

Étude des populations de Gomphe serpent
(*Ophiogomphus cecilia*) dans les cours d'eau du Parc
naturel régional des Vosges du Nord



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVES DE LA FIF

<u>F.I.F. – AgroParisTech ENGREF</u>	<u>TRAVAUX D'ÉLÈVES</u>
TITRE : Etude des populations de Gomphe serpentín (<i>Ophiogomphus cecilia</i>) dans les cours d'eau du Parc naturel régional des Vosges du Nord	Mots clés : Milieux naturels, Libellules, Gomphe serpentín, Vosges du Nord
AUTEUR : Petra HÖLDIN	Promotion : 16 ^e FIF 2005-2008
Caractéristiques : 95 Pages ; 6 Annexes ; 10 Figures ; 14 Tableaux ; 24 Photos ; 6 Graphiques ; bibliographie	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Parc naturel régional des Vosges du Nord		
Nom du responsable : Alexandre MAMDY		
Fonction : Chargé de mission Natura 2000		
Nom du correspondant ENGREF : Gérard FALCONNET		
<input checked="" type="checkbox"/> Tronc Commun <input type="checkbox"/> <u>Option</u> <input type="checkbox"/> <u>Spécialité</u>	<input type="checkbox"/> Stage entreprise <input type="checkbox"/> Stage étranger <input checked="" type="checkbox"/> Stage fin d'études Date de remise : 30/09/2008	<input type="checkbox"/> Autre
Contrat avec Gref Services Nancy <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non		

SUITE À DONNER (réservé au Service des Etudes)

<input checked="" type="checkbox"/> Consultable et diffusable <input type="checkbox"/> Confidentiel de façon permanente <input type="checkbox"/> Confidentiel jusqu'au/...../..... , puis diffusable
--

Résumé

En 2008, les populations du Gomphe serpentín (*Ophiogomphus cecilia*) des cours d'eau du Parc naturel régional des Vosges du Nord ont été étudiées en vue d'améliorer les connaissances sur l'écologie de cette espèce, notamment en phase larvaire. Suite à la collecte systématique des exuvies et à la caractérisation des secteurs inventoriés, quelques paramètres influençant la présence de larves ont pu être mis en évidence. En outre, ces investigations ont fourni des informations sur la structure de population et sur la phénologie de l'espèce et aussi sur la diversité odonatologique des cours d'eau des Vosges du Nord. Au total, 2774 exuvies ont été intégrées dans l'analyse.

Summary

During 2008, the Green Club-tailed Dragonfly (*Ophiogomphus cecilia*) was studied in the natural park "Vosges du Nord" (North-eastern France). The aim of this study was to improve the knowledge of the ecology of this species and in particular of its final larval stage. During the whole flight season the exuviae of the Green Club-tailed Dragonfly and all other dragonflies were collected. These data were analysed together with the abiotic data of the investigation areas in order to describe the general and population ecology of the species, its phenology, as well as the dragonfly coenosis of these river stretches. Altogether, a total of 2774 exuviae were involved in the analysis.

Zusammenfassung

Im Jahr 2008 wurden die Populationen der Grünen Flussjungfer (*Ophiogomphus cecilia*) der Fließgewässer des Naturparks Nordvogesen untersucht um die Kenntnisse über die Ökologie dieser Art, im speziellen ihrer Larven, zu verbessern. Infolge von systematischen Exuvienaufsammlungen und der Charakterisierung der Untersuchungsgewässer konnten einige die Verteilung der Larven beeinflussende Parameter hervorgehoben werden. Darüber hinaus konnten Informationen über die Populationsstruktur und die Phänologie der Art und die odonatologische Diversität der Fließgewässer der Nordvogesen gesammelt werden. Insgesamt wurden 2774 Exuvien in die Auswertung einbezogen.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont soutenue au cours de mon stage de fin d'études :

Tout d'abord, Alexandre MAMDY et Sébastien MORELLE pour leur encadrement durant mon stage, pour la relecture de mon mémoire et pour leurs recommandations.

Morgan ENSMINGER pour son aide et sa présence durant la phase de terrain. Grâce à son soutien, ce travail long et fastidieux est devenu très agréable.

Loïc DUCHAMP pour avoir toujours pris le temps de répondre à mes questions et de résoudre mes problèmes.

Pierre ZIMMERMANN pour l'introduction dans le SIG et pour sa bonne humeur.

Pascal DEMOULIN pour m'avoir enseigné avec une patience admirable l'emploi du logiciel « Adobe Illustrator ».

Raphaël BAUER pour la mise à disposition du matériel de terrain et du matériel servant à la détermination des exuvies et aussi pour toutes les conversations qui m'ont permis de me changer les idées. Ça m'a toujours fait du bien d'aller à la MER !

Toutes les autres personnes faisant partie de l'équipe du Parc naturel régional des Vosges du Nord pour leur sympathie et leur soutien.

Jürgen OTT et Uwe LINGENFELDER pour les échanges que nous avons eus et leurs conseils au cours de mon stage.

Emmanuelle ERTEL pour la relecture attentive de mon mémoire.

Et enfin, Marion JACQUOT et Thérèse BURDLOFF pour m'avoir tenu compagnie dans la maison des stagiaires.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	1
TABLE DES MATIÈRES.....	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	5
INTRODUCTION	7
I. LE CONTEXTE DE L'ÉTUDE.....	9
1. L'organisme d'accueil : le Parc naturel régional des Vosges du Nord	9
2. Présentation du cadre de l'étude : le programme Natura 2000.....	11
3. Présentation générale de la zone d'étude : les sites Natura 2000	12
3.1. Localisation des sites Natura 2000	13
3.2. Climatologie	14
3.3. Géologie.....	14
3.4. Hydrologie – Caractéristiques des rivières sur grès	15
4. Présentation des cours d'eau étudiés.....	16
5. L'état des connaissances sur le Gomphe serpenté au PNRVN	19
6. La commande du Parc naturel régional des Vosges du Nord.....	20
II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE, HYPOTHÈSES ET PROBLÉMATIQUE.....	21
1. Présentation de l'espèce étudiée : le Gomphe serpenté (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)	21
2. Hypothèses	27
3. Problématique.....	27
III. MÉTHODOLOGIE	29
1. La constitution de la base de l'étude.....	29
1.1. Le travail bibliographique	29
1.2. La prise de contact avec les auteurs et les odonatologues.....	29
1.3. L'approche transfrontalière avec le territoire allemand.....	29
2. La phase de terrain.....	30
2.1. Le choix des cours d'eau étudiés et des stations de relevés	30
2.2. La description des stations de relevés	31
2.3. La réalisation d'inventaires.....	33
3. L'analyse des données et des résultats	35
IV. RÉSULTATS	36
1. Les caractéristiques des secteurs de cours d'eau étudiés.....	36
1.1. Localisation	36
1.2. Description des tronçons d'étude.....	36
1.2.1. Les tronçons inventoriés dans le cadre de mon stage en 2008.....	37

1.2.2. Les tronçons inventoriés pendant les années précédentes par le Parc	40
2. Les peuplements odonatologiques des cours d'eau sur grès	44
2.1. Analyse	44
3. Le Gomphe serpentin : structure de population et période d'émergence.....	46
3.1. Résultats globaux.....	46
3.2. La population du Gomphe serpentin	47
3.2.1. Analyse du sex-ratio.....	48
3.3. Paramètres écologiques influençant l'émergence.....	49
3.4. La phénologie du Gomphe serpentin	50
3.4.1. Comparaison avec la période d'émergence du Gomphe vulgaire	52
3.4.2. Conclusion.....	52
4. L'intérêt des différents cours d'eau pour le Gomphe serpentin.....	54
5. Les exigences écologiques du Gomphe serpentin	55
V. DISCUSSION.....	63
1. Synthèse sur les exigences écologiques du Gomphe serpentin.....	63
2. Les limites de l'étude	64
3. Propositions de suivi.....	65
4. Propositions de gestion.....	66
CONCLUSION.....	68
BIBLIOGRAPHIE.....	69
CONTACTS.....	72
ANNEXES	73
Annexe 1 : Localisation du Parc naturel régional des Vosges du Nord	74
Annexe 2 : Les données GPS des stations de relevés	75
Annexe 3 : Composition du substrat des secteurs de cours d'eau étudiés.....	76
Annexe 4 : Profils en travers des secteurs de cours d'eau étudiés.....	77
Annexe 5 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe serpentin sur la Sauer	94
Annexe 6 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe vulgaire sur la Sauer.....	95

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Les figures

Fig. 1 : Carte du site « Haute-Moder et affluents » et sa situation dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord

Fig. 2 : Carte du site « Sauer et affluents »

Fig. 3 : Situation du site « Sauer et affluents » dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord

Fig. 4 : Conformation du corps d'une libellule

Fig. 5 : Morphologie d'une larve de Gomphe serpentin

Fig. 6 : Répartition du Gomphe serpentin en Europe

Fig. 7 : Répartition du Gomphe serpentin en France

Fig. 8 : Distribution du Gomphe serpentin en Alsace-Lorraine

Fig. 9 : Le Gomphe serpentin dans le substrat pendant la chasse à l'affût

Fig. 10 : Localisation des sites étudiés dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord

Les tableaux

Tab. 1 : Résultats quantitatifs des inventaires menés par le Parc entre 2001 et 2007

Tab. 2 : Classification du substrat d'après CUMMINS (1962)

Tab. 3 : Description des stations de relevés

Tab. 4 : Espèces présentes sur les sites étudiés

Tab. 5 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe serpentin en 2008

Tab. 6 : Les résultats de l'ensemble des inventaires menés à partir de 2001

Tab. 7 : Comparaison de la vitesse du courant et du substrat des secteurs amont et aval de la Sauer

Tab. 8 : Comparaison de la vitesse du courant et du substrat des secteurs ouvert et fermé du Falkensteinbach

Tab. 9 : Comparaison de la température et de la qualité de l'eau du secteur ouvert du Falkensteinbach et du Rothbach

Tab. 10 : L'influence de la vitesse du courant sur la présence des larves

Tab. 11 : L'influence du débit sur la densité de larves

Tab. 12 : L'influence de la qualité de l'eau sur la présence de larves

Tab. 13 : L'influence de la température sur la présence de larves

Tab. 14 : L'influence de la variation de la profondeur sur la densité de larves

Les photos

Photo 1: Gomphe serpentin, mâle

Photo 2 : Analyse du substrat à l'aide d'un aquascope

Photo 3 : Collecte d'exuvies au Falkensteinbach

Photo 4 : Détermination, sexage et comptage des exuvies

Photo 5 : Le secteur amont de la Sauer

Photo 6 : Le secteur aval de la Sauer

Photo 7 : Le secteur « naturel » de la Zinsel du Nord (Mouterhouse)

Photo 8 : Le secteur du canal de décharge de la Zinsel du Nord (Mouterhouse)

Photo 9 : Le secteur ouvert du Fischbach

Photo 10 : Le secteur boisé du Fischbach

Photo 11 : Le secteur ouvert du Falkensteinbach

Photo 12 : Le secteur boisé du Falkensteinbach

Photo 13 : Le site de la Zinsel du Nord à Baerenthal

Photo 14 : Le secteur du Schwarzbach à Dambach

Photo 15 : Le secteur du Schwarzbach à Windstein

Photo 16 : Le site du Rothbach

Photo 17 : Le site de la Moder

Photo 18 : Le secteur du Steinbach à Niedersteinbach

Photo 19 : Le secteur du Steinbach à la ferme de Froensbourg

Photo 20 : Endroit favorable d'émergence

Photo 21 : Regroupement des larves pour l'émergence

Photo 22 : Exuvie de Gomphe serpent in sur un tronç d'aulne

Photo 23 : Emergence de Gomphe serpent in

Photo 24 : Emergence de Gomphe vulgaire

Les graphiques

Graph. 1 : Le sex-ratio de la population du Gomphe serpent in sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

Graph. 2 : Le sex-ratio de la population du Gomphe serpent in au cours de la période d'émergence sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

Graph. 3 : La phénologie du Gomphe serpent in sur les secteurs amont et aval de la Sauer

Graph. 4 : Courbes d'émergences du Gomphe serpent in sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

Graph. 5 : Comparaison de la phénologie du Gomphe serpent in et du Gomphe vulgaire sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

Graph. 6 : Courbes d'émergences du Gomphe vulgaire sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

« L'eau est le principe de toute chose : tout est fait d'eau et c'est dans l'eau que tout retourne. »

Thalès de Milet, vers 600 av. J.-C.

INTRODUCTION

L'étude des populations de Gomphe serpentin s'inscrit dans le cadre de la mise en place du programme Natura 2000 sur le Parc naturel régional des Vosges du Nord. Le Parc a en effet été désigné opérateur pour plusieurs sites Natura 2000, sur lesquels il est responsable de l'élaboration et de l'animation des documents d'objectifs. Ces documents d'objectifs correspondent à des plans de gestion établis pour une période de 6 ans dans l'objectif de préserver des milieux naturels et des espèces d'intérêt communautaires.

Le travail de terrain s'est déroulé sur deux sites Natura 2000, cours d'eau du Parc : « la Sauer et ses affluents », « la Moder et ses affluents ». Ces deux sites de cours d'eau constituant la zone d'étude sont des ruisseaux de têtes de bassin sur grès, remarquables aussi bien pour leur bonne qualité chimique que pour leurs zones humides associées et riches en terme de biodiversité. Parmi les espèces fragiles que l'on y retrouve, le Gomphe serpentin en est une des espèces emblématiques. Il a été en grande partie à l'origine de la désignation des sites Natura 2000. Il s'agit d'une espèce de libellule d'intérêt communautaire (Annexe II de la Directive Habitats) particulièrement bien représentée dans ces petits cours d'eau. Par sa sensibilité à la dégradation des caractéristiques de son milieu de vie, c'est une espèce indicatrice de la qualité des cours d'eau et de leurs zones humides.

Des expertises ont été réalisées par le Parc naturel régional des Vosges du Nord depuis quelques années sur différents cours d'eau en vue de mieux connaître cette espèce. Le travail réalisé pendant mon stage de fin d'études s'inscrit dans le cadre de ces investigations, il a pour but de compléter les inventaires déjà réalisés et d'approfondir les connaissances sur l'écologie du Gomphe serpentin acquises pendant ces dernières années d'études.

Les investigations s'attachent principalement à réunir des données sur les larves et leur émergence afin de disposer de suffisamment d'informations pour pouvoir aboutir à des préconisations de gestion et de conservation de cette espèce à moyen terme. Le travail est donc axé sur la recherche des enveloppes larvaires laissées par les animaux après l'émergence (passage de l'état larvaire à l'état adulte) sur les berges des cours d'eau. Ces reliquats de la vie larvaire sont appelés exuvies ; leur récolte, leur comptage et leur détermination permettent de recueillir d'importantes données sur la distribution spatiale, sur le cycle des différentes espèces et leur utilisation du milieu au cours de la vie larvaire.

Ce travail a donc pour objectif principal d'identifier les exigences écologiques des larves du Gomphe serpentin, il se divise en plusieurs parties répondant aux sous-objectifs suivants :

- description des peuplements odonatologiques des cours d'eau sur grès,
- compréhension du cycle du Gomphe serpentin,
- évaluation de l'intérêt des différents cours d'eau pour le Gomphe serpentin.

Après avoir introduit le contexte de l'étude (partie I), je préciserai les connaissances déjà existantes sur le Gomphe serpentin menant à plusieurs hypothèses et à la problématique (partie II). Je présenterai ensuite les méthodes mises en œuvre pour répondre à cette problématique (partie III). La quatrième partie traite les résultats obtenus au cours de mon travail. La discussion se consacre à la synthèse sur les exigences écologiques du Gomphe serpentin, discute les limites de l'étude et m'amènera à fournir quelques propositions de suivi et de gestion (partie V).

I. LE CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1. L'organisme d'accueil : le Parc naturel régional des Vosges du Nord

La Charte constitutive du Parc naturel régional des Vosges du Nord (PNRVN) a été agréée le 30 décembre 1975, par le ministre de l'environnement. Il fut l'un des premiers Parcs naturels régionaux (PNR) à relever le défi de la garantie d'un développement économique durable en harmonie avec la préservation du patrimoine régional.

Quelques dates clés

- 21 novembre 1971 : création de l'association pour l'étude et la promotion du PNR des Vosges du Nord.
- 30 décembre 1975 : arrêté ministériel portant agrément de la charte constitutive du PNR des Vosges du Nord.
- 1er octobre 1976 : création du syndicat mixte du PNR des Vosges du Nord.
- 1977 : installation des bureaux du Parc dans le château de la Petite Pierre.
- 1985 : premier protocole de coopération avec le Naturpark Pfälzerwald.
- 1989 : reconnaissance des Vosges du Nord comme réserve naturelle de biosphère par l'UNESCO.
- 1991 : lancement de la gestion écologique des friches (par du bétail bovin de type « Highland Cattle »).
- Avril 1994 : mise en place de la Conservation des Musées du Parc.
- 27 juin 1994 : décret portant renouvellement du classement du PNR des Vosges du nord.
- 1995 : mise en place de l'Observatoire du Parc, doté d'un SIG (SIGIS c).
- 15 mai 1998 : création de la réserve naturelle des rochers et tourbières du pays de Bitche.
- 8 décembre 1998 : reconnaissance officielle de la Réserve de biosphère transfrontalière Vosges du Nord / Pfälzerwald par l'UNESCO.
- 16 juin 2001 : ouverture de la Maison de l'Eau et de la Rivière du Donnerbach.

Le PNR des Vosges du Nord s'étend actuellement sur 133000 ha répartis sur deux départements : le Bas-Rhin et la Moselle, et concerne deux régions : l'Alsace et la Lorraine. Il comprend 113 communes regroupant environ 83000 habitants. Si l'on ajoute le périmètre élargi, le nombre de communes passe à 221 communes. Le périmètre élargi comprend l'ensemble des communes appartenant à une communauté de communes dont au moins une des communes appartient au territoire du Parc naturel régional. Une carte de localisation du Parc se trouve en Annexe 1.

Les Vosges du Nord se distinguent du reste du Massif Vosgien par leur substrat gréseux, l'érosion y produit un paysage de moutonnement de collines dont l'altitude moyenne est de 400 mètres environ, ainsi qu'un réseau de vallées sinueuses et ramifiées. On peut découper le territoire du parc en trois grandes entités paysagères : le piémont alsacien à l'est, le massif forestier au centre et le plateau lorrain à l'ouest. La majorité de la superficie du territoire est couverte de forêts donnant aux paysages leur esthétique et leur diversité.

