Das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ hat zweifellos Fortschritte für den Erhalt des Steinkrebse ermöglicht und dafür gesorgt, dass der Grundstein einer grenzübergreifenden Partnerschaft gelegt wurde, die sicherlich weitere Aktionen zugunsten dieser Art im grenzübergreifenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen in den kommenden Jahren hervorbringen wird.

Wir können folgende bemerkenswerte Fortschritte verzeichnen :

- Bei den Zuchtmodalitäten wurden technische Anpassungen vorgenommen, durch die die Ergebnisse bei der Produktion von Steinkrebsjungtieren im Aquarium erheblich verbessert werden konnten. Mehr als 500 Jungtiere wurden in kontrolliertem Milieu bis zu einer Größe von 30 mm oder mehr großgezogen und erfolgreich in den beiden Bächen der Nordvogesen ausgewildert.
- Erste Tests zum Ausbrüten von Steinkrebseiern im Brutapparat wurden 2022 und 2023 in Deutschland durchgeführt. Die ersten Ergebnisse sind sehr ermutigend, schon im ersten Jahr konnte die Hälfte der Eier ausgebrütet werden. Dieses Ergebnis eröffnet neue Perspektiven in Sachen Zucht und Erhaltung der Art.
- Es wurde eine Diagnosemethode gefestigt, mit der es möglich ist, das Aufnahmepotenzial eines Baches im Hinblick auf die ökologischen Bedürfnisse des Steinkrebse zu bestimmen. Es handelt sich um einen iterativen Prozess, mit dem der Erhaltungszustand der im Bach vorhandenen aquatischen Lebensräume durch aufeinanderfolgende und ergänzende Analysen verfeinert werden kann.

Bei diesen können ausgewertet werden: Qualität der aquatischen Lebensräume (Morphologie des Betts), Qualität der Fischbesiedlung, Qualität der Biozösen wirbelloser Wassertiere und schließlich die Wasserqualität. Bei dem Projekt konnten außerdem zwei potenziell günstige Bäche für künftige Auswilderungsaktionen außerhalb des Gebiets des grenzübergreifenden Biosphärenreservats bestimmt werden.

- Bestandsaufnahmen vor Ort und Laboranalysen anhand der umweltbezogenen DNA, die in den Bächen der südlichen Pfalz gesammelt wurde, scheinen leider zu bestätigen, dass der Steinkrebs im deutschen Teil des grenzübergreifenden Biosphärenreservats Pfälzerwald-Nordvogesen heute nicht mehr vorhanden ist. Sein Verschwinden korreliert mit der rasanten Ausbreitung des Signalkrebse in den kleinen Oberlaufbächen. Außerdem belegen Analysen auf beiden Seiten der Grenze, die von der Universität Koblenz-Landau und dem Französischen Büro für Artenvielfalt durchgeführt wurden, das Auftreten von *Aphanomyces astaci* (Pilz, der die sogenannte Flusskrebsepest verursacht) in mehreren Signalkrebspopulationen, die sich in den Einzugsgebieten der letzten Steinkrebspopulationen verbreiten.
- Die ersten Ergebnisse der Weiterverfolgungen nach den Auswilderungen weisen darauf hin, dass die Umsiedlung erwachsener Tiere eine wirksame und kostengünstige Methode der Auswilderung ist. Durch die lokal erlangte Erfahrung können erste Ratschläge für künftige europäische Akteure festgehalten werden, die ein Neubesiedlungsprogramm zur Rettung der Steinkrebse starten wollen. Um sicherzustellen, dass die Erfolgchancen möglichst gut sind, ist Folgendes wichtig :
 - Sorgfältige Analyse des Aufnahmемilieus (Morphologie, Fischbesiedlung, Hydrobiologie, physikalische Chemie ...), Identifizierung lokaler Gepflogenheiten, die potenzielle Risikofaktoren sind (Fischerei, landwirtschaftliches Abpumpen, Waldarbeiten ...), und Identifizierung potenzieller Verschmutzungsquellen (Regenüberläufe, landwirtschaftliche Gräben oder Rinnen ...)
 - Schonung der Quellpopulationen durch gemäßigte, turnusmäßige Entnahmen, wenn möglich an mehreren Standorten
 - Begrenzung von Eingriffen und Vermeidung des Betretens der Flussbetten, in denen die Geberpopulationen leben, durch Einsatz einer passiven Fangmethode mithilfe künstlicher Herbergen. Diese müssen schwer genug und so gut zu orten sein, dass man sie leicht zurückholen kann und sie möglichst nicht abgetrieben werden.
 - Vor dem Eingriff am Quellbach oder am Auswilderungsort sorgfältig auf die Desinfizierung von Material und Stiefeln achten.
 - Grundsätzliche Einschätzung zum Verhältnis zwischen der ständigen Wasserfläche und der Dichte von im Wasser lebenden Arten, die potenzielle Fressfeinde sind, in den Bächen, die für die Auswilderung infrage kommen (um in starken Niedrigwasserphasen ein beengtes Beisammensein von Beutetieren und Fressfeinden in den Senken zu verhindern). Bei einem oder zwei nächtlichen Besuchen in der Niedrigwasserphase kann man sich gut ein Bild von der Lage verschaffen.

- Bevorzugung aufeinanderfolgender Auswilderungen im Frühjahr (April bis Mai) über einen Zeitraum von 2 bis 3 Jahren mit Gruppen eiertragender Weibchen aus mindestens 30 Individuen. Einsetzung von nur halb so vielen Männchen wie Weibchen in der Anfangsphase (Begrenzung des Kannibalismus) und ausschließliches Einsetzen von Männchen Anfang Oktober nach der ersten Einsetzung von Weibchen
- Durchführung der Umsiedlung in den kühlen Stunden des Tages mit Transport der Krebse in Kühlboxen mit wenig Wasser und einer Kühlvorrichtung bei längeren Strecken
- Auf die Pflege eines möglichst dichten und undurchdringlichen Auwaldes im Uferbereich der gewählten Bäche achten

Abschluss

Während das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten im grenzübergreifenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen“ endet, denken die Akteure für den Schutz des Steinkrebse am Oberrhein bereits über weitere Aktionen nach, die in den nächsten Jahren durchgeführt werden sollen, um künftige Aufzucht- und Auswilderungsaktionen von Steinkrebsen zu optimieren. Es scheint insbesondere notwendig zu sein, durch Forschungsarbeiten interdisziplinärer universitärer Teams unsere Kenntnisse über die mikrobielle symbiotische Flora der Art zu vertiefen, die Tests zur Aufzucht und Gewichtszunahme von Jungtieren im Außenbecken zu verbessern und den Austausch von Jungtieren zwischen Deutschland und Frankreich zu ermöglichen, um Entnahmen aus den letzten wildlebenden Populationen des Biosphärenreservats zu begrenzen, und schließlich die genetische Herkunft zu diversifizieren, um die Widerstandsfähigkeit der eingesetzten Populationen zu erhöhen.

Bibliographie

- ANDRE M. & LAMY E. (1935). Les écrevisses de France. Paris, 89 Pages
- ALDERMAN, D. J. (1996). Geographical spread of bacterial and fungal diseases of crustaceans. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 15(2), 603-632
- CERENIUS, L., K. SÖDERHÄLL, M. PERSSON ET R. AJAXON. (1988). The crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* - diagnosis, isolation, and pathology. In: Goeldlin de Tiefenau, P. (ed.), *Freshwater Crayfish VII, Papers from the Seventh International Symposium of Astacology*. Musée Zoologique Cantonal, Lausanne, pp. 131-144
- CHUCHOLL, C., DEHUS, P. (2011). Flusskrebse in Baden-Württemberg. Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (ed.), Langenargen.
- CHUCHOLL, C. & SCHRIMPF, A. (2015). The decline of endangered stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) in southern Germany is related to the spread

of invasive alien species and land-use change. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(1), 44-56

COLLAS, M., JULIEN, C., & Pêche et de la Pisciculture, (386), 1-38.

COLLAS, M. (2012a). La gestion des écrevisses exotiques envahissantes dans le département des Vosges. *Sciences Eaux Territoires*, 1, 46-49.

COLLAS, M. (2012b). Les Ecrevisses. In MULLER Y. (coord.)—La biodiversité (faune, flore, fonge) de la réserve de la MONNIER, D. (2007). La situation des écrevisses en France résultats des enquêtes nationales réalisées entre 1977 et 2006 par le conseil supérieur de la pêche. *Bulletin Français de la biosphère des Vosges du Nord: État des connaissances et évolution au cours des dernières décennies (Ciconia, Vol. 36, pp. 129-132).*

COLLAS, M. (2020). Ecrevisses exotiques en France: Le rythme des introductions en milieu naturel s'accélère. *Courrier de La Nature*, 324, 24-31.

FRANCKHAUSER R., MACHINO Y. (2001). L'écrevisse de torrents (*Austropotamobius torrentium*) en France. *L'Astaculteur de France*, 68, 2-5.

FÜREDER, L., SOUTY-GROSSET, C. (2005). European native crayfish in relation to land-use and habitat deterioration, with a special focus on *Austropotamobius torrentium*. *Bull. Fr. Pêche Piscic. 376-377*, 487-845.

FÜREDER, L., GHERARDI, F. & SOUTY-GROSSET, C. (2010). *Austropotamobius torrentium* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T2431A121724677. Accessed on 06 December 2022.

GRANDJEAN F., 2012. [Genetic assessment of indigenous crayfish populations in Haute-Savoie]. Report for Fédération de pêche de la Haute-Savoie

HORNIER E., COLLAS M., CLAUSS T., STORCK F., ANDRE S., HIESIGER P. (2002). L'écrevisse de torrent est toujours présente en Alsace – *L'astaculteur de France* N°73, p. 6-10

HUBER M.G.J., SCHUBART C.D. (2005). Distribution and reproductive biology of *Austropotamobius torrentium* in Bavaria and documentation of a contact zone with the alien crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 376, 377, 759-776.

HOLDICH D.M., REYNOLDS J.D., SOUTY-GROSSET C. & SIBLEY P.J. (2009). A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*: 394-395, 11. <http://www.kmae-journal.org>

KOUBA, A., PETRUSEK, A., KOZÁK, P. (2014). Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 413, 5.

KOUBA, A., PETRUSEK, A., KOZÁK, P. (2015). Crayfish species in Europe.

In: Kozák, P *et al.* *Crayfish Biology and Culture*. Faculty of Fisheries and Protection of Waters, University of South Bohemia in České † Budejovice, † Vodnany, † pp. 81–164.

LESCHNER M. (2020). Entwicklung eines Konzepts zum Schutz von *Austropotamobius torrentium* im Biosphärenreservat Nordvogesen-Pfälzerwald. Unveröffentlichte Masterarbeit im Studiengang Umweltwissenschaften mit der Profillinie Landnutzung und Naturschutz an der Albert-Ludwig-Universität Freiburg, Abgabetermin: 15.03.2021, 137 S.

MAGNIER, J., & PETIT, K. (2016). L'enquête nationale sur les écrevisses. *Office international de l'eau, note technique*, 1-21.

MANENTI, R., GHIA, D., FEA, G., FICETOLA, G., PADOA-SCHIOPPA, E., & CANEDOLI, C. (2018). Causes and consequences of crayfish extinction: Stream connectivity, habitat changes, alien species and ecosystem services. *Freshwater Biology*, 64(2), 284-293.

NYLUND, V., & WESTMAN, K. (1992). Crayfish diseases and their control in Finland. *Finnish Fisheries Research*, 14, 107-118.

OIDTMANN, B., CERENIUS, L., SCHMID, I., HOFFMANN, R., & SÖDERHÄLL, K. (1999). Crayfish plague epizootics in Germany--classification of two German isolates of the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* by random amplification of polymorphic DNA. *Diseases of Aquatic Organisms*, 35(3), 235-238.

OIDTMANN, BIRGIT & HEITZ, ELKE & ROGERS, DAVID & HOFFMANN, RUDOLF. (2002). Transmission of crayfish plague. *Diseases of aquatic organisms*. 52. 159-67. 10.3354/dao052159.

OIDTMANN, B., M. THRUSH, D. ROGERS AND E. PEELER. (2005). Pathways for transmission of crayfish plague, *Aphanomyces astaci*, in England and Wales. *Conference presentation at meeting of the Society of Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine (SVEPM)* in Nairn, Inverness, Scotland, UK.

PÂRVULESCU, L., O. PACIOGLU, ET C. HAMCHEVICI. (2011). The assessment of the habitat and water quality requirements of the stone crayfish (*Austropotamobius torrentium*) and noble crayfish (*Astacus astacus*) species in the rivers from the Anina Mountains (SW Romania). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401, 03.

PÖCKL, M., & STREISSEL, F. (2005). *Austropotamobius torrentium* as an indicator for habitat quality in running waters? BFPP - *Bulletin Français de La Pêche et de La Protection Des Milieux Aquatiques*, 376-377 SPEC. ISS., 743–758.

RACHOR, E. (Bearb.) (1998): Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. – In: BUNDES-AMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Bonn (Bundesamt für Naturschutz). – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 290-300

REYNOLDS, J. D. (1988). Crayfish extinctions and crayfish plague in central

Ireland. *Biological conservation*, 45(4), 279-285.

SCHRIMPE, A. & SCHULZ, R. (2013). Environmental DNA – Etablierung einer Methode zum Krebspestnachweis aus Wasserproben, Teilprojekt Krebsanalysen und Gewässer in Rheinland-Pfalz. *Abschlussbericht an die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd*, Institut für Umweltwissenschaften, Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland.

SOUTY-GROSSET C., HOLDICH D.M., NOËL P.Y., REYNOLDS J.D.& HAFFNER P. (2006) Atlas of Crayfish in Europe. *Museum national d'Histoire naturelle*, Paris, 187p

SOUTY-GROSSET C. & REYNOLDS, J. D. (2009). Current ideas on methodological approaches in European crayfish conservation and restocking procedures. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (394-395), 01. STREISSEL, F., & HÖDL, W. (2002). Habitat and shelter requirements of the stone crayfish, *Austropotamobius torrentium* Schrank. In *Hydrobiologia* (Vol. 477).

TAUGBØL, T., SKURDAL, J., & HÅSTEIN, T. (1993). Crayfish plague and management strategies in Norway. *Biological Conservation*, 63(1), 75–82.

TELEOS, Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, et Brigade départementale du Jura du Conseil Supérieur de la Pêche. (2004). Contribution à la recherche des causes de régression de l'écrevisse "Pieds Blancs" (*Austropotamobius pallipes*). Expérimentation dans le département du Jura de 2000 à 2003. Recherche des causes insidieuses d'extinction. Caractérisation des exigences habitationnelles minimales Mise au point d'un système expert.

VLACH, P., FISCHER, D., & HULEC, L. (2009). Microhabitat preferences of the stone crayfish *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394–395, 15. <https://doi.org/10.1051/kmae/2010008>

VRÅLSTAD T., KNUTSEN A.K., TENGS T., HOLST-JENSEN A. (2009). A quantitative TaqMan® MGB real-time polymerase chain reaction based assay for detection of the causative agent of crayfish plague (*Aphanomyces astaci*). *Vet. Microbiol.* 137 (1–2), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.12.022>.

SCHRIMPF A., CHUCHOLL C., SCHMIDT T., SCHULZ R. (2013b). Crayfish plague agent detected in populations of the invasive North American crayfish *Orconectes immunis* (Hagen, 1870) in the Rhine River, Germany. *Aquatic Invasions* 8(1): 103–109, <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2013.8.1.12>

L'amélioration de la protection des chauves-souris anthropophiles dans la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord-Pfälzerwald

Loïc DUCHAMP (1), Katharina SCHRITT (2), Loïc ROBERT (3),
Alba BEZARD (4) et Flavia SCOCCA (1)

(1) SYCOPARC des Vosges du Nord, 21 Rue du Château, 67290 La Petite-Pierre

(2) NABU Rheinland-Pfalz

(3) Bureau d'étude Nature Nichoirs

(4) 1 Bureau d'étude Silva environnement

Résumé :

Les chauves-souris anthropophiles dépendent des constructions humaines pour la reproduction, notamment les édifices comme les églises et les maisons. De part et d'autre de la frontière, des spécialistes ont uni leurs efforts pour les protéger dans le cadre du projet INTERREG «Espèces animales en danger».

Des expertises ont été réalisées pour identifier les bâtiments favorables aux chauves-souris, et des aménagements ont été proposés et effectués pour améliorer leur habitat. En France, des conventions «Refuge pour les chauves-souris» ont été signées avec les propriétaires, tandis qu'en Allemagne, les propriétaires ont été encouragés à participer au programme «Fledermäuse Willkommen».

55 bâtiments ont ainsi été aménagés pour accueillir les chauves-souris, et 48 ont été protégés par des conventions de conservation. Ces efforts visent à maintenir et à favoriser les populations de chauves-souris, en particulier du Grand Murin, qui est une espèce vulnérable. Le projet a également renforcé la coopération transfrontalière entre les deux pays pour la protection des espèces en danger.

Mots-clés : Chauves-souris, espèces anthropophiles, combles, clochers, colonies, bâtiments publics, refuge, aménagements, pfälzerwald, Vosges du Nord

Abstract:

Synanthropic bats depend on human structures for reproduction, particularly buildings such as churches and houses. Specialists on both sides of the border have joined forces to protect them as part of the INTERREG 'Endangered Animal Species' project.

Surveys have been carried out to identify buildings that are suitable for bats, and improvements have been proposed and carried out to improve their habitat. In France, 'Bat Refuge' agreements have been signed with property owners, while in Germany, property

owners have been encouraged to take part in the 'Fledermäuse Willkommen' programme.

55 buildings have been fitted out to accommodate bats and 48 have been protected by conservation agreements. These efforts are aimed at maintaining and boosting bat populations, in particular the greater mouse-eared bat, which is a threatened species. The project has also strengthened cross-border cooperation between the two countries to protect endangered species.

Key words : Bats, anthropophilous species, attics, bell towers, colonies, public buildings, refuge, facilities, pfälzerwald, Vosges du Nord

Introduction

Les chauves-souris ou Chiroptères, constituent le deuxième plus grand ordre de mammifères du monde après celui des Rongeurs, avec près de 1400 espèces. En France, on en dénombre 36 espèces (www.sfepm.org) et 25 en Allemagne (www.nabu.de). Depuis la Directive européenne Habitats, Faune, Flore de 1992, toutes les espèces de chauves-souris européennes bénéficient d'une protection légale stricte dans chaque pays de l'Union européenne. Elles bénéficient aussi d'un accord sur leur conservation en Europe depuis 1991 (EUROBATS).

Sous nos latitudes, les Chiroptères sont insectivores et jouent un rôle important dans les équilibres écologiques. Ils contribuent à la régulation des populations d'insectes et sont considérés comme des indicateurs de qualité environnementale. Certaines espèces, qualifiées d'anthropophiles, sont dépendantes des édifices construits par les hommes pour s'y reproduire. Elles investissent combles, clochers, sous-toitures et autres structures artificielles qui offrent le microclimat et la quiétude indispensables au déroulement optimal de leur cycle biologique (KUNZ, 1982). Il est donc indispensable de les protéger voire de favoriser leur présence dans les villes et les villages de la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord – Pfälzerwald en ménageant un réseau de gîtes protégés et accessibles à ces espèces en permanence. C'est pourquoi, de part et d'autre de la frontière, des acteurs de la protection des chauves-souris ont unis leurs forces pour monter un programme d'actions au sein du projet INTERREG « Espèces animales en danger ». Ce projet vise à préserver 3 espèces ou groupes d'espèces :

- Une espèce très menacée des petits cours d'eau : l'Ecrevisse des torrents (*Austropotamobius torrentium*),
- deux espèces de papillons inféodées aux prairies humides à Sanguisorbe : l'Azuré des paluds (*Phengaris nausithous*) et l'Azuré de la sanguisorbe (*Phengaris teleius*)
- et enfin, des espèces de mammifères dépendantes des constructions humaines sous nos latitudes : les chauves-souris « anthropophiles »

1. Les espèces visées par le projet

Les principales espèces anthropophiles identifiées sur le territoire de la Réserve de Biosphère Transfrontière et ses environs, sont : le Grand Murin (*Myotis myotis*,

(BORKHAUSEN, 1797)), l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus* (J. B. FISCHER, 1829)), la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus* (SCHREBER, 1774)) et la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774)).

Trois autres espèces anthropophiles sont susceptibles de s'installer dans un avenir plus ou moins proche : le Murin à oreilles échanquées (*Myotis emarginatus* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806)), se reproduisant déjà aux portes de la Réserve de Biosphère Transfrontière, dans la plaine du Rhin ; le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros* (Borkhausen, 1797)), rare mais se reproduisant dans les Vosges moyennes ; et le Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)), sporadiquement présent en hiver mais se reproduisant plus à l'ouest en Lorraine.

D'autres espèces sont susceptibles de fréquenter les constructions humaines mais sont moins strictement dépendantes de ces dernières pour leur reproduction sous nos latitudes et altitudes.

1.1 Leur cycle de vie

Mâles et femelles se regroupent pour l'accouplement dès la fin de l'été et au cours de l'automne. Ils chassent de nombreux insectes à cette période pour accumuler des réserves de graisse en vue de la période d'hibernation, qui a généralement lieu de fin octobre à fin mars.

Pendant la période froide, en l'absence d'insectes à chasser, les chauves-souris choisissent pour gîte, des endroits avec un microclimat stable, une température douce et une hygrométrie élevée pour y passer cette période difficile en état d'hibernation (état d'hypothermie régulée, durant plusieurs jours ou semaines, permettant aux chauves-souris de conserver leur énergie pendant l'hiver. Elles ralentissent leur métabolisme jusqu'à des niveaux très bas, abaissant graduellement la température de leur corps et leur taux respiratoire, et puisent dans les réserves de graisse du corps, stockées pendant les mois actifs).

Au printemps, les femelles se regroupent en colonie de quelques individus à plusieurs milliers pour la mise bas et l'élevage des jeunes : ces rassemblements peuvent être monospécifiques ou en cohabitation avec d'autres espèces (par exemple une colonie de Sérotine commune peut cohabiter dans un même comble avec une colonie de Grand Murin).

Les chauves-souris anthropophiles sont plutôt fidèles à leur colonie de naissance et, pour la reproduction, elles choisissent des gîtes qui présentent généralement une température élevée et une hygrométrie basse et qui sont, dans la mesure du possible, à l'abri des prédateurs et des forts dérangements. Une fois matures, elles mettent au monde un seul petit par an, rarement deux, à la fin du printemps ou au début de l'été selon les espèces. La plupart des jeunes commenceront à voler au courant du mois de juillet mais seront encore allaités quelques temps, le temps de devenir indépendants à la chasse. Les mâles peuvent aussi utiliser des combles comme lieu de repos ou de transit au cours d'une chasse. Selon les espèces, ils mènent une vie solitaire ou bien peuvent aussi former des colonies estivales (DIETZ *et al.*, 2009).

1.2 Menaces

Les chauves-souris doivent faire face à plusieurs menaces. Peu tolérantes au dérangement, surtout pendant les périodes d'hibernation et d'élevage des jeunes, elles peuvent être fortement impactées par la fréquentation humaine de leur gîte et par les perturbations lumineuses ou sonores.

Une autre menace importante, et sur laquelle une partie des actions de conservation se concentre, est la réduction des gîtes disponibles tant pour l'hibernation que pour la mise-bas et l'élevage des jeunes.

Dans les Vosges du Nord ou le Pfälzerwald, les espèces dites anthropophiles ont su s'adapter à la rareté des milieux souterrains en mettant à profit les constructions humaines et se sont habituées à se reproduire dans les combles, les granges, les clochers ou au cœur des interstices disponibles sous voliges ou sous bardages. Les bâtiments trop facilement accessibles aux prédateurs tels que le chat domestique, la Fouine (*Martes foina*), l'Effraie des clochers (*Tyto alba*) et, dans une moindre mesure, le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) sont évités. Les sites occupés par les Pigeons domestiques ensauvagés (*Columba livia domestica*) ou, parfois, par les Choucas des tours (*Corvus monedula*) ne sont pas non plus très favorables.

Aujourd'hui, les gîtes de reproduction favorables sont menacés par les travaux de rénovation des combles de bâtiments (isolation ou aménagement de pièces à vivre) qui aboutissent bien souvent à la suppression des accès et à l'augmentation de l'éclairage, facteurs défavorables au maintien des chiroptères. La fermeture totale d'accès (notamment au niveau des clochers d'église) pour empêcher la colonisation des bâtiments par les pigeons ou les choucas interdit aussi souvent l'accès aux chauves-souris.

Il existe bien d'autres menaces pour les chauves-souris. Entre autres :

- le développement des infrastructures et du trafic routier augmente la fragmentation de l'habitat et les impacts mortels ;
- l'agriculture intensive provoque un appauvrissement et un empoisonnement de la ressource alimentaire (les insectes) par l'usage d'insecticides de synthèses, supprime les haies, vergers, bosquets, zones humides et autres éléments du paysages constituant des zones de chasse et de circulation des chauves-souris.
- ...

1.3 Le cas particulier du Grand Murin

L'une des espèces les plus grandes d'Europe est le Grand Murin (photo 1). Il peut être reconnu par son pelage épais, court et brun clair sur le dos, contrastant avec le ventre presque blanc. Les oreilles et le museau sont de couleur claire avec des nuances rosées et les membranes alaires marron. Il se nourrit exclusivement d'insectes, la plupart non ou peu volant, qu'il chasse donc au sol (ARTHUR & LEMAIRE, 2009).

Il est bien représenté en France métropolitaine hormis en Île-de-France. Il est présent dans tous les départements de l'ancienne région Lorraine où il établit préférentiellement



Photo 1 : colonie de Grands Murins - Photo Florian GIRARDIN

ses nurseries dans les vallées. Le piémont ouest vosgien, depuis les Vosges du Nord jusqu'à la plaine de la Vôge, et la vallée de la Meuse hébergent des effectifs très importants : plusieurs colonies de reproduction abritent plus de 1 000 individus. Cette ancienne région héberge le plus grand nombre de colonies au niveau national : 75 nurseries de Grand murin y ont été recensées en 2007 (CPEPESC Lorraine, 2009). Malgré cela, en Lorraine, l'état de conservation de cette espèce d'intérêt communautaire selon la Directive européenne « Habitats, Faune, Flore » est jugé « Défavorable inadéquat » par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'aménagement et du Logement du Grand Est (<https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/le-grand-murin-a13415.html>).

En Alsace, le Grand Murin est surtout présent dans le massif vosgien, le piémont oriental, l'Alsace bossue et le Jura alsacien. En 2016, 29 colonies étaient connues (GEPMA, 2016).

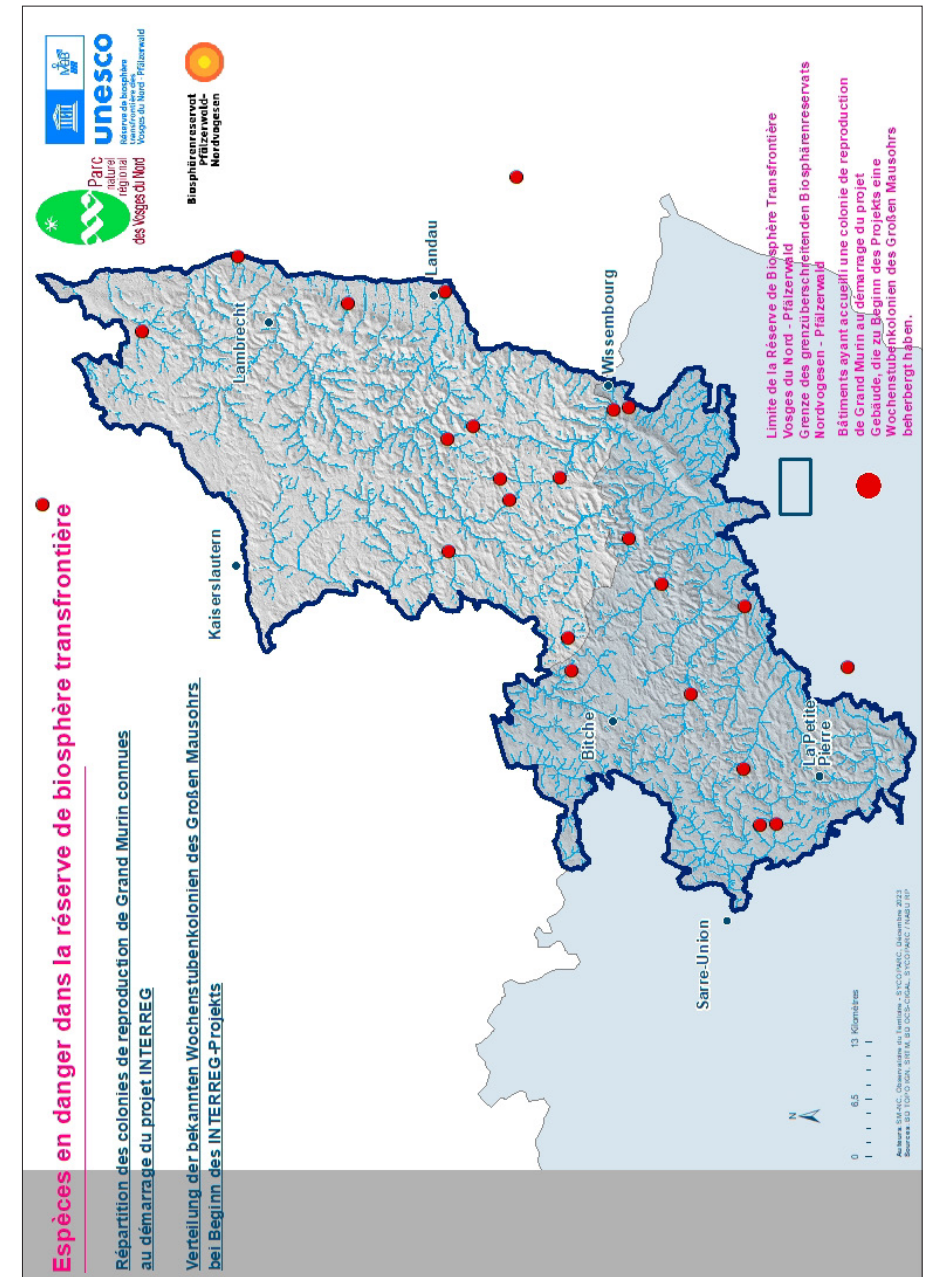
Dans les limites strictes du Parc naturel régional (PNR) des Vosges du Nord, partie française de la Réserve de Biosphère Transfrontière (RBT), situé à cheval sur la Moselle et le Bas-Rhin, 14 colonies de reproduction étaient identifiées en 1998 (15, si l'on compte la colonie du temple de Bouxwiller, ville porte du PNR). En 2015, sur ce même territoire, on ne dénombrait plus que 9 colonies de reproduction seulement (ou 10 si on inclut la colonie du temple de Bouxwiller, ville porte du PNR), ce qui correspond à une diminution de 33% des gîtes occupés en 17 ans (DUCHAMP *et al.*, 2016).