Situé à cheval sur deux régions, au carrefour des grands axes européens, le Parc naturel régional des Vosges du Nord tente de promouvoir une action inter-régionale et laisse entrevoir des perspectives de concertation européenne en matière d'aménagement du territoire. Cependant, le Parc s'organise autour de projets nés d'une volonté locale et qui s'appuient sur l'affirmation d'une identité forte.

Le Parc naturel régional a donc été créé pour protéger et mettre en valeur un grand espace rural habité dont l'équilibre est fragile.

Un Parc classé Réserve mondiale de Biosphère

En 1989, l'UNESCO a classé le Parc naturel régional des Vosges du Nord comme Réserve Mondiale de Biosphère, dans le cadre de son programme « Man and Biosphère » (MaB) dont le sigle apparaît sur le logo du Parc. Ce programme vise à soutenir les territoires aux richesses naturelles reconnues d'intérêt international. Cette labellisation invite le SYCOPARC à statuer sur :

- la conservation de la nature
- l'étude des interrelations entre l'homme et la nature
- la participation à l'aménagement du territoire
- l'éducation des habitants à la gestion de leur environnement.

Le label MaB a fait ainsi entrer le Parc naturel régional des Vosges du Nord dans un réseau mondial de 408 réserves et lui apporte une reconnaissance internationale pour les efforts entrepris sur son territoire en faveur du développement durable.

En 1998, le PNR des Vosges du Nord et le Naturpark Pfälzerwald (Allemagne) ont été labellisés Réserve de Biosphère Transfrontalière par l'UNESCO.

Le SYCOPARC, organisme de gestion du PNRVN

Afin de mettre en oeuvre les objectifs définis dans sa Charte constitutive, un organisme de gestion a été mis en place : le Syndicat de Coopération pour le Parc naturel régional des Vosges du Nord (SYCOPARC) qui est un syndicat mixte, regroupant les communes du Parc, les villes portes et les villes périphériques (Strasbourg, Metz,...), les Etablissements de Coopération Intercommunale, les deux départements ainsi que les deux régions. L'équipe du SYCOPARC est une équipe pluridisciplinaire composée d'une trentaine de personnes et chargée de plusieurs missions :

- Expertise, base de données, analyse, inventaire
- Impulsion de politiques
- Conseil et aide à la décision
- Garantie du respect des mesures de la Charte
- Expérimentation et innovation par des politiques nouvelles de gestion du territoire

L'équipe articule son action autour de quatre axes :

- Mission aménagement et gestion de l'espace
- Mission urbanisme et architecture
- Mission patrimoine naturel
- Mission développement culturel et médiation des patrimoines

Au-delà de ses missions, le SYCOPARC s'engage à répondre à une nouvelle attente, portant sur la conception et la définition de politiques d'ensemble, sur la mobilisation des partenaires envers ces politiques et sur la recherche de la meilleure cohérence dans les décisions.

En effet, le SYCOPARC travaille en association avec d'autres structures : l'Office National des Forêts, les chambres consulaires d'Alsace et de Lorraine, les Conseils économiques et sociaux d'Alsace et de Lorraine,

le Centre régional de la propriété forestière. La collaboration avec ces structures fait que les actions engagées sont le plus en adéquation possible avec les projets et les objectifs du Parc.

La mise en œuvre du programme Natura 2000 sur le PNRVN

Le Parc naturel régional des Vosges du Nord a été désigné opérateur pour plusieurs sites Natura 2000, sur lesquels il est aujourd'hui responsable de l'élaboration et de l'animation des documents d'objectifs. Ces documents correspondent à des plans de gestion établis pour une période de 6 ans dans l'objectif de préserver des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire.

2. Présentation du cadre de l'étude : le programme Natura 2000

L'étude des populations du Gomphe serpentin s'inscrit dans le cadre de la mise en place du programme Natura 2000 sur le Parc naturel régional des Vosges du Nord. Les principes du programme Natura 2000 sont présentés ci-joint (PNRVN 2006).

Pourquoi Natura 2000 ?

Depuis deux siècles, le nombre d'espèces végétales et animales diminue de manière accélérée. Concernés par cette érosion de la biodiversité sont non seulement les espèces rares, mais également des espèces ou des milieux naturels communs. La Communauté Européenne a donc décidé de préserver les espèces et les habitats naturels présents dans les pays membres en mettant en place un réseau écologique européen.

Un réseau écologique européen

Le projet Natura 2000 consiste à définir un réseau de sites d'intérêt écologique, représentatif de la diversité biologique européenne puis à préserver ces espaces. L'ensemble du réseau Natura 2000 doit à terme couvrir environ un cinquième du territoire européen.

Le réseau est constitué de deux types de sites :

- les espaces essentiels à la survie de certaines espèces d'oiseaux rares ou menacées. Chaque pays de l'Union Européenne propose des zones permettant de protéger ces espaces, qui sont nommées Zones de Protection Spéciale (ZPS, désignées au titre de la directive européenne « Oiseaux » (79/409/CEE) du 06/04/1979),
- les espaces destinés à protéger et à gérer de manière adaptée, des milieux naturels, des plantes, ou des espèces animales, actuellement rares et vulnérables. Ces sites sont proposés par les pays de l'Union Européenne, validés par la Commission Européenne. Ils sont nommés Zones Spéciales de Conservation (ZSC, désignées au titre de la directive européenne « Habitats-Faune-Flore » (92/43/CEE) du 21/05/1992). La directive « Habitat » comprend une liste des types d'habitats naturels (annexe I), d'espèces animales et végétales (annexe II) dont la conservation est d'intérêt communautaire.

La consultation

A partir du moment où les inventaires des richesses naturelles révèlent la présence des habitats et des espèces à protéger au titre des directives européennes, un site est proposé comme « site Natura 2000 ». Ce site,

défini par un périmètre et une liste d'espèces présentes, est alors transmis à la commission européenne, validé puis rendu officiel par le pays d'origine.

La concertation

L'intégration d'un site Natura 2000 dans le réseau est le lancement d'un projet de gestion et de protection spécifique au site. La France a fait le choix d'élaborer ces projets avec les acteurs locaux sur chaque site. Des groupes thématiques et un comité de pilotage définissent en commun les actions à mener.

La phase de concertation permet d'élaborer le document d'objectifs dans lequel le plan d'action fixe pour 6 ans les objectifs de conservation ainsi que les actions et les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir. Le comité de pilotage reste ensuite actif pendant toute la durée d'existence du site et participe aux décisions concernant la mise en œuvre du document d'objectifs, son évaluation et son évolution éventuelle.

La gestion

Un organisme est chargé de mettre en œuvre les actions prévues dans le document d'objectifs. Natura 2000 n'implique pas de nouvelles réglementations dans le périmètre du site. Les projets d'aménagement importants doivent néanmoins prendre en compte les espèces et habitats du site. L'animateur donne des conseils techniques pour permettre l'adaptation de ces projets aux enjeux écologiques du site.

L'évaluation

Afin d'évaluer si la gestion a été efficace pour la conservation du site, un bilan des actions est fait tous les 6 ans. Le document d'objectifs est alors adapté et un nouveau programme est élaboré pour 6 ans.

Natura 2000 au Parc naturel régional des Vosges du Nord

Les richesses écologiques des milieux naturels des Vosges du Nord, telles que les cours d'eau sur grès, les hêtraies-chênaies, les tourbières ou les friches humides ont permis le classement de plus de 16 000 ha en site Natura 2000. Sur le Parc sont concernés par ce dispositif les secteurs amont de l'ensemble des cours d'eau appartenant aux bassins versants de la Moder et de la Sauer, le camp militaire de Bitche ainsi que les zones forestières situées autour de la Petite Pierre et dans le pays de Bitche.

3. Présentation générale de la zone d'étude : les sites Natura 2000

L'étude s'est déroulée sur deux sites Natura 2000 de cours d'eau du Parc naturel régional des Vosges du Nord : « la Sauer et ses affluents » et « la Haute-Moder et ses affluents ». Il s'agit des ruisseaux de têtes de bassin sur grès remarquables pour leur bonne qualité chimique et pour leurs zones humides associées à une grande biodiversité.

Le site « La Sauer et ses affluents » a été proposé comme site d'intérêt communautaire par les préfetures en 1998 et le site « Haute-Moder et affluents » en 2002 après les consultations d'usage. Les deux sites ont donc été retenus pour intégrer le réseau Natura 2000.

3.1. Localisation des sites Natura 2000

Le site de la Haute-Moder et ses affluents

Le site Natura 2000 « Haute-Moder et affluents » se situe à cheval sur les départements de la Moselle (57) et du Bas-Rhin (67) dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord. Il s'étend sur 33 communes, comprend 277,8 kilomètres de cours d'eau et occupe une superficie de 3977,8 ha (PNRVN 2006).

Le site Natura 2000 correspond au haut du bassin de la rivière Moder qui est un affluent rive gauche du Rhin. Ses principaux affluents sont le Rothbach, la Zinsel du Nord, le Falkensteinbach et le Schwarzbach (cf. figure 1).



Fig. 1 : Carte du site « Haute-Moder et affluents » et sa situation dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord (Source : DOCOB Haute Moder et affluents, PNRVN 2006)

Le site de la Sauer et ses affluents

Ce site Natura 2000 se situe dans le département du Bas-Rhin et pour l'essentiel dans le Parc naturel régional des Vosges du nord. Il s'étend sur 17 communes, comprend environ 82 kilomètres de cours d'eau et occupe une superficie d'environ 770 ha (PNRVN 2007).

Le site Natura 2000 correspond au haut du bassin de la rivière Sauer qui est un affluent rive gauche du Rhin. Les principaux affluents de la Sauer sont le Steinbach, Markbach, Trautbach, Soultzbach, Dentelbach, Noethenbach, Heimbach et Schmelzbach (cf. figures 2 et 3).

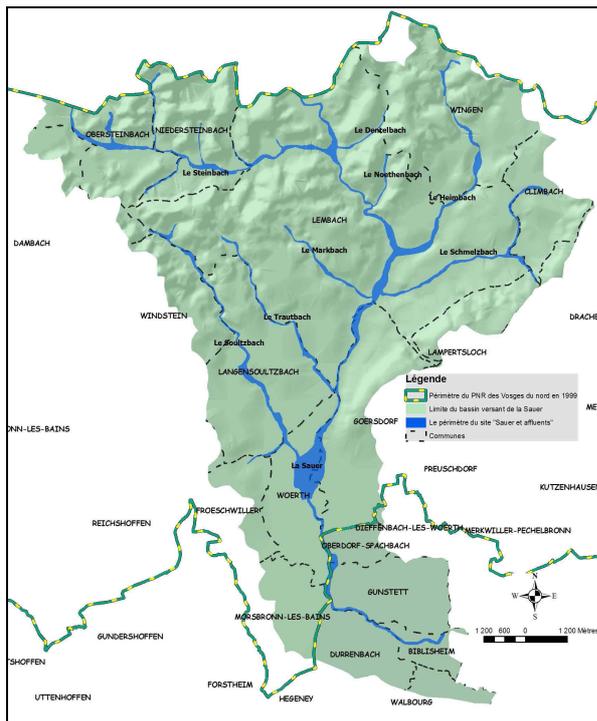


Fig. 2 : Carte du site « Sauer et affluents » (Source : DOCOB Sauer, PNRVN 2007)



Fig. 3 : Situation du site « Sauer et affluents » dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord (Source : DOCOB Sauer, PNRVN 2007)

3.2. Climatologie

Le massif des Vosges du Nord possède un climat continental et forme un obstacle au vent. Il profite néanmoins de précipitations assez importantes, de 850 à 1050 mm/an réparties régulièrement tout au long de l'année. Les pluies restent un peu plus importantes en été qu'aux périodes printanières et automnales, elles sont de manière générale plus abondantes que sur le plateau lorrain et le piémont alsacien. Cependant il existe des variations interannuelles des précipitations pouvant être très fortes.

La température moyenne est d'environ 9 °C sur une année. Le mois le plus froid est le mois de janvier (0 à 1 °C) et le mois le plus chaud celui de juillet (17 à 19 °C). Des températures extrêmes de -20 °C ont été relevées lors de certains hivers, comme en 2001, au niveau des têtes de vallons, en plus de gelées printanières assez fréquentes en avril et parfois même en mai. On note environ 80 à 85 jours de gel par an. Les périodes de sécheresse sont inexistantes (PNRVN 2007).

3.3. Géologie

Le grès vosgien représente le substratum majeur de l'amont du bassin de la Sauer et de la Moder et ses affluents. Les zones d'études s'inscrivent précisément dans le massif gréseux des Vosges du Nord. La géologie de la majorité de ce massif est assez simple. En effet, ces roches appartiennent à la série gréseuse du Buntsandstein (période du Trias).

Au Buntsandstein inférieur, la zone d'étude se situe dans une large cuvette à fond plat, où des sables fluviatiles fins se sont déposés en alternance avec des matériaux limono-argileux. Par la suite, ces dépôts ont durci et constitué le grès d'Annweiler que la Sauer draine entre Fischbach et la frontière française et qui se

retrouvent par conséquent sur quelques affluents de la Sauer (p. ex. le Steinbach). Au Buntsandstein moyen, la région se transforme en une grande plaine d'épandage pour les fleuves qui émanent d'anciens reliefs localisés sur l'actuel bassin parisien et du Morvan, étalant leurs alluvions sableuses et souvent des galets. Les levées fluviales ont formé des dépressions, où se sont déposés des sables fins, des silts et des argiles. Le climat était alors plus ou moins aride et des vents (du sud-est) modifiaient périodiquement les sables en nappes à stratification horizontale.

On distingue ainsi le grès d'Annweiler, grès rouge du Buntsandstein inférieur composé de sables fins et de silts argileux, le grès vosgien rose plus ou moins conglomératique déposé au Buntsandstein moyen et le grès bigarré du Buntsandstein supérieur (PNRVN 2007).

3.4. Hydrologie – Caractéristiques des rivières sur grès

Les cours d'eau sur grès des Vosges du Nord présentent, en raison de la nature particulière de la roche mère, des caractéristiques originales. En ce qui concerne les propriétés chimiques de l'eau, on note un pH plutôt acide, une faible minéralisation, une présence importante de fer, voire d'aluminium (surtout dans les eaux acides des têtes de bassin). Au niveau physique, on observe un régime faiblement variable (peu ou pas de phénomènes de crues liés au pouvoir tampon du grès), un courant moyen et une présence importante et inéluctable de sable dans le lit (PNRVN 2006).

Le pH

Lié à l'absence de calcium, l'eau possède un faible pouvoir tampon ce qui rend les ruisseaux de tête de bassin sensibles aux variations de pH. Au niveau des sources, le pH varie du très acide (pH inférieur à 5), lorsque le ruisseau traverse une zone tourbeuse ou marécageuse, au faiblement acide (pH proche de 6,5) sur les zones de plus forte pente. Vers l'aval, il se neutralise progressivement. En général, au bout d'une dizaine de kilomètres le pH est proche de 7. On peut avancer que le pH caractéristique des cours d'eau sur grès dans des conditions idéales tourne autour de 6 (PNRVN 2006).

La minéralisation

Les teneurs en minéraux des cours d'eau des Vosges du Nord sont globalement faibles (peu de chlorures, calcium, magnésium, potassium) même si celles-ci peuvent varier selon le type de substrat drainé. Ce phénomène est lié au grès vosgien qui confère à l'eau une très faible minéralisation. La conductivité de ces cours d'eau varie entre 50 et 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (à titre de comparaison, la conductivité atteint 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sur des cours d'eau calcaires) (PNRVN 2006).

La trophie

Les cours d'eau sur grès vosgien présentent des eaux oligotrophes (faible concentration en éléments nutritifs : $[\text{N-NH}_4^+] < 40 \mu\text{g}/\text{l}$ et $[\text{P-PO}_4^{3-}] < 20 \mu\text{g}/\text{l}$) à mésotrophes (concentration en nutriments moyenne : $40 < [\text{N-NH}_4^+] < 70 \mu\text{g}/\text{l}$ et $20 < [\text{P-PO}_4^{3-}] < 70 \mu\text{g}/\text{l}$). Il est difficile de fixer une référence concernant la charge naturelle en nutriments dans la rivière en raison de l'apport significatif des nombreux étangs et des habitations qui bordent les cours d'eau (PNRVN 2006).

Le sable

Le substrat gréseux est une roche sédimentaire qui est issue de l'agglomération d'un sable fin transporté, puis déposé durant l'ère secondaire (il y a 220 millions d'années) par des cours d'eau venus de

l'actuel Bassin Parisien. La propriété extrêmement fragile de cette roche se reflète dans la texture du fond du lit des cours d'eau des sites étudiés. Les eaux érodent la roche et amènent en permanence le sable dans la vallée, puis dans les cours d'eau. Une grande partie du sable présent dans les rivières est issue de ses propres forces érosives. Néanmoins la part de sable dans les cours d'eau résultant des activités humaines (érosion des chemins forestiers, mise à nu de terres agricoles, carrières de grès) est significative. Il reste cependant difficile d'évaluer la part de sable « naturel » et la part de sable « artificiel ».

A proximité des sources et sur les pentes les plus fortes, le gravier constitue le substrat majoritaire des fonds de ruisseaux. Le sable est présent localement dans les zones de plus faible courant. Un peu plus bas, dans les zones de pente plus faible, la proportion de sable devient plus importante. Le fond est caractérisé par un mélange sable-gravier. Encore plus bas dans la vallée principale, sur les cours d'eau de taille plus conséquente, le sable devient dominant. Dans quelques endroits le sable recouvre entièrement le fond du cours d'eau, sur une couche parfois importante (PNRVN 2006).

Végétation rivulaire

Les espèces adaptées au bord des cours d'eau sur grès sont peu nombreuses en raison de la pauvreté naturelle des sols. L'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) est de loin l'espèce la plus représentée. D'autres ligneux supportant une forte hygrométrie et présents en majorité en bordure des cours d'eau sur grès sont le Saule cendré (*Salix cinerea*), le Saule à oreillettes (*Salix aurita*), la Bourdaine (*Frangula alnus*) et la Viorne (*Viburnum opulus*). Les espèces caractéristiques des stations moins humides (bourrelets alluviaux) comme le Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) et le Chêne pédonculé (*Quercus robur*) sont également présentes.

La végétation des berges est essentiellement composée d'*Agrostis stolonifera*, Phragmites, Baldingère, Glyceries, Carex, fougères, Scrofulaires et Véroniques (PNRVN 2006).

4. Présentation des cours d'eau étudiés

La Moder

La Moder prend sa source au lieu dit Moderfeld et se jette dans le Rhin à l'aval du barrage d'Ifferzheim, après avoir rejoint la Zinsel du Nord. Le cours de la Moder est pratiquement rectiligne. La largeur de la rivière oscille entre 3 et 4 m de Wingen-sur-Moder à Wimmenau et atteint 5 à 6 m à Ingwiller. La hauteur d'eau atteint localement 1 m (COURTE et al. 2001).

Paramètres chimiques et physiques

La rivière principale est minéralisée, bien tamponnée et possède un niveau trophique élevé. Elle présente un pH neutre (pH 7,2). A l'aval de Wimmenau, la rivière se caractérise par des eaux eutrophes. Ce phénomène semble lié à la présence de nombreux étangs à Wingen-sur-Moder.

Au niveau de la zone de confluence avec la Zinsel du Nord et également au niveau de Bichwiller la qualité de la Moder est mauvaise voire très mauvaise. A l'amont de Wimmenau, on peut encore observer une bonne qualité physique de la rivière (lit mineur et berges diversifiés, substrat à dominance sableuse, lit majeur peu anthropisé). Cependant, à la traversée d'Ingwiller, la qualité devient « mauvaise » à cause de l'urbanisation du lit majeur. Les nombreuses plantations de résineux en fond de vallée entraînent également une dégradation du milieu aquatique. Plus en aval, la qualité physique de la rivière reste mauvaise à cause de nombreux travaux hydrauliques. De plus, l'alternance de zones rurales et urbaines et la présence de barrages infranchissables altèrent considérablement les caractéristiques naturelles du cours d'eau (PNRVN 2006).

Le Rothbach

Le Rothbach constitue l'affluent le plus important de la zone amont du bassin versant de la Moder. Il se jette dans la Moder au niveau de Pfaffenhoffen. La largeur est comprise entre 2 et 3 m et la profondeur entre 0,3 et 0,5 m (COURTE et al. 2001).

Paramètres physiques et chimiques

Le pH est légèrement acide. En amont de Wildenguth, les eaux présentent des concentrations en ammonium et des teneurs en phosphates plutôt faibles caractérisant des eaux mésotrophes. Ces paramètres de minéralisation augmentent de manière importante à l'aval du cours d'eau (rejets anthropiques: eaux domestiques et pisciculture) puis se stabilisent. Le pH augmente légèrement et devient neutre au niveau de Rothbach (COURTE et al. 2001).

La Zinsel du Nord

La Zinsel du Nord prend sa source près de Goetzenbruck et rejoint la Moder en amont de Haguenau. Son cours est torrentiel en amont et l'attaque des berges est généralisée. La largeur moyenne est de 3 m et la profondeur varie entre 0,3 et 0,5 m (COURTE et al. 2001).

Paramètres chimiques et physiques

La Zinsel du Nord est globalement mésotrophe et présente un pH neutre. La minéralisation, deux fois plus faible que celle du chevelu amont, reste quasiment stable tout le long de la rivière.

Malgré d'importantes potentialités naturelles, la qualité physique du cours d'eau est « médiocre » en amont de l'étang de Baerenthal où la présence de nombreux étangs détériore considérablement le lit de la rivière. On en trouve beaucoup moins de Baerenthal à Zinswiller, ce qui améliore la qualité physique du cours d'eau. Cependant, à la traversée de Zinswiller, la pression due aux activités anthropiques (blocage des berges, banalisation du lit mineur, urbanisation du lit majeur) entraîne à nouveau une détérioration de la qualité de la rivière. A l'aval, l'état s'améliore mais demeure de « bon à moyen » (PNRVN 2006)

Le Falkensteinbach

Le Falkensteinbach prend sa source à Heckenthal et se jette dans la Zinsel du Nord à Uttenhoffen. Il présente une largeur moyenne de 4 m et une profondeur moyenne de 0,3 m.

Paramètres chimiques et physiques

Le pH et la conductivité augmentent de l'amont vers l'aval (pH 6,2 en amont de Eguelshardt à pH 7,2 à Niederbronn). A l'amont de l'étang de Hanau, le cours d'eau est oligo-mésotrophe puis se charge fortement en nutriments provenant du camping et de la station de lagunage (COURTE et al. 2001).

En amont de Bannstein, la présence de barrages, d'étangs et le manque de ripisylve altèrent la qualité physique de la rivière. Celle-ci se trouve améliorée jusqu'à Niederbronn grâce à un enrichissement en ripisylve et à des méthodes d'aménagement : ici, les étangs sont placés en dérivation et non pas en barrage, comme à l'amont. Par contre, de Niederbronn à Huttenhoffen, l'urbanisation du secteur entraîne une détérioration notable de la qualité physique de la rivière. A l'aval de Reichshoffen, le lit majeur retrouve un aspect plus naturel et la qualité générale du cours d'eau devient bonne. Toutefois, le cours d'eau est marqué par l'artificialisation des berges, l'envahissement par les exotiques et une situation hydraulique légèrement perturbée sur ce secteur. Il

faut aussi noter un ensablement important de la rivière qui se concentre normalement dans les sections lenticques de la rivière (PNRVN 2006).

Le Schwarzbach

Le Schwarzbach prend sa source à Sturzelbronn et se jette dans le Falkensteinbach à Reichshoffen. Il présente une largeur moyenne de 3 à 4 m et une profondeur moyenne de 0,3 m. Il s'agit d'un cours d'eau à courant relativement faible.

Paramètres physiques et chimiques

Le Schwarzbach possède un pH proche de la neutralité (entre 6,2 et 6,9). Les eaux sont globalement mésotrophes et la qualité y est moyenne. Le milieu physique est plus altéré qu'au chevelu amont du Schwarzbach : l'ensablement y est plus prononcé, quelques étangs et seuils jalonnent le cours d'eau et une importante section a été canalisée au niveau de la traversée de Dambach (PNRVN 2006).

Le Fischbach

Le Fischbach prend sa source à Kohlhutte et se jette dans la Moder à Wingen sur Moder. Il présente une largeur moyenne d'environ 0,9 m. Le cours d'eau se caractérise par un lit naturel diversifié avec une bonne alternance de radiers et de courants plats sur graviers et sable.

Paramètres chimiques et physiques

Le Fischbach présente un pH un peu plus faible que les drains principaux (6,5 à 6,9) et est beaucoup plus pauvre en terme de nutriments. Il s'agit d'un cours d'eau peu aménagé (il ne présente par exemple pas d'étangs et n'est pas complètement planté de résineux) qui présente une qualité générale très bonne.

La Sauer

La Sauer est un affluent du Rhin. Elle prend sa source en Allemagne sur le versant Nord du mont Erlenkopf et rejoint le Rhin au niveau de Münchhausen. La géologie très changeante du bassin versant de la Sauer explique la présence relativement importante d'argiles et de silts dans les limons transportés par la rivière même très en amont (COURTE et al. 2001).

Paramètres chimiques et physiques

La Sauer est un cours d'eau neutre et méso-eutrophe. La qualité physique du cours d'eau est plutôt bonne, sauf dans le secteur de l'étang du camping du Fleckenstein. La concentration sédimentaire peut être importante par endroit (PNRVN 2007).

Le Steinbach

Le Steinbach est l'affluent principal de la Sauer en amont de Woerth et conflue avec celle-ci 3 km en amont de Lembach. Il prend sa source au pied du château de la Lutzelhardt, à la frontière allemande. Il possède une largeur moyenne de 1,5 m et une profondeur moyenne de 0,3 m (COURTE et al. 2001).

Paramètres chimiques et physiques

Le Steinbach possède des paramètres physico-chimiques assez différents des autres cours d'eau de tête de bassin des Vosges du Nord. Le pH atteint très rapidement la neutralité (7 à 7,5), les eaux possèdent une conductivité électrique assez importante (120 à 130 $\mu\text{S/cm}$), elles sont beaucoup plus chargées en ions (nitrates, phosphates et sulfates). L'eutrophisation de ce cours d'eau est très rapide. La qualité du cours d'eau est considérée comme « bonne » en aval d'Obersteinbach, comme « moyenne » entre Obersteinbach et Niedersteinbach et comme « mauvaise » à l'aval de Niedersteinbach. Le milieu physique est peu altéré : peu d'étangs et de modification du lit (PNRVN 2007).

5. L'état des connaissances sur le Gomphe serpent in au PNRVN

Dans le cadre de programme Nature 2000, des expertises ont été menées par le Parc naturel régional des Vosges du Nord depuis quelques années sur différents cours d'eau des sites « Haute-Moder et affluents » et « La Sauer et ses affluents » en vue de mieux connaître le Gomphe serpent in en général et de capitaliser un maximum d'observations concernant la phénologie¹ de l'espèce, ses exigences écologiques aux différents stades de son développement et l'état de ses populations. Les premiers travaux d'inventaire des adultes du Gomphe serpent in ont été menés en 1991 par JACQUEMIN et BOUDOT et en 2000 par JACQUEMIN afin de préciser les secteurs de présence de cette libellule. D'après ces inventaires, les populations du Gomphe serpent in sont distribuées de façon plus ou moins discontinue le long des cours d'eau suivants : la Sauer et son affluent le Steinbach, le Schwarzbach, le Falkensteinbach, la Zinsel du Nord et la Moder. Des expertises complémentaires sur cette espèce encore trop méconnue ont été conduites chaque année depuis 2001 par le Parc. Ainsi, des collectes d'exuvies ont été réalisées sur le Schwarzbach en 2001, sur la Sauer et son affluent le Steinbach en 2002 et sur le Rothbach et la Moder en 2003. Cette première phase d'étude a permis de mieux appréhender la réalité quantitative des populations sur ces cours d'eau. La Sauer a pu être identifiée comme prioritaire en termes de conservation et de suivi car elle présente des densités élevées de larves. Sur la Sauer, des inventaires sont donc menés plus régulièrement.

Les résultats quantitatifs obtenus pendant ces inventaires (réalisés respectivement entre fin juillet et début août) sont présentés dans le tableau 1.

D'après ces premières études, les populations du Gomphe serpent in ne sont donc pas du tout comparables d'un cours d'eau à l'autre. La Sauer procure à elle en 2002 seule 58 % de la récolte d'exuvie. Sur ce cours d'eau, la densité observée aux 100 mètres est plus de 4 fois supérieure aux meilleures stations du Schwarzbach et 10 fois supérieure aux densités observées sur le Rothbach. En ce qui concerne le sex-ratio, dans tous les échantillons représentatifs (hors Steinbach) un déséquilibre régulier et plus ou moins prononcé en faveur des femelles a pu être observé (MORELLE, 2005).

¹ L'étude des variations des phénomènes périodiques en relation avec les variations saisonnières du climat.

Tab. 1 : Résultats quantitatifs des inventaires menés par le Parc entre 2001 et 2007 (Source : PNRVN)

Cours d'eau	Date	Exuvies récoltées		Nombre total d'exuvies	Longueur du tronçon (m)	Densité/ 100 m	Sex-ratio*
		Nombre mâles	Nombre femelles				
SAUER (Moulin amont de Lembach)	2002	339	363	702	607	117	0,94
	2007	97	102	232	607	38	0,96
STEINBACH (ferme de Froensbourg)	2002	12	8	20	258	8	1,5
	2007	9	8	17	258	7	1,12
STEINBACH (Niedersteinbach)	2002	0	0	0	262	0	-
	2007	0	0	0	262	0	-
SCHWARZBACH (Windstein)	2001	150	176	326	1200	27	0,85
	2006	197	262	482	800	60,25	0,75
SCHWARZBACH (Dambach)	2001	23	35	58	550	10,5	0,65
ROTHBACH (au niveau de la carrière)	2003	53	55	108	940	11,5	0,96
MODER (Wimmenau)	2003	0	0	0	300	0	-

* nombre mâles/nombre femelles

6. La commande du Parc naturel régional des Vosges du Nord

Le Parc naturel régional des Vosges du Nord a été désigné opérateur des sites Natura 2000 « La Sauer et ses affluents » et « La Haute-Moder et ses affluents ». Ces deux sites hébergent des populations de Gomphe serpentin, une espèce de libellules d'intérêt communautaire faisant partie de l'Annexe II de la Directive Habitat. L'objectif du programme Natura 2000 est de maintenir les populations d'espèces et des habitats naturels d'intérêt communautaire dans un bon état de conservation. Pour cette espèce en particulier, le Parc a mis en place un dispositif de suivi depuis plusieurs années. L'étude qui m'a été confiée par le Parc consiste à compléter les quelques inventaires déjà menés et a pour objectif global d'améliorer la connaissance de la biologie et de l'écologie du Gomphe serpentin afin d'aboutir à terme à des propositions de gestion en terme de conservation de l'espèce.

Plus précisément, le travail demandé a pour objectifs principaux :

- d'améliorer la connaissance sur la biologie du Gomphe serpentin, notamment sur sa phénologie,
- d'améliorer la connaissance de la distribution spatiale du Gomphe serpentin dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord,
- d'améliorer la connaissance des conditions environnementales et des paramètres écologiques qui influencent sa distribution spatiale,
- de proposer des méthodes de suivi plus approfondies,
- et éventuellement d'aboutir à des préconisations de gestion pour la préservation de l'espèce.

II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE, HYPOTHÈSES ET PROBLÉMATIQUE

1. Présentation de l'espèce étudiée : le Gomphe serpentin – *Ophiogomphus cecilia* (Geoffroy in Fourcroy, 1785)

Classification

Phylum : *Arthropoda*, Subphylum : *Hexapoda*, Classe :
Insecta, Ordre : *Odonata*, Sous-ordre : *Anisoptera*,
Superfamille : *Aeshnoidea*, Famille : *Gomphidae*, Genre :
Ophiogomphus, Espèce : *cecilia*



Photo 1 : Gomphe serpentin, mâle

Statut de protection

Le Gomphe serpentin bénéficie d'une protection nationale selon l'arrêté du 22 juillet 1993. Il est protégé par la Directive Habitats de l'Union Européenne du 21 mai 1992 où il fait partie de l'Annexe II (espèce dont l'habitat est à protéger par la mise en place de sites Natura 2000) et de l'Annexe IV (espèce à protéger strictement même hors site Natura 2000). En plus, l'espèce est protégée dans le cadre de l'Annexe II (espèces de faune strictement protégées) de la convention de Berne, étant en vigueur depuis le 1^{er} mars 2002.

Sur les listes rouges, le Gomphe serpentin est marqué étant « en danger » au niveau européen et « vulnérable » en France et en Alsace (ODONAT/IMAGO 2005).

Caractéristiques de l'espèce

Adulte

Le Gomphe serpentin est une libellule de type Anisoptère : il présente une forme trapue, un abdomen cylindrique et allongé et des ailes postérieures plus larges à leur base que les antérieures. La taille moyenne de l'abdomen va de 37 à 42 mm, la longueur totale de 50 à 55 mm et l'envergure de 30 à 36 mm. Comme tous les représentants de la famille des Gomphidae, il présente des yeux largement séparés et des antennes composées de 4 articles. La tête, les yeux et la gorge des adultes sont verts vif avec des lignes noires étroites et fines. L'abdomen est noir avec des taches jaunes lancéolées dorsales qui vont en s'amincissant vers l'extrémité. Les pattes sont jaunes et noires. Le mâle possède des expansions latérales au 7^e, 8^e et 9^e segment abdominal. Les appendices supérieurs des mâles sont de même longueur que le 10^e segment mais ne sont pas plus longs que les appendices inférieurs. La lame supra-anale, un peu plus courte, est profondément échancrée et forme deux branches presque parallèles. La femelle présente deux tubercules dentés au niveau de l'occiput (AGUILAR et al. 1985 ; BELLMANN 1993 ; DOMMANGET 2002 ; HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993 ; SUHLING & MÜLLER 1996 ; SUHLING et al. 2005 ; WENDLER & NÜß 1994). La conformation du corps des libellules est présentée sur la figure 4.

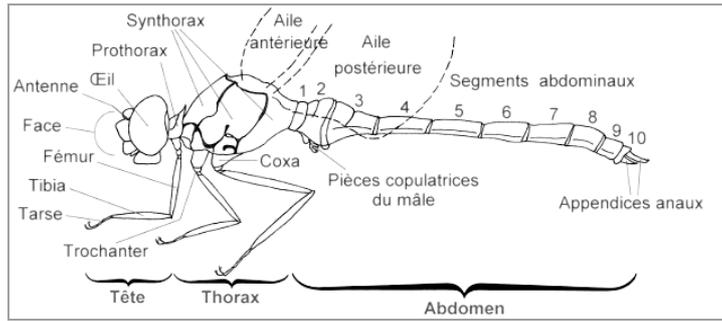


Fig. 4 : Conformation du corps d'une libellule. (Source : SFO)

Larve

Les larves présentent également les caractéristiques des Anisoptères : leur forme est trapue et sans lamelles caudales. Elles sont d'une couleur brunâtre et ont une forme large et aplatie. Dans le dernier stade, elles mesurent entre 29 et 32 mm et ont une largeur de tête supérieure à 6 mm. Elles présentent des épines latérales aux segments 7 à 9 et des épines dorsales très pointues aux segments 2 à 9. Leur labium est plat, les palpes labiaux droits à leur extrémité. Les antennes consistent en 4 articles très inégaux : le 4^e article présente une forme de bouton, le 3^e est aplati et au moins aussi large que le 1^{er}. (AGUESSE 1968 ; CLOUPEAU et al. 1987 ; DOMMANGET 2002 ; HEIDEMANN & SEIDENBUSCH 1993 ; SUHLING & MÜLLER 1996). La morphologie d'une larve de Gomphe serpentin est présentée dans la figure 5.

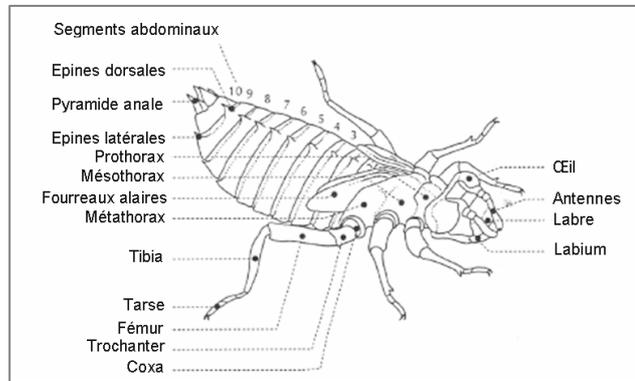


Fig. 5 : Morphologie d'une larve de Gomphe serpentin (Source : SUHLING & MÜLLER 1996).