L'une des plus importantes colonies d'Alsace peut cependant encore y être observée dans l'église de Niedersteinbach, non loin de la frontière avec l'Allemagne. Chaque année, entre mars et septembre, entre 800 et 1000 femelles s'y retrouvent pour la reproduction (DUCHAMP *et al.*, 2016).

Pour ce qui concerne la moitié sud de la Réserve de Biosphère du Pfälzerwald, et de la vallée du Rhin attenante, située dans le Land de Rhénanie-Palatinat, 14 colonies de Grand Murin sont actuellement connues, dont 5 avec des effectifs supérieurs à 400 individus. La colonie de Wilgartswiesen peut abriter jusqu'à 1200 femelles (SCHRITT, comm. Pers.).

2. État des lieux avant le projet

Dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord, un premier inventaire faunistique systématique des combles et clochers publics a été mené entre 1997 et 1998 afin d'établir un état des lieux des colonies de reproduction de chauves-souris présentes. Ce travail



a également permis d'évaluer l'accessibilité des différents bâtiments pour les chauves-souris (DUCHAMP, 2000) et d'établir une première série de recommandation afin de permettre la gestion conservatoire des populations de chauves-souris. Cet inventaire a été actualisé en 2015 (DUCHAMP *et al.*, 2016).

En 1998, 309 sites publics et culturels avaient été visités sur les 102 communes du territoire. Plus de la moitié des sites visités présentaient des traces de fréquentation des chauves-souris, et 4 espèces avaient pu être directement observées : le Grand Murin (*Myotis myotis* (BORKHAUSEN, 1797)), la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus* (SCHREBER, 1774)) et les genres Oreillard (*Plecotus* E.Geoffroy, 1818) et Pipistrelle (*Pipistrellus* Kaup, 1829). Ces derniers genres regroupent chacun plusieurs espèces qui sont difficiles à déterminer sans mesures biométriques ou analyse des signaux acoustiques. Cependant, lorsque la détermination était possible, il s'agissait la plupart du temps de l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*, (J. B. FISCHER, 1829)) et de la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*, (SCHREBER, 1774)).

Concernant le Grand Murin, comme vu plus haut, 14 colonies avaient pu être observées dans les limites strictes du Parc, la majorité au cœur de la zone forestière centrale. 12 autres combles présentaient des grandes quantités de guano ancien indiquant qu'ils avaient hébergé des colonies par le passé : cette observation laissait déjà à penser que les gîtes favorables au Grand Murin étaient en diminution.

Lors de l'actualisation de l'inventaire en 2015, 315 bâtiments ont été visités entre les mois de mai et juillet, période qui correspond aux regroupements estivaux des colonies. La proportion de bâtiments où un Chiroptère au moins a été observé est légèrement supérieure à ce qui avait été observé en 1998. Les mêmes espèces ont pu être observées auxquelles est venue s'ajouter une cinquième espèce observée très ponctuellement : la Noctule de Leisler, (*Nyctalus leisleri* (KUHLE, 1817)).

En comparant les deux inventaires, on constate que le genre Oreillard est le taxon le plus fréquemment observé dans le réseau de combles des bâtiments publics et culturels du PNR (et notamment l'Oreillard gris). Le Grand murin est le second taxon le plus fréquemment observé, mais il a disparu de 5 sites de mise bas entre 1997 et 2015. De nouvelles découvertes de colonies de Sérotine ont été faites, dont trois colonies de mise-bas, notamment grâce à des écoutes nocturnes au sonomètre au moment de l'envol crépusculaire ou nocturne des chauves-souris (ce qui n'avait pas pu être réalisé lors du premier inventaire) car cette grande espèce est souvent dissimulée entre tuiles et volige ou sous bardage et est donc moins repérable directement à partir des combles. Idem pour les espèces du genre Pipistrelle (ici très majoritairement *Pipistrellus pipistrellus*, (SCHREBER, 1774)).

En ce qui concerne l'accessibilité aux combles des bâtiments pour les grandes espèces comme le Grand Murin, il a été constaté une réduction des accès favorables dû à l'augmentation de la présence de grillages sur les abat-sons et autres ouvertures afin de lutter contre l'invasion des bâtiments par les pigeons. De plus, les combles de nombreuses mairies et écoles ont été aménagés entre les deux campagnes de prospection, ce qui signifie une diminution du nombre de gîtes accessibles pour les chiroptères.

La question importante de l'évolution de l'éclairage extérieur des bâtiments n'a que

partiellement été évaluée. Cependant, un grand nombre de bâtiments patrimoniaux ont fait l'objet d'une mise en valeur par éclairage nocturne au cours des dernières décennies.

La comparaison des deux inventaires a permis de mettre en évidence une dégradation de la capacité d'accueil du réseau de combles des bâtiments publics et culturels mais heureusement sans réelle constatation d'effondrement des populations de chauves-souris. Les espèces de petites dimensions, moins exigeantes en termes d'accès et de volume des bâtiments, trouvent encore des sites accueillants (Oreillards, Pipistrelles), mais pour le Grand murin, bien plus exigeant, la situation est plus compliquée.

Un autre résultat issu des deux inventaires concerne la typologie des bâtiments : les bâtiments culturels (églises ou temples) constituent de loin le type de bâtiment le plus fréquenté par les chauves-souris (97 % d'entre elles contenaient du guano en 2015). Ces bâtiments représentent presque la moitié des bâtiments « publics » du Parc naturel régional. Ce terme peut paraître abusif car en réalité la plupart des églises et des presbytères possède un statut mixte public/privé. Si les travaux nécessaires pour entretenir « l'enveloppe » des bâtiments (murs, charpente, toitures) est souvent de compétence communale, la gestion des aménagements intérieurs est plutôt du ressort des conseils de paroisse ou de fabrique. Certains sont entièrement privés. Ces bâtiments constituent un réseau important de sites pouvant servir de gîte de refuge en cas de dégradation des capacités d'accueil dans les bâtiments d'habitations privés alentours et présentent donc un intérêt prioritaire pour la conservation des espèces de chauves-souris qualifiées d'anthropophiles.

En 2020, on comptabilisait 7 bâtiments pour lesquels des mesures de protection avaient été mises en place spécifiquement pour maintenir des colonies de reproduction de chiroptères grâce à l'action d'animation du PNR des Vosges du Nord : 3 églises faisant l'objet d'une mise en protection réglementaire par Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) et 4 bâtiments faisant l'objet d'un conventionnement entre le Sycoparc et les communes concernées. Ces 7 bâtiments hébergeaient 4 colonies de Grand Murin, 2 colonies de Sérotine commune et une colonie d'Oreillard gris).

Les 7 bâtiments du PNRVN protégés pour l'accueil des chauves-souris avant 2020 sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Commune	Bâtiment	Département	Type de protection	Espèce présente en 2020
Baerenthal	Eglise protestante	57	APPB	Grand Murin
Dambach	Eglise protestante	67	APPB	Grand Murin
Niedersteinbach	Eglise	67	Convention	Grand Murin
Roppeviller	Eglise catholique	57	APPB	Grand Murin
Walschbronn	Eglise catholique	57	Convention	Sérotine commune
Weinbourg	Ecole	67	Convention	Sérotine commune
Weinbourg	Eglise	67	Convention	Oreillard gris

Jusqu'en 2020, la Réserve de Biosphère du Pfälzerwald ne bénéficiait pas d'un travail comparable à l'inventaire systématique effectué côté français, mais les chiroptérologues avaient néanmoins connaissances d'un certain nombre de colonies de parturition présentes sur leur territoire et avaient constaté la disparition de quelques colonies connues

de Grand Murin au cours des dernières années. Ils avaient aussi parallèlement constaté une augmentation des effectifs de certaines colonies dépassant le millier d'individus.

Une hypothèse est formulée, tant du côté allemand que du côté français : la formation de très grandes colonies de Grand Murin de part et d'autre de la frontière, dans certains combles, pourraient s'expliquer par le regroupement de plusieurs petites colonies suite à la perte de gîtes favorables (limitation des accès, mise en lumière, dérangement régulier par des prédateurs, etc...). Cette tendance au regroupement en très grandes colonies peut à la fois traduire une diminution de gîtes favorables disponibles et constituer une fragilité plus importante pour l'espèce. En effet, si un problème grave survient au niveau du gîte (dégâts structurels, suppression des accès, intrusion d'un prédateur, etc...) l'impact sur l'espèce sera bien plus conséquent et les solutions de remplacement du gîte très peu nombreuses. Il ne faut pas non plus négliger le fait que cela augmente la responsabilité pour les propriétaires des bâtiments hébergeant les colonies restantes.

3. Le projet INTERREG « Espèces Animales en Danger » 2020-2023

Les connaissances acquises pendant ces différents inventaires ont mis l'accent sur la dépendance des espèces de chauves-souris anthropophiles, et tout particulièrement du Grand Murin, à la gestion des bâtiments, notamment des grands combles tel que ceux du réseau des bâtiments publics et culturels de la Réserve de Biosphère Transfrontière des Vosges du Nord-Pfalz.

Le NABU (Naturschutzbund Rheinland-Pfalz), une association de protection de la nature et le Syndicat de Coopération pour le PNR des Vosges du Nord (SYCOPARC) partageant ce même constat ont donc décidé, en 2019, de s'engager à mettre en place une trame transfrontalière de bâtiments publics et culturels aux accès pérennisés et aux conditions d'accueil améliorées, en faveur des chauves-souris anthropophiles dans la partie de la Réserve de biosphère transfrontalière des Vosges du Nord-Pfalz. Cette action a été incluse dans un projet ambitieux en faveur des espèces animales en danger sur le territoire transfrontalier et a été présenté à l'autorité de gestion du programme européen INTERREG « Rhin supérieur ». Ce projet a été accepté et a démarré en juin 2020 pour une période de 3 ans.

Le SYCOPARC et le NABU ont défini les objectifs spécifiques suivants pour l'action en faveur des chauves-souris anthropophiles :

- Rédiger une stratégie d'aménagements des bâtiments et un protocole communs bilingues dans le cadre de la coopération transfrontalière.
- Expertiser des édifices culturels et publics afin d'identifier les plus intéressants pour l'accueil des chauves-souris
- Sensibiliser les propriétaires des bâtiments et le public pour assurer la préservation des gîtes sur le long terme.
- Aménager favorablement pour les chauves-souris un maximum de bâtiments avec l'accord des propriétaires et en assurer la pérennité en demandant aux propriétaires de s'engager pour leur préservation dans le cadre de conventions.

3.1 La phase d'expertise

L'expertise des bâtiments, afin de sélectionner les sites les plus adéquats et définir les aménagements à réaliser pour optimiser l'accueil des chauves-souris, s'est déroulée différemment de part et d'autre de la frontière de la Réserve de Biosphère Transfrontière (RBT).

Dans la partie française, les expertises des bâtiments ont été effectuées par des prestataires retenus par le SYCOPARC dans le cadre d'un marché public. Il s'agit des bureaux d'études Nature Nichoirs et Silva environnement. Une sélection des bâtiments à expertiser a été réalisée en s'appuyant sur les données des inventaires faunistiques du SYCOPARC de 1998 et 2015 et sur les résultats des études réalisées en 2019 par les deux associations régionales d'étude et de protection des chauves-souris, la CPEPESC-Lorraine et le GEPMA (THIRIET & HURSTEL, 2019 ; BOREL & PUDEPIECE, 2019).

Cette sélection se composait de 58 bâtiments répartis sur 42 communes (13 communes en Moselle et 29 communes dans le Bas-Rhin). L'expertise française s'est déroulée en deux sessions. L'une de mai à juillet 2021 et l'autre, complémentaire, en novembre 2022.

Lors des visites en juin et en juillet 2021, seuls 2 bâtiments ne présentaient aucun indice de présence de chauves-souris, en revanche, 20 bâtiments ont fait l'objet d'observations directes de chauves-souris, dont certains accueillait même plusieurs espèces de chauve-souris :

- 9 bâtiments accueillait des Grands Murins pour un total de 1012 adultes, dont plus de 50% se trouvait dans une seule colonie (le temple de la commune de Weislingen). De plus, une forte baisse des effectifs par rapport aux années précédentes a été constaté dans 2 sites : le temple de Bouxwiller et la chapelle de Weiler/Wissembourg.
- 5 bâtiments accueillait des Sérotines communes pour un total de 170 individus
- 9 bâtiments accueillait des Oreillard sp. (principalement des Oreillards gris a priori), pour un total de 63 individus
- 3 bâtiments hébergeaient aussi des Pipistrelles communes

L'expertise de 2022 a eu lieu, quant à elle, en dehors de la période d'occupation des bâtiments par les chauves-souris. Elle avait uniquement pour objectif d'évaluer l'intérêt des bâtiments et de faire des propositions d'optimisation.

Tous les bâtiments expertisés, en 2021 comme en 2022, ont fait l'objet de propositions d'aménagements. Une hiérarchisation de ces bâtiments, selon quatre niveaux de priorité d'action (Forte, Moyenne, Modérée et Faible), a été basée sur :

- la présence actuelle ou passée de chauves-souris
- les espèces présentes et le nombre d'individus
- le type et le coût de l'aménagement à réaliser et la faisabilité des travaux
- le type de propriété et de gestion (publique/privée) et la localisation du site (pour veiller à bien répartir la trame sur l'ensemble du territoire du PNR des Vosges du Nord et bien veiller à la connexion avec les gîtes d'accueil des chauves-souris situés sur le versant allemand du projet)
- L'acceptation du projet par les gestionnaires / propriétaires du site.

Dans la partie allemande de la RBT, le NABU ne bénéficiait pas d'un inventaire récent et a donc décidé de fonctionner un peu différemment en se lançant dans un inventaire et une expertise simultanée avec l'aide de leurs membres bénévoles. Cependant, en se basant sur la base des inventaires anciens (LFU, 1990 ; KONIG et al. 2007), et aussi des données privées non publiées (Arbeitskreis Fledermausschutz Rheinland-Pfalz, comm. pers.), le NABU a pu estimer le nombre de colonies de Grand Murin attendu dans le périmètre du projet. C'est ainsi que 10 colonies de mise-bas de Grands Murins ont été répertoriées dans le secteur de travail dont 3 semblaient avoir récemment disparu. Soit un total de 7 colonies de mise-bas de Grand Murin potentielles au démarrage du projet sur la partie allemande du territoire du Rhin supérieur. Aucune information historique concernant les gîtes d'Oreillard gris n'était disponible au démarrage du projet sur le territoire considéré et les données disponibles sur les pipistrelles et autres espèces de chauves-souris ont dû être considérées comme obsolètes, le dernier recensement systématique ayant été effectué en 1989/1990, soit il y a plus de 30 ans.

Courant 2021, un réseau de bénévoles a été formé par le NABU pour établir l'inventaire des bâtiments favorables aux chauves-souris, à partir d'une liste de 140 bâtiments potentiels. Au cours de ces expertises, toutes les colonies historiques de Grand Murin ont pu être confirmées. La bonne surprise était que l'une de celles qui étaient signalées comme éteintes au démarrage du projet était à nouveau occupée par 300 femelles environ. Ce sont donc 8 colonies de mise-bas de Grand Murin qui ont été observées sur le territoire du projet.

Finalement, 74 bâtiments, tant publics que privés, ont été expertisés. Parmi eux :

- 43 bâtiments ont montré des indices de présence de chauves-souris dont 10 avec présence de chauves-souris (majoritairement des Oreillards)
- 31 bâtiments ne présentaient aucun indice de présence de chauves-souris

Sur les 43 bâtiments dans lesquels des indices de présence de chauves-souris ont été trouvés, 30 ne se prêtaient pas à un aménagement adapté aux chauves-souris, notamment pour les raisons suivantes :

- De la présence d'un traitement de charpente nocif pour les chauves-souris (6)
- Du manque d'acceptation par le propriétaire (6)
- Du manque d'un environnement favorable (13)
- De la présence constatée de prédateurs (4)
- Du changement d'usage des combles en cours (1)

En revanche :

- 17 bâtiments présentaient des conditions particulièrement favorables pour un aménagement en faveur des chauves-souris
- 2 bâtiments nécessitaient quelques adaptations en raison de conditions non optimales pour accueillir une colonie de mise-bas.

Des indices de présence de nouvelles colonies ont en revanche été trouvés dans le réseau de bâtiments expertisés :

- 8 colonies d'Oreillards,
- 1 grande colonie de Sérotine commune,
- 1 colonie de Pipistrelle commune
- (et quatre gîtes avec indices de présence de Grand Murin (individus isolés)).

D'une manière générale, le NABU a perçu une attitude souvent négative des propriétaires de bâtiments vis-à-vis des projets d'aménagements et de conventionnement en faveur des chauves-souris. Un travail de sensibilisation et de formation des gestionnaires et du grand public sera nécessaire pour poursuivre ces actions dans le futur.

3.2 La phase d'aménagement

Au total, 36 bâtiments ont fait l'objet d'aménagements permettant de favoriser l'accueil des chauves-souris du côté français et 19 du côté allemand, soit un total de 55 bâtiments aménagés au cours du projet sur l'ensemble du territoire de la Réserve de Biosphère.

Dans le PNRVN, l'aménagement a été réalisé en deux phases par Nature Nichoirs. La première entre février et juin 2022 sur 25 bâtiments et la seconde en avril 2023 sur 11 nouveaux bâtiments pour un total de 30 jours de travail.

En ce qui concerne le côté allemand, les 19 bâtiments ont été aménagés par des bénévoles. Il convient de souligner l'ouverture de trois bâtiments qui étaient auparavant hermétiquement fermés par des rénovations de toitures ou des mesures de lutte contre les nuisibles et donc inaccessibles aux chauves-souris, mais dont l'histoire révèle au moins une occupation par des chauves-souris dans l'une de ces églises. Pour 9 bâtiments, une modification de l'éclairage a pu être obtenue. Les projecteurs installés pour mettre en évidence les églises éclairaient tous les accès possibles pour les chauves-souris. Leur suppression était particulièrement nécessaire et notamment pour l'église de Birkweiler, où l'éclairage gênait considérablement la sortie d'une colonie d'Oreillards gris (*Plecotus austriacus*). D'autres mesures concernaient l'optimisation des conditions d'accueil appropriées à l'intérieur des bâtiments par la mise en place de cachettes à fente dans les toits pauvres en structures, ainsi que l'installation de cloches chauffantes dans les greniers froids ou exposés aux courants d'air, donc non adaptés actuellement au climat, mais qui le seront probablement à l'avenir. Deux bâtiments ont été rendus plus attractifs par un agrandissement des ouvertures d'accès afin d'être plus favorables aux Grands Murins (*Myotis myotis*). Des mesures plus modestes, comme l'obscurcissement de l'intérieur des combles, ont également été appliquées dans certains gîtes.

Les principaux travaux réalisés au cours des opérations d'aménagements, tant du côté français que du côté allemand, sont (photos 2 à 10) :

- pour un nombre important des sites aménagés :
 - pose d'un panneau d'information au sujet de la présence de chauves-souris et des précautions à prendre pour toute personne susceptible de rentrer dans les zones utilisées par les chauves-souris
 - travaux sur les ouvertures extérieures, pour créer ou améliorer l'accès des chauves-souris tout en évitant l'accès aux espèces prédatrices (telles que les

chouettes, les fouines ou les chats) ou pouvant provoquer un dérangement important (comme les pigeons ou les choucas)

- l'assombrissement des pièces internes par la pose de rideaux occultants
- installation de bâches de récupération de guano, afin de faciliter les nettoyages de ces sites dans le futur
- pour quelques sites seulement :
 - installation de micro-habitats favorables en intérieur : des nichoirs artificiels, des zones d'accroches ou des « hot box » (= boîtes chaudes) afin d'augmenter les possibilités d'installation des chauves-souris
 - nettoyage du site, permettant une meilleure acceptation du projet par les propriétaires.
 - des aménagements exceptionnels de type mise en place de cloisons ou d'un plancher
 - et parfois, la création d'une zone sombre autour des bâtiments en éteignant l'éclairage nocturne extérieur

Les 36 bâtiments aménagés sur les 31 communes concernées côté français du territoire du projet sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Commune	Bâtiment aménagé	Département ou Land	Espèce concernée
Baerenthal	Eglise protestante	Moselle	Grand Murin
Bitche	Eglise catholique	Moselle	Chiroptères indéterminés
Bouxwiller	Eglise catholique	Bas-Rhin	Grand Murin et Oreillard gris
Breidenbach	Eglise catholique	Moselle	Oreillard gris
Butten	Eglise protestante	Bas-Rhin	Sérotine commune, Pipistrelle commune
Climbach	Eglise catholique	Bas-Rhin	Grand Murin et Oreillard gris
Dambach	Eglise catholique	Bas-Rhin	Grand Murin
Eschbourg (Graufthal)	Eglise protestante de Graufthal	Bas-Rhin	Chiroptères indéterminés
Eguelshardt	Eglise catholique	Moselle	Grand Murin
Ingolshheim	Eglise protestante	Bas-Rhin	Oreillard gris
La Petite Pierre	Château	Bas-Rhin	Pipistrelle sp.
	Combles de l'immeuble Ruffin place du château	Bas-Rhin	Chiroptères indéterminés
	Combles du garage/archives du PNR rue des remparts	Bas-Rhin	Chiroptères indéterminés
Rahling	Eglise catholique	Moselle	Sérotine commune
Roppeviller	Eglise catholique	Moselle	Grand Murin
Rosteig	Eglise protestante	Bas-Rhin	Grand Murin
Rott	Préau de l'école	Bas-Rhin	Grand Murin
	Eglise catholique	Bas-Rhin	Oreillard gris
Meisenthal	Eglise catholique	Moselle	Grand Murin
Offwiller	Eglise protestante	Bas-Rhin	Oreillard gris (Grand Murin)
Niederbronn-les-bains	Eglise protestante	Bas-Rhin	Oreillard sp. (gris ?)
Preuschdorf	Eglise simultanée	Bas-Rhin	Oreillard gris
Philippsbourg	Eglise protestante	Moselle	Oreillard gris (Grand Murin)
Tieffenbach	Ancien presbytère catholique	Bas-Rhin	Grand Murin

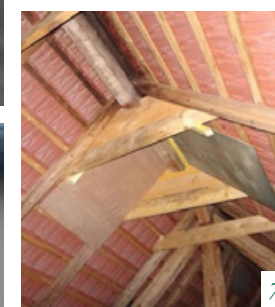
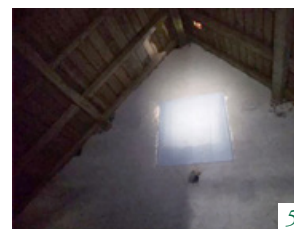
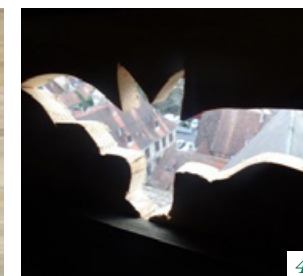
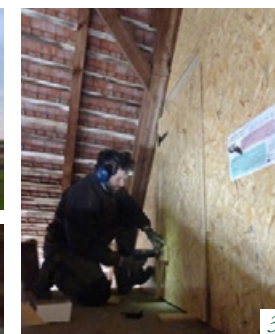


Photo 2 : Église de Nebwiller (commune de Reichshoffen)

Photo 3 : Création d'un espace dédié pour les Grands Murins à Rott

Photo 4 : Type d'ouverture extérieure aménagée

Photo 5 : Assombrissement du gîte par pose de rideau occultant

Photo 6 : Pose de gîtes artificiels sur façade

Photo 7 : Boîte chaude installée dans le temple de Rosteig

Photo 8 : Pose de bâche de protection au sol

Photo 9 : Modification d'une tabatière en chiroptère

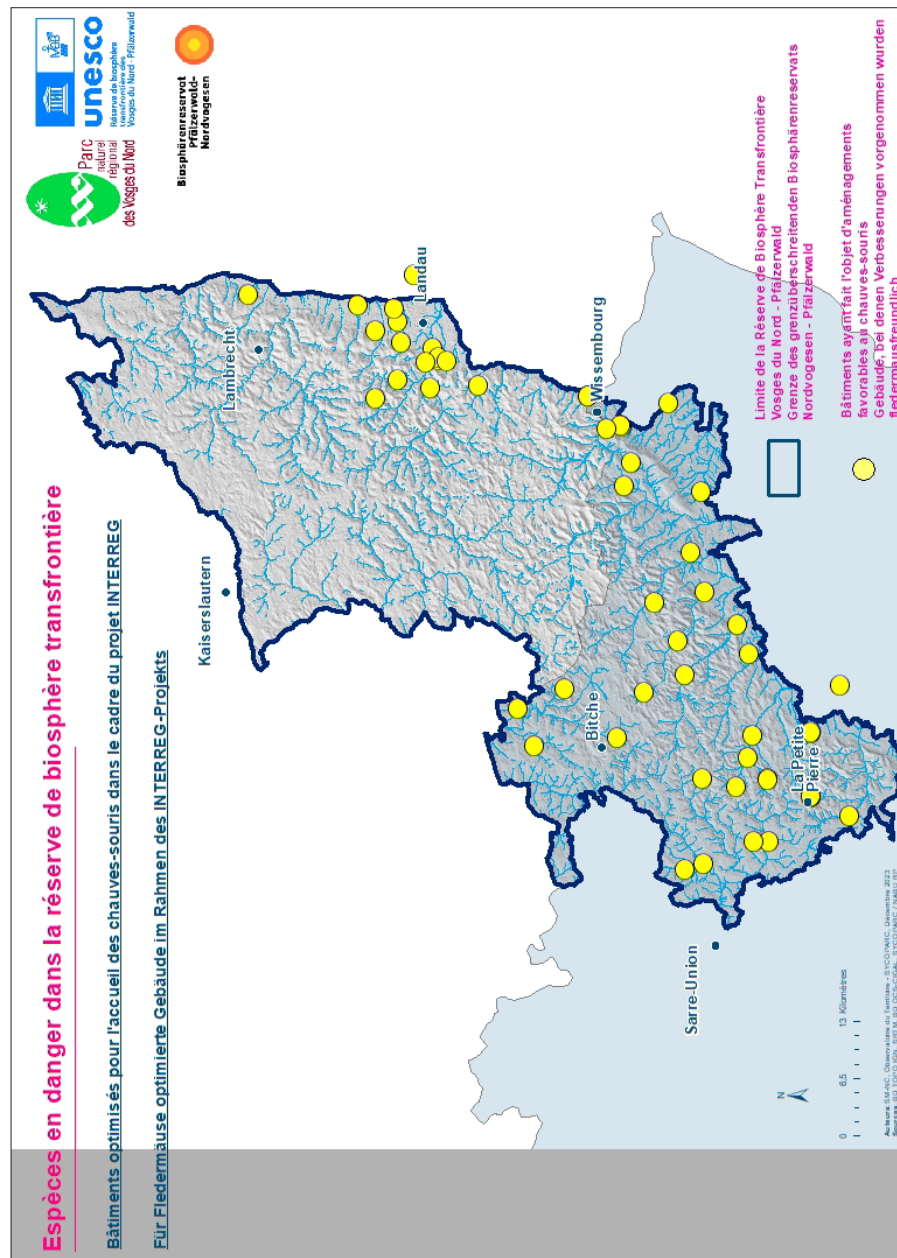
Photo 10 : Remplacement d'abats-sons et création d'une ouverture

Photos 2 à 10 - Loïc ROBERT

Walschbronn	Eglise catholique	Moselle	Sérotine commune, Pipistrelle commune (Grand Murin)
Weisingen	Eglise protestante	Bas-Rhin	Grand Murin
Wissembourg (Weiler)	Chapelle de Weiler	Bas-Rhin	Grand Murin
Reichshoffen (Nehwiller)	Eglise catholique de Nehwiller	Bas-Rhin	Sérotine commune (Grand Murin)
Weiterswiller	Eglise catholique	Bas-Rhin	Oreillard gris
	Eglise protestante	Bas-Rhin	Oreillard gris
Wimmenau	Eglise protestante	Bas-Rhin	Chiroptères indéterminés
Wingen	Eglise simultanée	Bas-Rhin	Oreillard gris
Wingen-sur-Moder	Eglise catholique	Bas-Rhin	Chiroptères indéterminés
Zinswiller	Eglise catholique	Bas-Rhin	Grand Murin
Zittersheim	Eglise protestante	Bas-Rhin	Chiroptères indéterminés
	Combles de l'ancienne école	Bas-Rhin	Grand Murin

Les 19 bâtiments aménagés et les communes concernées côté allemand du territoire du projet sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Commune	Bâtiment aménagé	Département ou Land	Espèce concernée
Albersweiler	Bergkirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
Birkweiler	St. Bartolomäus	Rheinland-Pfalz	Plecotus austriacus
	Prot. Kirche Birkweiler	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Bornheim	St. Laurentius	Rheinland-Pfalz	Aucun
Dernbach	Hl. Elisabeth	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Edenkoben	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Eußerthal	Böchinger Hütte	Rheinland-Pfalz	Pipistrellus
Flemlingen	St. Alban	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Gleisweiler	Martin Butzer Kirche	Rheinland-Pfalz	Plecotus
Neustadt Königsbach	Klausenkapelle	Rheinland-Pfalz	Plecotus
Queichhambach	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Ranschbach	Allerheiligen	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Roschbach mit Walsheim	St. Sebastian	Rheinland-Pfalz	Aucun
Schweigen-Rechtenbach	Kirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
	Kirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
	Kirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
Siebelingen	St. Quintinus	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Waldhambach	Kirche Waldhambach	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Weyher in der Pfalz	St. Peter und Paul	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés



3.3 Formation et conventionnement

3.3.1. Formations

Des deux côtés de la RBT, des formations ont été organisées à destination des propriétaires, des gestionnaires, des usagers des bâtiments expertisés et aménagés voire

des architectes intervenant sur les bâtiments culturels du côté allemand pour sensibiliser à la conservation des chauves-souris.

En Allemagne, une formation a été organisée le 24 novembre 2021 pour les architectes des services de construction des églises de l'évêché de Speyer et de l'église protestante du Palatinat. Outre la clarification du cadre juridique relatif à la protection des gîtes à chauves-souris, il s'agissait de leur transmettre des connaissances de base sur la biologie des chauves-souris, sur leur cycle de vie très particulier et sur les raisons de leur statut de protection.

En France, deux sessions ont eu lieu en mai 2022 : l'une dans le nord du PNR, à Sturzelbronn en Moselle et l'autre dans le sud du PNR, à La Petite Pierre dans le Bas-Rhin. Elles ont été organisées pour des représentants des propriétaires et des gestionnaires d'édifices publics et/ou culturels : essentiellement des représentants de conseils municipaux. Elles ont permis de sensibiliser et de former 19 personnes.

3.3.2. Conventonnement des gîtes



Image 1 : panneau d'un refuge pour les chauves-souris côté français



Image 2 : panneau d'un refuge pour les chauves-souris côté allemand

Afin de pérenniser au mieux les gîtes aménagés favorablement pour l'accueil des chauves-souris dans le cadre de ce projet INTERREG, l'idée était d'obtenir, de part et d'autre de la frontière, dans la mesure du possible, un engagement éthique des propriétaires dans le cadre d'un conventionnement.

Sur ce plan, la réaction des propriétaires en France et en Allemagne n'a pas été exactement la même.

En France, la signature d'une convention avec le (ou les) propriétaires était considérée comme un préalable à la mise en œuvre de travaux d'aménagement favorables aux chauves-souris.

Il a donc été décidé de proposer la signature d'une convention « Refuge pour les chauves-souris » qui est un modèle s'inscrivant dans une opération portée au niveau national par la Société Française d'Étude et de Protection des Mammifères (<https://www.sfepm.org/operation-refuge-pour-les-chauves-souris.html>) avant le démarrage des travaux. Le

modèle de convention utilisé est celui développé par le Groupe Mammalogique Breton (DUBOS, 2010).

Cette convention est cosignée par l'association référente sur la protection des chauves-souris en région (GEPMA pour le Bas-Rhin et la CPEPESC-Lorraine pour la Moselle). Dans le cadre de cette opération menée sur le territoire du PNR des Vosges du Nord, il a été décidé d'y ajouter la signature du SYCOPARC.

Ainsi, les propriétaires se sont engagés à préserver durablement l'accès au gîte pour les chauves-souris et à limiter leur dérangement ainsi que l'usage de produits de traitement qui leur sont nocifs. Les associations régionales et le SYCOPARC se sont engagés à se rendre disponible pour conseiller et aider les propriétaires dans la gestion de leur site, notamment en cas de travaux envisagés.

C'est ainsi qu'au cours de ce projet INTERREG, 35 nouveaux bâtiments ont été conventionnés côté français (l'église de Walschbronn, ayant fait l'objet d'aménagements financés dans le cadre de ce projet était déjà conventionné avant 2020).

En Allemagne, il a été plus difficile de convaincre les propriétaires de s'engager dans le cadre d'une convention, en raison d'un manque d'acceptation dû au surcoût économique de la protection des espèces, qui doit être supporté par les paroisses en Allemagne, ainsi qu'à des difficultés bureaucratiques pour obtenir l'accord des conseils municipaux, qui ont subi de profonds changements pendant la pandémie.

Le NABU propose aussi un modèle de convention développé au niveau fédéral dans le cadre d'une opération intitulée « Fledermäuse Willkommen » qui a pour but de favoriser l'acceptation et la conservation des chauves-souris dans les habitations humaines (<https://rlp.nabu.de/tiere-und-pflanzen/saeugetiere/fledermaeuse/fledermaeuse-willkommen/index.html>).

Malgré les difficultés, 13 bâtiments ont été conventionnés au cours du présent projet. Ils s'ajoutent à un réseau déjà présent depuis 2010 à l'échelle de l'Allemagne.

C'est ainsi qu'au niveau du territoire du projet, soit une bonne partie de la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord-Pfälzerwald, à laquelle il faut ajouter une partie du piémont du Pfälzerwald, 48 bâtiments ont été protégés par conventionnement dans le cadre de ce projet INTERREG.

Les 48 nouveaux bâtiments publics et/ou culturels protégés par conventionnement sur le territoire du projet sont récapitulés dans le tableau page suivante :

Commune	Bâtiment conventionné	Département ou Land
Albersweiler	Bergkirche	Rheinland-Pfalz
Baerenthal	Eglise protestante	Moselle
Birkweiler	Prot. Kirche Birkweiler	Rheinland-Pfalz
Bitche	Eglise catholique	Moselle
Bouxwiller	Eglise catholique	Bas-Rhin
Breidenbach	Eglise catholique	Moselle
Butten	Eglise protestante	Bas-Rhin
Climbach	Eglise catholique	Bas-Rhin
Dambach	Eglise catholique	Bas-Rhin
Dernbach	Hl. Elisabeth	Rheinland-Pfalz
Edenkoben	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz
Eguelshardt	Eglise catholique	Moselle
Eschbourg (Graufthal)	Eglise protestante de Graufthal	Bas-Rhin
Eußerthal	Böchinger Hütte	Rheinland-Pfalz
Frankweiler	Ev. Landeskirche	Rheinland-Pfalz
Gleisweiler	Martin Butzer Kirche	Rheinland-Pfalz
Ingolsheim	Eglise protestante	Bas-Rhin
La Petite Pierre	Château	Bas-Rhin
	Combles de l'immeuble Ruffin place du château	Bas-Rhin
	Combles du garage/archives du PNR rue des remparts	Bas-Rhin
Rahling	Eglise catholique	Moselle
Roppeviller	Eglise catholique	Moselle
Rosteig	Eglise protestante	Bas-Rhin
Rott	Préau de l'école	Bas-Rhin
	Eglise catholique	Bas-Rhin
Meisenthal	Eglise catholique	Moselle
Offwiller	Eglise protestante	Bas-Rhin
Niederbronn-les-bains	Eglise protestante	Bas-Rhin
Preuschdorf	Eglise simultanée	Bas-Rhin
Philippsbourg	Eglise protestante	Moselle
Queichhambach	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz
Roschbach mit Walsheim	St. Sebastian	Rheinland-Pfalz
Schweigen-Rechtenbach	Kirche	Rheinland-Pfalz
Siebelingen	St. Quintinus	Rheinland-Pfalz
Tieffenbach	Ancien presbytère catholique	Bas-Rhin
Waldhambach (RP)	Altes Pfarrhaus	Rheinland-Pfalz
Waldhambach (RP)	Kirche Waldhambach	Rheinland-Pfalz
Weislingen	Eglise protestante	Bas-Rhin
Wissembourg (Weiler)	Chapelle de Weiler	Bas-Rhin
Reichshoffen (Nehwiller)	Eglise catholique de Nehwiller	Bas-Rhin
Weiterswiller	Eglise catholique	Bas-Rhin
	Eglise protestante	Bas-Rhin
Wimmenau	Eglise protestante	Bas-Rhin
Wingen	Eglise simultanée	Bas-Rhin
Wingen-sur-Moder	Eglise catholique	Bas-Rhin
Zinswiller	Eglise catholique	Bas-Rhin
Zittersheim	Eglise protestante	Bas-Rhin
	Combles de l'ancienne école	Bas-Rhin

4. Conclusion

Face au constat partagé de part et d'autre de la frontière franco-allemande de la réduction de bâtiments favorables à l'accueil de colonies de parturition de chauves-souris anthropophiles et plus particulièrement de colonies de Grand Murin au cours des dernières décennies, le SYCOPARC et le NABU Rheinland-Pfalz ont décidé de travailler de concert pour établir un réseau de bâtiments favorables à l'accueil des chauves-souris.

Ce travail a été rendu possible grâce au projet INTERREG « Espèces animales en danger au sein de la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord-Pfälzerwald », projet visant à améliorer la protection de trois groupes d'espèces (les chauves-souris anthropophiles, l'Ecrevisse des torrents et les papillons Azurés de la sanguisorbe et Azuré des paluds) et ayant bénéficié d'un financement de l'Union Européenne dans le cadre du programme INTERREG V du Rhin Supérieur.

Chaque groupe d'espèces a fait l'objet d'un volet particulier soutenu par différents financeurs à la hauteur de 25% pour chacun des deux pays. Le volet « chauves-souris » a bénéficié d'un financement de la DREAL Grand Est (Ministère de l'écologie) pour la partie française et d'un autofinancement du NABU Rheinland-Pfalz pour la partie allemande.

Le travail sur le versant français a été réalisé essentiellement par Nature Nichoirs associé à Silva environnement, en particulier sur la phase d'expertise. Le travail d'inventaire, d'expertise et d'aménagement sur le versant allemand a été mené en interne par le NABU Rheinland-Pfalz, avec l'aide notamment de plusieurs membres bénévoles de l'association.

55 bâtiments ont finalement été aménagés pour optimiser l'accueil d'une colonie de parturition de chauves-souris et 48 ont pu faire l'objet d'un conventionnement garantissant une certaine pérennité à cette trame de gîtes. De nombreux propriétaires, dont un nombre important d'élus communaux, ont été sensibilisés à la gestion favorable des bâtiments mais aussi de l'éclairage publics pour l'accueil des chauves-souris.

Parmi les actions à envisager dans le futur, il y a, de part et d'autre de la frontière, le monitoring des bâtiments hébergeant les colonies déjà existantes avant le démarrage du projet mais aussi le monitoring des bâtiments sans colonies observées avant le projet et aux accès réouverts ou aux conditions d'accueil améliorées afin d'évaluer l'efficacité des travaux et y apporter des ajustements si jugés nécessaire.

Les liens créés entre le SYCOPARC, le NABU Rheinland-Pfalz et les associations régionales GEPMA et CPEPESC Lorraine sont à entretenir et à développer afin de mieux connaître et mieux protéger les chauves-souris du territoire du Rhin supérieur. Des rencontres régulières seront à organiser dans les années à venir mais un soutien financier sera à rechercher pour bénéficier de traductions qui améliorent grandement la qualité d'écoute et de compréhension entre les différents partenaires, voire rendent possible les projets d'étude et de protection les plus ambitieux.

5. Remerciements

Ce travail d'amélioration de la protection des chauves-souris dans la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord-Pfälzerwald n'aurait pas été possible sans l'intervention d'un grand nombre de partenaires et de personnes. Les auteurs de cet article tiennent à les remercier.

Au démarrage du projet, il y a la rencontre avec la présidente du NABU RP, Cosima Lindemann, qui de part sa décision d'engager fortement son association dans le projet l'a tout simplement rendu possible.

L'engagement d'un groupe de bénévoles motivés et compétents auprès du NABU RP dans le contexte de la pandémie de la COVID19 a été indispensable au projet du côté allemand.

L'aide de plusieurs bénévoles lors de certains chantiers menés par Nature Nichoirs a aussi été d'une grande aide pour réaliser certains aménagements du côté français. Qu'ils en soient vivement remerciés.

Un grand merci aussi à la DREAL Grand Est pour le soutien financier du projet et aux associations régionales françaises, le GEPMA et la CPEPESC Lorraine pour nous avoir accompagnés dans le conventionnement des bâtiments et pour la réunion de bilan du projet et de réflexion quant aux perspectives d'un travail transfrontalier régulier.

Enfin, que soient remerciés ici tous les propriétaires et élus des communes et des conseils de fabriques ou presbytéraux de ce territoire qui ont compris l'importance de s'engager, en 2023, pour la préservation de la biodiversité de leurs villages et notamment des chauves-souris, en acceptant les aménagements et en signant les conventions « Refuge pour les chauves-souris » et « Fledermäuse Willkommen ».

Bibliographie

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope); MNHN, Paris, 544p

BOREL C. & PUDEPIECE A., 2019. Diagnostic biodiversité complémentaire et proposition d'actions sur les bâtiments culturels prioritaires du PNRVN en Moselle. CPEPESC Lorraine – *Rapport d'étude*

CPEPESC Lorraine. 2009. Connaître et protéger les chauves-souris de Lorraine. Ouvrage collectif coordonné par SCHWAAB F., KNOCHEL A. & JOUAN D. *Ciconia*, 33 (N. sp.), 562 p.

DIETZ Ch., VON HELVERSEN O. & NILL D., 2007. Handbuch der Fledermause Europas. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart.

DUBOS T., 2010. Des refuges pour les chauves-souris : une opération pour l'adoption de pratiques d'entretien du bâti favorable aux chiroptères en Bretagne. *Symbioses*, 2010, n° 25

DUCHAMP L., 2000. Inventaire faunistique et proposition de gestion des combles et clochers des bâtiments publics de la Réserve de Biosphère Vosges du Nord. *Annales Scientifiques de la Réserve de Biosphère Transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald* 8 (2000) : 13-30.

DUCHAMP L., BELFORT L., & MEYER L., 2016. Actualisation de l'inventaire faunistique des combles des bâtiments publics et culturels du Parc naturel régional des Vosges du Nord. Quelles évolutions en 18 ans ? *Revue scientifique Bourgogne-Nature*, 219-233.

LFU, 1990. Artenschutzprojekt zur Erfassung der Fledermäuse, *Artdatenportal des LfU (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz)*

GEPMA, (ODONAT, coord.), 2016. Rapport annuel Biodiv'Alsace - Volet I - Évolution de la population du Grand Murin.

GNOR, 2007. Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Inhaltsverzeichnis Beiheft 37, *Die Tagfalter der Pfalz, Band 2. Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e. V. (GNOR)*

KÖNIG, H., WISSING, H., & DIEMER, S., 2007. Die Fledermäuse der Pfalz: Ergebnisse einer 30jährigen Erfassung. *Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e. V. (GNOR)*.

THIRIET L. & HURSTEL S., 2019. Expertise et accompagnement technique dans la définition et la réalisation d'aménagements favorables aux chiroptères dans les bâtiments publics du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord. GEPMA – *Rapport d'étude*

Die Verbesserung des Schutzes kulturfolgender Fledermäuse im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen

Loïc DUCHAMP (1), Katharina SCHRITT (2), Loïc ROBERT (3),
Alba BEZARD (4) et Flavia SCOCCA (1)

(1) SYCOPARC des Vosges du Nord, 21 Rue du Château, 67290 La Petite-Pierre

(2) NABU Rheinland-Pfalz

(3) Bureau d'étude Nature Nichoirs

(4) 1 Bureau d'étude Silva environnement

Zusammenfassung :

Kulturfolgende Fledermäuse sind auf Quartiere in und an Gebäuden angewiesen. Alle Quartiere sind wichtig und schützenswert, doch manchen Gebäuden, wie z.B. Kirchen, kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu. Im Rahmen des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ kamen Fledermausexperten aus Frankreich und Deutschland zusammen um diese wichtigen Gebäudequartiere dauerhaft zu erhalten und ihre Verfügbarkeit auszubauen.

Anhand von Gutachten wurden die Gebäude mit Blick auf ihre Eignung als Quartier für Fledermäuse eingestuft und hieraus abgeleitete Umgestaltungsmaßnahmen zur Verbesserung der Quartiere wurden vorgeschlagen und durchgeführt. In Frankreich wurden mit den Eigentümern die Abkommen „Unterschlupf für Fledermäuse“ unterzeichnet, während die Eigentümer in Deutschland dazu ermutigt wurden, am Programm „Fledermäuse Willkommen“ teilzunehmen.

So wurden 55 Gebäude fledermausgerecht umgestaltet und 48 wurden durch Erhaltungsabkommen geschützt. Diese Bemühungen haben zum Ziel, die Fledermauspopulationen zu erhalten und zu fördern. Insbesondere das Große Mausohr, eine obligatorisch auf Gebäudequartiere angewiesene Art diente hierbei als Hauptfokusart gleichsam als Schirmart für weitere kulturfolgende Fledermausarten. Zudem hat das Projekt die grenzüberschreitende Zusammenarbeit beider Länder für den Schutz bedrohter Tierarten gestärkt.

Schlüsselwörter: Fledermaus, kulturfolgende Arten, Dachböden, Kirchtürme, Kolonien, öffentliche Gebäude, Zuflucht, Einrichtung, Pfälzerwald, Nordvogesen

Abstract:

Synanthropic bats depend on human structures for reproduction, particularly buildings such as churches and houses. Specialists on both sides of the border have joined forces to

protect them as part of the INTERREG 'Endangered Animal Species' project.

Surveys have been carried out to identify buildings that are suitable for bats, and improvements have been proposed and carried out to improve their habitat. In France, 'Bat Refuge' agreements have been signed with property owners, while in Germany, property owners have been encouraged to take part in the 'Fledermäuse Willkommen' programme.

55 buildings have been fitted out to accommodate bats and 48 have been protected by conservation agreements. These efforts are aimed at maintaining and boosting bat populations, in particular the greater mouse-eared bat, which is a threatened species. The project has also strengthened cross-border cooperation between the two countries to protect endangered species.

Key words : Bats, anthropophilous species, attics, bell towers, colonies, public buildings, refuge, facilities, pfälzerwald, Vosges du Nord

Einführung

Fledertiere oder Chiroptera bilden mit rund 1400 Arten die zweitgrößte Ordnung von Säugetieren der Welt nach der der Nagetiere. In Frankreich zählt man 36 Arten (www.sfepm.org), in Deutschland 25 (www.nabu.de). Seit der europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie aus dem Jahr 1992 stehen alle europäischen Fledermausarten in jedem Land der Europäischen Union unter strengem gesetzlichem Schutz. Seit 1991 profitieren sie in Europa außerdem von einem Abkommen zu ihrer Erhaltung (EUROBATS).

Als Insektenfresser spielen die Chiroptera in unseren Breiten eine wichtige Rolle für das ökologische Gleichgewicht. Sie tragen zur Regulierung von Insektenpopulationen bei und werden als Indikatoren für Umweltqualität angesehen. Bestimmte Arten, die als „Kulturfolger“ bezeichnet werden, sind bei ihrer Reproduktion von Gebäudequartieren abhängig. Sie beziehen Dachböden, Kirchtürme, Unterdachkonstruktionen und sonstige künstliche Strukturen, die das Mikroklima und die Ruhe bieten, die sie für zum Aufziehen ihrer Jungen benötigen (KUNZ, 1982). Es ist also unerlässlich, diese Quartiere zu schützen, ja sogar ihr Vorhandensein in Städten und Dörfern des Grenzüberschreitenden Biosphärenreservats Pfälzerwald-Nordvogesen zu fördern, indem ein Netzwerk aus geschützten, für Fledermäuse permanent zugänglichen Quartieren errichtet wird. Aus diesem Grund haben sich Akteure für den Schutz von Fledermäusen auf beiden Seiten der Grenze zusammengetan, um im Zuge des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ mit vereinten Kräften ein Aktionsprogramm auf die Beine zu stellen. Dieses Projekt zielt darauf ab, drei Arten oder Artgruppen zu schützen :

- Eine sehr bedrohte Art in kleinen Bächen: der Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium*),
- zwei Schmetterlingsarten, die auf feuchte Wiesen mit *Sanguisorba* angewiesen sind : der Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris nausithous*) und der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris teleius*)
- und schließlich die „kulturfolgenden“ Fledermäuse, die in unseren Breiten auf Gebäudequartiere angewiesen sind

1. Diesen Arten gilt das Projekt

Die wichtigsten kulturfolgenden Arten, die auf dem Gebiet des Grenzüberschreitenden Biosphärenreservats identifiziert wurden, sind: das Große Mausohr (*Myotis myotis*, (BORKHAUSEN, 1797)), das Graue Langohr (*Plecotus austriacus* (J. B. FISCHER, 1829)), die Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus* (SCHREBER, 1774)) und die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774)).

Drei weitere kulturfolgende Arten könnten sich in einer mehr oder weniger entfernten Zukunft ansiedeln: die Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806)), die sich bereits vor den Toren des Grenzüberschreitenden Biosphärenreservats in der Rheinebene vermehrt; die Kleine Huftisennase (*Rhinolophus hipposideros* (Borkhausen, 1797)), selten, aber sich in den Mittelvogesen vermehrend; und die Große Huftisennase (*Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)), sporadisch im Winter vorhanden, sich aber weiter westlich in Lothringen vermehrend.

Andere Arten frequentieren ebenfalls Gebäudequartiere, sind aber in unseren Breiten zu ihrer Vermehrung weniger stark von diesen abhängig

1.1 Ihr Lebenszyklus

Männchen und Weibchen finden sich Ende des Sommers oder im Lauf des Herbstes zur Paarung zusammen. In dieser Zeit müssen sie die Fettreserven aufbauen, die sie zum Überwintern benötigen. Der Winterschlaf, findet im Allgemeinen von Ende Oktober bis Mitte März stattfindet.

In der kalten Jahreszeit, in der es keine Insekten zu jagen gibt, wählen die Fledermäuse Winterquartiere mit einem stabilen Mikroklima, einer milden Temperatur und einer hohen Luftfeuchtigkeit, um dort die schwierige Zeit des Winterschlafes zu verbringen (regulierter Unterkühlungszustand mehrere Tage oder Wochen lang, durch den die Fledermäuse ihre Energie über den Winter erhalten können; der Stoffwechsel wird auf ein Minimum herabreguliert, die Körpertemperatur wird der Umgebungstemperatur angepasst, Atemfrequenz und Herzschlag reduziert. So können sie mehrere Monate mit den im Herbst angesammelten Fettreserven überdauern).

Im Frühling sammeln sich die Weibchen zum Gebären und zur Aufzucht der Jungen in sogenannten Wochenstuben von ein paar wenigen bis zu mehreren tausend Individuen. Diese Zusammenschlüsse können aus einer oder mehreren Arten bestehen (z. B. kann eine Kolonie von Breitflügelfledermäusen mit einer Kolonie des Großen Mausohrs auf demselben Dachboden zusammenleben).

Kulturfolgende Fledermäuse zeigen zudem eine ausgeprägte ortstreue zu ihrem Geburtsquartier. Für die Reproduktion werden Quartiere mit allgemein hohen Temperaturen, einer geringen Luftfeuchtigkeit und möglichst großem Schutz vor Fressfeinden und anderen Störungen gewählt. Im späten Frühjahr oder Anfang des Sommers wird ein einziges Junges pro Jahr zur Welt gebracht, in seltenen Fällen zwei. Die meisten Jungen beginnen im Lauf des Monats Juli zu fliegen, werden aber noch einige Zeit gestillt, bis sie unabhängig jagen können. Auch Männchen können Dachböden als Übertagungsquartier, als Zwischenstation im Lauf einer Jagd oder auch als Paarungsquartier nutzen. Je nach Art leben sie alleine oder können ebenfalls

sommerliche Kolonien bilden (DIETZ *et al.*, 2009).

1.2 Bedrohungen

Fledermäuse müssen sich mit mehreren Bedrohungen auseinandersetzen. Da sie sehr anfällig für Störungen sind, insbesondere in den Zeiten der Winterruhe und der Aufzucht der Jungen, können das menschliche Frequentieren ihrer Unterkunft sowie licht- oder lärmbedingte Störungen schwere Auswirkungen auf sie haben.

Eine weitere erhebliche Bedrohung, auf die sich ein Teil der Erhaltungsmaßnahmen konzentriert, ist der Rückgang verfügbarer Quartiere sowohl für den Winterschlaf als auch für das Gebären und Großziehen der Jungen.

In den Nordvogesen oder im Pfälzerwald ist es den sogenannten kulturfolgenden Arten gelungen, sich durch Nutzung menschlicher Bauten an die mangelnde Verfügbarkeit natürlicher Quartiere anzupassen; indem sie dazu übergegangen sind, sich in Dachböden, Scheunen, Kirchtürmen oder in Spalten unter Dachlatten und Fassadenverkleidungen zu vermehren. Gebäude, die allzu leicht für Fressfeinde wie Hauskatze, Steinmarder (*Martes foina*), Schleiereule (*Tyto alba*) und in geringerem Maße auch den Turmfalken (*Falco tinnunculus*) zugänglich sind, werden gemieden. Auch Standorte, die von verwilderten Haustauben (*Columba livia domestica*) oder, in manchen Fällen, von Dohlen (*Corvus monedula*) besetzt werden, sind nicht besonders günstig.

Heute werden geeignete Wochenstubenquartiere zudem von Sanierungs- und Renovierungsarbeiten bedroht (Isolierung oder Umbau zu Wohnräumen), die in den meisten Fällen durch Verschließung der Zugänge und Veränderung der Beleuchtung und des Mikroklimas zu einer Zerstörung des Quartiers führten, ungünstige Faktoren für den Erhalt der Fledermäuse. Das komplette Verschließen von Zugängen (insbesondere bei Kirchtürmen) zur Vermeidung von Ansiedlungen von Tauben oder Dohlen verwehrt oft auch Fledermäusen den Zugang.

Neben dem Quartierverlust stellen :

- der Habitatverlust durch Intensivierung der Landwirtschaft und die –degradierung durch den Verlust strukturreicher Lebensräume ebenso wie die Fragmentierung derselben durch voranschreitenden Ausbau der Infrastruktur;
- der Einsatz von Pestiziden, sowohl direkt über das Ausbringen an Quartieren als auch indirekt über die Akkumulation in der Nahrungskette sowie passiv über das Entziehen der Nahrungsgrundlage durch Verarmung der Insektenfauna;
- zunehmende nächtliche Illumination, sowohl direkt in Form einer Barrierewirkung, über den negativen Einfluss auf Quartierverfügbarkeit sowie über den Beitrag am Insektensterben also der Reduktion der Nahrungsgrundlage.

Weitere ernste Bedrohungen für unsere Fledermäuse dar.

1.3 Der besondere Fall des Großen Mausohrs

Eine der größten Fledermausarten Europas ist das Große Mausohr (Foto 1). Es ist an seinem dichten, kurzen, hellbraunen Fell am Rücken zu erkennen, das zu dem beinahe weißen Bauch im Kontrast steht. Ohren und Nase haben eine helle Farbe mit Rosétönen und die Flughäute sind dunkelbraun. Es ernährt sich ausschließlich von Insekten, von denen die meisten nur wenig oder gar nicht fliegen und die es folglich am Boden jagt (ARTHUR & LEMAIRE, 2009).