Répartition géographique

En Europe et en France

La zone de distribution principale du Gomphe serpentin est située en Europe de l'Est. La limite de distribution vers l'est se trouve probablement au Kazakhstan, vers le nord dans la partie nord de la Finlande et de la Suède. En Suède, il n'est présent qu'au cercle polaire. Au Danemark, on le trouve seulement sur le continent. L'espèce se raréfie en Europe de l'Ouest mais atteint la péninsule ibérique (Espagne et Portugal). Dans le Sud-est, il parvient jusqu'à la Grèce du nord, à la Macédoine et au Caucase. En Allemagne, on la trouve relativement souvent surtout au bord de l'Oder, de la Neiß, de la Spree, dans les landes de Lunebourg et dans l'est de la Bavière. LINGENFELDER (2004) a identifié des populations de l'espèce dans la plupart des cours d'eau du Palatinat. Le Gomphe serpentin existe seulement localement dans le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, en Sarre, au bord de la Reuss et de l'Aare en Suisse, ainsi que dans la partie moyenne du Pô. Dans les Alpes suisses, des adultes ont été trouvés jusqu'à une altitude de 1300 m (MÜLLER & SUHLING 1995 ; SUHLING et al. 2005). La distribution du Gomphe serpentin en Europe est présentée dans la figure 6.

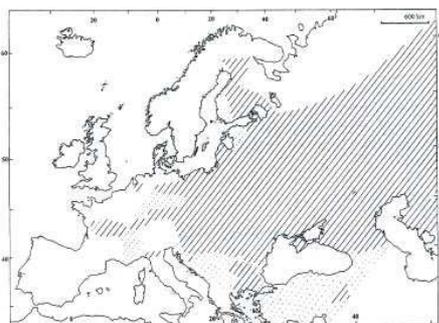


Fig. 6 : Répartition du Gomphe serpentin en Europe (Source : MÜLLER 1995)

En France, cette espèce est principalement présente dans trois secteurs : le plus important est le bassin de la Loire et de l'Allier dans lequel le Gomphe serpentin est observé régulièrement et où la population est florissante. Les prospections apportent assez régulièrement de nouvelles localités, de l'embouchure de la Loire aux vallées du versant sud-est du Massif central, ce qui peut signifier que l'espèce est en ce moment en phase d'extension en France ou bien que la répartition précise du Gomphe serpentin reste encore mal connue. Le deuxième secteur se trouve dans les Vosges du Nord dans lequel l'espèce est également régulièrement observée. Dans les petites rivières de ce massif gréseux, le Gomphe serpentin est encore localement abondant. Enfin, un troisième secteur, plus réduit et localisé, se situe dans la Crau (Bouches-du-Rhône) où l'espèce est mal connue. Quelques autres localisations anciennes ou récentes existent en France, comme par exemple en Alsace ou dans les Alpes, mais il n'est pas encore possible d'apporter des preuves de développement larvaire régulier et des précisions sur l'importance des populations présentes (DOMMANGET 2002). La répartition du Gomphe serpentin en France est présentée dans la figure 7.

Dans les Vosges du Nord

Le Gomphe serpentin est présent dans quasiment toutes les rivières principales du massif gréseux des Vosges du Nord. D'après JACQUEMIN et BOUDOT (1991) et JACQUEMIN (2000), qui ont mené des études sur les adultes du Gomphe serpentin, l'espèce est présente dans les cours d'eau suivants (de l'est vers l'ouest) : Sauer, Steinbach, Schwarzbach, Falkensteinbach, Zinsel du Nord et Moder. Les plus importantes populations connues à ce jour dans les Vosges du Nord sont localisées au nord du Parc Naturel Régional sur la Sauer et le Schwarzbach. Ces populations sont sans doute en contact avec celles présentes dans le Palatinat.

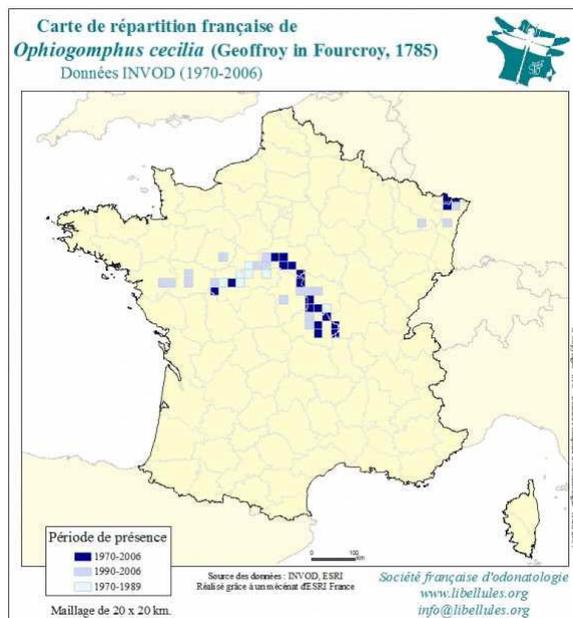


Fig. 7 : Répartition du Gomphe serpentin en France (Source : SFO)

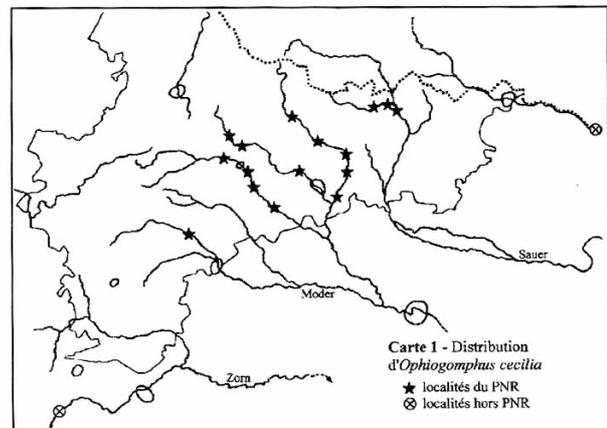


Fig. 8 : Distribution du Gomphe serpentin en Alsace-Lorraine (Source : JACQUEMIN & BOUDOT 2002)

Etat des populations en France

Les populations du Bassin de la Loire et de l'Allier ne paraissent actuellement pas menacés. Vraisemblablement, il existe des secteurs de développement pas encore répertoriés. Les populations des Vosges du Nord sont plus réduites, localisées et donc nettement plus sensibles. Certains biotopes sont menacés par la pollution et les perturbations du lit. En outre, la déprise agricole, qui est favorable dans un premier temps

concernant la transformation de prés de fauche en friches ouvertes, peut être défavorable à terme du fait d'une fermeture excessive. Pour les autres secteurs, des précisions ne peuvent pas être faites (DOMMANGET 2002).

Caractères biologiques

- Cycle de développement

La vie du Gomphe serpentin est caractérisée par un cycle de développement pluriannuel. Environ quatre semaines après la ponte (selon la température quelquefois jusqu'à 115 jours après au maximum), les œufs libèrent des larves qui vivent 2 à 5 ans dans l'eau, dans la plupart des cas 3 ans. Les larves se développent jusqu'à l'hiver. Au printemps suivant, elles reprennent leur activité et passent vraisemblablement 2 à 3 autres hivers avant de terminer leur développement. Elles sont marquées par une lente croissance qui est ponctuée par plusieurs mues : pour le Gomphe serpentin, 13 ± 1 stades ont été observés (SUHLING et al. 2005).

La métamorphose de la larve à la forme adulte commence entre fin mai et mi-juillet. Le début de cette phase d'émergence peut varier selon les régions et les types de cours d'eau. Pour effectuer la métamorphose, la larve se hisse hors de l'eau de quelques centimètres sur un support végétal ou directement sur la berge et s'extirpe lentement de son exuvie. Ensuite, la libellule s'envole. Le laps de temps entre la sortie de l'eau de la larve et l'envol de l'adulte varie en général entre 10 à 20 minutes et rarement quelques heures. L'émergence se déroule surtout durant la matinée, mais des observations de l'émergence de quelques individus ont été faites également au crépuscule (SUHLING & MÜLLER 1996).

La période de vol va en France de début juin à mi-octobre (DOMMANGET 2002). Les premiers vols sont réalisés dans des prairies proches du cours d'eau. La libellule immature s'éloigne de l'eau vers les forêts et friches avoisinantes pour une période de maturation sexuelle, pendant laquelle elle va sécher, révéler ses couleurs définitives et atteindre sa maturité sexuelle. Après cette phase d'environ une à deux semaines, elle retourne au cours d'eau pour trouver un partenaire pour la reproduction (SUHLING & MÜLLER 1996).

La période de reproduction s'étale de juin à mi-septembre. Les mâles passent alors une partie importante de la journée au bord de l'eau, chassant des insectes et cherchant des femelles pour se reproduire. Quand il s'agit des petits ruisseaux, ils se posent sur la végétation de la berge pour attendre les femelles. Dans les cas de grandes rivières (à partir d'une largeur de 20 m), ils volent au milieu du cours d'eau en cherchant une partenaire avec laquelle ils s'envolent ensuite dans les bois proches (SUHLING & MÜLLER 1996).

Après l'accouplement, la femelle émet lentement ses œufs qui forment une masse globuleuse à l'extrémité de l'abdomen. Elle vole ensuite au milieu du cours d'eau et libère ses œufs dans l'eau d'un courant faible dans des secteurs peu profonds et sableux, en affleurant la surface d'eau à plusieurs reprises (DOMMANGET 2002). A chaque ponte, la femelle libère au moins 260 (probablement jusqu'à 500) œufs (SUHLING et al. 2005). Une substance mucilagineuse fixe les œufs sur le substrat, évitant qu'ils soient entraînés par le courant (DOMMANGET 2002).

Dans les Vosges du Nord, les pontes se déroulent de juillet à septembre. Les adultes volent de juin à fin octobre.

- Régime alimentaire

Adulte

L'adulte étant zoophage, il chasse des insectes volants de petite et moyenne taille comme les petites mouches (Diptères), les Ephémères, les papillons (Lépidoptères) ou d'autres libellules (Odonates) de plus petite

taille. La libellule reconnaît sa proie exclusivement avec ses yeux. Elle la capture en vol avec ses pattes qui sont munis d'épines (SUHLING & MÜLLER 1996).

Larve

La larve se nourrit de petits animaux aquatiques dont la taille est généralement proportionnelle à la sienne et par conséquent en fonction du stade larvaire : Oligochètes, Hirudines, Mollusques, larves de Chironomes (Diptères), de Trichoptères, d'Ephémères et de Zygoptères. Elle mange également probablement de jeunes poissons de petite taille (MÜNCHBERG 1932). Il n'existe donc pas une spécialisation concernant le spectre de la proie. Ce dernier est vraisemblablement déterminé par la disponibilité, la consistance, la taille et le comportement de la proie (MÜLLER 1995).

La larve du Gomphe serpentin utilise plusieurs stratégies de chasse : elle est capable de chasser enfouie dans le substrat mais aussi à la surface du substrat. En général, elle chasse à l'affût (voir figure 9). Elle peut localiser sa proie visuellement et à l'aide des oscillations dans l'eau ou dans le sol. Elle la capture grâce à son masque préhensile qu'elle déploie violemment pendant qu'elle avance avec un mouvement saccadé du corps : la larve sort du substrat en une fraction de seconde, fixe la proie et revient à la même position qu'avant (MÜLLER 1993 ; SUHLING & MÜLLER 1996).

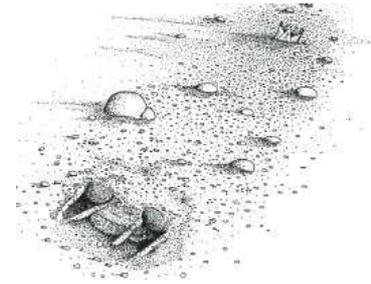


Fig. 9 : La chasse à l'affût du Gomphe serpentin (Source : SUHLING & MÜLLER 1996)

- Antagonistes et concurrents

Adulte

Les prédateurs principaux des adultes sont des araignées et des oiseaux comme entre autres les *Motacilla alba*, *Emberiza schoeniclus*, *Passer domesticus*, *Passer montanus* (MÜLLER 1995). Pendant leurs premiers vols, les adultes sont quelquefois capturés par d'autres Anisoptères.

Larve

Les prédateurs les plus importants des jeunes larves sont des larves plus grandes de la même espèce : le cannibalisme est fréquent. Selon le stade larvaire, les prédateurs peuvent être d'autres larves d'Odonates, Ephémères, Trichoptères et écrevisses. Par leur mode de vie inactive et caché, les larves sont relativement bien adaptées à la prédation des poissons. D'après SUHLING & MÜLLER (1996), pas mal d'oiseaux mangent les larves pendant leur émergence.

- Activité, mobilité et potentiel de prévalence

Les larves du Gomphe serpentin, qui sont surtout d'activité nocturne, se déplacent d'après des études en laboratoire en moyenne de 2,6 cm par jour (SUHLING & MÜLLER 1996). Les larves quittent très rarement le substrat. La dérive des jeunes stades larvaires a été prouvée régulièrement par MÜLLER (1995).

Pendant la période de maturation, les imagos sont capables de parcourir une distance relativement grande de 5 à 10 km (éventuellement jusqu'à 25 km) et volent jusqu'à une altitude de 1000 m dans les montagnes. Le rayon d'action des mâles au niveau du cours d'eau et des zones terrestres est habituellement d'environ 400 m, mais des distances de 3 km peuvent être parcourues. La capacité d'une prévalence à grande distance du Gomphe serpentin est plutôt faible (SUHLING & MÜLLER 1996).

Habitat et exigences écologiques

Le Gomphe serpentin dépend de cours d'eau naturels et diversifiés avec une bonne qualité d'eau, de bancs de sables propres et de secteurs bien ensoleillés. Il a besoin d'une mosaïque de paysages sur de grandes zones comprenant des zones ouvertes en friches, des zones naturelles boisées, des zones de bordures à végétation dense, des haies et des prairies.

Adulte

Le Gomphe serpentin est une espèce héliophile et rhéophile. Il affectionne particulièrement les cours d'eau bien ensoleillés assez diversifiés et à forte naturalité. Il se développe dans les milieux lotiques permanents dont les eaux sont de bonne qualité et bien oxygénées. Il est présent jusqu'à une altitude de 1000 m environ.

L'adulte colonise les zones ouvertes ensoleillées en bordure des cours d'eau. Il est présent dans les petits cours d'eau mais aussi dans les cours inférieurs et moyens des grandes rivières. Dans le cas des petits cours d'eau, les adultes sont généralement observés dans les zones abritées par un boisement léger où l'ombrage ne dépasse généralement pas 50 à 60 % (WERZINGER & WERZINGER, 1995). D'après des études allemandes, la section minimale de cours d'eau favorable au maintien d'une population, c'est à dire à la reproduction des imagos et au développement larvaire, est estimée à 5 kilomètres (DOMMANGET 2002).

Pour la ponte, la femelle choisit des bancs de sables propres à lame d'eau peu profonde (autour de 50 cm) et à courant faible ou moyen. Pendant la période de maturation sexuelle, les mâles et femelles vivent éloignés de l'eau et se tiennent souvent dans des clairières ensoleillées, des zones en friche ouvertes et les lisières des bois proches. Quand leur développement est achevé, seuls les mâles passent une partie importante de leur journée au bord de l'eau. Ils choisissent un poste d'affût au soleil à quelques centimètres au-dessus de l'eau, d'où ils guettent les femelles. Les postes d'affût sont en général des éléments végétaux émergents, surplombant l'eau ou dominant la rive ou des banquettes sablo-argileuses émergées. Les mâles sont donc facilement repérables au bord du cours d'eau. Les femelles ont un comportement plus discret et s'observent rarement au bord de l'eau. Elles se tiennent souvent dans les zones de friches ouvertes et ensoleillées à l'écart des rivières et ne reviennent apparemment au cours d'eau que pour s'accoupler et pondre (DOMMANGET 2002).

La répartition spatiale du Gomphe serpentin est complexe. Les mâles sont irrégulièrement repartis sur l'intégralité du profil au long du cours d'eau. Les densités les plus fortes sont observées dans des secteurs ouverts fortement ensoleillés où l'écoulement de la rivière est rapide. Les secteurs ouverts sont donc très utilisés pour l'affût, les milieux très fermés très peu (MORELLE 2002).

Larve

La larve se développe principalement dans les rivières bordées d'une abondante végétation aquatique et riveraine. L'importance des cours d'eau colonisés est très variable : elle va des petites rivières dans les Vosges au fleuve et aux rivières du bassin de la Loire. La larve vit au fond de la rivière, enfouie à la surface du substrat, dans de petites dépressions balayées par le courant. Elle se tient dans des zones d'un courant d'au moins 0,4 à 0,8 m/s et est capable de creuser dans différents types de sédiment. On la trouve surtout dans des parties sablonneuses contenant des substrats plus grossiers comme du gravier et des pierres. Elle évite les fonds vaseux. Dans des cours d'eau très froids (température en été < 15 °C), le Gomphe serpentin n'est pas présent. La larve dépend probablement d'une teneur en oxygène élevé, mais des données concrètes sur ce sujet n'existent pas (MÜLLER 1995).

2. Hypothèses

La synthèse bibliographique a permis de formuler les hypothèses suivantes et de les tester dans le cadre de ce travail :

- Les larves se tiennent dans des parties sablonneuses du cours d'eau contenant des substrats plus grossiers comme du gravier et des pierres. Elles évitent les fonds vaseux.
- Les larves se tiennent dans des zones d'un courant d'au moins 0,4 à 0,8 m/s.
- Les larves ne sont pas présentes dans des cours d'eau froids d'une température en été inférieure à 15 °C.
- Les larves sont influencées par la pollution des eaux.

3. Problématique

Le Gomphe serpentin est une espèce de libellule rare et encore assez mal connue. Les connaissances sur son écologie sont limitées. La littérature sur cette espèce est peu fournie. Les quelques études menées sur le Gomphe serpentin ont été réalisées sur des grandes rivières comme la Loire ou l'Oder en Allemagne (MÜLLER 1995 ; 2002 ; 2004). Il s'agit de systèmes hydrologiques aux caractères complètement différents de ceux que l'on retrouve dans les Vosges du Nord. Ces derniers sont marqués par un ensablement important lié notamment au substrat gréseux de la roche mère et une taille beaucoup plus petite. Les résultats de ces études ne sont donc pas forcément applicables aux populations de Gomphe serpentin des Vosges du Nord.