Foto 1 : Kolonie des Großen Mausohrs - Foto Florian GIRARDIN

Das Große Mausohr ist in Kontinentalfrankreich gut vertreten, außer im Großraum Paris. Es ist in sämtlichen Départements der ehemaligen Region Lothringen vorhanden, wo es seine Kinderstuben vorzugsweise in den Tälern einrichtet. Die westlichen Ausläufer der Vogesen von den Nordvogesen bis zur Vôge-Ebene und das Maas-Tal beherbergen sehr umfangreiche Bestände: Mehrere Wochenstubenkolonien umfassen mehr als 1000 Individuen. Diese ehemalige Region beherbergt landesweit die größte Zahl von Kolonien: Im Jahr 2007 wurden 75 Wochenstubenquartiere des Großen Mausohrs gezählt (CPEPESC Lorraine, 2009). Dennoch wird in Lothringen der Erhaltungszustand dieser Art, die laut der europäischen „Flora-Fauna-Habitat“-Richtlinie als von gemeinschaftlichem Interesse gilt, von der Regionaldirektion für Umwelt, Städteplanung und Wohnungswesen als „ungünstig und inadäquat“ eingestuft (<https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/le-grand-murin-a13415.html>).

Im Elsass ist das Große Mausohr vor allem im Vogesen-Massiv, im östlichen Gebirgsvorland, im Krumpen Elsass und im elsässischen Jura vorhanden. Im Jahr 2016 waren 29 Kolonien bekannt (GEPMA, 2016).

Innerhalb der strikten Grenzen des Regionalen Naturparks (RNP) Nordvogesen, der französische Teil des Grenzüberschreitenden Biosphärenreservats (GBR), der genau an der Grenze der Départements Moselle und Bas-Rhin liegt, wurden 1998 14 Reproduktionskolonien identifiziert (15, wenn man die Kolonie in der evangelischen

Kirche von Bouxwiller, einer Zugangsstadt des RNP, mitzählt). 2015 zählte man im selben Gebiet nur noch 9 Reproduktionskolonien (bzw. 10, wenn man die Kolonie in der evangelischen Kirche von Bouxwiller, einer Zugangsstadt des RNP, mit einrechnet), was einem Rückgang von 33 % der besetzten Unterkünfte innerhalb von 17 Jahren entspricht (DUCHAMP *et al.*, 2017).

Eine der umfangreichsten Kolonien des Elsass kann hier allerdings nach wie vor beobachtet werden, nämlich in der Kirche von Niedersteinbach unweit der deutschen Grenze. Jedes Jahr zwischen März und September finden sich hier 800 bis 1000 Weibchen ein, um ihre Jungen zu gebären (DUCHAMP *et al.*, 2016).

Für die Südhälfte des Biosphärenreservats Pfälzerwald und das angrenzende Rheintal im Bundesland Rheinland-Pfalz sind derzeit 14 Kolonien des Großen Mausohrs bekannt, 5 davon mit Beständen, die größer sind als 400 Individuen. Die Kolonie von Wilgartswiesen kann bis zu 1200 Weibchen umfassen (SCHRITT, comm. Pers.).

2. Bestandsaufnahme vor dem Projekt

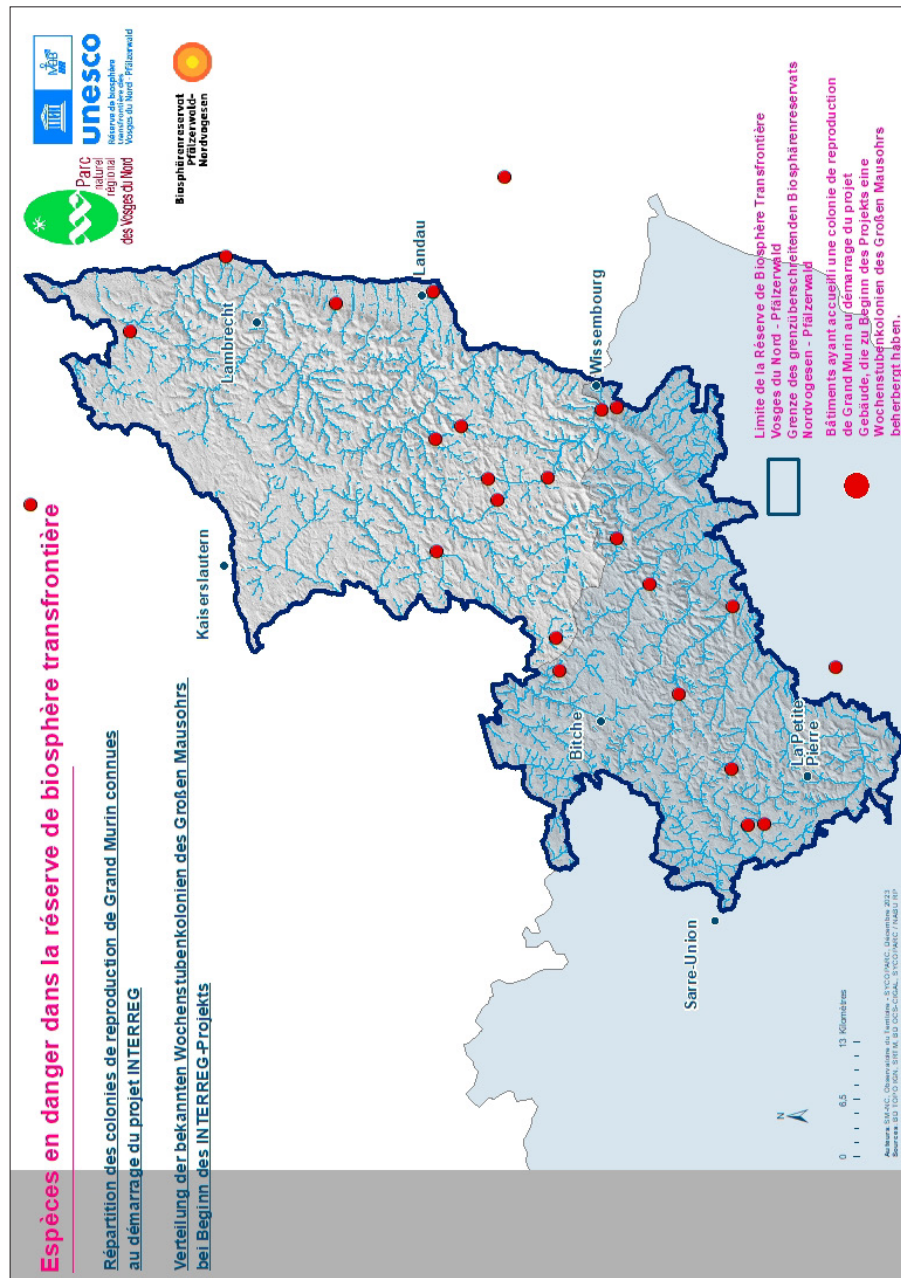
Im Regionalen Naturpark Nordvogesen wurde zwischen 1997 und 1998 eine erste systematische Bestandsaufnahme der Fauna in Dachböden und öffentlichen Kirchtürmen durchgeführt, um einen Überblick über die vorhandenen Wochenstubenquartiere der Fledermäuse zu bekommen. Im Zuge dieser Arbeit konnte auch die Zugänglichkeit der verschiedenen Gebäude für Fledermäuse eingeschätzt werden (DUCHAMP, 2000) und es konnte eine erste Reihe von Empfehlungen zur erhaltenden Verwaltung von Fledermauspopulationen aufgestellt werden. Diese Bestandsaufnahme wurde im Jahr 2015 aktualisiert (DUCHAMP *et al.*, 2016).

1998 wurden in den 102 Kommunen des Gebiets 309 öffentliche und kulturelle Gebäude aufgesucht. Mehr als die Hälfte der besuchten Orte wiesen Spuren einer Fledermausfrequentierung auf und 4 Arten hatte man direkt beobachten können: das Große Mausohr (*Myotis myotis* (BORKHAUSEN, 1797)), die Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus* (SCHREBER, 1774)) sowie die Gattungen der Langohrfledermäuse (*Plecotus* E.Geoffroy, 1818) und der Gattung Pipistrellus (*Pipistrellus* Kaup, 1829). Letztere Gattungen umfassen jeweils mehrere Arten, die ohne biometrische Maßnahmen oder Analyse der Akustiksignale schwer zu bestimmen sind. Wo jedoch eine Bestimmung möglich war, handelte es sich größtenteils um das Graue Langohr (*Plecotus austriacus*, (J. B. FISCHER, 1829)) und die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*, (SCHREBER, 1774)).

Was das Große Mausohr anbelangt, wie weiter oben bemerkt, hatte man innerhalb der strikten Grenzen des Parks 14 Kolonien beobachten können, die meisten mitten im zentralen Waldgebiet. 12 weitere Dachböden wiesen große Mengen alten Guanos auf, ein Hinweis darauf, dass sie in der Vergangenheit Kolonien beherbergt hatten: diese Beobachtung legte bereits die Vermutung nahe, dass günstige Quartiere für das Große Mausohr rückläufig sind.

Bei der Aktualisierung der Bestandsaufnahme 2015 wurden von Mai bis Juli, also in

der Zeit, die den sommerlichen Koloniebildungen entspricht, 315 Gebäude aufgesucht. Der Anteil an Gebäuden, in denen mindestens ein Fledertier gesichtet wurde, hatte sich im Vergleich zu den Beobachtungen von 1998 leicht erhöht. Dieselben Arten konnten beobachtet werden und es kam noch eine fünfte Art hinzu, die sehr punktuell gesichtet wurde: der Kleine Abendsegler (*Nyctalus leisleri* (KUHL, 1817)).



Vergleicht man die beiden Bestandsaufnahmen, so stellt man fest, dass die Langohrfledermäuse das am häufigsten beobachtete Taxon im Netzwerk der Dachböden öffentlicher und kultureller Gebäude des RNP sind (insbesondere das Graue Langohr). Das Große Mausohr ist das am zweithäufigsten beobachtete Taxon, aber es ist zwischen 1997 und 2015 in 5 Quartieren verschwunden. Es wurden neue Kolonien der Breitflügelfledermaus entdeckt, drei davon Wochenstubenkolonien, insbesondere durch nächtliches Abhören mit dem Lautstärkenmesser zum Zeitpunkt des Abflugs der Fledermäuse in der Dämmerung oder bei Nacht (was bei der ersten Bestandsaufnahme nicht möglich gewesen war), denn diese große Art ist oftmals zwischen Ziegeln und Dachlatten oder unter Fassadenverkleidungen versteckt und daher weniger direkt auffindbar als anhand von Dachböden. Gleiches gilt für die Pipistrelliden Arten (hier in großer Mehrheit *Pipistrellus pipistrellus*, (SCHREBER, 1774)).

Was die Zugänglichkeit zu Dachböden von Gebäuden für große Arten wie das Große Mausohr anbelangt, wurde ein Rückgang geeigneter Zugänge festgestellt, der auf die vermehrte Präsenz von Gittern an Schallländen und sonstigen Öffnungen zur Bekämpfung von Taubeninvasionen in den Gebäuden zurückzuführen ist. Zudem wurden zwischen den beiden Untersuchungskampagnen die Dachböden zahlreicher Rathäuser und Schulen umgebaut, was einen Rückgang der Zahl zugänglicher Fledermausquartiere bedeutet.

Der wichtigen Frage nach der Entwicklung der äußeren Beleuchtung der Gebäude wurde nur teilweise auf den Grund gegangen. Allerdings wurde im Lauf der letzten Jahrzehnte eine hohe Anzahl kultureller Gebäudedurch eine nächtliche Beleuchtung hervorgehoben.

Durch den Vergleich der beiden Bestandsaufnahmen konnte eine Verschlechterung der Aufnahmekapazität des Netzwerks aus Dachböden öffentlicher und kultureller Gebäude festgestellt werden, aber glücklicherweise kein wirklicher Zusammenbruch der Fledermauspopulationen. Die kleineren Arten (Langohrfledermäuse, Zwergfledermäuse), die beim Zugang zu den Gebäuden und deren Größe weniger anspruchsvoll sind, finden noch immer geeignete Quartiere, aber für das viel anspruchsvollere Große Mausohr ist die Lage komplizierter.

Ein weiteres Ergebnis der beiden Bestandsaufnahmen betrifft die Typologie der Gebäude: kulturelle Gebäude (katholische oder evangelische Gotteshäuser) stellen bei weitem den von Fledermäusen meistfrequentierten Gebäudetyp dar (97 % von ihnen enthielten im Jahr 2015 Guano). Diese Gebäude machen fast die Hälfte der „öffentlichen“ Gebäude im Regionalen Naturpark aus. Dieser Begriff mag nicht ganz korrekt erscheinen, denn in Wirklichkeit besitzen die meisten Kirchen und Pfarrhäuser einen gemischten öffentlich-privaten Status. Während die nötigen Arbeiten für die Instandhaltung des „Gebäudemantels“ (Mauern, Gebälk, Bedachungen) oftmals in den kommunalen Zuständigkeitsbereich fallen, unterliegt die Verwaltung der Inneneinrichtungen eher dem Ressort der Pfarrei- oder Kirchenvorstände. Manche sind komplett in privater Hand. Diese Gebäude bilden ein wichtiges Netzwerk aus Standorten, die im Falle einer Verschlechterung der Aufnahmekapazitäten in privaten Wohngebäuden in der Umgebung als Unterschlupf dienen können und sind somit von vorrangigem Interesse

für den Erhalt der Fledermausarten, die als Kulturfolger bezeichnet werden.

2020 wurden 7 Gebäude erfasst, bei denen dank der Anreize des RNP Nordvogesen Schutzmaßnahmen speziell für den Erhalt von Reproduktionskolonien der Chiroptera eingeführt worden waren: 3 Kirchen, die per Verordnung des Präfekten zum Biotopschutz (APPB) unter Schutz gestellt wurden, und 4 Gebäude, bei denen es eine vertragliche Regelung zwischen dem Sycoparc und den betreffenden Kommunen gibt. Diese 7 Gebäude beherbergten 4 Kolonien des Großen Mausohrs, 2 Kolonien der Breitflügelfledermaus und eine Kolonie von Langohrfledermäusen (Graues Langohr).

Die 7 Gebäude des RNPV, die vor 2020 für den Empfang von Fledermäusen unter Schutz gestellt wurden, sind in der nachstehenden Tabelle aufgelistet:

Kommune	Gebäude	Département	Art des Schutzes	Im Jahr 2020 vorhandene Art
Baerenthal	Evangelische Kirche	57	APPB	Großes Mausohr
Dambach	Evangelische Kirche	67	APPB	Großes Mausohr
Niedersteinbach	Kirche	67	Convention	Großes Mausohr
Roppeviller	Katholische Kirche	57	APPB	Großes Mausohr
Walschbronn	Katholische Kirche	57	Convention	Breitflügelfledermaus
Weinbourg	Schule	67	Convention	Breitflügelfledermaus
Weinbourg	Kirche	67	Convention	Graues Langohr

Bis 2020 gab es im Biosphärenreservat Pfälzerwald keine Arbeit, die mit der auf der französischen Seite durchgeführten systematischen Bestandsaufnahme vergleichbar wäre, aber Chiropterologen war dennoch eine gewisse Anzahl auf ihrem Gebiet vorhandener Wochenstubenkolonien bekannt und sie hatten festgestellt, dass ein paar bekannte Kolonien des Großen Mausohrs im Lauf der letzten Jahre verschwunden waren. Parallel dazu hatten sie außerdem ein Wachsen der Bestände mancher Kolonien festgestellt, die mehr als tausend Individuen aufweisen.

Eine Hypothese wird sowohl auf deutscher als auch auf französischer Seite formuliert: Die Bildung sehr großer Kolonien des Großen Mausohrs auf beiden Seiten der Grenze in bestimmten Dachböden könnte sich durch den Zusammenschluss mehrerer kleiner Kolonien infolge des Verlustes günstiger Quartiere erklären (Einschränkung der Zugänge, Beleuchtung, regelmäßige Störung durch Fressfeinde usw.). Diese Tendenz zum Zusammenschluss zu sehr großen Kolonien kann zugleich Ausdruck eines Rückgangs verfügbarer geeigneter Unterkünfte sein und eine größere Anfälligkeit der Art bedeuten. Kommt es nämlich zu einem schweren Problem bei den verbleibenden Quartieren (strukturelle Schäden, Verschließung von Zugängen, Eindringen eines Fressfeindes usw.) sind die Auswirkungen auf die Art viel größer und es fehlt an Möglichkeiten zum Ausweichen. Nicht zu vernachlässigen ist auch, dass hierdurch die Belastung für die Eigentümer der verbleibenden Quartiere zunimmt, was sich negativ auf die unbedingt notwendige Akzeptanz auswirkt.

3. Das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ 2020-2023

Die während dieser verschiedenen Bestandsaufnahmen erlangten Erkenntnisse haben die Abhängigkeit kulturfolgender Fledermäuse, und besonders des Großen Mausohrs, von der Gebäudeverwaltung, insbesondere von großen Dachböden wie die des Netzwerks öffentlicher und kultureller Gebäude im Grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen, bekräftigt.

Der NABU (Naturschutzbund) Rheinland-Pfalz, und der Zweckverband des RNP Nordvogesen (SYCOPARC), die beide zu dieser Bilanz kamen, haben also im Jahr 2019 beschlossen, sich zugunsten der kulturfolgenden Fledermäuse im Grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen für die Errichtung eines grenzüberschreitenden Netzwerks öffentlicher und kultureller Gebäude mit dauerhaft gesicherten Zugängen und verbesserten Aufnahmebedingungen einzusetzen. Diese Aktion wurde in ein ehrgeiziges Projekt zugunsten bedrohter Tierarten im grenzüberschreitenden Gebiet eingeschlossen und der Verwaltungsbehörde des europäischen INTERREG-Projekts „Oberrhein“ vorgestellt. Das Projekt wurde angenommen und startete im Juni 2020 für eine Dauer von 3 Jahren.

Der SYCOPARC und der NABU Rheinland-Pfalz haben die folgenden spezifischen Zielsetzungen für die Aktion zugunsten kulturfolgender Fledermäuse festgelegt :

- Verfassen einer gemeinsamen zweisprachigen Strategie zur Umgestaltung der Gebäude und eines gemeinsamen zweisprachigen Protokolls im Rahmen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit.
- Begutachtung der kulturellen und öffentlichen Gebäude, um diese nach Eignungsgrad für die Quartieroptimierung festzustellen.
- Sensibilisierung der Gebäudeeigentümer und der Allgemeinheit, um den langfristigen Erhalt der Unterkünfte zu sichern.
- Fledermausfreundliche Gestaltung möglichst vieler Gebäude mit Zustimmung der Eigentümer und Sicherung ihres Fortbestands durch Aufforderung der Eigentümer, sich im Rahmen von Vereinbarungen für ihren Erhalt einzusetzen.

3.1 Die Begutachtungsphase

Die Begutachtung der Gebäude für die Wahl der geeignetsten Standorte und die Bestimmung der zur Optimierung der Aufnahme von Fledermäusen durchzuführenden Umgestaltungsmaßnahmen spielte sich auf beiden Seiten der Grenze des Grenzüberschreitenden Biosphärenreservats (GBR) unterschiedlich ab.

Im französischen Teil wurden die Begutachtungen der Gebäude von Dienstleistern vorgenommen, die im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung vom SYCOPARC ausgewählt wurden. Es handelt sich um die Studienbüros Nature Nichoirs und Silva Environnement. Eine Auswahl der zu begutachtenden Gebäude wurde basierend auf den Daten der Fauna-Bestandsaufnahmen des SYCOPARC von 1998 und 2015 und auf Ergebnissen von Studien aus dem Jahr 2019 von zwei regionalen Vereinigungen zum Studium und Schutz von Fledermäusen, CPEPESC-Lorraine und GEPMA,

vorgenommen (THIRIET & HURSTEL, 2019; BOREL & PUDEPIECE, 2019).

Die Auswahl bestand aus 58 Gebäuden, verteilt auf 42 Kommunen (13 Kommunen im Département Moselle und 29 Kommunen im Département Bas-Rhin). Die französische Begutachtung spielte sich in zwei Phasen ab. Eine von Mai bis Juli 2021 und die andere, ergänzende, im November 2022.

Bei den Besichtigungen im Juni und Juli 2021 wiesen nur 2 Gebäude keinerlei Hinweise auf ein Vorhandensein von Fledermäusen auf; in 20 Gebäuden hingegen gab es direkte Beobachtungen von Fledermäusen, manche davon beherbergten sogar mehrere Fledermausarten :

- 9 Gebäude beherbergten das Große Mausohr mit einer Gesamtzahl von 1012 erwachsenen Tieren, von denen sich 50 % in einer einzigen Kolonie befanden (in der evangelischen Kirche der Kommune Weislingen). Zudem wurde an 2 Standorten ein starker Rückgang der Bestände im Vergleich zu den Vorjahren festgestellt: in der evangelischen Kirche von Bouxwiller und in der Kapelle von Weiler/Wissembourg.
- 5 Gebäude beherbergten Breitflügelfledermäuse mit einer Gesamtzahl von 170 Individuen.
- 9 Gebäude beherbergten Langohrfledermäuse (a priori in erster Linie Graue Langohren) mit einer Gesamtzahl von 63 Individuen.
- 3 Gebäude beherbergten außerdem Zwergfledermäuse.

Die Begutachtung von 2022 fand ihrerseits außerhalb des Zeitraums statt, in dem die Gebäude von Fledermäusen besetzt werden. Sie hatte einzig und allein zum Ziel, die Attraktivität der Gebäude zu evaluieren und Optimierungsvorschläge zu erarbeiten.

Für alle Gebäude, die 2021 und 2022 begutachtet wurden, gab es Vorschläge für eine Umgestaltung. Es wurde eine Einteilung der Gebäude in vier Dringlichkeitsstufen (stark, mittel, mäßig und schwach) entwickelt. Sie richtet sich nach dem Handlungsbedarf basierend auf:

- der aktuellen oder vergangenen Präsenz von Fledermäusen
- den vorhandenen Arten und der Zahl der Individuen
- der Art und den Kosten der vorzunehmenden Umbaumaßnahme und der Durchführbarkeit der Arbeiten
- der Art des Anwesens und der Verwaltung (öffentlich/privat) und der genauen Lage des Standorts (um die gute Verteilung des Netzwerks im gesamten Gebiet des RNP Nordvogesen und die Verbindung mit den Fledermausunterkünften auf der deutschen Seite des Projekts zu gewährleisten)
- der Akzeptanz des Projekts von Seiten der Verwalter / Eigentümer des Standorts.

Im deutschen Teil des GBR konnte der NABU Rheinland-Pfalz nicht auf eine kürzlich erfolgte Bestandsaufnahme zurückgreifen und hat folglich eine etwas andere Vorgehensweise gewählt; so wurde mit Unterstützung ehrenamtlicher Mitglieder eine Bestandsaufnahme zeitgleich mit einer Begutachtung vorgenommen. Auf Grundlage früherer Bestandsaufnahmen (LFU, 1990 ; KONIG *et al.* 2007), aber

auch unveröffentlicher privater Daten (Arbeitskreis Fledermausschutz Rheinland-Pfalz, comm.pers.) konnte der NABU Rheinland-Pfalz die zu erwartende Zahl der Kolonien des Großen Mausohrs im Gebiet des Projekts schätzen. So wurden 10 Wochenstubenkolonien des Großen Mausohrs im Arbeitssektor verzeichnet, von denen 3 in jüngerer Zeit offenbar verschwunden waren. Daraus ergibt sich eine Gesamtzahl von 7 potenziellen Wochenstubenkolonien des Großen Mausohrs zu Beginn des Projekts auf der deutschen Seite des Oberrheingebiets. Zu Beginn des Projekts konnte keine historische Information über die Quartiere der Grauen Langohren im Projektraum gefunden werden und die vorhandenen Daten zu den pipistrelloiden und anderen kulturfolgenden Fledermausarten mussten als veraltet eingestuft werden, da die letzte systematische Erhebung 1989/1990, also vor über 30 Jahren durchgeführt wurde.

Im Lauf des Jahres 2021 wurde vom NABU Rheinland-Pfalz ein Netzwerk aus Ehrenamtlichen gebildet, um eine Bestandsaufnahme fledermausfreundlicher Gebäude vorzunehmen; dies erfolgte anhand einer Liste aus 140 potenziellen Gebäuden, von denen 74 begutachtet werden konnten. Im Lauf der Begutachtungen wurden sämtliche historische Kolonien des Großen Mausohrs bestätigt. Eine angenehme Überraschung war, dass eine von denen, die zu Beginn des Projektes als ausgestorben gemeldet waren, wieder mit ca. 300 Weibchen besetzt war. Es wurden also 8 Wochenstubenkolonien des Großen Mausohrs im Projektgebiet beobachtet.

Und schließlich wurden 74 Gebäude, sowohl öffentlich als auch privat, begutachtet. Mit folgenden Ergebnissen :

- In 43 Gebäuden gab es Hinweise auf die Präsenz von Fledermäusen, in 10 davon waren –Fledermäusen vorhanden (größtenteils Langohrfledermäuse).
- In 31 Gebäuden gab es keinerlei Hinweise auf das Vorhandensein von Fledermäusen.

Von den 43 Gebäuden, in denen Hinweise auf die Präsenz von Fledermäusen gefunden wurden, waren 30 nicht für eine fledermausgerechte Umgestaltung geeignet, unter anderem aus folgenden Gründen :

- Vorhandensein einer fledermausschädlichen Behandlung des Balkenwerks (6)
- Mangelnde Akzeptanz durch den Eigentümer (6)
- Ungünstige Anbindung an die Umgebung (13)
- Ständige Anwesenheit von Fressfeinden (4)
- Aktuell anstehende Änderung der Dachbodennutzung (1)

Aber 17 Gebäude wiesen besonders günstige Bedingungen für eine fledermausgerechte Umgestaltung auf und 2 Gebäude machten aufgrund nicht optimaler Bedingungen bei Vorhandensein einer Wochenstube Anpassungen notwendig.

In dem Netzwerk der begutachteten Gebäude wurden Hinweise auf das Vorhandensein neuer Kolonien gefunden:

- 8 Kolonien aus Langohrfledermäusen
- 1 große Kolonie aus Breitflügelfledermäusen
- 1 Zwergfledermauskolonie

- und vier Unterkünfte mit Hinweisen auf die Präsenz des Großen Mausohrs (einzelne Individuen).

Im Allgemeinen hat der NABU bei den Gebäudeeigentümern eine oftmals negative Einstellung gegenüber den Umgestaltungs- und Vereinbarungsplänen zugunsten der Fledermäuse festgestellt. Um diese Aktionen in Zukunft fortsetzen zu können, wird eine Arbeit zur Sensibilisierung und Schulung der Verwalter und der breiten Allgemeinheit erforderlich sein.

3.2 Die Umgestaltungsphase

Insgesamt wurden 36 Gebäude auf französischer Seite für einen fledermausgerechten Empfang umgestaltet und 19 auf deutscher Seite, also wurde im Lauf des Projekts auf dem kompletten Gebiet des Biosphärenreservats eine Gesamtzahl von 55 Gebäuden umgestaltet.

Im RNPNV wurde die Umgestaltung von Nature Nichoirs in zwei Phasen durchgeführt. Die erste zwischen Februar und Juni 2022 bei 25 Gebäuden und die zweite im April 2023 bei 11 weiteren Gebäuden mit einer Gesamtzahl von 30 Tagen Arbeit.

Was die deutsche Seite anbelangt, so wurden die 19 Gebäude von ehrenamtlichen Helfern umgestaltet. Besonders hervorzuheben ist die Öffnung von drei Gebäuden, die vorher durch Dachsanierungen oder Maßnahmen der Schädlingsbekämpfung hermetisch verschlossen und daher unzugänglich für Fledermäuse waren, wenigstens bei einer dieser Kirchen ist jedoch historisch eine Besiedlung durch Fledermäuse überliefert. Bei 9 Gebäuden konnte eine Veränderung der Beleuchtungssituation bewirkt werden. Die, die Kirche hervorhebenden Strahler leuchteten alle Einflugöffnungen aus, dies war insbesondere bei der Kirche in Birkweiler notwendig, in der die Beleuchtung den Ausflug einer ansässigen Wochenstubenkolonie Grauer Langohren (*Plecotus austriacus*) erheblich beeinträchtigte. Weitere Maßnahmen betrafen die Optimierung geeigneter Quartierbedingungen im inneren der Gebäude durch das Anbringen von Spaltverstecken in strukturalarmen Dächern, sowie das Anbringen von Wärmeglocken in kalten oder zugigen, also klimatisch aktuell nicht, aber in Zukunft voraussichtlich optimal geeigneten Dachböden. Zwei Gebäude wurden mit größeren Einflugöffnungen zur Besiedlung durch die Großen Mausohren (*Myotis myotis*) attraktiver gemacht. Kleinere Maßnahmen wie das Verdunkeln des Dachinnenraums kamen ebenfalls zur Anwendung.

Die wichtigsten Arbeiten, die sowohl auf französischer als auch auf deutscher Seite im Zuge der Umgestaltungsmaßnahmen vorgenommen wurden, sind (Foto 2 bis 10) :

- bei einer großen Zahl umgestalteter Standorte :
 - Aufstellung einer Informationstafel über die Präsenz von Fledermäusen und zu ergreifende Vorsichtsmaßnahmen für jegliche Person, die die von Fledermäusen genutzten Zonen betreten könnte
 - Arbeiten an den äußeren Öffnungen, um Zugänge für die Fledermäuse zu schaffen oder zu verbessern, aber gleichzeitig den Zutritt von Fressfeinden (wie Eulen, Marder oder Katzen) oder Arten, die eine größere Störung auslösen

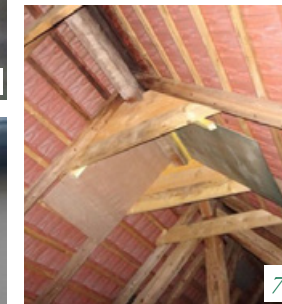
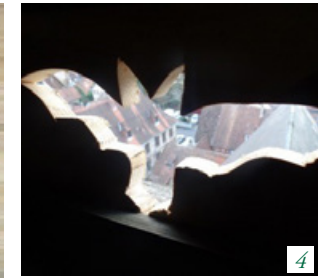
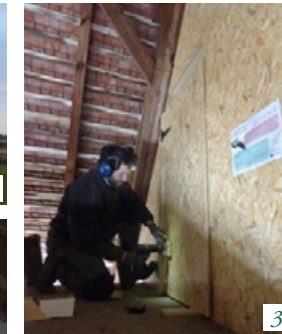


Foto 2 : Kirche von Nehwiller (Gemeinde Reichshoffen)

Foto 3 : Schaffung eines eigenen Raumes für das Große Mausohr in Rott

Foto 4 : Art der gestalteten Außenöffnung

Foto 5 : Das Gebäude mit einem Verdunkelungsvorhang abdunkeln

Foto 6 : Anbringen von künstlichen Quartieren an Fassaden

Foto 7 : "Hot Box" im Rosteig-Tempel aufgestellt

Photo 8 : Anbringen der Schutzpläne am Boden

Foto 9 : Umbau eines Dachfensters in einen Fledermausdurchgang

Foto 10 : Austausch der Schalldämpfer im Glockenturm und Schaffung einer Öffnung

Foto 2 bis 10 - Loïc ROBERT

könnten (wie Tauben oder Dohlen), zu vermeiden

- Verdunkelung der Innenräume durch Anbringung blickdichter Vorhänge
- Anbringung von Guano-Auffangplanen, um die Reinigung der Standorte in Zukunft zu erleichtern
- nur bei ein paar einzelnen Standorten :
 - Einrichtung günstiger Mikro-Lebensräume im Innenraum: künstliche Nistkästen, Hängbereiche oder „Hot Boxes“ („Heiße Kästen“), um die Niederlassungsmöglichkeiten für Fledermäuse zu erweitern
 - Reinigung der Örtlichkeit für eine bessere Akzeptanz des Projekts durch die Eigentümer
 - Sondermaßnahmen wie die Anbringung von Zwischenwänden oder eines Fußbodens
 - und manchmal die Schaffung einer dunklen Zone rund um die Gebäude durch Abschalten der nächtlichen Außenbeleuchtung

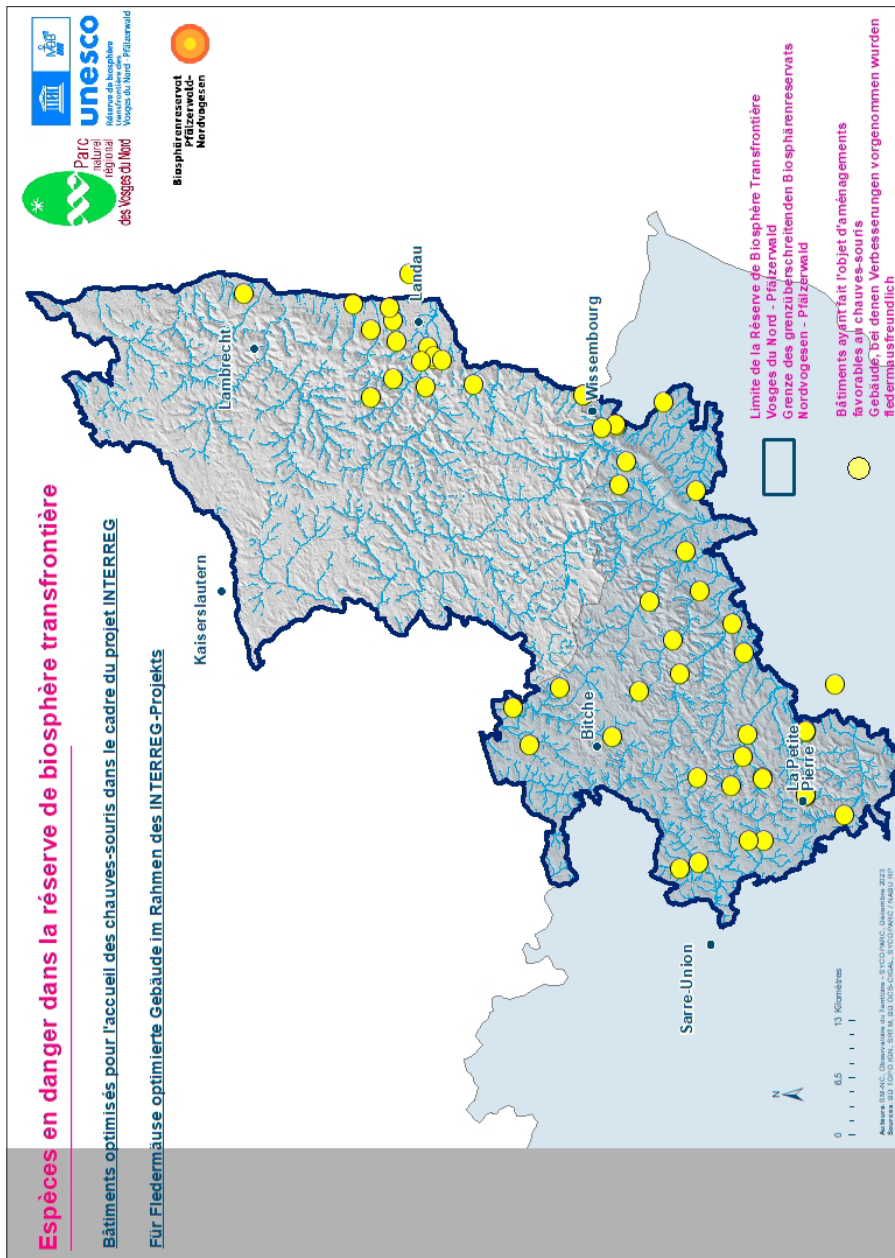
Die auf 31 Kommunen verteilten 36 umgestalteten Gebäude, die auf französischer Seite des Projekts betroffen sind, werden in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst:

Kommune	umgestaltetes Gebäude	Département oder Bundesland	Betroffene Art
Baerenthal	Evangelische Kirche	Moselle	Großes Mausohr
Bitche/Bitsch	Katholische Kirche	Moselle	Unbestimmte Chiroptera
Bouxwiller /Buchsweller	Katholische Kirche	Bas-Rhin	Großes Mausohr und Graues Langohr
Breidenbach	Katholische Kirche	Moselle	Graues Langohr
Butten / Bütten	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Breitflügel-Fledermaus, Zwergfledermaus
Climbach / Klimbach	Katholische Kirche	Bas-Rhin	Großes Mausohr und Graues Langohr
Dambach	Katholische Kirche	Bas-Rhin	Großes Mausohr
Eschbourg / Eschburg (Graufthal)	Evangelische Kirche von Graufthal	Bas-Rhin	Unbestimmte Chiroptera
Eguelshardt / Egelshardt	Katholische Kirche	Moselle	Großes Mausohr
Ingolsheim	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Graues Langohr
La Petite Pierre / Lützelstein	Burg	Bas-Rhin	Zwergfledermaus sp.
	Dachboden des Ruffin-Gebäudes, Burgplatz	Bas-Rhin	Unbestimmte Chiroptera
	Dachböden Garage/ Archiv des RNP, Rue des Remparts	Bas-Rhin	Unbestimmte Chiroptera
Rahling / Rahlingen	Katholische Kirche	Moselle	Breitflügel-Fledermaus
Roppeviller /Roppweiler	Katholische Kirche	Moselle	Großes Mausohr
Rosteig	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Großes Mausohr
Rott	Schulhof	Bas-Rhin	Großes Mausohr
	Katholische Kirche	Bas-Rhin	Graues Langohr
Meisenthal	Katholische Kirche	Moselle	Großes Mausohr
Offwiller / Offenweiler	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Graues Langohr (Großes Mausohr)

Niederbronn-les-bains / Bad Niederbronn	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Langohrfledermaus sp. (grau?)
Preuschdorf	Simultankirche	Bas-Rhin	Graues Langohr
Philippsbourg / Philippsburg	Evangelische Kirche	Moselle	Graues Langohr (Großes Mausohr)
Tiefenbach	Ehemaliges katholisches Pfarrhaus	Bas-Rhin	Großes Mausohr
Walschbronn	Katholische Kirche	Moselle	Breitflügel-Fledermaus, Zwergfledermaus (Großes Mausohr)
Weislingen	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Großes Mausohr
Wissembourg / Weißenburg (Weiler)	Kapelle von Weiler	Bas-Rhin	Großes Mausohr
Reichshoffen / Reichshofen (Nehwiller)	Katholische Kirche von Nehwiller	Bas-Rhin	Breitflügel-Fledermaus (Großes Mausohr)
Weiterswiller	Katholische Kirche	Bas-Rhin	Graues Langohr
	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Graues Langohr
Wimmenau	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Unbestimmte Chiroptera
Wingen	Simultankirche	Bas-Rhin	Graues Langohr
Wingen-sur-Moder	Katholische Kirche	Bas-Rhin	Unbestimmte Chiroptera
Zinswiller / Zinsweiler	Katholische Kirche	Bas-Rhin	Großes Mausohr
Zittersheim	Evangelische Kirche	Bas-Rhin	Unbestimmte Chiroptera
	Dachböden der ehemaligen Schule	Bas-Rhin	Großes Mausohr

Die 19 umgestalteten Gebäude und die Gemeinden, die auf deutscher Seite des Projekts betroffen sind, werden in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst:

Kommune	umgestaltetes Gebäude	Département oder Bundesland	Betroffene Art
Albersweiler	Bergkirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
Birkweiler	St. Bartolomäus	Rheinland-Pfalz	Plecotus austriacus
	Prot. Kirche Birkweiler	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Bornheim	St. Laurentius	Rheinland-Pfalz	Aucun
Dernbach	Hl. Elisabeth	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Edenkoben	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Eußerthal	Böchinger Hütte	Rheinland-Pfalz	Pipistrellus
Flemingen	St. Alban	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Gleisweiler	Martin Butzer Kirche	Rheinland-Pfalz	Plecotus
Neustadt Königsbach	Klausenkapelle	Rheinland-Pfalz	Plecotus
Queichhambach	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Ranschbach	Allerheiligen	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Roschbach mit Walsheim	St. Sebastian	Rheinland-Pfalz	Aucun
	Kirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
Schweigen-Rechtenbach	Kirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
	Kirche	Rheinland-Pfalz	Aucun
Siebelingen	St. Quintinus	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Waldhambach	Kirche Waldhambach	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés
Weyher in der Pfalz	St. Peter und Paul	Rheinland-Pfalz	Chiroptères indéterminés



Architekten, die bei den kulturellen Gebäuden zum Einsatz kommen.

In Deutschland wurde 24.11.2021 eine Schulung für die Architekten der kirchlichen Bauämter des Bistums Speyer und der evangelischen Kirche der Pfalz abgehalten. Neben der Klarstellung des rechtlichen Rahmens in Bezug auf den Schutz von Fledermausquartieren ging es darum, ihnen Grundkenntnisse der Biologie der Fledermäuse und über deren sehr besonderen Lebenszyklus und die Ursachen des Schutzstatus' zu vermitteln.

In Frankreich fanden im Mai 2022 zwei Sitzungen statt: die eine im Norden des RNP in Sturzelbronn im Département Moselle und die andere im Süden des RNP in La Petite Pierre/Lützelstein im Département Bas-Rhin. Sie richteten sich an Eigentümervertreter und Verwalter öffentlicher und/oder kultureller Gebäude: in erster Linie Vertreter von Stadträten. Dabei wurden 19 Personen sensibilisiert und geschult.

3.3.2. Abschluss von Vereinbarungen für die Unterkünfte



Bild 1 : Schild einer Fledermauszuflucht auf französischer Seite

Bild 2 : Schild einer Fledermauszuflucht auf deutscher Seite

Um die im Rahmen dieses INTERREG-Projekts fledermausfreundlich angelegten Unterkünfte dauerhaft zu erhalten, war die Idee, auf beiden Seiten der Grenze soweit möglich eine ethische Verpflichtung der Eigentümer im Rahmen einer Vereinbarung zu erwirken.

Hier war die Reaktion der Eigentümer in Deutschland und Frankreich nicht ganz die gleiche.

In Frankreich wurde die Unterzeichnung einer Vereinbarung mit dem (oder den) Eigentümer(n) als Vorbedingung für die Umsetzung fledermausfreundlicher Umgestaltungsmaßnahmen betrachtet.

Es wurde also beschlossen, vor Beginn der Arbeiten die Unterzeichnung einer Vereinbarung namens „Unterschlupf für Fledermäuse“ anzubieten, ein Modell, das Teil einer von der Französischen Gesellschaft für die Erforschung und den Schutz von Säugetieren auf nationaler Ebene geführten Aktion ist (<https://www.sfepm.org/operation-refuge-pour-les-chauves-souris.html>). Das Vereinbarungsmodell, das dabei genutzt wird, ist dasselbe, das vom Verein Groupe Mammalogique Breton entwickelt wurde (DUBOS, 2010).

3.3 Schulungen und Abschluss von Vereinbarungen

3.3.1. Schulungen

Auf beiden Seiten des GBR wurden Lehrgänge zur Sensibilisierung für den Erhalt von Fledermäusen organisiert, die sich an Eigentümer, Verwalter und Nutzer der begutachteten und umgestalteten Gebäude richteten, auf deutscher Seite sogar an

Die Vereinbarung wird mitunterzeichnet von dem in der Region zuständigen Verein für Fledermausschutz (GEPMA im Département Bas-Rhin und CPEPESC-Lorraine im Département Moselle). Im Rahmen dieser auf dem Gebiet des RNP Nordvogesen durchgeführten Operation wurde beschlossen, noch die Unterschrift des SYCOPARC hinzuzufügen.

So haben sich die Eigentümer verpflichtet, den Zugang zur Fledermausunterkunft dauerhaft zu erhalten und Störungen sowie den Einsatz fledermausschädlicher Holzschutzmittel oder ähnlichem zu beschränken. Die regionalen Vereinigungen und der SYCOPARC haben sich verpflichtet, für Beratungen verfügbar zu sein und den Eigentümern bei der Verwaltung ihrer Örtlichkeit zu helfen, insbesondere wenn Bauarbeiten in Betracht gezogen werden.

So wurden im Laufe des INTERREG-Projekts Vereinbarungen für 35 weitere Gebäude auf französischer Seite getroffen (die Kirche von Walschbronn, die Umgestaltungsmaßnahmen unterzogen wurde, die im Rahmen dieses Projekts finanziert wurden, war schon vor 2020 Gegenstand einer Vereinbarung).

In Deutschland hat es sich schwieriger gestaltet, die Eigentümer zum Engagement im Rahmen einer Vereinbarung zu bewegen, was auf mangelhafte Akzeptanz aufgrund der wirtschaftlichen Mehrbelastung durch den Artenschutz, die in Deutschland von den Kirchengemeinden zu tragen sind sowie bürokratische Schwierigkeiten bei dem Erlangen der Zustimmung durch Gemeinderäte, die sich während der Pandemie in starkem Umbruch befanden zurückzuführen ist.

Der NABU bietet ebenfalls ein Vereinbarungsmodell an, das auf Landesebene erarbeitet wurde, nämlich im Rahmen der Aktion „Fledermäuse Willkommen“, die zum Ziel hat, die Akzeptanz und den Erhalt von Fledermäusen in menschlichen Wohnstätten zu fördern (<https://rlp.nabu.de/tiere-und-pflanzen/saeugetiere/fledermaeuse/fledermaeuse-willkommen/index.html>).

Trotz der Schwierigkeiten konnten im Lauf des vorliegenden Projekts 13 zusätzliche Gebäude mit Vereinbarungen versehen werden. Sie gesellen sich zu einem landesweit bereits seit 2010 bestehenden Netzwerk hinzu.

So wurden auf der Ebene des Projektgebiets, also in einem großen Teil des Grenzüberschreitenden Biosphärenreservats Pfälzerwald-Nordvogesen, zu dem noch ein Teil des Pfälzerwaldvorlandes hinzukommt, 48 Gebäude durch Vereinbarungen im Rahmen dieses INTERREG-Projekts geschützt.

Die 48 neuen öffentlichen und/oder kulturellen Gebäude, die auf dem Projektgebiet durch Vereinbarungen geschützt werden, sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt :

Kommune	Gebäude mit Vereinbarung	Département oder Bundesland
Albersweiler	Bergkirche	Rheinland-Pfalz
Baerenthal	Evangelische Kirche	Moselle
Birkweiler	Prot. Kirche Birkweiler	Rheinland-Pfalz
Bitche	Katholische Kirche	Moselle

Bouxwiller/Buchsweiler	Katholische Kirche	Bas-Rhin
Breidenbach	Katholische Kirche	Moselle
Butten	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
Climbach	Katholische Kirche	Bas-Rhin
Dambach	Katholische Kirche	Bas-Rhin
Dernbach	Hl. Elisabeth	Rheinland-Pfalz
Edenkoben	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz
Eguelshardt/Egelshardt	Katholische Kirche	Moselle
Eschbourg/Eschburg (Graufthal)	Eglise protestante de Graufthal	Bas-Rhin
Eußerthal	Böchinger Hütte	Rheinland-Pfalz
Frankweiler	Ev. Landeskirche	Rheinland-Pfalz
Gleisweiler	Martin Butzer Kirche	Rheinland-Pfalz
Ingolsheim	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
La Petite Pierre	Burg	Bas-Rhin
	Dachboden des Ruffin-Gebäudes, Burgplatz	Bas-Rhin
	Dachböden Garage/Archiv des RNP, Rue des Remparts	Bas-Rhin
Rahling/Rahlingen	Katholische Kirche	Moselle
Roppeviller/Roppweiler	Katholische Kirche	Moselle
Rosteig	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
Rott	Schulhof	Bas-Rhin
	Katholische Kirche	Bas-Rhin
Meisenthal	Katholische Kirche	Moselle
Offwiller/Offenweiler	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
Niederbronn-les-bains /Bad Niederbronn	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
Preuschkorf	Simultankirche	Bas-Rhin
Philippsbourg/Philippsburg	Evangelische Kirche	Moselle
Queichhambach	Ev. Kirche	Rheinland-Pfalz
Roschbach mit Walsheim	St. Sebastian	Rheinland-Pfalz
Schweigen-Rechtenbach	Kirche	Rheinland-Pfalz
Siebeldingen	St. Quintinus	Rheinland-Pfalz
Tiefenbach	Ehemaliges katholisches Pfarrhaus	Bas-Rhin
Waldhambach (RP)	Altes Pfarrhaus	Rheinland-Pfalz
Waldhambach (RP)	Kirche Waldhambach	Rheinland-Pfalz
Weislingen	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
Wissembourg/Weißenburg (Weiler)	Kapelle von Weiler	Bas-Rhin
Reichshoffen/Reichshofen (Nehwiller)	Katholische Kirche von Nehwiller	Bas-Rhin
Weiterswiller/Weitersweiler	Katholische Kirche	Bas-Rhin
	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
Wimmenau	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
Wingen	Simultankirche	Bas-Rhin
Wingen-sur-Moder	Katholische Kirche	Bas-Rhin
Zinswiller/Zinsweiler	Katholische Kirche	Bas-Rhin
Zittersheim	Evangelische Kirche	Bas-Rhin
	Dachböden der ehemaligen Schule	Bas-Rhin

4. Schlussfolgerung

Angesichts der übereinstimmenden Feststellung auf beiden Seiten der deutsch-französischen Grenze, dass die Zahl der Gebäude, die sich für Wochenstubenkolonien kulturfolgender Fledermäuse und insbesondere für Wochenstuben des Großen Mausohrs eignen, im Lauf der letzten Jahrzehnte zurückgegangen ist, haben der SYCOPARC und der NABU Rheinland-Pfalz beschlossen, gemeinsam an der Bildung eines Netzwerks günstiger Gebäude als potentielle Fledermausquartiere aufzubauen.

Diese Arbeit wurde durch das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten im Grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen“ ermöglicht, ein Projekt, das eine Verbesserung des Schutzes dreier Gruppen von Arten zum Ziel hat (kulturfolgende Fledermäuse, Steinkrebs und die beiden Schmetterlingsarten Heller und Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling) und im Rahmen des Programms INTERREG V Oberrhein von der Europäischen Union finanziell gefördert wurde.

Jede Gruppe von Arten fiel in einen besonderen Teilbereich, der aus verschiedenen Quellen bei einer Höhe von 25 % für jedes der beiden Länder finanziert wurde. Der Teilbereich „Fledermäuse“ kam auf französischer Seite in den Genuss einer Finanzierung durch die DREAL Grand Est (Umweltministerium), während es auf deutscher Seite eine Eigenfinanzierung durch den NABU Rheinland-Pfalz gegeben hat.

Die Arbeit für die französische Seite wurde größtenteils von Nature Nichoirs in Zusammenarbeit mit Silva Environnement durchgeführt, insbesondere in der Begutachtungsphase. Die Arbeit der Bestandsaufnahme, Begutachtung und Umgestaltung auf deutscher Seite wurde intern vom NABU Rheinland-Pfalz geführt, insbesondere mit Unterstützung mehrerer ehrenamtlicher Vereinsmitglieder.

Letztendlich wurden 55 Gebäude umgestaltet, um den Empfang einer Wochenstubenkolonie von Fledermäusen zu optimieren, und 48 konnten mit einer Vereinbarung versehen werden, die eine gewisse Beständigkeit dieses Netzwerks aus Unterkünften garantieren soll. Zahlreiche Eigentümer, darunter eine hohe Zahl von Kommunalpolitikern, wurden für die fledermausgerechte Verwaltung der Gebäude, aber auch der öffentlichen Beleuchtung, sensibilisiert.

Zu den Aktionen, die für die Zukunft in Betracht zu ziehen sind, gehört auf beiden Seiten der Grenze das Monitoring der Gebäude mit Kolonien, die bereits vor Projektbeginn vorhanden waren, aber auch das Monitoring der Gebäude ohne Kolonien vor dem Projekt mit neu geöffneten Zugängen oder verbesserten Empfangsbedingungen, um die Wirksamkeit der Arbeiten einzuschätzen und wenn nötig Anpassungen vorzunehmen.

Die zwischen dem SYCOPARC, dem NABU Rheinland-Pfalz und den regionalen Vereinigungen GEPMA und CPEPESC Lorraine geknüpften Verbindungen sind aufrechtzuerhalten und weiterzuentwickeln, um die Fledermäuse des Oberrheingebiets besser kennenzulernen und zu schützen. Regelmäßige Treffen werden in den kommenden Jahren zu organisieren sein, aber es gilt, eine finanzielle Unterstützung für Übersetzungen zu finden, die die Qualität der Kommunikation zwischen den verschiedenen Partnern erheblich verbessern und sogar ehrgeizigere Studien- und Schutzprojekte möglich macht.

5. Danksagungen

Diese Arbeit zur Verbesserung des Schutzes von Fledermäusen im Grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen wäre nicht möglich gewesen ohne die Beteiligung einer großen Zahl von Partnern und Personen. Die Autoren dieses Artikels legen Wert darauf, sie zu würdigen.

Am Anfang des Projekts steht die Begegnung mit der Vorsitzenden des NABU RP, Cosima Lindemann, die durch ihre Entscheidung, sich mit ihrem Verein intensiv für das Projekt zu engagieren, dieses überhaupt erst ermöglicht hat.

Das Engagement einer Gruppe motivierter und kompetenter ehrenamtlicher Helfer des NABU RP im Kontext der COVID19-Pandemie war auf deutscher Seite für dieses Projekt unverzichtbar.

Die Unterstützung mehrerer ehrenamtlicher Helfer bei manchen der von Nature Nichoirs geführten Baustellen war ebenfalls eine große Hilfe, um bestimmte Umgestaltungsmaßnahmen auf französischer Seite durchführen zu können. Ihnen sei ganz herzlich gedankt.

Ein großes Dankeschön ergeht auch an die DREAL Grand Est für die finanzielle Unterstützung des Projekts und an die regionalen französischen Vereinigungen GEPMA und CPEPESC Lorraine für ihre Begleitung bei der Organisation der Vereinbarungen über die Gebäude und die abschließende Sitzung, bei der eine Bilanz des Projekts gezogen und über die Aussichten auf eine regelmäßige grenzübergreifende Zusammenarbeit nachgedacht wurde.

Schließlich sei an dieser Stelle noch sämtlichen Eigentümern und gewählten Vertretern der Kommunen und der Kirchen- oder Gemeindegemeinderäte dieses Gebiets gedankt, die im Jahr 2023 verstanden haben, wie wichtig es ist, sich für den Erhalt der Artenvielfalt und insbesondere der Fledermäuse in ihren Ortschaften zu engagieren, indem sie Umgestaltungsmaßnahmen zugestimmt und die Vereinbarungen „Unterschlupf für die Fledermäuse“ und „Fledermäuse Willkommen“ unterzeichnet haben.

Bibliographie

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2009. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope); MNHN, Paris, 544p

BOREL C. & PUDEPIECE A., 2019. Diagnostic biodiversité complémentaire et proposition d'actions sur les bâtiments culturels prioritaires du PNRVN en Moselle. CPEPESC Lorraine – *Rapport d'étude*

CPEPESC Lorraine. 2009. Connaître et protéger les chauves-souris de Lorraine. Ouvrage collectif coordonné par SCHWAAB F., KNOCHEL A. & JOUAN D. *Ciconia*, 33 (N. sp.), 562 p.

DIETZ Ch., VON HELVERSEN O. & NILL D., 2007. Handbuch der Fledermäuse

Europas. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart.

DUBOS T., 2010. Des refuges pour les chauves-souris : une opération pour l'adoption de pratiques d'entretien du bâti favorable aux chiroptères en Bretagne. *Symbioses*, 2010, n° 25

DUCHAMP L., 2000. Inventaire faunistique et proposition de gestion des combles et clochers des bâtiments publics de la Réserve de Biosphère Vosges du Nord. *Annales Scientifiques de la Réserve de Biosphère Transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald* 8 (2000) : 13-30.

DUCHAMP L., BELFORT L., & MEYER L., 2016. Actualisation de l'inventaire faunistique des combles des bâtiments publics et culturels du Parc naturel régional des Vosges du Nord. Quelles évolutions en 18 ans ? *Revue scientifique Bourgogne-Nature*, 219-233.

LFU, 1990. Artenschutzprojekt zur Erfassung der Fledermäuse, *Artdatenportal des LfU (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz)*

GEPMA, (ODONAT, coord.), 2016. Rapport annuel Biodiv'Alsace - Volet I - Évolution de la population du Grand Murin.

GNOR, 2007. Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Inhaltsverzeichnis Beiheft 37, *Die Tagfalter der Pfalz, Band 2. Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e. V. (GNOR)*

KÖNIG, H., WISSING, H., & DIEMER, S., 2007. Die Fledermäuse der Pfalz: Ergebnisse einer 30jährigen Erfassung. *Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e. V. (GNOR)*.

THIRIET L. & HURSTEL S., 2019. Expertise et accompagnement technique dans la définition et la réalisation d'aménagements favorables aux chiroptères dans les bâtiments publics du Parc Naturel Régional des Vosges du Nord. GEPMA – *Rapport d'étude*

Trois années pour préserver les azurés des prairies humides - *Phengaris Nausithous* et *Phengaris teleius* - dans la Réserve de Biosphère Transfrontière Vosges du Nord - Pfälzerwald

Marie L'HOSPITALIER (1), Flavia SOCCA (1),
Annaëlle MULLER (2), Oliver ELLER (3) et Mélanie WAGNER (3)

(1) SYCOPARC des Vosges du Nord, 21 Rue du Château, 67290 La Petite-Pierre

(2) Conservatoire d'espaces naturels d'Alsace - 3 rue de Soultz - 68700 CERNAY

(3) 1 GNOR - 55118 Mainz

Résumé :

Les Azurés de la Sanguisorbe et des paluds sont deux papillons prairiaux, au cycle de vie complexe, en forte régression dans la Réserve de Biosphère Transfrontière (RBT) Vosges du Nord-Pfälzerwald, du fait de l'intensification des pratiques agricoles (retournement des prairies en terres arables, développement de l'ensilage et de l'enrubannage, avancée des dates de fauche, fertilisation, ...), de l'urbanisation, mais également, par la fermeture des fonds de vallée (enrésinement, développement spontané des boisements alluviaux...).