Les connaissances sur les peuplements odonatologiques des cours d'eau des Vosges du Nord restent aussi fragmentaires. Jusqu'à maintenant, des informations sur l'aspect quantitatif des différentes espèces présentes n'existent pas. Pourtant, ces informations sont importantes pour pouvoir juger de la santé d'une rivière.

Pour pouvoir conserver le Gomphe serpentin, il est essentiel de connaître sa distribution. Les travaux d'inventaires menés par JACQUEMIN ont uniquement été réalisés sur la base de l'observation des adultes. Ils sont à vérifier et compléter à l'aide des inventaires d'exuvies car les études des imagos et des adultes n'apportent pas toujours la preuve du caractère autochtone de l'espèce dans l'habitat, notamment pour les Anisoptères très mobiles. Les études sur les adultes n'apportent en outre qu'une information limitée, pas forcément représentative du spectre odonatologique de l'habitat (aspect qualitatif) et ce n'est pas pertinent pour obtenir une estimation de la productivité odonatologique de l'habitat de développement larvaire (aspect quantitatif).

L'étude de la distribution spatiale et l'évaluation de l'intérêt des différents cours d'eau pour le Gomphe serpentin constituent une base pour sa conservation et la mise en place d'un suivi. La connaissance de la phénologie de l'espèce permet d'évaluer les populations de l'espèce, de connaître le pic d'abondance et enfin d'affiner le suivi : elle permet d'identifier la période optimale sur laquelle il doit être régulièrement effectué.

Pour la conservation du Gomphe serpentin, il est également essentiel de connaître ses exigences écologiques. Les libellules passent une importante partie de leur vie sous forme de larves enfouies dans le fond des rivières. Ainsi, les caractéristiques du substrat ont un rôle déterminant. L'aptitude d'un substrat comme habitat est principalement défini par sa qualité physique. Des facteurs comme la vitesse de l'eau et la granulométrie qui en découle, conditionnent la qualité locale du substrat et influencent donc la colonisation du fond du cours d'eau.

Les paramètres chimiques peuvent aussi avoir une influence sur la présence de larves dans un cours d'eau. L'identification des paramètres écologiques déterminant les habitats des larves est fondamentale pour la conservation du Gomphe serpentini.

Cette étude se consacre donc à la caractérisation des populations de Gomphe serpentini dans les Vosges du Nord et à la compréhension de sa distribution spatiale. Elle s'inscrit dans le cadre de la problématique suivante :

Quelles sont les exigences écologiques du Gomphe serpentini, notamment en phase larvaire ?

La problématique se divise en plusieurs sous-questions :

- Quelle diversité odonatologique présentent les cours d'eau sur grès ?
- Sur quelle période s'étale l'émergence du Gomphe serpentini ?
- Quels sont les secteurs de présence les plus favorables au Gomphe serpentini dans les Vosges du Nord ?

III. MÉTHODOLOGIE

Afin de répondre à la problématique, j'ai procédé de la manière suivante.

1. La constitution de la base de l'étude

1.1. Le travail bibliographique

Le travail bibliographique a été mené tout au long de l'étude. Divers ouvrages sur les libellules m'ont permis d'élargir mes connaissances sur la biologie, le comportement et l'écologie des libellules en général et sur les différentes espèces existantes.

La littérature sur les gomphes en particulier est rare. SUHLING et MÜLLER (1996) se sont consacrés à l'écologie des gomphes d'Europe. MÜLLER (1995) a étudié l'écologie des larves de gomphe dans le cadre d'une dissertation. On ne trouve pas d'autres ouvrages sur les gomphes en général et ceux sur le Gomphe serpentin en particulier n'existent pas. Seules quelques publications concernant cette espèce sont disponibles. Elles m'ont permis de mieux comprendre la vie des gomphes et de ses larves et d'élaborer ainsi la méthodologie du travail sur le terrain.

Des études menées dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord et particulièrement dans les sites Natura 2000 de la Sauer et la Moder m'ont aussi fourni des informations qui m'ont aidée à traiter, comparer et analyser les résultats de mon étude.

1.2. La prise de contact avec les auteurs et les odonatologues

Comme les ouvrages relatifs au Gomphe serpentin sont rares et la possibilité de s'informer de cette façon sur l'espèce est limitée, j'ai contacté les auteurs des différents ouvrages afin de mieux me renseigner sur cette libellule. A partir de ces premiers contacts, de nouveaux contacts avec d'autres personnes ayant déjà travaillé sur ce sujet (sans publication) ont pu être établis.

1.3. L'approche transfrontalière avec le territoire allemand

L'étude a aussi nécessité une approche transfrontalière avec le territoire allemand, aussi bien pour des raisons d'ordre scientifique (la Sauer prend sa source en Allemagne), institutionnel (coopération franco-allemande au sein de la Réserve de Biosphère Transfrontalière) que méthodologique. J'ai donc rencontré des naturalistes allemands et organisé une journée d'inventaire en collaboration avec eux afin de mettre en place un cadre de suivi transfrontalier :

J'ai participé à une rencontre d'odonatologues allemands qui travaillent sur l'élaboration d'un atlas des libellules dans le Palatinat. Cette rencontre m'a permis de discuter avec les naturalistes sur le sujet de mon étude.

Sur la base des contacts pris avec les spécialistes de libellules, j'ai organisé une rencontre franco-allemande d'odonatologues à la Maison du Parc le 29 juillet 2008. L'objectif de cette journée d'échange scientifique était d'établir un premier contact entre spécialistes des odonates, d'exposer les différents sujets d'étude de part et d'autre de la frontière et d'identifier des thèmes communs pour de futurs projets franco-

allemands. La matinée a été consacrée à la présentation de suivis et d'études en cours et a permis de confronter les approches méthodologiques. L'après-midi a été mise à profit d'une part pour la recherche d'exuvies et d'autre part pour l'observation des individus adultes à la Zinsel du Nord. Une liste des participants se trouve dans la partie « contacts » à la fin du rapport.

2. La phase de terrain

2.1. Le choix des cours d'eau étudiés et des stations de relevés

Afin d'étudier les populations de Gomphe serpentin et de décrire les peuplements odonatologiques des cours d'eau sur grès, il est essentiel d'inventorier les deux grands types de cours d'eau présents dans le Parc : les rivières principales et les affluents.

Comme représentant des rivières principales, nous avons choisi la Sauer car, d'après les études menées les années précédentes par le Parc, elle présente la plus grande population de Gomphe serpentin comparativement au Schwarzbach, au Rothbach et à la Moder. La Sauer est ainsi la rivière principale la plus adaptée pour étudier la période d'émergence du Gomphe serpentin et donc pour analyser sa phénologie.

Comme représentant des affluents, nous avons choisi le Fischbach. Il s'agit d'un affluent moyen qui n'est pas pollué et qui n'est pas trop aménagé : il n'est par exemple pas complètement planté de résineux et ne présente pas d'obstacles majeurs et d'étangs altérant la qualité physique de l'eau. En outre, il présente des caractéristiques peu modifiées au niveau du substrat ou du lit : il est relativement peu ensablé et présente un lit mineur très proche de la naturalité. Hébergeant le cortège piscicole typique des ruisseaux de têtes de bassin de bonne qualité (truite, lamproie, chabot), il s'apparente à un ruisseau de référence en terme de qualité écologique. Le Fischbach présente donc les caractéristiques appropriées pour étudier l'importance des affluents pour les libellules et notamment le Gomphe serpentin.

Afin de préciser les secteurs de présence du Gomphe serpentin, des inventaires d'exuvies du Gomphe serpentin ont été réalisés par le Parc pendant les années précédentes sur le Schwarzbach, sur la Sauer et son affluent le Steinbach, sur le Rothbach et sur la Moder. Ces expertises, qui permettent d'approcher la réalité quantitative des populations des cours d'eau sur grès dans le Parc, ont été complétées dans le cadre de mon étude sur le Falkensteinbach et la Zinsel du Nord qui sont les seules rivières principales qui n'aient jamais été inventoriées.

Enfin, la comparaison des différents cours d'eau et la définition de deux sections d'étude sur un même cours d'eau présentant des paramètres similaires mais étant différents en un ou deux paramètres permettent d'étudier les exigences écologiques du Gomphe serpentin.

Ainsi, sur la Sauer et le Falkensteinbach, nous avons choisi respectivement deux tronçons différents notamment au niveau de la vitesse du courant et du substrat. Sur le Fischbach, nous avons choisi un tronçon d'étude se situant dans une zone boisée et un autre dans une zone ouverte.

En outre, nous avons choisi une partie de la Zinsel du Nord située à Mouterhouse et son canal de décharge pour l'étude des exigences écologiques. Ces deux parties de ruisseaux qui coulent parallèlement présentent des caractéristiques différentes notamment au niveau du substrat. Nous avons donc choisi un tronçon

d'étude sur la partie naturelle et un autre sur le canal de décharge afin de pouvoir évaluer l'influence de ce paramètre sur la présence de l'espèce.

Remarque : il s'agit d'un site Natura 2000 sur lequel le Parc a prévu d'effectuer des travaux d'amélioration du cours d'eau naturel afin de décolmater celui-ci et de restaurer les populations de poissons (intérêt du propriétaire). En outre, des vaches (Highland cattle) ont été introduites afin d'éviter la fermeture du milieu entre le cours d'eau naturelle et le canal de décharge. Afin d'évaluer ces travaux, un état des lieux au départ des travaux doit être effectué. L'étude des peuplements odonatologiques sur cette partie de cours d'eau permet donc également d'identifier l'état des populations de libellules présentes avant et après les travaux pour pouvoir évaluer l'influence de ces travaux et l'impact éventuel des vaches sur le cortège des libellules.

Ce choix permet également de comparer des cours d'eau à température, taille et qualité d'eau différentes.

2.2. La description des stations de relevés

Afin de mieux connaître les habitats des larves du Gomphe serpent, j'ai étudié les caractéristiques des secteurs de cours d'eau sur lesquels j'ai réalisé des prospections, mais également ceux sur lesquels des études antérieures avaient été menées.

Des paramètres comme la vitesse du courant, le substrat, la profondeur, la largeur, le pH et la température ont été évalués pour décrire les caractéristiques des cours d'eau aux stations de relevés. En outre, des profils en travers des différentes stations ont été dressés. Toutes les mesures ont été réalisées en juillet et en août. Les méthodes de réalisation de cette description sont présentées ci-joint.

Analyse du substrat

La méthode la plus précise d'analyse de la granulométrie est basée sur le tamisage des différentes fractions du substrat et leur pesage. A partir de la masse totale du substrat tamisé, les pourcentages de la masse des différentes fractions du substrat peuvent être calculés. Des tamis d'une maille de 10 mm, 5 mm, 2,5 mm et 1 mm ont été mis à disposition par le Parc. Une pelle de substrat a été prélevée du cours d'eau à trois endroits d'un tronçon d'étude. Après avoir mélangé le substrat enlevé, 2 litres du substrat ont été analysés. Comme fréquemment le substrat des cours d'eau sur grès est relativement fin, la maille des tamis disponibles était trop grande pour pouvoir distinguer les différentes fractions de sable et de limon. En outre, dans les parties de cours d'eau à courant fort, les fractions fines du substrat étaient emportées par le courant pendant le prélèvement du substrat. Par conséquent, j'ai dû appliquer une autre méthode d'analyse de substrat : à l'aide d'un aquascope, le substrat a été examiné au milieu du cours d'eau sur une surface de 1 m² et les pourcentages des différentes fractions du substrat ont été estimés (cf. photo 2). Cette analyse descriptive du substrat a été effectuée à au moins trois endroits par tronçon d'étude.

La définition des différentes fractions du substrat se reporte à la classification du substrat d'après CUMMINS (1962) (cf. tableau 2).



Photo 2 : Analyse du substrat à l'aide d'un aquascope

Tab. 2 : Classification du substrat d'après CUMMINS (1962)

Intitulés des fractions	Fraction (mm)
limon	0,000-0,050
sable très fin	0,050-0,125
sable fin	0,125-0,250
sable moyen	0,250-0,500
sable grossier	0,500-1,000
sable très grossier	1,000-2,000
gravier	2,000-16,00
blocs	> 16,00

Vitesse du courant

Des instruments hydrologiques pour la détermination exacte de la vitesse du courant n'étaient pas disponibles. La vitesse superficielle de l'eau a donc été mesurée à l'aide d'un chronomètre et d'un élément flottant. Elle a été calculée à partir du temps nécessaire pour la dérive de trois mètres de cet élément. Les mesures de vitesse ont été effectuées au milieu du cours d'eau à au moins trois endroits par tronçon d'étude, selon que les conditions de vitesse restaient relativement constantes ou non. A chaque point de mesure, 10 mesures ont été prises à partir desquelles la vitesse superficielle moyenne a été calculée.

Largeur et profondeur du cours d'eau

La largeur et la profondeur ont été mesurées à six endroits par tronçon d'étude. Lorsqu'il y avait des fortes variations de ces paramètres le long de la section d'étude, le nombre de mesures a été augmenté. Par exemple sur la section Sauer amont, 14 mesures (une mesure tous les 10 m environ) de profondeur ont été prises. Ces mesures ont été effectuées en juillet. Il faut noter que le niveau d'eau a fortement diminué pendant la période de prospection sur toutes les sections d'étude.

pH et température

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre (Lutron YK - 2001PH) sur chaque section d'étude. La température de l'eau a également été mesurée.

Profil en travers

Un profil en travers fournit une indication de la naturalité d'un cours d'eau. Sur chaque tronçon d'étude, trois profils en travers ont donc été décrits. Les endroits de relevés ont été choisis aléatoirement, mais sont situés à peu près au début, au milieu et à la fin du tronçon de cours d'eau étudié. Sur la Zinsel du Nord à Baerenthal, le cours d'eau est relativement varié. Ainsi, six profils y ont été décrits. Pour le secteur d'étude du Schwarzbach entre Windstein et Jaegerthal, seulement deux profils sont disponibles (nous avons constaté que le premier profil n'est plus situé dans la zone d'étude).

Les profils en travers des différentes sections d'étude ont été décrits de la manière suivante : la profondeur a été mesurée et le substrat a été décrit en travers du cours d'eau. En outre, la forme des berges a été détaillée.

Le nombre de mesures de profondeur a été adapté à la largeur du cours d'eau. Par exemple sur le Fischbach qui présente une largeur moyenne d'environ 1,00 m, les mesures ont été effectuées tous les 0,10 m, sur les cours d'eau d'une largeur entre 2,00 et 5,00 m environ, tous les 0,30 m et sur les parties présentant une largeur d'environ 5 m au plus, la profondeur a été mesurée tous les 0,50 m. Le substrat a été décrit à l'aide d'un aquascope utilisé en travers du profil.

Qualité de l'eau

L'étude de COURTE et al. (2001) a été consultée pour décrire la qualité biologique, chimique, physique et globale des secteurs de cours d'eau étudiés.

Diversité de l'écoulement

La diversité du cours d'eau au niveau du secteur étudié a été décrite en prenant en compte la variation de la largeur, de la profondeur, de la vitesse et du substrat.

2.3. La réalisation d'inventaires

Afin de mieux connaître les peuplements odonatologiques des cours d'eau sur grès, de comprendre le cycle du Gomphe serpentin et des autres espèces présentes, d'évaluer l'intérêt des différents cours d'eau pour le Gomphe serpentin et ainsi d'identifier ses exigences écologiques, j'ai réalisé des inventaires sur plusieurs portions de cours d'eau. Les investigations se sont attachées principalement à réunir des données sur les larves et leur émergence en récoltant les reliquats de la vie larvaire des différentes espèces : les exuvies (dépouille du dernier stade larvaire).

La collecte des exuvies

La recherche et la collecte systématique d'exuvies constituent une méthode très fiable permettant de collecter des informations concernant l'importance des populations (informations quantitatives), le sex-ratio, les zones aquatiques importantes pour la conservation de l'espèce au stade larvaire (stade déterminant la bonne santé d'une population), ainsi que les habitats préférentiels d'émergence.

L'étude des exuvies permet un prélèvement sans nuisance pour les populations et apporte une image de l'importance des populations larvaires bien plus fiable que le comptage des mâles présents dans le milieu. Les investigations étaient donc axées sur la recherche des enveloppes larvaires laissées par les animaux après l'émergence (passage de l'état larvaire à l'état adulte) sur les rives des cours d'eau.



Photo 3 : Collecte d'exuvies au Falkensteinbach

Ce travail de collecte nécessite de scruter minutieusement la berge et la végétation rivulaire mètre après mètre. Afin d'éviter le piétinement des berges et pour faciliter le repérage des exuvies, la recherche a été effectuée depuis les cours d'eau.

Les exuvies récoltées sur une portion de cours d'eau ont été placées dans une boîte. Toutes les exuvies présentes sur une portion de cours d'eau ont été collectées, y compris les autres espèces différentes du Gomphe serpentin.

Détermination, sexage et comptage des exuvies

Chaque exuvie collectée a été comptée et passée sous binoculaire afin de réaliser l'identification des espèces et de déterminer le sexe de chaque individu. La détermination s'est essentiellement effectuée d'après HEIDEMANN & SEIDENBUSCH (2002) et FRANKE (1979).



Photo 4 : Détermination, sexage et comptage des exuvies

Détails de mise en place des inventaires

Entre le 28 avril et le 10 septembre, des inventaires ont été réalisés sur 6 différents sites de cours d'eau. Jusqu'à fin mai, j'ai effectué la collecte d'exuvies seule, à partir de juin, un autre stagiaire a participé à ce travail de terrain.

L'étude de la phénologie

La réalisation d'inventaires répétés à intervalles de temps constants sur les mêmes portions de cours d'eau a permis de collecter des informations concernant la période d'émergence des exuvies et ainsi la phénologie des différentes espèces présentes.

L'étude de la période d'émergence des différentes espèces s'est déroulée sur 6 secteurs distincts situés sur la Sauer, la Zinsel du Nord (à Mouterhouse) et sur le Fischbach. Les passages ont été effectués entre le 28/04/2008 et le 10/09/2008.

Sauer :

Sur la Sauer, les passages ont été effectués environ tous les 10 jours entre le 28/04/2008 et le 10/09/2008 sur deux stations :

- Sauer amont : en amont de la scierie de Lembach,
- Sauer aval : à l'aval de la scierie de Lembach.

Les trois premières collectes (jusqu'au 19/05/2008) ont été réalisées sur respectivement 150 m de cours d'eau à la station amont et la station aval. Après, les deux tronçons ont été raccourcis à 125 m compte tenu du temps nécessaire à la réalisation de la récolte sur ces secteurs.