Un inventaire des stations « historiques » d'Azurés et des vallées susceptibles de les accueillir a permis de découvrir de nouvelles stations d'Azuré des paluds, mais semble malheureusement confirmer la disparition de l'Azuré de la Sanguisorbe dans la RBT.

Une série d'actions a été mise en œuvre pour conserver les dernières populations d'Azuré des paluds. 94 ha (17 ha dans les Vosges du Nord / 77 ha dans le Pfälzerwald) font l'objet de mesures de préservation par des engagements contractuels ou réglementaires. Au sein desquelles, 50 ha (3,5 ha dans les Vosges du Nord / 47 ha dans le Pfälzerwald. NOTA : surfaces restaurées calculées différenciellement entre les deux entités) ont bénéficié d'opérations de restauration prairiale.

Le projet INTERREG a amélioré la préservation des sites à azurés, initié des dynamiques locales et transfrontières mais doit être prolongé pour que les azurés des prairies humides demeurent un patrimoine vivant de la RBT.

Mots-clés : Azuré des paluds, Azuré de la Sanguisorbe, Réserve de biosphère Pfälzerwald-Vosges du Nord, Sanguisorbe officinale, stratégie foncière, restauration prairiale

Abstract:

The scarce large blue and the dusky large blue are two grassland butterflies with a complex life cycle that are in serious decline in the Northern Vosges/Pfälzerwald Cross-

border Biosphere Reserve (CBR) due to the intensification of farming practices (turning meadows into arable land, development of silage and wrapping, earlier mowing dates, the use of fertilisers, etc.) urbanisation and also the closing off of valley bottoms (afforestation, development of alluvial woodland, etc.).

A survey of 'long-standing' blue butterfly sites and the valleys likely to be a suitable habitat for them has led to the discovery of new dusky large blue butterfly sites, but also seems to confirm the disappearance of scarce large blue butterflies from the CBR.

A series of measures have been introduced to conserve the last remaining populations of dusky large blues. 58 ha (22 ha in the Vosges du Nord / 36 ha in the Pfälzerwald) have been protected as a result of contractual or regulatory commitments. 50 ha (3.5 ha in the Vosges du Nord / 47 ha in the Pfälzerwald) have been the subject of meadow restoration projects.

The INTERREG project has improved the preservation of blue butterfly sites and initiated local and cross-border initiatives, but needs to be extended to ensure that wet meadow blue butterflies remain part of the living heritage in the CBR.

Key words : Dusky Large Blue, Scarce Large Blue, Pfälzerwald-Vosges du Nord Biosphere Reserve, Great Burnet, land strategy, grassland restoration

1. Introduction

Parmi plus de 17 000 espèces de papillons dans le monde, les membres de la famille des *Lycaenidae* (Leach, 1815) se distinguent par leur cycle de vie complexe, majoritairement dépendant des fourmis, sous forme de mutualisme ou parasitisme.

Dans le territoire de la Réserve de Biosphère Transfrontière (RBT) Vosges du Nord – Pfälzerwald, les prairies mésophiles fraîches abritent deux espèces emblématiques de cette famille : l'Azuré des paluds / *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) et l'Azuré de la Sanguisorbe / *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779). Ces papillons sont très spécialisés, ils dépendent de deux ressources : les fourmis du genre *Myrmica*, mais également d'une plante hôte, la Sanguisorbe officinale / *Sanguisorba officinalis* (L., 1753). Leur habitat optimal correspond à des prairies humides de fauche ou de pâture (Dierks & Fischer, 2009), au sein de vallées pour certaines inondables, mais également au creux de vallons frais.

Au vu de la spécificité de leur écologie, l'Azuré des paluds et de l'Azuré de la Sanguisorbe régressent fortement en Europe, en France, mais également sur le territoire Vosges du Nord-Pfälzerwald. L'INTERREG Espèces animales en danger de la RBT a pour objectif d'actualiser les connaissances sur ces 2 espèces, de mettre en œuvre des opérations concrètes pour la préservation de stations identifiées, pour la restauration et la conservation d'habitats favorables.

2. Cycle de vie et activité

Les papillons volent entre début juillet et début août. Leur durée de vie au stade imago est de 5 à 10 jours. Après l'accouplement, les femelles pondent sur les inflorescences de

Sanguisorbe officinale. Quatre à dix jours plus tard, les œufs éclosent. La chenille passe alors de 2 à 4 semaines dans l'inflorescence, où elle se nourrit des carpelles des fleurs et poursuit son développement. Après la dernière mue larvaire, la chenille se laisse tomber au sol. Si la chance lui sourit, elle est alors recueillie par une fourmi hôte du genre *Myrmica* et transportée dans la fourmilière. L'adoption par la fourmi hôte est favorisée par l'utilisation de signaux chimiques (sécrétion abdominale attractive, sucrée et riche en acides aminés) et/ou acoustiques (imitation des sons par la reine de la fourmi hôte) (Pierce *et al.*, 2002). Chaque espèce de *Phengaris* a son espèce de fourmis hôte : *Myrmica scabrinodis* pour *P. teleius* et *Myrmica rubra* pour *P. nausithous* (Thomas *et al.*, 1989). Les chenilles consomment le couvain et restent un à deux an(s) dans la fourmilière (en fonction des ressources alimentaires) avant d'émerger comme imago (Thomas *et al.*, 1998). A ce stade de développement, l'Azuré des paluds et de la Sanguisorbe ne sont plus reconnus comme faisant parti de la fourmilière, et doivent rapidement en sortir.

Les adultes sont actifs dès le début de matinée lorsque les températures dépassent 18°C. Dans une station où les conditions de développement sont favorables, les adultes volent peu et passent la majorité de leur vie sur les inflorescences de Sanguisorbe officinale. Le déplacement maximal observé est de 5 km pour l'Azuré de la Sanguisorbe et de 2,5 km pour l'Azuré des paluds.

3. Menaces

Les papillons du genre *Phengaris* - dépendants d'une fourmi hôte et d'une plante inféodée aux prairies humides, habitats en forte régression depuis la seconde moitié du 20ème siècle - ont subi de forts déclin au cours des dernières décennies, avec des extinctions locales dans de nombreux pays et sont, par conséquent, considérés comme des espèces emblématiques de la conservation de la nature en Europe (Thomas 1995, Wynhoff 1998). *P. teleius* et *P. nausithous* sont classés espèces menacées à l'échelle européenne (Van Swaay & Warren, 1999). Cette dynamique défavorable se traduit en outre, par l'inscription de *P. teleius* et *P. nausithous* aux annexes II et IV de la Directive européenne Habitats Faune Flore de 1992, à l'origine de la constitution du réseau écologique européen Natura 2000.

Leur cycle de vie est dépendant de la présence de fourmis de genre *Myrmica*, mais également de la Grande Sanguisorbe, dont la présence et la date de floraison sont conditionnées par les activités humaines, plus particulièrement par les modalités de gestion agricole : maintien des prairies, niveau de fertilisation, dates de fauche ou de pâture, chargement animal (nombre d'animaux par hectare)... Lorsque l'habitat des Azurés des paluds et de la Sanguisorbe est encore présent, il importe de ne pas faucher la Sanguisorbe officinale pendant la période de vol des papillons et de présence des larves dans les inflorescences (Thomas *et al.*, 1984 ; Van Swaay, 2002). La dégradation et la disparition des prairies observées en Europe comme dans la RBT par l'artificialisation des espaces naturels (urbanisation, infrastructures...), le drainage et autres aménagements hydrauliques, l'intensification des pratiques de gestion, le retournement en terres labourables ou l'abandon des entités complexes à exploiter... fragmentent les habitats de ces papillons, réduisant la taille des populations, limitant les

déplacements d'individus et par conséquent, le brassage génétique.

L'état des populations de *P. teleius* et *P. nausithous* est également lié aux conditions climatiques (étés pluvieux et inondations peuvent impacter négativement les populations), et à la densité de *Neotypus pusillus*, hyménoptère parasitoïde exclusif. Ces facteurs naturels peuvent induire de fortes variations démographiques.

4. État des lieux d'avant-projet

Côté français, la RBT accueille trois stations d'Azurés des paluds et une station d'Azuré de la Sanguisorbe. Les stations d'Azurés des paluds ont fait l'objet d'observation en 2018 (Ottwiller Asswiller) et en 2019 (Lembach, Wingen et Weiler). Malheureusement, l'Azuré de la Sanguisorbe n'a plus été observé depuis 2011.

Côté allemand, la situation des populations des Azurés n'est pas plus favorable. Dans le bassin de la Sauer, communes de Schönau, Fischbach et Ludwigswinkel, *P. nausithous* est présumé éteint ou menacé d'extinction, en raison d'une gestion défavorable des prairies (dates de fauche non adaptées). La dernière observation avérée de cette espèce date de l'année 2015 (Schönau). Au niveau de la Lauter, deux populations de *P. nausithous* sont connues près de Dahn-Reichenbach et entre Bundenthal et Niederschlettenbach. Elles sont partiellement connectées à des populations de petite taille et fragiles, situées au nord, en dehors de la RBT. Près de Dahn-Reichenbach, comme entre Bundenthal et Niederschlettenbach, *P. nausithous* est relictuel (présence dans quelques prairies), mais son maintien est compromis par une gestion agricole incompatible avec l'écologie du papillon et de la plante hôte. Quant à *P. teleius*, il n'a plus été observé dans le Pfälzerwald depuis 2011.

A l'échelle de la RBT, la grande majorité des stations d'Azurés des paluds et de la Sanguisorbe ne bénéficie d'aucune protection (maîtrise foncière ou réglementation). Quelques sites font l'objet d'un engagement contractuel des éleveurs (mesures agro-environnementales), mais les surfaces concernées sont plus que réduites (< 1 ha dans les Vosges du Nord). A la lumière de ce constat et de la dynamique très défavorable de *P. teleius* et *P. nausithous*, la mise en œuvre d'actions pérennes de préservation de ces papillons est vitale et urgente dans la RBT, particulièrement dans le bassin de la Sauer (rivière transfrontalière) et accueillant historiquement les plus importantes populations de ces azurés.

5. Le projet INTERREG "Espèces Animales en Danger au sein de la RBT"

Pour contrecarrer ce déclin et assurer la sauvegarde des Azurés des paluds et de la Sanguisorbe au sein de la RBT, le Parc naturel régional des Vosges du Nord (PNRVN) a sollicité le Conservatoire d'espaces naturels d'Alsace (CEN Alsace) qui anime la déclinaison du plan d'actions national en faveur des papillons de jours, et le Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz (GNOR) pour coconstruire et déployer un programme d'actions en faveur de ces deux papillons emblématiques des fonds de vallée de notre territoire.

Les objectifs visés sont :

- Actualiser les connaissances sur la répartition de *P. teleius* et *P. nausithous* et l'état des populations dans la RBT
- Préserver les stations actuelles d'azurés et les habitats favorables
- Restaurer des milieux non favorables mais potentiels, pour constituer un réseau de sites d'accueil pour les azurés, assurer leur dispersion (corridors)
> Objectif de l'INTERREG : 12 ha de prairies préservées et/ou restaurées / 8 ha dans le Pfälzerwald et 4 ha dans les Vosges du Nord.
- Assurer une gestion adaptée sur le long terme
- Caractériser les modalités de réintroduction *P. teleius* – uniquement côté allemand
- Sensibiliser les éleveurs, les habitants et autres acteurs du territoire à l'incroyable vie de l'Azuré des paluds et de la Sanguisorbe, à leur fragilité et à l'urgence d'agir en faveur de ce patrimoine naturel commun.

6. Répartition de *P. teleius* et *P. nausithous* et état des populations dans la RBT

L'actualisation des connaissances concerne la répartition des Azurés des paluds et de la Sanguisorbe, mais également de leurs habitats favorables. La méthodologie de travail est identique de part et d'autre de la frontière :

- Synthèse bibliographique (publications, bases de données naturalistes, études environnementales dans le cadre de projet d'aménagement...), échanges avec les naturalistes locaux.
- Recherche des azurés : inventaires de terrain à vue en période de vol, lors de journées favorables, sur les stations historiques, et dans tous les milieux prairiaux de fonds de vallée et vallons humides dans l'environnement de ces stations (en amont et en aval), et les reliant. Paramètres relevés : présence des azurés, comptage, géolocalisation et comportement des papillons.
- Inventaire des habitats prairiaux et caractérisation des habitats favorables dans les aires potentielles de présence. Paramètres relevés : type prairial, présence/absence et abondance de la Sanguisorbe officinale.

Les inventaires ont majoritairement été menés en 2020, puis complétés en 2021 et 2022.

La campagne de réactualisation des données a permis de découvrir 7 nouvelles stations d'Azurés des paluds dans la RBT : 4 côté français (considérant comme une même station, toutes les zones de présence séparées par moins de 400 m), 3 côté allemand. Malheureusement, l'Azuré de la Sanguisorbe n'a pas été observé, confirmant la disparition probable de cette espèce sur le périmètre d'étude.

Les sites potentiels de restauration ont été identifiés dans le cadre de la cartographie des habitats favorables, mais également dans le cadre de l'animation du site Natura 2000 « La Sauer et ses affluents » par le PNRVN (côté français de la RBT).

	Vosges du Nord / CEN Alsace	Pfälzerwald / GNOR
Années d'inventaire	2020, 2021	2020, 2021 et 2022
Communes prospectées	Wingen, Lembach (dont Mattstall), Wissembourg, Woerth, Langensoultzbach, Goersdorf, Asswiller et Ottwiller	Bobenthal, Bundenthal, Busenberg, Erlenbach bei Dahn, Fischbach bei Dahn, Hauenstein, Ludwigswinkel, Lug, Niederschlettenbach, Oberotterbach, Rumbach, Schindhard, Schönau, Schwanheim, Schweighofen, Spirkelbach, Vorderweidenthal, Wernersberg, Wilgartswiesen
Surfaces prairiales inventoriées	710 ha	113 ha / 74 sites
Surface d'habitats favorables (prairies à Sanguisorbe officinale)	46 ha	75 ha / 55 sites
Surfaces prairiales accueillant <i>Phengaris nausithous</i>	16 ha	31 ha / 36 sites
<i>Vallées concernées</i>	Haut bassin de la Sauer, bassin de Lauter, bassin de l'Isch	Sauertal, Rumbachtal, Wieslautertal, Erlenbachtal, Otterbachtal, Queichtal, Moosbachtal
<i>Nb minimal d'individus contactés par station</i>	1	1
<i>Nb maximal d'individus contactés par station</i>	22	50
Surfaces prairiales accueillant <i>Phengaris teleius</i>	0 – absence d'observation depuis 2011	0 – absence d'observation depuis 2011

Tableau 1 : Résultats des inventaires *Phengaris nausithous* et *Phengaris teleius*, de la cartographie des habitats favorables menés durant l'INTERREG Espèces animales en danger de la RBT Vosges du Nord – Pfälzerwald

7. Préservation des stations de *P. nausithous*

L'objectif prioritaire du projet INTERREG est d'assurer la préservation des stations actuelles d'azurés via leur maîtrise foncière et la mise en place d'une gestion adaptée. Plusieurs outils ont été identifiés pour répondre à cet enjeu, ils sont présentés par niveau de protection décroissant : acquisition, obligation réelle environnementale¹ (côté français) et bail emphytéotique, convention de gestion, charte « Refuge pour les azurés ». Une stratégie foncière commune et bilingue a été définie en début de programme, actant l'acquisition comme la modalité de maîtrise foncière prioritaire.

1. L'obligation réelle environnementale (ORE) est un dispositif foncier volontaire et contractuel de protection de l'environnement, créé par la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages. Il permet à tout propriétaire d'attacher une protection environnementale à un bien immobilier dans le cadre d'un contrat dont la durée peut aller jusqu'à 99 ans (en partenariat avec une collectivité publique, un établissement public ou une association agissant pour la protection de l'environnement). L'ORE perdure même en cas de changement de propriétaire.

Une analyse cadastrale des stations d'azurés et des prairies à Sanguisorbe officinale (identification des propriétaires, statut agricole : déclaration ou non à la PAC²) a été menée afin d'identifier les potentialités d'intervention foncière. Côté français, l'ensemble des propriétaires de parcelles accueillant des azurés ou des habitats favorables ont été conviés à une réunion publique en août 2021 afin de les informer de la qualité écologique de leur parcelle et de la nécessité de mettre en place une gestion adaptée, en lien avec l'agriculteur exploitant. Malheureusement, un très petit nombre de propriétaires était présent. Les collectivités propriétaires ont été associées à cette réunion et rencontrées individuellement. Les propriétaires des prairies accueillant les dernières stations de *P. nausithous* mais n'ayant pas participé à la réunion publique, ainsi que les agriculteurs exploitants ont été contactés spécifiquement. Côté allemand de la RBT, des rencontres ont été organisées sur le terrain sur les sites à enjeu.

Dans les Vosges du Nord, la convention de gestion a pris la forme d'une charte « Refuge pour les azurés », inspirée du dispositif national « Refuge pour les chauves-souris », visant à préserver les gîtes dans le bâti. La charte « Refuge pour les azurés » inclut des engagements pour la préservation de ces papillons, via le maintien ou la mise en place d'une gestion adaptée. D'une durée d'une année, elle est reconduite tacitement. Cet outil de préservation, moins fort juridiquement qu'une ORE ou un bail emphytéotique, constitue néanmoins une première étape dans l'engagement d'un propriétaire et un excellent instrument de médiation. Des panneaux d'information (associés dans certains cas à un panneau explicatif plus détaillé), ont été fournis aux propriétaires et agriculteurs pour valoriser leur mobilisation et témoigner sur le terrain de leur engagement (Figure 1).



Figure 1 : Panneaux d'information « Refuge pour les azurés ». Exemple de mise en œuvre lors d'un ensemencement de Grande Sanguisorbe – piste cyclable Woerth / Lembach.

Dans le cadre de l'animation foncière de l'INTERREG, aucune parcelle n'a pu être acquise, **mais 94 ha de milieux prairiaux bénéficient d'une autre préservation foncière : 77 ha en Allemagne** (Objectif INTERREG : 8 ha) **et 17 ha en France auxquels s'ajoutent 2,2 km de délaissées vertes de long d'une piste cyclable** (Objectif

2. Les parcelles déclarées à la PAC ou Politique agricole commune sont des parcelles gérées par un exploitant agricole qui bénéficie, dans la majorité des cas, d'aides agricoles. L'acquisition de parcelles déclarées à la PAC est plus complexe, car peut faire l'objet d'une préemption par la Société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER).

INTERREG : 4 ha). Les surfaces et la localisation des parcelles préservées sont présentés respectivement dans le Tableau 2 ci-dessous, en Figure 2 page 242 et Figure 3 page 243. Dans les Vosges du Nord, la nature des sites préservés est diverse :

- Prairies à Sanguisorbe : 11,6 ha
- Solidagaie en cours de restauration : 1,8 ha
- Ancienne pisciculture renaturée : 1,5 ha
- Espaces verts ceinturant des stations d'épuration, semés et enrichis en plants de sanguisorbe, dont la gestion est adaptée : 2,1 ha (infrastructures incluses)

	Vosges du Nord / CEN Alsace et PNRVN	Pfälzerwald / GNOR
Nombre de sites préservés	11	60
Surface des sites préservés	17,09 ha + 2,2 kilomètres linéaires (délaissées de pistes cyclables – largeur variable)	77 ha
	<i>Stations d'azurés</i>	31 ha
	<i>Habitats favorables ou restaurés (potentiels)</i>	36 ha
Outils mobilisés pour la préservation des sites	0,83 ha – Obligations réelles environnementales (ORE) / 1 propriétaire 16,26 ha – Refuge pour les Azurés / 8 propriétaires ou agriculteurs	36 ha - Soutien financier avec l'aide de la gestion des biotopes / 13 propriétaires ou agriculteurs
Propriétaires engagés	4 collectivités : Lembach, Wingen, Collectivité européenne d'Alsace, Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace Moselle 1 propriétaire privé 4 agriculteurs (dont 1 pisciculteur)	9 Körperschaften: LBM, Ludwigswinkel, Fischbach, Rumbach, Verbandsgemeinde Dahner Felsenland, Hauenstein, Wilgartswiesen, Verbandsgemeinde Bad Bergzabern, Verein NaBib 13 Landwirte
Pour information, surfaces prairiales engagées en MAE	10,27 ha – surfaces faisant aussi l'objet d'une Convention Refuge pour les Azurés / 1 agriculteur	Sans objet

Tableau 2 : Synthèse des parcelles préservées dans le cadre de l'INTERREG Espèces animales en danger de la RBT Vosges du Nord – Pfälzerwald

En parallèle, côté français de la RBT, le PNRVN a construit et animé un projet agro-environnemental³ incluant spécifiquement des mesures agro-environnementales (MAE) en faveur de l'Azuré des paluds, afin de préserver cette espèce en régression, soutenir les éleveurs maintenant les prairies et accompagner les démarches menées dans le cadre de l'INTERREG.

3. Les projets agro-environnementaux (PAE) encouragent des pratiques répondant à des objectifs environnementaux tels que la préservation de la qualité de l'eau et de la biodiversité. Ils sont portés par un opérateur territorial et permettent de proposer aux agriculteurs des mesures agro-environnementales (MAE), soient des contrats volontaires d'une durée de 5 ans qui rémunèrent des pratiques de gestion extensives, favorables à la préservation des milieux prairiaux voire d'espèces en régression.

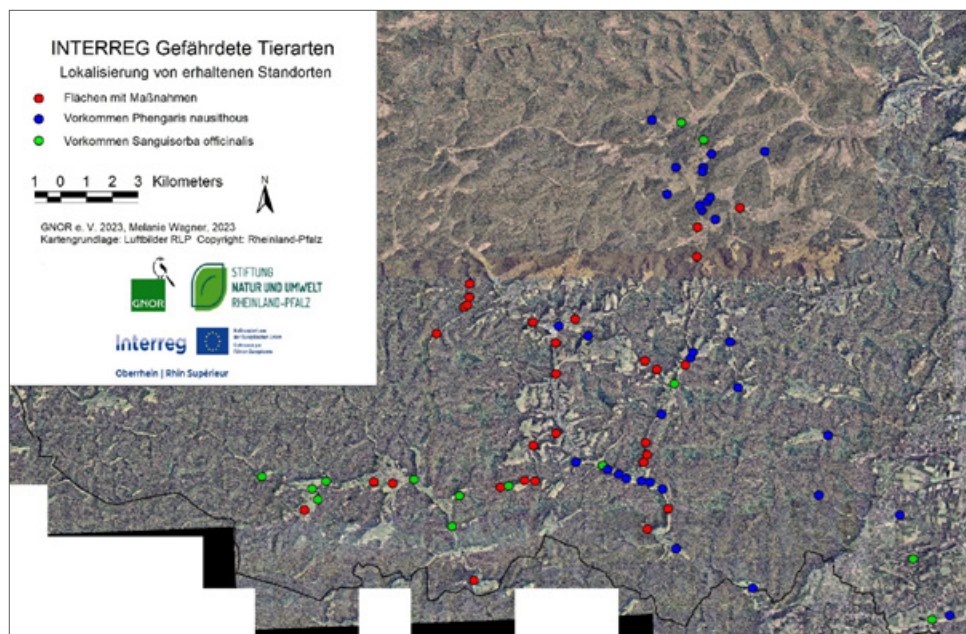


Figure 2 : Localisation des parcelles préservées dans le cadre du projet INTERREG «Espèces animales menacées» dans la Pfälzerwald

8. Opérations de restauration et suivis écologiques

8.1 Restauration prairiale

Les actions de restauration prairiale visent à recréer des habitats favorables à *P. teleius* et *P. nausithous*, permettant d'améliorer le potentiel d'accueil de ces espèces (zones de reproduction) et les échanges entre les populations (corridors). Ces opérations concourent à réduire la vulnérabilité de ces deux papillons sur la RBT.

En France, la restauration prairiale a concerné 4 sites et 3,52 ha.

- Fleckenstein / Lembach / 1,8 ha : Une friche humide envahie par le Solidage géant (*Solidago gigantea*) a fait l'objet de fauches exportatrices en été (2022 et 2023) et à l'automne (2022) pour réduire le recouvrement de cette espèce exotique envahissante et permettre l'expression d'un cortège prairial. Les parcelles propriétés communales font l'objet d'une ORE. Les opérations de gestion vont se poursuivre pour assurer la conversion de la solidagaie vers une prairie humide. Dans une seconde étape, la Sanguisorbe officinale sera probablement semée et/ou implantée.
- Liebfrauenthal / Woerth / 1,5 ha : Une ancienne pisciculture a fait l'objet d'une renaturation totale dans le cadre du programme LIFE Biocorridors piloté par le PNRVN (démolition des bâtiments, des bassins de pisciculture et des canalisations

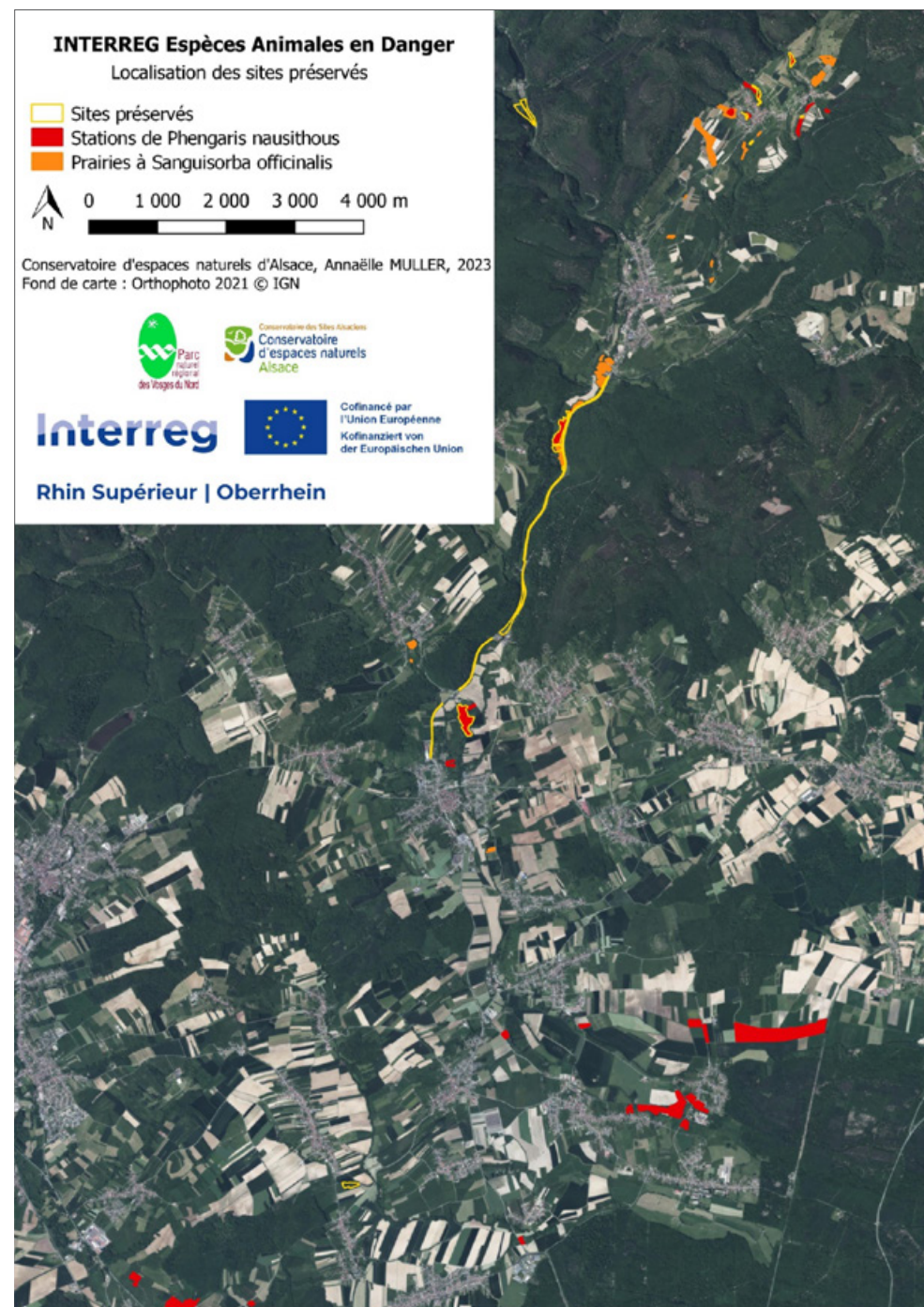


Figure 3 : Localisation des sites préservés dans le cadre de l'INTERREG Espèces animales en danger dans les Vosges du Nord

d'alimentation, effacement d'un barrage, restauration de l'inondabilité par reprofilage du fond de vallée...). Pour en savoir plus : <https://www.lifebiocorridors-vosgesnord-pfaelzerwald.eu/>. L'INTERREG a financé la préparation du sol en vue du semis de graines prairiales sauvages « Végétal local », incluant de la Sanguisorbe officinale. Après un portage par l'Établissement public foncier d'Alsace, la Collectivité européenne d'Alsace est devenue propriétaire de l'ensemble du site (prairie et espaces boisés), dans le cadre de sa politique Espaces naturels sensibles, garantissant ainsi la protection et une gestion adaptée du site sur le long terme.