Zinsel du Nord :

Sur la Zinsel du Nord, les passages ont été effectués environ tous les 15 jours à partir du 28/05/2008 jusqu'au 26/08/2008 sur deux stations différentes :

- Zinsel du Nord partie naturelle : à l'aval de Mouterhouse,
- Zinsel du Nord canal de décharge : à l'aval de Mouterhouse.

Les récoltes d'exuvies ont été effectuées sur respectivement 75 m de cours d'eau.

Fischbach :

Sur le Fischbach, les passages ont été effectués environ tous les 10 jours à partir du 05/05/2008 jusqu'au 20/08/2008 sur également deux stations :

- Fischbach secteur ouvert : en amont de l'aire de pique-nique de Wingen-sur-Moder,
- Fischbach secteur boisé : à l'aval de l'aire de pique-nique de Wingen-sur-Moder.

Les collectes d'exuvies ont été réalisées sur respectivement 100 m de cours d'eau.

L'étude de la distribution spatiale

Afin de compléter les expertises déjà menées par le Parc et de pouvoir ensuite préciser les secteurs de présence du Gomphe serpentin dans les Vosges du Nord, j'ai effectué de nouvelles campagnes d'inventaire sur les cours d'eau non encore inventoriés.

Outre les campagnes d'inventaires réalisées sur la Sauer, la Zinsel du Nord à Mouterhouse et le Fischbach, des campagnes d'inventaires de respectivement 2 journées ont été menées sur deux sections de cours d'eau supplémentaires :

- le Falkensteinbach à Philippsbourg,
- la Zinsel du Nord à l'aval de Baerenthal.

L'inventaire sur le Falkensteinbach s'est déroulé les 15 et 16 juillet 2008 et sur la Zinsel du Nord les 29 et 30 juillet 2008. Les collectes d'exuvies ont été réalisées sur respectivement 500 m de cours d'eau. Cependant, le secteur d'étude du Falkensteinbach a été divisé en deux tronçons : l'un est situé dans un environnement ouvert et l'autre dans une zone boisée. Pour l'exécution de la récolte des exuvies à la station de la Zinsel du Nord à Baerenthal, une journée d'inventaire en collaboration avec des odonatologues allemandes a été organisée (29 juillet 2008).

3. L'analyse des données et des résultats

Les données accumulées durant la période de mon stage et les résultats qui en découlent ainsi que l'ensemble des données issues d'études antérieures ont été analysées.

Phénologie

Afin de décrire la synchronisation d'émergences, l'intervalle de temps pendant lequel la moitié d'exuvies est émergée a été calculé. Un petit intervalle de temps indique une synchronisation élevée d'émergences.

Comme l'intervalle entre les passages sur la Sauer n'était pas toujours exactement le même, le nombre d'exuvies émergées par jour a été calculé et intégré dans toutes les analyses de la phénologie.

Sex-ratio

Afin d'évaluer s'il existe une différence significative entre le nombre d'émergences de femelles et le nombre d'émergences de mâles de la population du Gomphe serpentifère sur le site d'étude de la Sauer, un test de comparaison de distribution (test χ^2) a été appliqué.

Exigences écologiques

Afin d'évaluer s'il existe une corrélation entre le nombre d'exuvies et les différents paramètres caractérisant les cours d'eau étudiés, une régression linéaire simple et une régression linéaire pas à pas ascendante, descendante et double a été réalisée sur l'ensemble des variables quantitatives. Les variables qualitatives ont été analysées avec la méthode d'une analyse de variance (ANOVA). Mais aucun paramètre n'a pu être mis en évidence au cours de cette analyse statistique, le nombre de relevés étant trop faible. Une comparaison simple des variables relevées avec le nombre d'exuvies collectées sur les différents cours d'eau a donc été réalisée en vue d'identifier les exigences écologiques des larves du Gomphe serpentifère.

IV. RÉSULTATS

1. Les caractéristiques des secteurs de cours d'eau étudiés

1.1. Localisation

La localisation des sites étudiés dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord est présentée dans la figure 10. Une liste des données GPS des stations de relevés se trouve en Annexe 2.

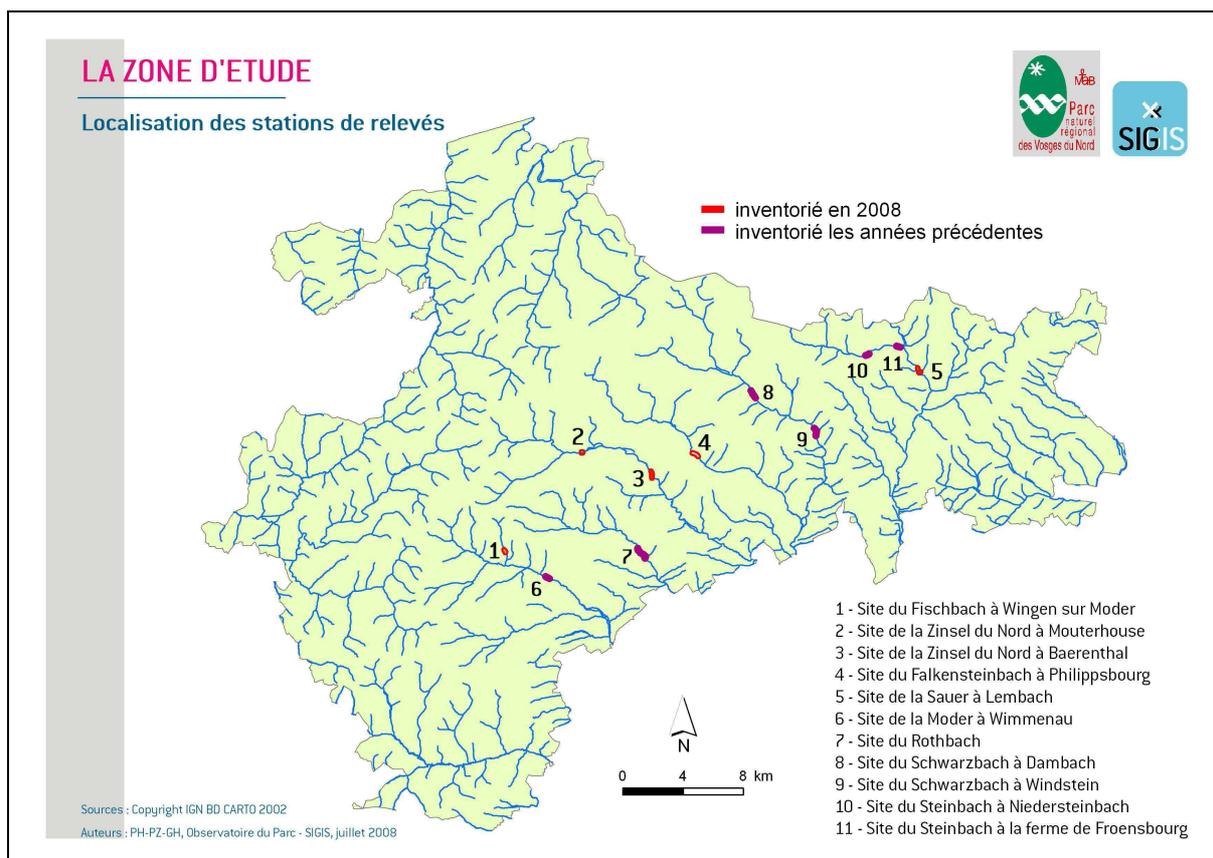


Fig. 10 : Localisation des site étudiés dans le Parc naturel régional des Vosges du Nord (Source : SIGIS, 2008)

1.2. Description des tronçons d'étude

Les résultats de la description des stations de relevés sont rassemblés dans le tableau 3 : il présente les paramètres considérés comme la largeur et la profondeur du cours d'eau, la vitesse du courant, le pH, la température et la qualité de l'eau. Un tableau détaillant la composition du substrat des secteurs de cours d'eau étudiés se trouve en Annexe 3 et les profils en travers en Annexe 4. Une description générale des secteurs étudiés est présentée ci-joint.

1.2.1. Les tronçons inventoriés dans le cadre de mon stage en 2008

Le site de la Sauer à Lembach

La zone d'étude sur la Sauer se divise en deux stations : le secteur en amont de la scierie de Lembach et le secteur à l'aval de cette scierie.

Le secteur amont

Le secteur d'étude se situe dans une zone forestière. Le cours d'eau est bordé de quelques aulnes (*Alnus glutinosa*). Les berges sont à 100 % couvertes de végétation. Le cours d'eau présente un substrat sableux sur toute la longueur du tronçon. Quelques endroits près de la berge sont vaseux sur le côté droit du cours d'eau, sur le côté gauche, des blocs sont présents par endroits. Ce secteur de cours d'eau est marqué par un caractère relativement naturel présentant une structure diversifiée notamment au niveau de la profondeur d'eau. Du bois mort est présent dans l'eau.

Le secteur aval

Le secteur d'étude se situe dans une zone forestière. Le cours d'eau est bordé d'aulnes (*Alnus glutinosa*) et de quelques frênes (*Fraxinus excelsior*). Les berges sont couvertes à 70 % de végétation le long du secteur entier. Ce secteur est marqué par un courant fort et donc un substrat grossier composé essentiellement de gravier. Près de la berge, du sable et par endroits des blocs sont présents. Le cours d'eau présente une structure diversifiée au niveau de la profondeur.



Photo 5 : Le secteur amont de la Sauer

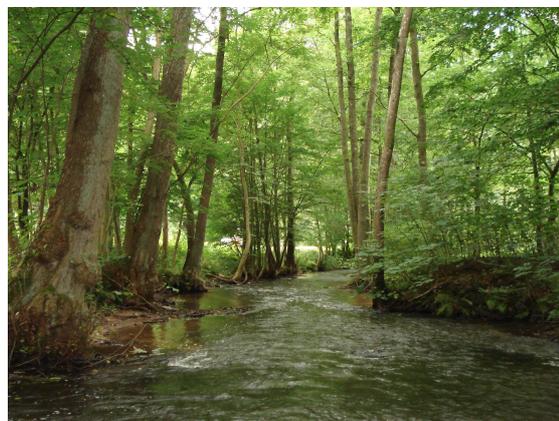


Photo 6 : Le secteur aval de la Sauer

Le site de la Zinsel du Nord à l'aval de Mouterhouse

Ce site se divise en deux stations : le secteur sur la partie « naturelle » de la Zinsel du Nord et le secteur sur son canal de décharge à l'aval de Mouterhouse.

Le secteur « naturel »

Ce secteur se situe dans un milieu relativement ouvert. La rive droite est bordée d'une ripisylve composée de charmes (*Carpinus betulus*), aulnes (*Alnus glutinosa*), hêtres (*Fagus sylvatica*) et chênes (*Quercus robur*). La rive gauche est bordée d'un pré. Ici, aucun arbre est présent. La berge droite est couverte à 60 % de végétation le long du secteur entier, la berge gauche présente un recouvrement du sol de 100 % de végétation.

Le substrat est très homogène sur toute la longueur du tronçon : au milieu du cours d'eau et sur le côté droit le substrat est composé de limon et de sable relativement fin. Le côté droit est complètement limoneux. Ce secteur de cours d'eau est très homogène. Il est complètement colmaté et présente un caractère peu naturel.

Le secteur du canal de décharge

Ce secteur se situe dans une aulnaie (*Alnus glutinosa*). Les berges sont couvertes à 60 % de végétation. La berge gauche présente une forte pente. La berge droite est légèrement dégradée suite au piétinement par les bovins. Le substrat, composé de sable, de blocs et de gravier, est très hétérogène le long du tronçon d'étude. Ce secteur de cours d'eau est marqué par une structure très diversifiée non seulement au niveau de la largeur, mais encore au niveau du substrat et de la vitesse du courant, il présente donc un caractère plus naturel que le tronçon de la Zinsel du Nord à côté.



Photo 7 : Le secteur « naturel » de la Zinsel du Nord (Mouterhouse)



Photo 8 : Le secteur du canal de décharge de la Zinsel du Nord (Mouterhouse)

Le site du Fischbach à Wingen-sur-Moder

Ce site se divise en deux stations : le secteur ouvert en amont de l'aire de pique-nique à Wingen-sur-Moder et le secteur boisé à l'aval de l'aire de pique-nique.

Le secteur ouvert

Le secteur étudié se situe dans une zone ouverte à côté de la forêt, il est bordé de quelques arbustes isolés. Les berges sont couvertes à 100 % de végétation le long du secteur entier. Le substrat est sableux, contenant du gravier. Il s'agit d'un petit ruisseau sinueux aux caractéristiques proches de la naturalité, notamment au niveau du substrat et du lit mineur.

Le secteur boisé

Le secteur étudié se situe dans une zone boisée composée d'aulnes (*Alnus glutinosa*), hêtres (*Fagus sylvatica*) et épicéas (*Picea abies*). Il s'agit d'un secteur très fermé. La végétation ripicole est donc partiellement peu présente. Ce tronçon est marqué par un substrat hétérogène. On y trouve des endroits sableux en alternance avec des zones de gravier et de blocs. Il s'agit d'un secteur de cours d'eau sinueux très proche de la naturalité présentant une structure très diversifiée notamment au niveau du substrat. Il est peu ensablé.



Photo 9 : Le secteur ouvert du Fischbach



Photo 10 : Le secteur boisé du Fischbach

Le site du Falkensteinbach à Philippsbourg

La zone d'étude du Falkensteinbach est située à l'aval de Philippsbourg et se divise en deux secteurs : le premier tronçon est situé dans un environnement ouvert et le deuxième dans une zone boisée.

Le secteur ouvert

Ce tronçon d'étude légèrement sinueux se situe dans un environnement ouvert et ne présente quasiment pas de ripisylve. Les berges sont couvertes à 100 % de végétation. Le substrat est essentiellement composé de sable mélangé par endroits avec du gravier et des blocs. Il s'agit d'un cours d'eau relativement diversifié au niveau de la profondeur. De la végétation aquatique est présente sur tout le tronçon d'étude.

Le secteur boisé

Le secteur étudié traverse une zone boisée. Le cours d'eau légèrement sinueux est bordé de quelques aulnes (*Alnus glutinosa*). La densité de la végétation ripicole est relativement faible. Le substrat est composé de sable et de gravier. Sur les côtés, le cours d'eau présente par endroits un mélange de sable, gravier et blocs. Les caractéristiques du cours d'eau changent beaucoup le long du tronçon d'étude. Le cours d'eau présente une structure diversifiée notamment au niveau de la vitesse du courant et de la composition du substrat. Le cours d'eau est marqué par un courant très fort par endroits.



Photo 11 : Le secteur ouvert du Falkensteinbach



Photo 12 : Le secteur boisé du Falkensteinbach



Photo 13 : Le site de la Zinsel du Nord à Baerenthal

Le site de la Zinsel du Nord à Baerenthal

Le tronçon étudié est sinueux et se situe dans une zone ouverte, mais traverse une aulnaie sur environ 50 m. Dans cette partie, le cours d'eau est bordé d'aulnes (*Alnus glutinosa*). Dans la zone ouverte, les berges sont couvertes à 100 % de végétation. Ce secteur est caractérisé par un substrat relativement hétérogène. On y trouve des zones sablonneuses mais aussi des zones composées de sable et de gravier voire des zones présentant des blocs, du gravier et du sable. Le cours d'eau présente donc une structure relativement diversifiée au niveau du substrat, mais aussi au niveau de la largeur.

1.2.2. Les tronçons inventoriés pendant les années précédentes par le Parc

Le Schwarzbach

Sur le Schwarzbach, des études ont été réalisées dans deux secteurs différents : le secteur aval du seuil Maginot à Dambach (tronçon de 550 m de longueur) et le secteur allant de Windstein jusqu'à l'étang des forges de Jaegerthal sur le ban communal de Niederbronn-les-Bains (tronçon de 1200 m de longueur).

Le secteur à Dambach

Le tronçon d'étude est situé dans une zone ouverte. Les berges sont de 100 % couvertes de végétation. Le substrat est sableux sur toute la longueur du cours d'eau. Près des berges, le sable est par endroits mélangé avec du gravier voire avec du limon. De la végétation aquatique est présente tout au long du tronçon. Ce secteur présente une structure relativement peu diversifiée.

Le secteur entre Windstein et Jaegerthal

Le cours d'eau coule dans un environnement plutôt ouvert en passant par un secteur plus forestier sur 80 m environ dans lequel une saulaie arbustive a complètement colonisé le lit mineur. Le secteur ouvert est riche en végétation hélophile. La traversée du hameau est canalisée par des murs de pierres à hauteur d'une habitation. Le ruisseau retrouve ensuite des caractéristiques plus naturelles. Au milieu du ruisseau, le substrat

consiste principalement en sable fin et devient plus limoneux vers les berges. Par endroits, des blocs sont présents sur les côtés. Il s'agit d'un secteur de cours d'eau relativement peu diversifié.



Photo 14 : Le secteur du Schwarzbach à Dambach



Photo 15 : Le secteur du Schwarzbach à Windstein

Le Rothbach

Le secteur d'étude (tronçon de 940 m de longueur) se situe à l'amont du village de Rothbach, non loin de la limite communale, au niveau des carrières dans une zone légèrement boisée. Il est riche en végétation hélophile. Le substrat est sableux au milieu du ruisseau et devient de plus en plus limoneux vers les bords. Il s'agit d'un cours d'eau d'une structure relativement peu diversifiée notamment au niveau du substrat, la vitesse du courant et la largeur du ruisseau. Le cours d'eau est marqué par un envasement du lit vers les bords.

La Moder

Le secteur d'étude (tronçon de 300 m de longueur) se situe directement à l'aval de Wimmenau dans un secteur plutôt ouvert. Les berges sont riches en végétation hélophile. Le substrat au milieu du cours d'eau est par endroits uniquement composé de sable et par endroits de gravier. Des zones de substrat composé d'un mélange de gravier et de sable sont également présentes. Vers les bords, le substrat est composé de sable et de gravier, de sable et de limon ou d'un mélange de sable, gravier et blocs. Il s'agit d'un secteur de cours d'eau d'une structure diversifiée notamment au niveau du substrat. On peut également noter une forte variation de la largeur du cours d'eau.



Photo 16 : Le site du Rothbach



Photo 17 : Le site de la Moder

Le Steinbach

La zone d'étude sur le Steinbach se divise en deux stations : le secteur amont situé à l'aval immédiat du terrain de foot de Niedersteinbach (tronçon de 262 m de longueur) et le secteur aval situé à l'aval immédiat de la ferme de Froensbourg sur le ban communal de Lembach (tronçon de 258 m de longueur).