- Station d'épuration de Wingen / 0,02 ha : Suite à des travaux de recalibrage de la station d'épuration, réalisés en 2020, le site avait fait l'objet d'un semis de graines prairiales sauvages « Végétal local », incluant de la Sanguisorbe officinale. L'espèce a été recherchée l'été 2022 mais elle n'a pas été retrouvée. Ainsi, une opération de transplantation de Sanguisorbe officinale a été mise en œuvre en 2023. Les pieds de sanguisorbe ont été collectés dans une prairie voisine.
- Station d'épuration de Forstheim / 0,2 ha : Lors des travaux au niveau de la station d'épuration de Forstheim, réalisés en 2022, une surface de sol a été mise à nu. La STEP étant située entre plusieurs stations d'Azuré des paluds, un mélange de semences prairiales sauvages « Végétal local », incluant de la Sanguisorbe officinale, y a été semé.
- Piste cyclable entre Woerth et Lembach / 2 210 mètres linéaires : Des semis de Sanguisorbe officinale ont été réalisés par petites placettes d'ensemencement d'1 à 2 m², toutes situées sur des contextes stationnels favorables au développement de la plante hôte. La végétation en place (parties aériennes et souterraines) a été majoritairement éliminée, manuellement à la houe lorraine. Ces opérations seront poursuivies après l'INTERREG.

En Allemagne, les travaux de restauration légère correspondant à :

- Des ensemencements de graines de Sanguisorbe officinale sur des placettes de 1 à 4 m² / 29 sites, au Sauertal, Rumbachtal, Wieslautertal, Erlenbachtal, Queichtal und Moosbachtal in den Gemeinden Bobenthal, Busenberg, Dahn, Fischbach près de Dahn, Ludwigswinkel, Niederschlettenbach, Rumbach, Schindhard, Spirkelbach, Vorderweidenthal - 36 ha.
- L'implantation de pieds de Sanguisorbe officinale issus de la germination de graines sauvages locales / 20 sites (dont 9 ont également fait l'objet de semis de graines), au Sauertal, Rumbachtal, Wieslautertal, Erlenbachtal, Queichtal et Moosbachtal et dans les communes Gemeinden Bobenthal, Bruchweiler-Bärenbach, Busenberg, Dahn, Fischbach près de Dahn, Hirschthal, Ludwigswinkel, Niederschlettenbach, Rumbach, Schindhard, Schwanheim, Spirkelbach, Vorderweidenthal : 250 plants cultivés en 2020 et 260 plants cultivés en 2021.
- Du transfert de foin vert. Il s'agit de transférer le produit de coupe d'une prairie à Sanguisorbe en bon état de conservation (prairie donneuse) et de l'épandre sur une prairie à restaurer (prairie receveuse). 1 site, Rumbachtal, Commune de Rumbach - 2,9 ha.

Ainsi, 36 sites (47 ha) – qui n'accueillaient plus de Sanguisorbe officinale ou en faible densité – ont fait l'objet d'enrichissement. L'objectif est de favoriser le développement de la plante hôte au sein des prairies humides via la pluie de graines, en assurant une gestion agricole adaptée.

8.2 Suivis écologiques

Les opérations de restauration menées en 2021 et 2022 ont fait l'objet de suivis écologiques : suivis photographiques, relevés floristiques, suivi de la germination et du développement de la Sanguisorbe officinale, afin de mesurer la trajectoire de restauration des sites et d'ajuster si nécessaire la gestion. Côté allemand, il est apparu nécessaire de limiter le développement d'espèces très dynamiques, tels que les laïches (*Carex spp.*) pour assurer la bonne implantation et la survie des plantules et plants de Sanguisorbe.

Ces inventaires scientifiques intègrent un protocole de suivi des opérations de restauration, commun et bilingue, établi dans le cadre de l'INTERREG, permettant de comparer les différentes opérations et d'évaluer l'atteinte ou non des objectifs de restauration. Ce protocole prévoit 2 modalités de suivis, selon l'ampleur des travaux réalisés : restauration lourde ou légère (enrichissement en plante hôte). Les paramètres suivis sont : la végétation prairiale, la germination et le développement de la Sanguisorbe officinale, les azurés et les fourmis hôtes (pour des opérations lourdes et selon les moyens humains et financiers disponibles). Côté français, les suivis seront poursuivis après 2023, dans le cadre de l'animation Natura 2000 par le PNRVN, de la politique Espaces naturels sensibles de la Collectivité européenne d'Alsace et de la gestion de l'ORE du Fleckenstein par le CEN Alsace.

8.3 Gestion

La pérennité des actions menées dans le cadre de l'INTERREG implique le maintien ou la mise en place d'une gestion adaptée à l'écologie des azurés et de la plante hôte, en intégrant les enjeux environnementaux complémentaires et humains des sites concernés. Dans cet objectif, un plan de gestion est rédigé pour chaque site préservé et/ou restauré. Il inclut un état des lieux écologique, un diagnostic des activités humaines, un programme de gestion et de suivis écologiques.

Côté français, les modalités d'interventions sur les habitats prairiaux, définies dans les plans de gestion, sont traduites sous forme d'engagements du propriétaire et/ou gestionnaire dans les conventions « Refuge pour les azurés », ou sous forme de cahier des charges dans l'obligation réelle environnementale de la commune de Lembach. Elles sont sur certaines parcelles confortées par les éleveurs, via la contractualisation de mesures agro-environnementales Azurés.

8.4 Projet de réintroduction de *P. teleius*

Cette action concerne uniquement le Pfälzerwald. L'objectif est de préparer la réintroduction de l'Azuré de la Sanguisorbe, en caractérisant le contexte dans lequel une telle opération est envisageable, en identifiant des sites d'accueil et en rédigeant un projet d'autorisation de réintroduction de cette espèce protégée.

La réintroduction pourrait être envisagée dans 2 entités : Wieslautertal (commune de Niederschlettenbach) et Sauerthal (commune de Ludwigswinkel), sous réserve de la bonne représentation d'habitats favorables, interconnectés, et sur lesquels le gestionnaire s'engage à mettre en œuvre une gestion adaptée. A partir de ces entités, il existe un potentiel de dispersion dans la vallée du Moosbach ou de la Queichtal via des biotopes relais.

Cette opération pourrait avoir lieu au cours de l'été 2026, si les actions du projet INTERREG se poursuivent avec le soutien du Land de Rhénanie-Palatinat. Comme il est nécessaire de restaurer des habitats favorables complémentaires, d'assurer une gestion adaptée, de confirmer le potentiel des habitats restaurés dans le cadre de l'INTERREG, le projet de réintroduction n'a pas encore fait l'objet d'un dossier réglementaire.

8.5 Médiation et communication

La réussite des actions menées dans l'INTERREG Espèces animales en danger implique l'appropriation des enjeux de préservation des Azurés des paluds et de la Sanguisorbe par les acteurs du territoire. Pour ce faire, des actions de sensibilisation et de communication ont été mises en œuvre au sein de la RBT par le PNRVN, la Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen, le GNOR, en partenariat avec le CEN Alsace et des 3 structures d'éducation à l'environnement dans les Vosges du Nord :

- Des projets scolaires / DE : 6 classes - environ 130 élèves / FR : 9 classes - 190 élèves,
- Des animations grand public : ciné-débats, ateliers parents-enfants, animations nature... / DE : 2 événements - 40 participants / FR : 2 événements, 79 participants
- La production d'affiches et de cartes postales illustrant *P. nausithous* et *P. teleius* (aquarelles de Nicolas De Faveri),
- Des réunions avec les élus locaux, les agriculteurs,
- Des conférences de presse...

Conclusion

L'INTERREG Espèces animales en danger de la RBT Vosges du Nord-Pfälzerwald a permis un travail transfrontalier cohérent sur le bassin de la Sauer, conduisant à la préservation et/ou la restauration de 94 ha de prairies favorables aux Azurés des paluds et de la Sanguisorbe, malgré l'impossibilité d'acquérir des prairies. Il a également initié des dynamiques locales positives avec les collectivités et les éleveurs, qui doivent être alimentées et poursuivies. Malheureusement, ce programme confirme la disparition plus que probable de *P. teleius* dans la RBT. Mais il a également offert d'heureuses surprises avec la découverte d'une nouvelle station *P. nausithous* à Woerth (France), de prairies en très bon état de conservation, accueillant de nombreux individus à Wingen (France).

La préservation de l'Azuré des paluds n'est toutefois pas garantie. Il importe de poursuivre (1) les échanges avec les éleveurs pour assurer une gestion adaptée des prairies à Sanguisorbe sur des surfaces plus importantes, (2) la restauration d'espaces prairiaux de qualité, notamment en substitution de pessières déperissantes (attaques de

scolytes) et (3) l'animation foncière pour garantir la préservation des sites à enjeux sur le long terme. Dans le Pfälzerwald, un projet de réintroduction de *P. teleius* s'initie dans le secteur de Wieslautertal (Gemeinde Niederschlettenbach) et Sauerthal (Gemeinde Ludwigswinkel). En amont, il sera impératif de garantir une gestion agricole compatible avec les cycles biologiques des azurés et de leur plante hôte.

Bibliographie

DIERKS, A., FISCHER, K. (2009) Habitat requirements and niche selection of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within a large sympatric metapopulation. *Biodiversity and Conservation* 18:3663–3676.

THOMAS J. A. (1984) The behaviour and habitat requirements of *Maculinea nausithous* (the Dusky Large Blue Butterfly) and *M. teleius* (the Scarce Large Blue) in France. *Biological Conservation* 28:325–347.

THOMAS J. A., ELMES G. W., WARDLAW J. C., WOYCIECHOWSKI M. (1989) Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. *Oecologia* 79:452–457.

THOMAS JA, ELMES GW, WARDLAW JC (1998) Polymorphic growth in larvae of the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 265:1895–1901.

VAN SWAAY C.A.M, WARREN M.S. (1999) Red data book of European butterflies (Rhopalocera). *Nature and Environment* 99:129–134

VAN SWAAY C.A.M. (2002) The importance of calcareous grasslands for butterflies in Europe. *Biological Conservation* 104:315–318.

WYNHOFF I. (1998) The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation* 2:15–27.

BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.) (2002) Fiches *Maculinea teleius* et *Maculinea nausithous* et « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, p 253-256 et p 260-262.

Drei Jahre, um die Ameisenbläulinge der Feuchtwiesen - *Phengaris Nausithous* und *Phengaris teleius* - im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen zu erhalten

Marie L'HOSPITALIER (1), Flavia SOCCA (1),
Annaëlle MULLER (2), Oliver ELLER (3) et Mélanie WAGNER (3)

(1) SYCOPARC des Vosges du Nord, 21 Rue du Château, 67290 La Petite-Pierre

(2) Conservatoire d'espaces naturels d'Alsace - 3 rue de Soultz - 68700 CERNAY

(3) 1 GNOR - 55118 Mainz

Zusammenfassung :

Der Helle und der Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling sind zwei Wiesenschmetterlinge mit komplexem Lebenszyklus, die im grenzüberschreitenden Biosphärenreservat (GBR) Pfälzerwald-Nordvogesen wegen der Intensivierung der landwirtschaftlichen Praktiken (Umwandlung von Wiesen in Ackerland, Ausbau von Silage und Ballenwickeln, Vorverlegung der Mähtermine, Düngung, usw.), der Urbanisierung, aber auch durch die Schließung von Talböden (Bewaldung mit Nadelhölzern, Aufforstung durch Auenwälder usw.) stark rückläufig sind.

Eine Inventur der „historischen“ Ameisenbläulingsstandorte und der Täler, in denen sie vorkommen könnten, ermöglichte die Entdeckung neuer Standorte des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings, schien aber hingegen das Verschwinden des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings aus dem GBR zu bestätigen.

Eine Reihe von Maßnahmen wurde durchgeführt, um die letzten Populationen des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings zu erhalten. 94 ha (17 ha in den Nordvogesen / 77 ha im Pfälzerwald) sind Gegenstand von Erhaltungsmaßnahmen durch vertragliche oder vorschriftsmäßige Verpflichtungen. Innerhalb derer 50 ha (3,5 ha in den Nordvogesen / 47 ha im Pfälzerwald) konnten von Wiesenwiederherstellungsmaßnahmen profitieren.

Das INTERREG-Projekt hat die Erhaltung der Ameisenbläulingsstandorte verbessert sowie lokale und grenzübergreifende Dynamiken in die Wege geleitet, muss aber verlängert werden, damit die Ameisenbläulinge der Feuchtwiesen ein lebendiges Erbe des GBR bleiben.

Schlüsselwörter : Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling, Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling, Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen, Großer Wiesenknopf, Bodenstrategie, Wiesenwiederherstellung

Abstract :

The scarce large blue and the dusky large blue are two grassland butterflies with a complex life cycle that are in serious decline in the Northern Vosges/Pfälzerwald Cross-border Biosphere Reserve (CBR) due to the intensification of farming practices (turning meadows into arable land, development of silage and wrapping, earlier mowing dates, the use of fertilisers, etc.) urbanisation and also the closing off of valley bottoms (afforestation, development of alluvial woodland, etc.).

A survey of 'long-standing' blue butterfly sites and the valleys likely to be a suitable habitat for them has led to the discovery of new dusky large blue butterfly sites, but also seems to confirm the disappearance of scarce large blue butterflies from the CBR.

A series of measures have been introduced to conserve the last remaining populations of dusky large blues. 58 ha (22 ha in the Vosges du Nord / 36 ha in the Pfälzerwald) have been protected as a result of contractual or regulatory commitments. 50 ha (3.5 ha in the Vosges du Nord / 47 ha in the Pfälzerwald) have been the subject of meadow restoration projects.

The INTERREG-Project has improved the preservation of blue butterfly sites and initiated local and cross-border initiatives, but needs to be extended to ensure that wet meadow blue butterflies remain part of the living heritage in the CBR.

Key words : Dusky Large Blue, Scarce Large Blue, Pfälzerwald-Vosges du Nord Biosphere Reserve, Great Burnet, land strategy, grassland restoration

1 Einführung

Unter den weltweit über 17.000 Schmetterlingsarten zeichnen sich die Mitglieder der Familie Lycaenidae (Leach, 1815) durch ihren komplexen Lebenszyklus aus, der mehrheitlich von Ameisen in Form von Mutualismus oder Parasitismus abhängig ist.

Im Gebiet des grenzüberschreitenden Biosphärenreservats (GBR) Pfälzerwald-Nordvogesen beherbergen die frischen Wiesen zwei symbolträchtige Arten dieser Familie: den Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläuling / *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) und den Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläuling / *Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779). Diese Schmetterlinge sind sehr spezialisiert und von zwei Ressourcen abhängig: den Ameisen der Gattung *Myrmica* und einer Wirtspflanze, dem Großen Wiesenknopf / *Sanguisorba officinalis* (L., 1753). Ihr optimaler Lebensraum entspricht feuchten Mäh- und Weidewiesen (Dierks & Fischer, 2009) innerhalb von Tälern, von denen einige überschwemmbar sind, aber auch in kühlen Talmulden.

Angesichts der spezifischen Besonderheit ihrer Ökologie sind die Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulinge in Europa, Frankreich, aber auch in der Region Pfälzerwald-Nordvogesen stark rückläufig. Das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ des GBR hat zum Ziel, die Kenntnisse über diese beiden Arten zu aktualisieren und konkrete Aktionen zur Erhaltung der identifizierten Standorte sowie zur Wiederherstellung und Bewahrung günstiger Lebensräume durchzuführen.

2. Lebenszyklus und Aktivität

Die Schmetterlinge fliegen zwischen Anfang Juli und Anfang August. Ihre Lebensdauer im Imago-Stadium beträgt fünf bis zehn Tage. Nach der Paarung legen die Weibchen ihre Eier auf den Blütenstand des Großen Wiesenknopfs. Vier bis zehn Tage später schlüpfen die Raupen. Die Raupe verbringt dann zwei bis vier Wochen im Blütenstand, wo sie sich von den Fruchtblättern der Blüten ernährt und ihre Entwicklung fortsetzt. Nach der letzten Larvenhäutung lässt sich die Raupe auf den Boden fallen. Wenn das Glück ihr hold ist, dann wird sie von einer Wirtsameise der Gattung *Myrmica* aufgenommen und in den Ameisenhaufen gebracht. Die Adoption durch die Wirtsameise wird durch den Gebrauch von Signalen chemischer (attraktives, süßes, aminosäurereiches Bauchsekret) und/oder akustischer (imitiert die von der Königin der Wirtsameise abgegebenen Signale) Art begünstigt (Pierce *et al.*, 2002). Jede *Phengaris*-Art hat ihre eigene Wirtsameisenart: Bei *P. teleius* ist es *Myrmica scabrinodis* und bei *P. nausithous* ist es *Myrmica rubra* (Thomas *et al.*, 1989). Die Raupen verzehren die Brut und bleiben ein bis zwei Jahr(e) im Ameisenhaufen (je nach Nahrungsquelle), bevor sie als Imago zum Vorschein kommen (Thomas *et al.*, 1998). In diesem Entwicklungsstadium senden die Dunklen und Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulinge keine Signale mehr aus, die sie vor den Ameisen schützen, und müssen den Ameisenbau schnell verlassen.

Die ausgewachsenen Insekten sind ab dem frühen Morgen aktiv, wenn die Temperaturen 18° C überschreiten. An einem Standort mit günstigen Entwicklungsbedingungen fliegen die ausgewachsenen Insekten nur wenig und verbringen den Großteil ihres Lebens auf den Blütenständen des Großen Wiesenknopfs. Die beobachtete Höchstflugstrecke beträgt 5 km für den Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläuling und 2,5 km für den Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläuling.

3. Bedrohungen

Die Schmetterlinge der Gattung *Phengaris* - abhängig von einer Wirtsameise und einer Pflanze, die an Feuchtwiesen angepasst ist, Lebensräume, die seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts stark rückläufig sind - haben in den letzten Jahrzehnten einen starken Rückgang erfahren, wobei es in zahlreichen Ländern ein lokales Aussterben gab, und werden daher als Symbolarten für die Bewahrung der Natur in Europa (Thomas 1995, Wynhoff 1998) angesehen. *P. teleius* und *P. nausithous* sind auf europäischer Ebene als gefährdete Arten eingestuft (Van Swaay & Warren, 1999). Diese ungünstige Dynamik äußert sich auch in der Aufnahme von *P. teleius* und *P. nausithous* in die Anhänge II und IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie von 1992, welche die Errichtung des europäischen ökologischen Netzwerks Natura 2000 begründete.

Ihr Lebenszyklus hängt von der Anwesenheit von Ameisen der Gattung *Myrmica* ab, aber auch vom Großen Wiesenknopf, dessen Vorkommen und Blütezeit durch menschliche Aktivitäten, genauer gesagt durch die Modalitäten der Agrar-Bewirtschaftung, entscheidend beeinflusst wird: Fortbestand der Wiesen, Düngungsniveau, Mäh- oder Weidetermine, Viehbesatz (Anzahl der Tiere pro Hektar) usw. Wenn der Lebensraum des Dunklen und des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings noch vorhanden ist, ist es wichtig, den Großen

Wiesenknopf während der Flugzeit der Schmetterlinge nicht zu beseitigen (Thomas *et al.*, 1984; Van Swaay, 2002). Die Verschlechterung und der Verlust von Wiesen, die in Europa sowie im GBR beobachtet werden, welche durch die Neuinanspruchnahme von Naturräumen (Urbanisierung, Infrastrukturen usw.), Entwässerung und andere Arten von Gewässerabbau, die Intensivierung der Bewirtschaftungspraktiken, die Umwandlung von Wiesen in Ackerland oder die Aufgabe von komplex zu bewirtschaftenden Einheiten usw. entstanden sind, zersplittern die Lebensräume dieser Schmetterlinge, wobei die Größe der Populationen verringert und die Bewegung von Individuen und damit auch die genetische Durchmischung eingeschränkt werden.

Der Zustand der Populationen von *P. teleius* und *P. nausithous* hängt auch mit den klimatischen Bedingungen (verregnete Sommer und Überschwemmungen können die Populationen negativ beeinflussen) und der Dichte ihres eigenen Parasiten-Hautflüglers, *Neotypus pusillus*, zusammen. Diese natürlichen Faktoren können starke demografische Schwankungen hervorrufen.

4. Vorprojekt-Bestandsaufnahme

Auf der französischen Seite nimmt das GBR heute drei Standorte des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings und einen Standort des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings auf. Der Standort des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings war 2018 (Ottwiller, Asswiller) und 2019 (Lembach, Wingen und Weiler) Gegenstand einer Beobachtung. Leider wurde der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling seit 2011 nicht mehr beobachtet.

Auf deutscher Seite ist die Lage der Ameisenbläulinge-Populationen auch nicht günstiger. Im Einzugsgebiet der Sauer, in den Gemeinden Schönau, Fischbach und Ludwigswinkel, ist *P. nausithous* vermutlich ausgestorben oder vom Aussterben bedroht, und zwar aufgrund einer ungünstigen Bewirtschaftung der Wiesen (nicht angepasste Mähzeiten). Die letzte nachweisliche Beobachtung dieser Art stammt aus dem Jahr 2015 (Schönau). Im Bereich der Lauter sind zwei Populationen von *P. nausithous* in der Nähe von Dahn-Reichenbach und zwischen Bundenthal und Niederschlettenbach bekannt. Sie scheinen sich mit anderen, kleinen und anfälligen Populationen nördlich außerhalb des GBR nur eingeschränkt zu verbinden. In der Nähe von Dahn-Reichenbach, wie auch zwischen Bundenthal und Niederschlettenbach, ist *P. nausithous* relikitär (Vorkommen in einigen Wiesen), aber ihre Fortpflanzung wird durch eine mit der Ökologie des Schmetterlings und der Wirtspflanze unvereinbare landwirtschaftliche Nutzung gefährdet. Was *P. teleius* betrifft, so wurde er im Pfälzerwald seit 2011 nicht mehr beobachtet.

Im gesamten GBR genießt die große Mehrheit der Standorte des Dunklen und des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings keinen Schutz (Landkontrolle oder Vorschriften). Einige Standorte sind Gegenstand einer vertraglichen Verpflichtung der Viehzüchter (Agrarumweltmaßnahmen), aber die betroffenen Flächen sind mehr als klein angelegt (< 1 ha in den Nordvogesen). Angesichts dieser Feststellung und der sehr unvorteilhaften Dynamik von *P. teleius* und *P. nausithous* ist die Umsetzung dauerhafter Maßnahmen zum Schutz dieser Schmetterlinge im GBR lebenswichtig und dringend, insbesondere im Einzugsgebiet der Sauer (grenzübergreifender Fluss), das historisch die umfangreichsten Populationen dieser Ameisenbläulinge beherbergte.

5. Das INETRREG-Projekt „Gefährdete Tierarten“ innerhalb des GBR

Um diesem Rückgang entgegenzuwirken und den Schutz des Dunklen und des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings im GBR sicherzustellen, hat der Regionale Naturpark Nordvogesen (PNRVN) das Conservatoire d'espaces naturels d'Alsace (CEN Alsace), welches die lokale Version des nationalen Aktionsplans zugunsten der Tagfalter betreut, sowie die Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz (GNOR) hinzugezogen, um gemeinsam ein Aktionsprogramm zugunsten dieser beiden für die Talböden unseres Gebiets symbolträchtigen Schmetterlinge aufzubauen und umzusetzen.

Die angestrebten Ziele sind:

- Die Kenntnisse über die Verbreitung von *P. teleius* und *P. nausithous* und den Zustand der Populationen im GBR aktualisieren.
- Die aktuellen Standorte der Ameisenbläulinge und die vorteilhaften Lebensräume bewahren.
- Nicht vorteilhafte, aber potenzielle Lebensräume wiederherstellen, um ein Netzwerk von Standorten für die Ameisenbläulinge zu schaffen und ihre Ausbreitung zu gewährleisten (Korridore).
- Ziel des INTERREG-Projekts: 12 ha bewahrte und/oder wiederhergestellte Wiesen / 8 ha im Pfälzerwald und 4 ha in den Nordvogesen.
- Eine langfristig angepasste Bewirtschaftung sicherstellen.
- Die Modalitäten der Wiederansiedlung von *P. teleius* bestimmen - nur auf deutscher Seite.
- Sensibilisierung von Viehzüchtern, Einwohnern und anderen Akteuren des Gebiets für das unglaubliche Leben des Dunklen und des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings, für ihre Anfälligkeit sowie für die Dringlichkeit, für dieses gemeinsame Naturerbe aktiv zu werden.

6. Die Verbreitung von *P. teleius* und *P. nausithous* und der Zustand der Populationen im GBR.

Die Aktualisierung der Kenntnisse betrifft die Verbreitung des Dunklen und des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings, aber auch ihre günstigen Lebensräume. Die Arbeitsmethodik ist auf beiden Seiten der Grenze identisch :

- Bibliografische Synthese (Veröffentlichungen, naturkundliche Datenbanken, Umweltstudien im Rahmen von Flächennutzungsprojekten usw.), Austausch mit lokalen Naturforschern.
- Suche nach Ameisenbläulingen: Feldinventuren als Sichtbeobachtung an den historischen Standorten während der Flugzeit an günstigen Tagen und in allen Wiesenumgebungen von Talsohlen und feuchten Tälern beiderseits dieser Standorte (flussaufwärts und flussabwärts) sowie an deren Verbindung. Erhobene Parameter : Vorkommen von Ameisenbläulingen, Zählung, Geolokalisierung und Verhaltensweisen der Schmetterlinge.

Inventur der Wiesenhabitate und Charakterisierung der vorteilhaften Habitate in den oben bestimmten Gebieten. Erfasste Parameter: Wiesentyp, (Nicht-)Vorkommen und Häufigkeit des Großen Wiesenknopfs.

	Nordvogesen / CEN Alsace	Pfälzerwald / GNOR
Inventurjahre	2020, 2021	2020, 2021 und 2022
Untersuchte Gemeinden	Wingen, Lembach (dont Mattstall), Wissembourg, Woerth, Langensoultzbach, Goersdorf, Asswiller und Ottwiller	Bobenthal, Budenthal, Busenberg, Erlenbach bei Dahn, Fischbach bei Dahn, Hauenstein, Ludwigswinkel, Lug, Niederschlettenbach, Oberotterbach, Rumbach, Schindhard, Schönau, Schwanheim, Schweighofen, Spirkelbach, Vorderweidenthal, Wernersberg, Wilgartswiesen
Inventarisierte Wiesenflächen	710 ha	113 ha / 74 Standorte
Fläche günstiger Lebensräume (Wiesen mit dem Großen Wiesenknopf)	46 ha	75 ha / 55 Standorte
Wiesenflächen mit <i>Phengaris nausithous</i>	16 ha	31 ha / 36 Standorte
<i>Betroffene Täler</i>	Oberes Einzugsgebiet der Sauer, Einzugsgebiet der Lauter, Einzugsgebiet der Isch	Sauertal, Rumbachtal, Wieslautertal, Erlenbachtal, Otterbachtal, Queichtal, Moosbachtal
<i>Mindestanzahl an kontaktierten Individuen pro Standort</i>	1	1
<i>Mindestanzahl an kontaktierten Individuen pro Standort</i>	22	50
Wiesenflächen mit <i>Phengaris teleius</i>	0 – keine Beobachtungen seit 2011	0 – keine Beobachtungen seit 2011

Tabelle 1: Ergebnisse der Inventuren des Phengaris nausithous und des Phengaris teleius, der Kartierung der günstigen Habitate, die während des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ des GBR Pfälzerwald-Nordvogesen durchgeführt wurden.

Durch die Kampagne zur Aktualisierung der Daten konnten 7 neue Standorte des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings im GBR entdeckt werden: 4 auf französischer Seite (als ein Standort gelten alle Vorkommensgebiete, die weniger als 400 m auseinander liegen), 3 auf deutscher Seite. Leider wurde der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling nicht beobachtet, wodurch das wahrscheinliche Aussterben dieser Art aus dem untersuchten Bereich bestätigt wird.

Die potenziellen Wiederherstellungsstandorte wurden im Rahmen der Kartierung der günstigen Lebensräume, aber auch im Rahmen der Betreuung des Natura 2000-Gebiets „La Sauer et ses affluents“ durch den PNRVN (französische Seite des GBR) bestimmt.

7. Bewahrung der Standorte von *P. nausithous*

Das vorrangige Ziel des INTERREG-Projekts ist es, die Bewahrung der aktuellen Standorte der Ameisenbläulinge über die Landkontrolle und die Einführung einer angepassten Bewirtschaftung sicherzustellen. Mehrere Instrumente wurden bestimmt, um diese Herausforderung anzugehen, sie werden nach abnehmendem Schutzniveau präsentiert: Erwerb, reale Umweltverpflichtung¹ (auf französischer Seite) und Erbpachtvertrag, Bewirtschaftungsvereinbarung, Charta „Refugium für Ameisenbläulinge“. Zu Beginn des Programms wurde eine gemeinsame, zweisprachige Bodenstrategie festgelegt, die den Grunderwerb als vorrangige Möglichkeit zur Landkontrolle schriftlich verankert.

Es wurde eine Katasteranalyse der Standorte der Ameisenbläulinge und der Wiesen mit dem Großen Wiesenknopf (Identifizierung der Eigentümer, landwirtschaftlicher Status: Anmeldung oder nicht bei der GAP)² durchgeführt, um das Potenzial für Bodeninterventionen zu bestimmen. Auf französischer Seite wurden alle Eigentümer von Parzellen, die Ameisenbläulinge oder günstige Lebensräume beherbergen, im August 2021 zu einer öffentlichen Versammlung eingeladen, um sie über die ökologische Qualität ihrer Parzelle und die Notwendigkeit der Einführung einer angepassten Bewirtschaftung in Verbindung mit dem bewirtschaftenden Landwirt zu informieren. Leider war nur eine sehr geringe Anzahl von Eigentümern anwesend. Die Eigentümergemeinschaften wurden an der Versammlung beteiligt und einzeln getroffen. Die Eigentümer der Wiesen, welche die letzten Standorte von *P. nausithous* beherbergen, aber nicht an der öffentlichen Versammlung teilgenommen hatten, sowie die bewirtschaftenden Landwirte wurden eigens kontaktiert. Auf deutscher Seite des GBR wurden Treffen vor Ort an den betroffenen Standorten organisiert.

In den Nordvogesen wurde die Bewirtschaftungsvereinbarung in Form der Charta „Refugium für Ameisenbläulinge“ abgeschlossen, angeregt durch die nationale Maßnahme „Refugium für Fledermäuse“, die auf die Erhaltung von Unterkünften bei der Bebauung abzielt. Die Charta „Refugium für Ameisenbläulinge“ schließt Verpflichtungen zum Schutz dieser Schmetterlinge durch die Beibehaltung oder Einführung einer angepassten Bewirtschaftung mit ein. Die Charta ist ein Jahr gültig und wird stillschweigend verlängert. Dieses Schutzinstrument ist zwar rechtlich nicht so stark wie eine ORE oder ein Erbpachtvertrag, stellt aber dennoch einen ersten Schritt in der Verpflichtung eines Eigentümers dar und ist ein ausgezeichnetes Vermittlungsinstrument. Den Eigentümern und Landwirten wurden Informationstafeln (in einigen Fällen in Verbindung mit einer ausführlicheren Erläuterungstafel) ausgehändigt, um ihren Einsatz anzuerkennen und ihr Engagement vor Ort zu bekunden (Abbildung 1).

1. Die „Obligation réelle environnementale“ (ORE, „Reale Umweltverpflichtung“) ist ein freiwilliges vertragliches Instrument zum Schutz der Umwelt, das durch das Gesetz zur Rückeroberung der Artenvielfalt, der Natur und der Landschaften geschaffen wurde. Es ermöglicht es jedem Eigentümer, im Rahmen eines Vertrags mit einer Laufzeit von bis zu 99 Jahren eine Immobilie mit einem Umweltschutzprojekt zu verknüpfen (in Partnerschaft mit einer öffentlichen Körperschaft, einer öffentlichen Einrichtung oder einer Vereinigung, die sich für den Umweltschutz einsetzt). Die ORE bleibt sogar im Fall eines Eigentümerwechsels bestehen.

2. Bei der GAP oder Gemeinsamen Agrarpolitik angemeldete Parzellen sind Parzellen, die von einem Landwirt bewirtschaftet werden, der in den meisten Fällen landwirtschaftliche Beihilfen erhält. Der Erwerb von Parzellen, die bei der GAP angemeldet sind, ist komplexer, da sie Gegenstand eines Vorkaufsrechts durch die Société d'aménagement foncier et d'établissement rural (SAFER) sein können.



Abbildung 1: Informationstafel „Refugium für die Ameisenbläulinge“ Beispiel für die Umsetzung bei einer Aussaat des Großen Wiesenknopfs - Radweg Woerth / Lembach.

	Nordvogesen / CEN Alsace und PNRVN	Pfälzerwald / GNOR
Anzahl der erhaltenen Standorte	11	60
Anzahl der erhaltenen Flächen	17,09 ha + 2,2 lineare Kilometer (aufgegebene Flächen von Radwegen - unterschiedliche Breite)	77 ha
Standorte von Ameisenbläulingen	11,70 ha	31 ha
Vorteilhafte oder wiederhergestellte (potenzielle) Habitats	5,39 ha	36 ha
Für die Bewahrung der Standorte mobilisierte Instrumente	0,83 ha – Obligations réelles environnementales (ORE) / 1 Eigentümer 16,26 ha – Refugium für die Ameisenbläulinge / 8 Eigentümer oder Landwirte	36 ha - Finanzielle Unterstützung mithilfe der Biotopbetreuung / 13 Eigentümer oder Landwirte
Engagierte Eigentümer	4 Gebietskörperschaften: Lembach, Wingen, Europäische Gebietskörperschaft Elsass, Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace Moselle 1 Privateigentümer 4 Landwirte (darunter 1 Fischzüchter)	9 Körperschaften: LBM, Ludwigswinkel, Fischbach, Rumbach, Verbandsgemeinde Dahner Felsenland, Hauenstein, Wilgartswiesen, Verbandsgemeinde Bad Bergzabern, Verein NaBib 13 Landwirte.
Zur Information: Wiesenflächen, die unter AUM verpflichtet sind	10,27 ha – Flächen, die auch Gegenstand einer Vereinbarung „Refugium für die Ameisenbläulinge“ sind / 1 Landwirt	Nicht zutreffend

Tabelle 2 : Überblick der Parzellen, die im Rahmen des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ im GBR Pfälzerwald-Nordvogesen erhalten wurden

Im Rahmen der INTERREG-Projekt-Grundstücksbetreuung konnte zwar keine Parzelle erworben werden, aber **94 ha Wiesenumgebungen profitieren von einer anderen Grundstückserhaltung** : 77 ha in Deutschland (INTERREG-Projekt-Ziel : 8 ha) und 17 ha in Frankreich, hinzu kommen 2,2 km aufgegebene Wiesen entlang eines Radweges (INTERREG-Projekt-Ziel : 4 ha). Die Flächen und die Lokalisierung der erhaltenen Parzellen sind in Tabelle 2 bzw. Abbildung 2 und 3 dargestellt. In den Nordvogesen ist die Natur der erhaltenen Standorte vielfältig :

- Wiesen mit Großem Wiesenknopf : 11,6 ha
- Wiesen mit Goldruten in der Wiederherstellung : 1,8 ha
- Renaturierte ehemalige Fischzucht : 1,5 ha
- Grünflächen im Umkreis einer Kläranlage, die mit dem Großen Wiesenknopf gesät oder bepflanzt wurden und deren Bewirtschaftung angepasst ist : 2,1 ha (infrastructures incluses)

Parallel dazu hat auf der französischen Seite des GBR der PNRVN ein Agrarumweltprojekt aufgebaut und betreut³, das insbesondere Agrarumweltmaßnahmen (AUM) zugunsten des Ameisenbläulings umfasst, um diese rückläufige Art zu bewahren, die Viehzüchter, die die Wiesen erhalten, zu unterstützen und die im Rahmen von INTERREG durchgeführten Vorhaben zu begleiten.

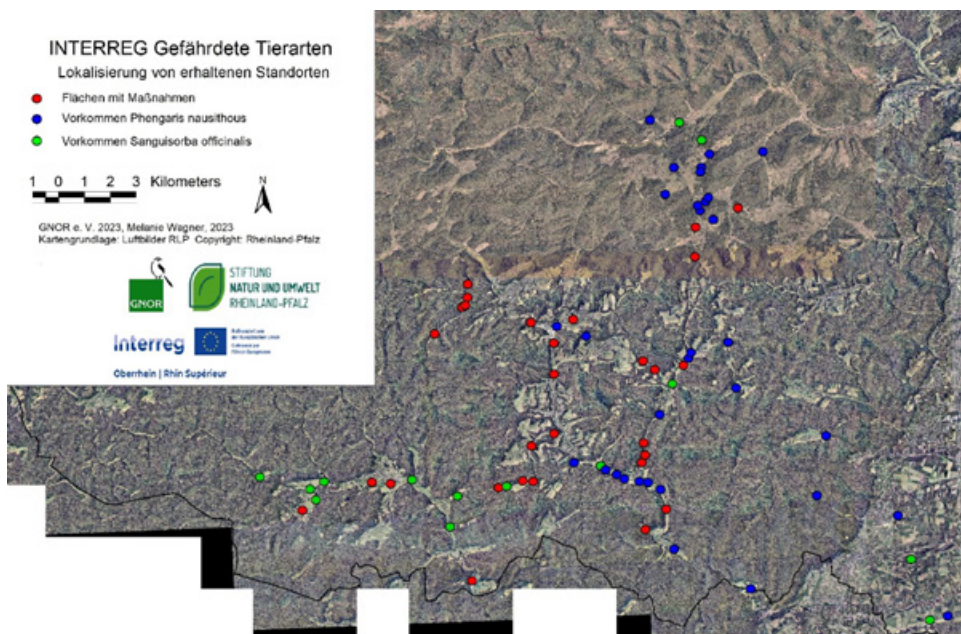


Abbildung 2 : Lokalisierung der Parzellen, die im Rahmen des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ im Pfälzerwald erhalten wurden

3. Agrarumweltprojekte (AUP) fördern Praktiken, die auf Umweltziele wie die Erhaltung der Wasserqualität und der Artenvielfalt eingehen. Sie werden von einem territorialen Betreiber getragen und ermöglichen es, den Landwirten Agrarumweltmaßnahmen (AUM) anzubieten, d. h. freiwillige Verträge mit einer Laufzeit von fünf Jahren, die extensive Bewirtschaftungspraktiken vergüten, welche den Erhalt von Weidenumgebungen und sogar von rückläufigen Arten begünstigen.

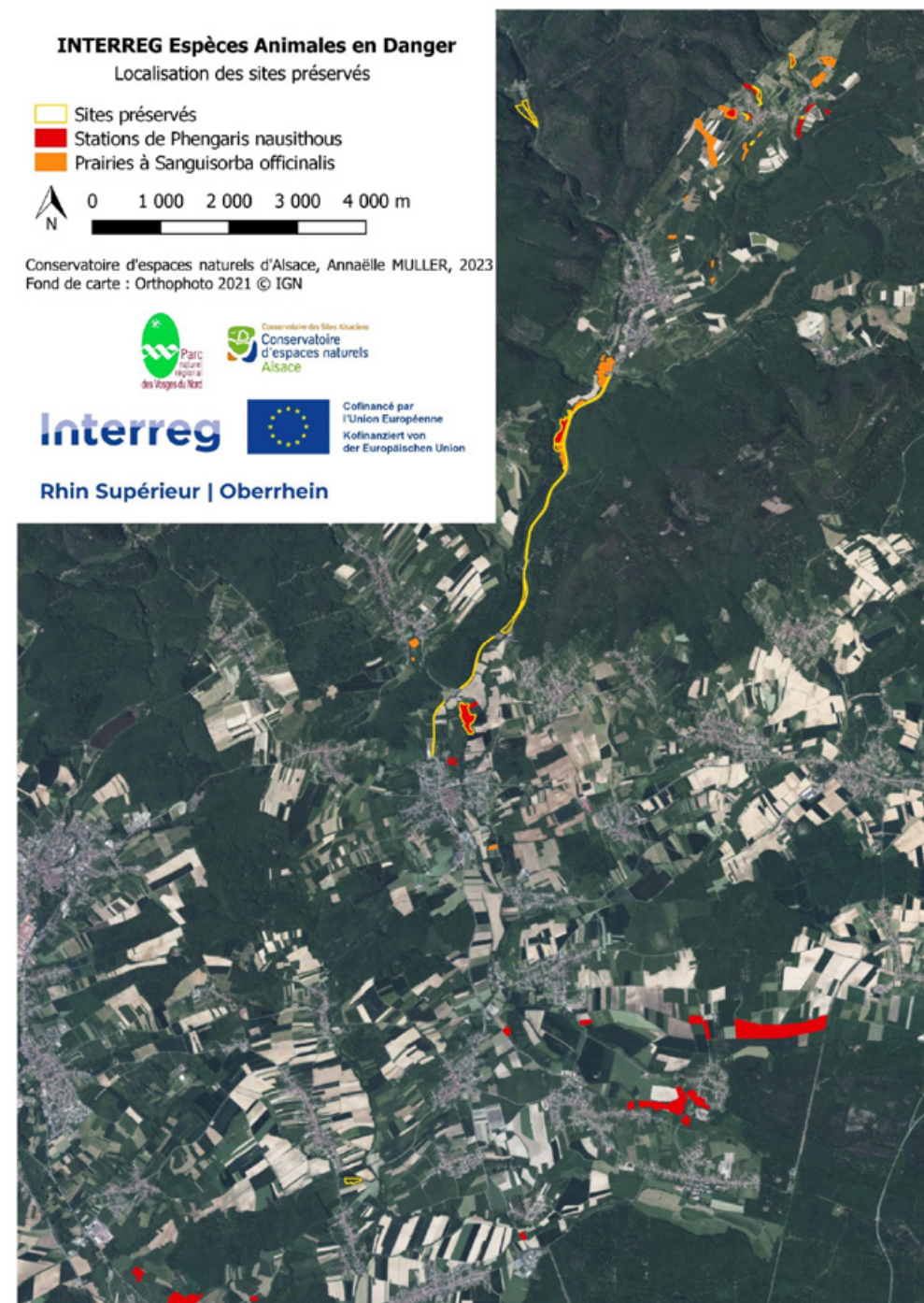


Abbildung 3 : Lokalisierung der Parzellen, die im Rahmen des INTERREG-Projekts „Gefährdete Tierarten“ in den Nordvogesen erhalten wurden

8. Wiederherstellungsmaßnahmen und ökologische Überwachungen

8.1 Wiesenwiederherstellung

Die Maßnahmen zur Wiesenwiederherstellung haben zum Ziel, vorteilhafte Lebensräume für *P. teleius* und *P. nausithous* zu schaffen, durch die das Aufnahmepotenzial für diese Arten verbessert (Fortpflanzungsgebiete) und der Austausch zwischen den Populationen (Korridore) erleichtert werden kann. Diese Aktionen tragen dazu bei, die Anfälligkeit dieser beiden Schmetterlinge im GBR zu verringern.

In Frankreich betraf die Wiesenwiederherstellung vier Standorte und 3,52 ha.

- Fleckenstein / Lembach / 1,8 ha: Eine von der Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) überwucherte Feuchtbrache war im Sommer (2022 und 2023) und im Herbst (2022) Gegenstand von Exportmähungen, um die Bedeckung durch diese invasive exotische Art zu reduzieren und die Ausdrucksform einer Wiesenzusammensetzung zu ermöglichen. Parzellen, die sich in Gemeindebesitz befinden, sind Gegenstand einer ORE. Die Bewirtschaftungsaktionen werden fortgesetzt, um die Umwandlung der Goldrutenwiese in eine Feuchtwiese sicherzustellen. In einem zweiten Schritt wird wahrscheinlich der Große Wiesenknopf gesät und/oder eingepflanzt werden.
- Liebfrauenthal / Woerth / 1,5 ha: Eine ehemalige Fischzucht war im Rahmen des vom PNRVN geleiteten LIFE Biocorridors-Programms Gegenstand einer vollständigen Restaurierung (Abriss der Gebäude, der Fischzuchtbecken und der Versorgungsleitungen, Abbau eines Staudamms, Wiederherstellung der Überschwemmbarkeit durch Reprofilierung des Talbodens usw.). Mehr erfahren: <https://www.lifebiocorridors-vosgesnord-pfalzerwald.eu/>. Das INTERREG-Projekt finanzierte die Bodenvorbereitung im Hinblick auf die Aussaat des Wildwiesensaatguts „Végétal local“, darunter auch der Große Wiesenknopf. Nach einer Trägerschaft durch das Etablissement public foncier d'Alsace wurde die Europäische Gebietskörperschaft Elsass im Rahmen ihrer Politik der sensiblen Naturräume Eigentümerin des gesamten Standortes (Wiesen und Waldflächen), wodurch sie den Schutz und eine angemessene langfristige Bewirtschaftung des Geländes garantiert.
- Kläranlage Wingen / 0,02 ha: Nach der 2020 durchgeführten Rekalibrierung der Kläranlage von Wingen wurde an diesem Standort das Wildwiesensaatgut „Végétal local“ ausgesät, darunter auch der Große Wiesenknopf. Somit wurde im Sommer 2022 nach dem Großen Wiesenknopf gesucht, allerdings konnte die Art nicht gefunden werden. Daher wurde 2023 eine Umsiedlung des Großen Wiesenknopfs durchgeführt. Die Pflanzen des Großen Wiesenknopfs wurden von einer nahegelegenen Wiese geholt.
- Kläranlage Forstheim / 0,2 ha: Bei den 2022 durchgeführten Arbeiten an der Kläranlage Forstheim wurde eine Bodenfläche freigelegt. Da sich die Kläranlage auf halbem Weg zwischen mehreren Standorten des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings befindet, wurde dort die Mischung aus Wildwiesensamen „Végétal local“, darunter auch der Große Wiesenknopf, ausgesät.

- Radweg zwischen Woerth und Lembach / 2.210 laufende Meter: Die Aussaat des Großen Wiesenknopfs wurde auf kleinen Aussaatflächen von 1 bis 2 m² durchgeführt, die sich alle in einem für die Entwicklung der Wirtspflanze vorteilhaften Standortumfeld befanden. Die bestehende Vegetation (ober- und unterirdische Teile) wurde überwiegend manuell mit einer Ulmer Hacke entfernt. Diese Aktionen werden nach dem INTERREG-Projekt fortgesetzt.

In Deutschland entsprechen die leichten Wiederherstellungsarbeiten:

- Der Aussaat von Großer Wiesenknopf-Samen auf Flächen von 1 bis 4 m² / 29 Standorte, im Sauertal, Rumbachtal, Wieslautertal, Erlenbachtal, Queichtal und Moosbachtal in den Gemeinden Bobenthal, Busenberg, Dahn, Fischbach bei Dahn, Ludwigswinkel, Niederschlettenbach, Rumbach, Schindhard, Spirkelbach, Vorderweidenthal - 36 ha.
- Der Anpflanzung von Großer Wiesenknopf-Pflanzen, die aus der Keimung lokaler Wildsamen hervorgegangen sind / 20 Standorte (von denen 9 ebenfalls mit Samen besät wurden), im Sauertal, Rumbachtal, Wieslautertal, Erlenbachtal, Queichtal und Moosbachtal und in den Gemeinden Bobenthal, Bruchweiler-Bärenbach, Busenberg, Dahn, Fischbach bei Dahn, Hirschthal, Ludwigswinkel, Niederschlettenbach, Rumbach, Schindhard, Schwanheim, Spirkelbach, Vorderweidenthal - 16 ha : 250 kultivierte Pflanzen im Jahr 2020 und 260 kultivierte Pflanzen im Jahr 2021. 250 Setzlinge, die 2020 angebaut wurden et 260 Setzlinge, die 2021 angebaut wurden.
- Dem Transfer von grünem Heu. Es geht darum, das Schnittgut einer Wiese mit dem Großen Wiesenknopf in gutem Erhaltungszustand (Spenderwiese) zu transferieren und auf einer wiederherzustellenden Wiese (Empfängerwiese) auszubringen. 1 Standort, Rumbachtal, Gemeinde Rumbach - 2,9 ha.

So wurden 36 Standorte (47 ha) - welche den Großen Wiesenknopf nicht mehr oder nur noch in geringer Dichte aufgenommen hatten - angereichert. Ziel ist es, die Entwicklung der Wirtspflanze innerhalb der Feuchtwiesen über den Samenregen zu begünstigen, indem man eine angepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftung gewährleistet.

8.2 Ökologische Beobachtungen

Die 2021 und 2022 durchgeführten Wiederherstellungsaktionen waren Gegenstand ökologischer Überwachungen: fotografische Überwachung, floristische Erhebungen, Überwachung der Keimung und der Entwicklung des Großen Wiesenknopfs, um den Wiederherstellungsverlauf der Standorte zu messen und die Bewirtschaftung falls nötig anzupassen. Auf deutscher Seite erschien es notwendig, die Entwicklung sehr dynamischer Arten wie Seggen (*Carex spp.*) zu begrenzen, um eine gute Etablierung und das Überleben der Keimlinge und Setzlinge des Großen Wiesenknopfs zu gewährleisten.

Diese wissenschaftlichen Inventuren beinhalten ein gemeinsames, zweisprachiges Protokoll zur Überwachung der Wiederherstellungsaktionen, das im Rahmen des INTERREG-Projekts erstellt wurde und es ermöglicht, die verschiedenen Aktionen zu vergleichen und zu bewerten, ob die Wiederherstellungsziele erreicht wurden oder nicht. Dieses Protokoll sieht

je nach Umfang der durchgeführten Arbeiten zwei Überwachungsmodalitäten vor: schwere oder leichte Wiederherstellung (Anreicherung mit Wirtspflanzen). Es werden folgende Parameter überwacht: die Wiesenvegetation, die Keimung und Entwicklung des Großen Wiesenknopfs, die Ameisenbläulinge und die Wirtsameisen (bei schweren Maßnahmen und je nach den verfügbaren menschlichen wie finanziellen Mitteln). Auf französischer Seite werden die Überwachungen nach 2023 im Rahmen der Natura 2000-Betreuung durch den PNRVN, der Politik der sensiblen Naturräume der Europäischen Gebietskörperschaft Elsass und der Verwaltung der ORE des Fleckensteins durch das CEN Alsace fortgesetzt.

8.3 Bewirtschaftung

Die Fortdauer der im Rahmen des INTERREG-Projektdurchgeführten Maßnahmen beinhaltet die Beibehaltung oder Einführung einer Bewirtschaftung, die der Ökologie der Ameisenbläulinge und der Wirtspflanze angepasst ist, wobei die ergänzenden Umwelt- und menschlichen Herausforderungen der betroffenen Standorte miteinbezogen werden. Zu diesem Zweck wird für jeden bewahrten und/oder wiederhergestellten Standort ein Bewirtschaftungsplan erstellt. Er beinhaltet eine ökologische Bestandsaufnahme, eine Diagnose der menschlichen Aktivitäten sowie ein Programm für die Bewirtschaftung und die ökologische Überwachung.

Auf französischer Seite kommen die Modalitäten der Eingriffe in die Wiesenhabitats, die in den Bewirtschaftungsplänen festgelegt sind, in Form von Verpflichtungen des Eigentümers und/oder Bewirtschafters in den Vereinbarungen „Refugium für die Ameisenbläulinge“ sowie in Form eines Lastenhefts in der ORE der Gemeinde Lembach zum Ausdruck. Auf einigen Parzellen werden sie bei den Viehzüchtern über die vertragliche Festlegung von Agrarumweltmaßnahmen für Ameisenbläulinge gestärkt.

8.4 Projekt zur Wiederansiedlung von *P. teleius*

Diese Maßnahme betrifft nur den Pfälzerwald. Ziel ist die Vorbereitung der Wiederansiedlung des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings, wobei der Kontext, in dem eine derartige Aktion denkbar ist, charakterisiert, Aufnahmestandorte bestimmt und ein Genehmigungsentwurf für die Wiederansiedlung dieser geschützten Art aufgesetzt wird.

Dies wird sich im deutschen Projektgebiet in zwei Projekt-Teilräumen umsetzen lassen (Wieslautertal (Gemeinde Niederschlettenbach) und Sauerthal (Gemeinde Ludwigswinkel), sobald hinreichend viele, für die Falter vernetzte, also gut erreichbare Lebensräume, mit genügend blühfähigem Wiesenknopf und mit kooperierenden Grünlandnutzer*innen, bereitstehen. Es besteht eventuell Potenzial dann zur Ausbreitung über Trittsteinbiotope in das Moosbachtal bzw. das Queichtal.

Als frühester realistischer Zeitpunkt dafür erscheint bei einer durch das Land Rheinland-Pfalz geförderten Fortführung der Projekt-Kernmaßnahmen der Sommer 2026. Da diese Lebensräume erst durch ihre Aufwertung und dementsprechende Bewirtschaftung erst noch entwickelt müssen und die Entwicklung ggf. nachjustiert werden muss (die Entwicklung konnte im Rahmen des Projekts nur angestoßen werden), gibt es noch keine Verwaltungsakte zur Umsetzung der Auswilderung.

8.5 Vermittlung und Kommunikation

Der Erfolg der im Rahmen des INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ durchgeführten Maßnahmen beinhaltet, dass sich die Akteure des Gebiets die Herausforderungen für den Schutz des Dunklen und des Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläulings zu eigen machen. Dafür wurden innerhalb des GBR in Partnerschaft mit dem CEN Alsace und den drei Strukturen für Umwelterziehung in den Nordvogesen vom PNRVN, dem Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen und der GNOR Sensibilisierungs- und Kommunikationsmaßnahmen durchgeführt :

- Schulprojekte / DE 6 Schulklassen - ca. 130 Schüler / FR 9 Schulklassen - 190 Schüler,
- Veranstaltungen für die breite Öffentlichkeit: Filmdebatten, Eltern-Kind-Workshops, Naturerlebnisangebote usw. / DE 2 Events - 40 Teilnehmer / FR 2 Events - 79 Teilnehmer,
- Die Produktion von Postern und Postkarten, die *P. nausithous* und *P. teleius* darstellen (Aquarelle von Nicolas De Faveri),
- Treffen mit lokalen Abgeordneten und Landwirten,
- Pressekonferenzen usw.

Fazit

Das INTERREG-Projekt „Bedrohte Tierarten“ des GBR Pfälzerwald-Nordvogesen ermöglichte - trotz der Unmöglichkeit, Wiesen mit landwirtschaftlichem Status zu erwerben - eine kohärente grenzübergreifende Arbeit im Einzugsgebiet der Sauer, welche zur Bewahrung und/oder Wiederherstellung von 94 ha Wiesen geführt hat, die für den Dunklen und den Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläuling günstig sind. Außerdem hat es positive lokale Dynamiken mit den Gemeinden und Landwirten in Gang gesetzt, die es verdienen, gefördert und weitergeführt zu werden. Die Schwierigkeit wird sein, diesem Zweck Zeit für territoriale Animation zu widmen. Leider bestätigt dieses Programm das mehr als wahrscheinliche Verschwinden von *P. teleius* aus dem GBR. Es bot allerdings auch erfreuliche Überraschungen mit der Entdeckung eines neuen Standortes von *P. nausithous* in Woerth (Frankreich) und Wiesen in sehr gutem Erhaltungszustand, die zahlreiche Individuen in Wingen (Frankreich) aufnehmen.

Der Erhalt des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings ist dennoch nicht garantiert. Es ist wichtig, Folgendes fortzusetzen: (1) den Austausch mit den Viehzüchtern, um eine angepasste Bewirtschaftung der Wiesen mit dem Großen Wiesenknopf auf größeren Flächen sicherzustellen, (2) die Wiederherstellung hochwertiger Wiesengebiete, insbesondere als Ersatz für absterbende Fichtenwälder (Borkenkäferbefall), und (3) die Grundstücksbetreuung, um die Erhaltung der betroffenen Standorte langfristig zu sichern. Im Pfälzerwald ist ein Projekt zur Wiederansiedlung von *P. teleius* für das Wieslautertal (Gemeinde Niederschlettenbach) und das Sauerthal (Gemeinde Ludwigswinkel) vorgesehen. Im Vorfeld unabdingbar ist die Garantie einer landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, die mit den biologischen Zyklen der Ameisenbläulinge und ihrer Wirtspflanze kompatibel ist.

Bibliographie

DIERKS, A., FISCHER, K. (2009) Habitat requirements and niche selection of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within a large sympatric metapopulation. *Biodiversity and Conservation* 18:3663–3676.

THOMAS J. A. (1984) The behaviour and habitat requirements of *Maculinea nausithous* (the Dusky Large Blue Butterfly) and *M. teleius* (the Scarce Large Blue) in France. *Biological Conservation* 28:325–347.

THOMAS J. A., ELMES G.W., WARDLAW J.C., WOYCIECHOWSKI M. (1989) Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. *Oecologia* 79:452–457.

THOMAS JA, ELMES GW, WARDLAW JC (1998) Polymorphic growth in larvae of the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 265:1895–1901.

VAN SWAAY C.A.M, WARREN M.S. (1999) Red data book of European butterflies (Rhopalocera). *Nature and Environment* 99:129–134

VAN SWAAY C.A.M. (2002) The importance of calcareous grasslands for butterflies in Europe. *Biological Conservation* 104:315–318.

WYNHOFF I. (1998) The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation* 2:15–27.

BENSETTITI F. & GAUDILLAT V. (coord.) (2002) Fiches *Maculinea teleius* et *Maculinea nausithous* et « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, p 253-256 et p 260-262.