Le secteur amont à Niedersteinbach

Le cours d'eau coule dans un environnement ouvert en passant un secteur boisé d'aulnes (*Alnus glutinosa*) sur 30 m environ. Le secteur ouvert est riche en végétation de berges. Au milieu du ruisseau, le substrat est globalement sableux. Vers les bords, du limon est présent par endroits. Du gravier est rarement présent. Ce secteur de cours d'eau est caractérisé par une structure peu diversifiée. Le substrat, la vitesse du courant et la profondeur sont relativement homogènes.

Le secteur aval à la ferme de Froensbourg

Le tronçon du cours d'eau étudié se situe dans une zone ouverte. La végétation des berges est abondante. Ce secteur est caractérisé par un substrat relativement hétérogène. On y trouve des zones sablonneuses mais aussi des zones composées de sable et de gravier voire des zones présentant du sable, des blocs et du gravier. Quelques endroits près de la berge sont vaseux. Ce secteur est donc caractérisé par une structure diversifiée notamment au niveau du substrat mais aussi au niveau de la vitesse du courant.



Photo 18 : Le secteur du Steinbach à Niedersteinbach



Photo 19 : Le secteur du Steinbach à la ferme de Froensbourg

La Sauer

La zone d'étude se situe également en amont de la scierie à Lembach. Ce tronçon d'étude est plus long (262 m) que le secteur étudié pendant cette année mais présente les mêmes caractéristiques.

Tab. 3 : Description des stations de relevés (Toutes ces données ont été relevées au cours de mon étude en 2008, sauf les données sur la qualité de l'eau qui ont été reprises de l'étude de COURTE et al. (2001).)

site	secteur	largeur (m)			profondeur (m)			vitesse (m/s)			substrat dominant	diversité de l'écoulement	T (°C)	pH	qualité				nombre d'exuvies/100 m *
		min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
SAUER	amont	6,40	8,10	7,10	0,34	0,80	0,51	0,28	0,50	0,47	sable	très diversifié	18	7,12	bonne	moyenne	bonne	bonne	594
	aval	6,00	7,50	6,70	0,20	0,70	0,45	0,73	1,01	0,82	gravier	diversifié	18	7,12					218
ZINSEL DU NORD (Mouterhouse)	naturel	3,00	4,45	3,50	0,21	0,40	0,32	0,32	0,36	0,34	sable et limon	homogène	17	7,02	moyenne	moyenne	mauvaise	moyenne	1
	canal de décharge	2,50	5,40	4,20	0,20	0,50	0,40	0,15	0,40	0,33	sable et blocs	très diversifié	18	7,12					0
FISCHBACH	ouvert	0,80	1,30	1,00	0,10	0,14	0,13	0,29	0,37	0,33	sable	diversifié	11	6,94	-	-	bonne	bonne	0
	boisé	1,10	1,70	1,40	0,05	0,09	0,07	0,25	0,34	0,28	sable	diversifié	11	6,87					0
FALKEN-STEINBACH	ouvert	3,60	5,00	4,20	0,24	0,53	0,40	0,41	0,47	0,44	sable	diversifié	15	7,12	moyenne	moyenne	bonne	moyenne	74
	boisé	3,40	4,10	3,70	0,25	0,45	0,35	0,48	0,93	0,71	sable	diversifié	15	7,12					31
ZINSEL DU NORD (Baerenthal)	aval de Baerenthal	4,40	7,10	5,50	0,25	0,55	0,50	0,28	0,34	0,30	sable	très diversifié	18	6,98	bonne	moyenne	bonne	moyenne	3
SCHWARZ-BACH	Dambach	4,10	5,50	4,90	0,35	0,60	0,45	0,39	0,44	0,42	sable	homogène	14	6,69	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	11
	Windstein	4,20	5,60	4,90	0,70	1,20	0,80	0,28	0,32	0,30	sable et limon	homogène	14	7,09	mauvaise	moyenne	moyenne	mauvaise	44
ROTHBACH	carrière	3,80	4,30	4,00	0,30	0,50	0,40	0,45	0,50	0,48	sable	homogène	11	6,80	mauvaise	mauvaise	mauvaise	mauvaise	12
MODER	Wimmenau	5,80	7,90	6,50	0,34	0,52	0,44	0,41	0,46	0,44	sable et gravier	diversifié	12	7,00	mauvaise	mauvaise	bonne	mauvaise	0
STEINBACH	Niedersteinbach	2,00	4,20	2,80	0,20	0,30	0,23	0,39	0,42	0,40	sable	homogène	11	7,37	moyenne	mauvaise	moyenne	mauvaise	0
	ferme de Froensbourg	2,50	3,40	3,00	0,16	0,25	0,20	0,33	0,63	0,48	sable	diversifié	12	7,53	moyenne	mauvaise	bonne	mauvaise	7
SAUER	amont scierie	6,40	8,10	7,10	0,34	0,80	0,51	0,28	0,50	0,47	sable	très diversifié	18	7,12	bonne	moyenne	bonne	bonne	78

* la moyenne du nombre d'exuvies aux 100 m pendant toutes les années de prospection

2. Les peuplements odonatologiques des cours d'eau sur grès

La recherche d'exuvies a permis d'identifier les peuplements odonatologiques des différents cours d'eau. En tout, 2774 exuvies ont été collectées dans l'ensemble des zones d'étude. Les espèces présentes sur les sites étudiés sont listées dans le tableau 4. Des précisions concernant la densité d'exuvies sur 100 m sur les différents secteurs permettent d'estimer et de comparer l'importance des populations. Quelquefois, seule une exuvie d'une espèce a été trouvée sur tout un secteur, ce qui indique qu'une population saine de l'espèce concernée n'est pas forcément présente. Par exemple sur la Zinsel du Nord à Mouterhouse, une seule exuvie du Gomphe serpentini a été trouvée pendant toute la période de prospection.

Les rivières principales

Les cours d'eau sur grès sont donc relativement riches en espèces. 11 espèces différentes ont été déterminées sur l'ensemble des sites de cours d'eau étudiés : Gomphe serpentini (*Ophiogomphus cecilia*), Gomphe vulgaire (*Gomphus vulgatissimus*), Onychogomphe à pinces (*Onychogomphus forcipatus*), Cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltonii*), Chlorocordulie métallique (*Somatochlora metallica*), Aeshne bleue (*Aeshna cyanea*), Orthétrum bleuissant (*Orthétrum coerulescens*), Libellule fauve (*Libellula fulva*), Caloptéryx vierge (*Calopteryx virgo*), Caloptéryx éclatant (*Calopteryx splendens*) et Pennipatte bleuâtre (*Platycnemis pennipes*).

D'après le nombre d'exuvies récoltées, le Gomphe serpentini et le Gomphe vulgaire apparaissent comme les espèces les plus abondantes sur l'ensemble des cours d'eau étudiés. Le Caloptéryx vierge est également relativement bien représenté. Le Caloptéryx éclatant, le Cordulégastre annelé et la Chlorocordulie métallique sont un peu moins abondants. Le nombre d'Aeshne bleue, Onychogomphe à pinces, Orthétrum bleuissant et Libellule fauve est plutôt faible.

Les affluents

Sur le site du Fischbach, représentant les ruisseaux, deux espèces uniquement étaient présentes pendant la période de prospection : le Cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltonii*) et le Caloptéryx vierge (*Calopteryx virgo*).

Les affluents sont plus pauvres en terme de nutriments que les rivières principales et ont un caractère plus acide et plus frais. Le développement des larves dépend de la température de l'eau : il est plus lent dans des eaux fraîches. Les affluents sont donc moins favorables au développement des larves que les rivières principales qui présentent en général une température de l'eau plus élevée. Par conséquent, ils hébergent moins de larves de libellules.

2.1. Analyse

L'analyse de ces données met en évidence les exigences écologiques de certaines espèces :

Cordulie métallique (*Somatochlora metallica*)

La Cordulie métallique se reproduit généralement dans les étangs, les étangs tourbeux, les lacs, les tourbières à sphaignes, parfois dans les ruisseaux lents et les ruisseaux assez rapides (GRAND & BOUDOT, 2006). La présence de la Cordulie métallique sur la Zinsel du Nord à Mouterhouse peut être expliquée par la présence d'étangs situés à proximité.

Tab. 4 : Les espèces présentes sur les sites étudiés

Site	Secteur	Espèces	Densité aux 100 m
Fischbach	ouvert	Caloptéryx vierge (<i>Calopteryx virgo</i>)	14
		Cordulégastre annelé (<i>Cordulegaster boltonii</i>)	21
	boisé	Caloptéryx vierge (<i>Calopteryx virgo</i>)	6
		Cordulégastre annelé (<i>Cordulegaster boltonii</i>)	6
Sauer	amont	Caloptéryx éclatant (<i>Calopteryx splendens</i>)	14
		Caloptéryx vierge (<i>Calopteryx virgo</i>)	20
		Gomphe vulgaire (<i>Gomphus vulgatissimus</i>)	308
		Gomphe serpentin (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)	582
		Cordulégastre annelé (<i>Cordulegaster boltonii</i>)	4
		Zygoptères indéterminées	33
	aval	Caloptéryx éclatant (<i>Calopteryx splendens</i>)	3
		Caloptéryx vierge (<i>Calopteryx virgo</i>)	4
		Gomphe vulgaire (<i>Gomphus vulgatissimus</i>)	82
		Gomphe serpentin (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)	207
Cordulégastre annelé (<i>Cordulegaster boltonii</i>)	13		
Zygoptères indéterminées	2		
Zinsel du Nord (Mouterhouse)	"naturel"	Caloptéryx éclatant (<i>Calopteryx splendens</i>)	21
		Caloptéryx vierge (<i>Calopteryx virgo</i>)	50
		Aeshne bleue (<i>Aeshna cyanea</i>)	3
		Gomphe vulgaire (<i>Gomphus vulgatissimus</i>)	216
		Gomphe serpentin (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)	1
		Cordulégastre annelé (<i>Cordulegaster boltonii</i>)	9
		Chlorocordulie métallique (<i>Somatochlora metallica</i>)	1
		Zygoptères indéterminées	58
	canal de décharge	Caloptéryx vierge (<i>Calopteryx virgo</i>)	12
		Aeshne bleue (<i>Aeshna cyanea</i>)	1
Gomphe vulgaire (<i>Gomphus vulgatissimus</i>)	192		
Onychogomphe à pinces (<i>Onychogomphus forcipatus</i>)	1		
Cordulégastre annelé (<i>Cordulegaster boltonii</i>)	21		
Chlorocordulie métallique (<i>Somatochlora metallica</i>)	24		
Zygoptères indéterminées	24		
Zinsel du Nord (Baerenthal)	aval de Baerenthal	Caloptéryx éclatant (<i>Calopteryx splendens</i>)	3
		Pennipatte bleuâtre (<i>Platycnemis pennipes</i>)	55
		Gomphe vulgaire (<i>Gomphus vulgatissimus</i>)	1
		Gomphe serpentin (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)	3
		Onychogomphe à pinces (<i>Onychogomphus forcipatus</i>)	4
		Cordulie métallique (<i>Somatochlora metallica</i>)	1
		Libellule fauve (<i>Libellula fulva</i>)	1
		Orthétrum bleuisant (<i>Orthétrum coerulescens</i>)	1
Falkensteinbach	ouvert	Gomphe vulgaire (<i>Gomphus vulgatissimus</i>)	2
		Gomphe serpentin (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)	74
		Onychogomphe à pinces (<i>Onychogomphus forcipatus</i>)	3
	Cordulégastre annelé (<i>Cordulegaster boltonii</i>)	1	
	boisé	Aeshne bleue (<i>Aeshna cyanea</i>)	1
		Gomphe vulgaire (<i>Gomphus vulgatissimus</i>)	1
Gomphe serpentin (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)		31	
Onychogomphe à pinces (<i>Onychogomphus forcipatus</i>)	1		
Zygoptères indéterminées	1		

Cordulégastre annelé (*Cordulegaster boltonii*)

Les larves de Cordulégastre annelé se développent dans les eaux courantes, principalement rivières et ruisseaux à cours rapide (AGUILAR et al., 1985). Les résultats de mes inventaires confirment cette affirmation. Cette espèce semble préférer les zones à courant élevé. Ainsi, sur la Sauer, plus d'exuvies ont été collectées dans le secteur aval que dans le secteur amont (courant plus lent). Sur la Zinsel du Nord à Mouterhouse, le secteur présentant un courant plus fort (canal de décharge) a aussi permis de récolter plus d'exuvies de cette espèce.

Aeschne bleue (*Aeshna cyanea*)

L'Aeschne bleue est présente dans toutes les eaux stagnantes et également dans les rivières lentes (GRAND & BOUDOT, 2006). Sa présence dans le secteur « naturel » de la Zinsel du Nord peut être expliquée par le caractère calme de ce ruisseau.

3. Le Gomphe serpent : structure de population et période d'émergence

La réalisation d'inventaires répétés à intervalle de temps constant sur des mêmes portions de cours d'eau a permis d'évaluer la structure de la population du Gomphe serpent présente dans la Sauer.

Sur les trois cours d'eau inclus dans l'étude de la période d'émergence du Gomphe serpent (Sauer, Zinsel du Nord à Mouterhouse et Fischbach), seule la Sauer héberge une population suffisamment importante permettant d'étudier la période d'émergence. Sur le site de la Zinsel du Nord à Mouterhouse, une exuvie seulement a été trouvée pendant toute la période de prospection et sur le Fischbach, aucune exuvie du Gomphe serpent n'était présente (cf. tableau 5). Les résultats suivants se rapportent donc au site de la Sauer (secteur amont et aval).

Tab. 5 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe serpent en 2008

Cours d'eau	Date	Exuvies récoltées			Nombre total d'exuvies	Longueur du tronçon (m)	Densité/ 100 m	Sex-ratio *
		Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés				
SAUER (amont de la scierie de Lembach)	2008	327	382	33	742	125	594	0,86
SAUER (aval de la scierie de Lembach)	2008	128	130	15	273	125	218	0,98
SAUER (amont + aval)	2008	455	512	48	1015	250	406	0,89
ZINSEL DU NORD (Mouterhouse, secteur "naturel")	2008	0	1	0	1	75	1	-
ZINSEL DU NORD (Mouterhouse, canal de décharge)	2008	0	0	0	0	75	0	-
FISCHBACH (secteur ouvert)	2008	0	0	0	0	100	0	-
FISCHBACH (secteur boisé)	2008	0	0	0	0	100	0	-

* nombre mâles/nombre femelles

3.1. Résultats globaux

Le secteur amont

La majeure partie des exuvies a été trouvée dans le secteur amont du site. Ici, 1253 exuvies ont été collectées, dont 742 exuvies de Gomphe serpent (*Ophiogomphus cecilia*), donc 59 % de l'échantillon. Les 511

exuvies restantes sont 413 Gomphe vulgaire (*Gomphus vulgatissimus*), 5 Cordulégastré annelé (*Cordulegaster boltonii*), 26 Caloptéryx vierge (*Calopteryx virgo*), 18 Caloptéryx éclatant (*Calopteryx splendens*), 49 Zygoptères indéterminés (les binoculaires disponibles et l'état des exuvies ne permettant pas la détermination).

Le secteur aval

Toutes espèces confondues, 412 exuvies ont été collectées sur le secteur aval. 273 d'entre elles sont des Gomphe serpentins. Ils représentent donc 66 % de l'échantillon. Les autres exuvies se répartissent de la manière suivante : 12 Gomphe vulgaire (*Gomphus vulgatissimus*), 16 Cordulégastré annelé (*Cordulegaster boltonii*), 5 Caloptéryx vierge (*Calopteryx virgo*), 4 Caloptéryx éclatant (*Calopteryx splendens*) et 2 Zygoptères indéterminés.

L'ensemble du site de la Sauer (secteur amont et aval)

En incluant toutes les espèces, 1665 exuvies ont donc été collectées sur l'ensemble de la zone d'étude de la Sauer. 1015 d'entre elles sont des Gomphe serpentins, ce qui représente 60 % de l'échantillon. Les 650 exuvies restantes se répartissent comme suit : 525 Gomphe vulgaire (*Gomphus vulgatissimus*), 21 Cordulégastré annelé (*Cordulegaster boltonii*), 31 Caloptéryx vierge (*Calopteryx virgo*), 22 Caloptéryx éclatant (*Calopteryx splendens*) et 51 Zygoptères indéterminés.

3.2. La population du Gomphe serpentin

Le secteur amont

742 exuvies du Gomphe serpentins ont donc été collectées sur ces 125 m de cours d'eau pendant la période de prospection, ce qui équivaut à une densité de 594 exuvies par 100 m ou une exuvie tous les 0,17 m.

Sur ces 742 individus, nous avons pu déterminer 327 mâles et 382 femelles. Pour les 33 exuvies restantes, la détermination du sexe n'était pas possible, soit à cause de l'état de l'exuvie, soit parce que les larves étaient en début de phase d'émergence, elles n'étaient pas assez dégagées pour observer les caractères sexuels secondaires.

Dans cet échantillon, le sex-ratio (nombre mâles/nombre femelles) est de 0,86, il est donc légèrement déséquilibré en faveur des femelles. Cette information est très intéressante, on remarque en effet que la tendance est inverse lorsque l'on observe les adultes au bord des cours d'eau. Ce décalage montre l'importance de se référer aux larves ou aux exuvies pour toute analyse sérieuse de populations : le nombre d'imago est impossible à évaluer. L'observateur est trompé par le comportement démonstratif des mâles et à l'inverse par l'attitude discrète des femelles.

Le secteur aval

Dans le secteur aval, 273 exuvies du Gomphe serpentins ont donc été collectées sur 125 m de cours d'eau pendant toute la période de prospection. En moyenne, 218 exuvies ont été récoltées par 100 m, soit une exuvie tous les 0,46 m.

Sur ces 273 individus, 128 sont des mâles et 130 des femelles. Pour 15 exuvies la détermination du sexe n'était pas réalisable.

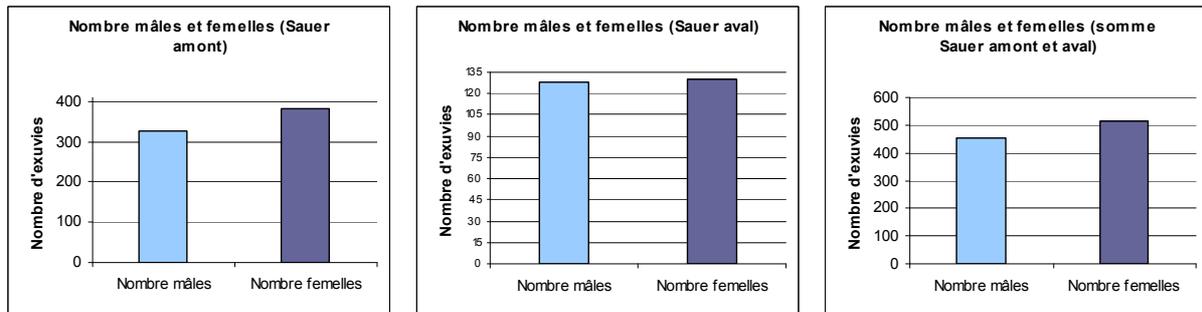
Dans cet échantillon, le sex-ratio est proche de 1 (0,98) avec un déséquilibre très léger en faveur des femelles.

L'ensemble du site de la Sauer (secteur amont et aval)

Sur l'ensemble du site de la Sauer, 1015 exuvies du Gomphe serpentin ont donc été collectées sur 250 m de cours d'eau pendant toute la période de prospection ce qui correspond à 406 exuvies par 100 m ou une exuvie tous les 0,25 m.

Sur ces 1015 individus, 455 mâles et 512 femelles ont été déterminés. Pour 48 exuvies, le sexe n'était pas déterminable.

Le sex-ratio de l'ensemble du secteur amont et aval est de 0,89. Il est légèrement déséquilibré en faveur des femelles.



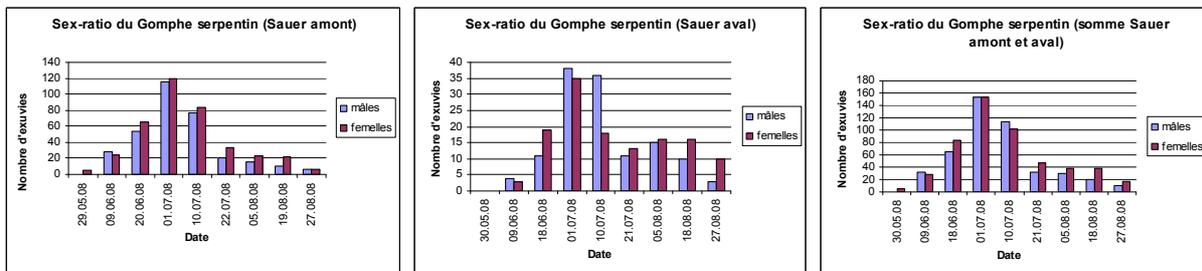
Graph. 1 : Le sex-ratio de la population du Gomphe serpentin sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

3.2.1. Analyse du sex-ratio

Les analyses statistiques du sex-ratio (test Chi²) ont ressorti qu'en amont, il n'y a pas de différence significative entre les deux effectifs ($p = 0.1727$). A l'aval, la différence entre les deux effectifs est significative ($p = 0.05605$). Au niveau global sur les deux secteurs, on peut noter également une différence significative entre les deux effectifs ($p = 0,03611$). Dans ce cas, on note la différence la plus marquée. La différence est principalement due à la fin de la phase d'émergence pendant laquelle le nombre d'émergences de femelles est plus élevé que le nombre d'émergences de mâles.

Un excédent en femelles des populations d'Anisoptères a été décrit par de nombreux auteurs. LAWTON (1972) suppose un déséquilibre général du sex-ratio en faveur des femelles, un mâle unique étant capable de s'accoupler avec plusieurs femelles. Un excédent en femelles pourrait amener un succès élevé de reproduction, étant donné qu'un nombre plus important d'œufs serait disponible pour la fécondation.

MÜLLER (1995) a noté des fluctuations annuelles de sex-ratio. Le résultat d'une investigation sur une seule saison ne peut donc pas être généralisé. Cependant, au Falkensteinbach, j'ai pu également constater un sex-ratio légèrement déséquilibré en faveur des femelles (0,92) et aussi les résultats des études du Parc des années précédentes confirment l'hypothèse d'un déséquilibre du sex-ratio en faveur des femelles, la moyenne du sex-ratio de tous les échantillons étant de 0,90.



Graph. 2 : Le sex-ratio de la population du Gomphe serpentin au cours de la période d'émergence sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

D'après MÜLLER (1995), les femelles de gomphe émergent plus tard que les mâles, c'est à dire que plus de mâles émergent pendant les premiers jours de la période d'émergence. Ce phénomène existe apparemment chez plusieurs Anisoptères, d'après MÜLLER (1995) il est fréquemment mentionné dans des analyses des études de la période d'émergence. Une émergence en avance des mâles pourrait signifier qu'ils peuvent être présents dans les cours d'eau, prêts pour l'accouplement, avant l'arrivée des femelles.

Cependant, je n'ai pas pu observer ce phénomène dans la population sur la Sauer. En amont, les premières émergences ont été effectuées par des femelles. Par contre, vers la fin de la période d'émergence, on peut noter un excédent en émergence de femelles dans les deux secteurs (cf. graphique 2).

3.3. Paramètres écologiques influençant l'émergence

Au cours de la récolte d'exuvies, j'ai pu faire quelques observations concernant l'émergence qui me paraissent importantes.

Les larves se hissent hors de l'eau en général de quelques centimètres (environ 0,30 m en moyenne) afin d'effectuer leur émergence directement sur la berge ou sur un support végétal. Toutefois, j'ai pu trouver des exuvies à une hauteur d'environ 1,60 m sur des troncs d'arbres, notamment d'aulnes.

Sur la Sauer, les larves semblent préférer effectuer leur émergence au niveau des sous berges créées par le chevelu racinaire des aulnes, sur les troncs de ces arbres ou encore sur les plages d'alluvions récentes et les pierres au bord de l'eau. Les autres supports végétaux sont principalement les tiges et feuilles de fougères, Phragmites, Baldingères, Glyceries, Carex, Scrofulaires et Véroniques.

La position des exuvies est liée au type de support. Elle est soit verticale (dans la plupart de cas) soit horizontale.

Il apparaît que les larves se regroupent dans des secteurs particuliers pour émerger. J'ai rarement pu trouver une exuvie isolée. Dans la plupart des cas, une exuvie est située à proximité d'une autre. Il est difficile d'expliquer ce phénomène. Peut être s'agit-il simplement de concentrations locales liées aux caractéristiques physiques intrinsèques de la station ou à son positionnement comme la proximité d'un banc de sable, la facilité d'accès, l'effet d'abri ou une exposition préférentielle. De toute évidence, il semble exister des endroits particulièrement attractifs pour les larves. Sur la Sauer, j'ai pu trouver à chaque passage maintes exuvies au même endroit.

Ces phénomènes ont pu être observés également pendant les inventaires des années précédentes par le Parc, notamment par MORELLE (2005).



Photo 20 : Endroit favorable à l'émergence



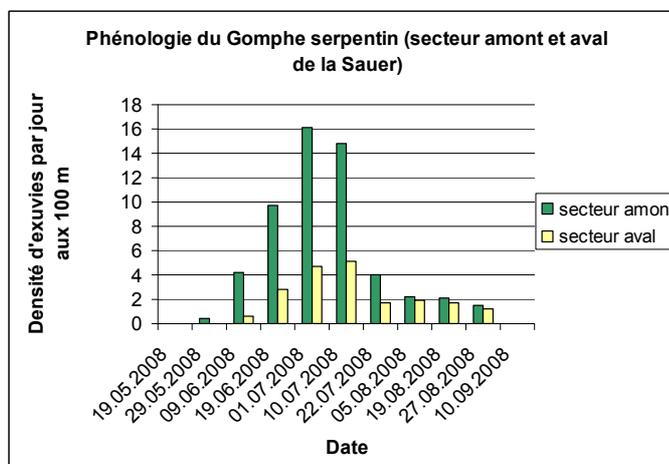
Photo 21 : Regroupement des larves pour l'émergence



Photo 22 : Exuvie de Gomphe serpentini sur un tronc d'aulne

3.4. La phénologie du Gomphe serpentin

La période d'émergence du Gomphe serpentin à la Sauer commence entre fin mai et début juin et se termine début septembre (cf. graphique 3).



Graph. 3 : La phénologie du Gomphe serpentin sur les secteurs amont et aval de la Sauer

Secteur amont

La première exuvie trouvée de cette espèce dans le secteur amont date du 29 mai. La dernière preuve d'émergence a pu être fournie le 27 août dans ce secteur. 742 individus ont donc effectué leur métamorphose dans un intervalle de temps de 90 jours environ. On peut noter un pic d'émergence le 1^{er} juillet. La moitié des individus a émergé en 30 jours (cf. graphique 4). La synchronisation d'émergences est donc faible.

Secteur aval

Dans le secteur aval, la première exuvie du Gomphe serpentin a été trouvée le 9 juin. Dans ce secteur, la dernière preuve d'émergence a pu être fournie également le 27 août. Ici, 273 individus ont effectué leur métamorphose dans un intervalle de temps de 80 jours environ. Le pic d'émergence se situe autour de 10 juillet. Dans ce secteur, la moitié des individus a émergé en 25 jours. Les émergences sont donc peu synchronisées.

L'ensemble du site de la Sauer (secteur amont et aval)

Au total, 1015 individus ont émergés dans un intervalle de temps de 90 jours environ. Environ 70 % des individus sont émergés en seulement 20 jours environ. Mais pour l'émergence de la moitié des imagos, 32 jours sont nécessaires. Les émergences sont donc légèrement synchronisées. On peut noter un pic d'émergences entre le 1^{er} et le 10 juillet.

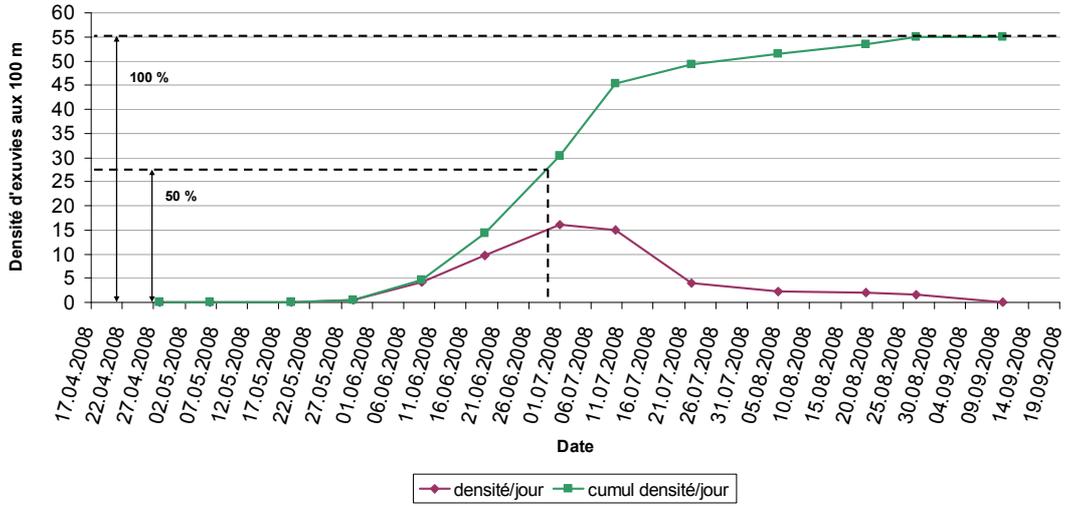


Photo 23 : Emergence de Gomphe serpentin

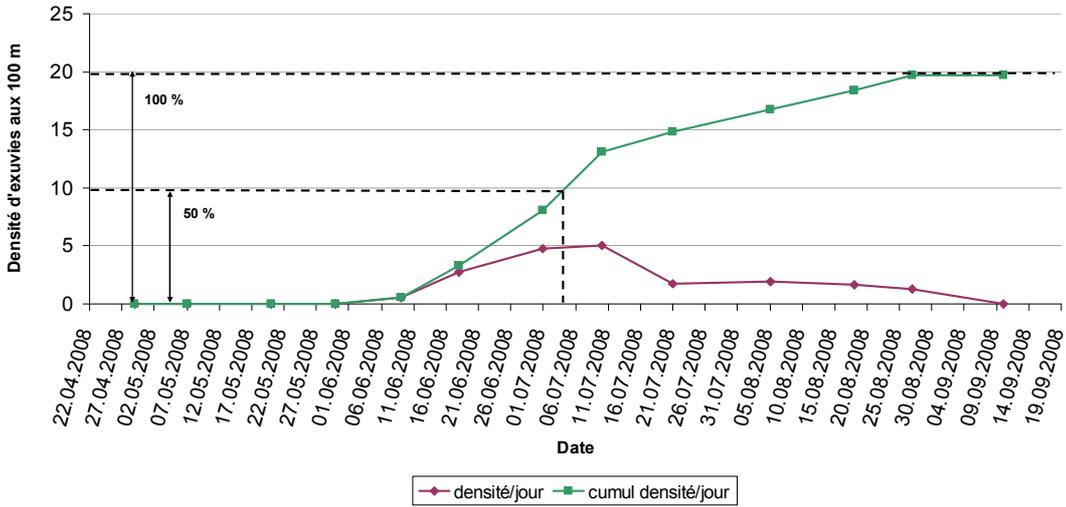


Photo 24 : Emergence de Gomphe vulgaire

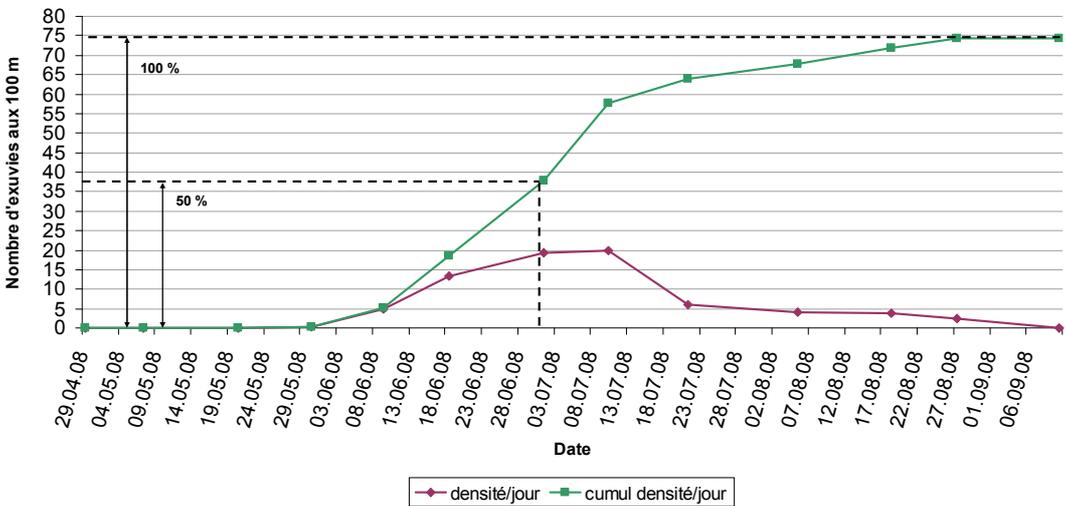
Phénologie du Gomphe serpentin (secteur amont)



Phénologie du Gomphe serpentin (secteur aval)



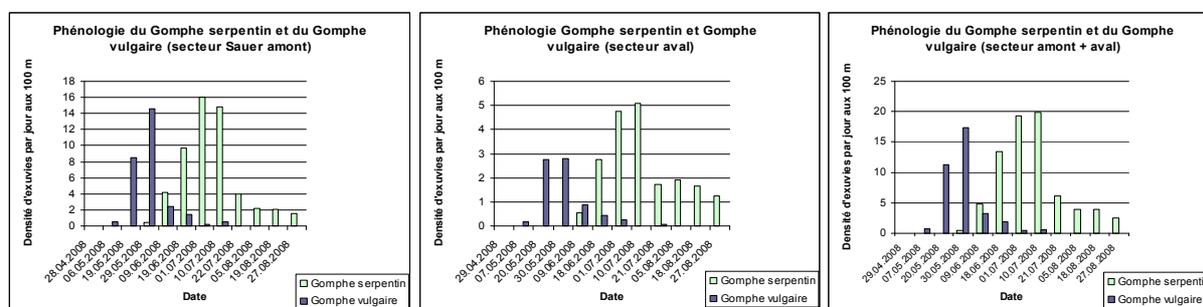
Phénologie du Gomphe serpentin (Somme secteur amont et aval)



Graph. 4 : Courbes d'émergences du Gomphe serpentin sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

3.4.1. Comparaison avec la période d'émergence du Gomphe vulgaire

La Sauer héberge également une densité remarquable de Gomphe vulgaire. Il fait partie de la même famille que le Gomphe serpentin mais présente une phénologie différente. Afin de montrer la diversité de l'écologie des différentes espèces, j'ai comparé la période d'émergence du Gomphe serpentin avec celle du Gomphe vulgaire.



Graph. 5 : Comparaison de la phénologie du Gomphe serpentin et du Gomphe vulgaire sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

La période d'émergence du Gomphe vulgaire commence plus tôt que celle du Gomphe serpentin. En amont, la première exuvie a été trouvée le 6 mai et à l'aval le 7 mai. En amont, le Gomphe vulgaire émerge donc 23 jours plus tôt que le Gomphe serpentin et à l'aval 33 jours plus tôt (cf. graphique 5).

En outre, la phase d'émergence du Gomphe serpentin est étalée sur une période plus longue : la durée est de l'ordre de 90 jours en amont et de 80 jours à l'aval. Incluant les deux secteurs, la durée de la période d'émergence est de 90 jours. En effet, la période d'émergence du Gomphe vulgaire s'étale sur environ 65 jours en amont et 75 jours à l'aval. Prenant en compte les deux secteurs, elle est de l'ordre de 76 jours. Pendant cette période, on peut noter 413 émergences en amont, 112 à l'aval et 525 au total sur les deux secteurs.

La moitié des individus du Gomphe vulgaire a émergé en 17 jours en amont, en 16 jours à l'aval et en 16 jours sur l'ensemble du site (cf. graphique 6), tandis que pour le Gomphe serpentin, la moitié des individus ont effectué leur émergence en 30 jours en amont, en 25 jours à l'aval et en 32 jours pour l'ensemble des deux secteurs (cf. graphique 4). Les émergences du Gomphe vulgaire sont donc beaucoup plus synchronisées que celles du Gomphe serpentin.

La plupart (80 %) des individus du Gomphe vulgaire sont émergés en seulement 10 jours (de 76 jours), pour le Gomphe serpentin, 70 % des individus sont émergés en 20 jours environ (de 90 jours).

Les données concernant la période d'émergence des deux espèces sont rassemblées en Annexe 5 et 6.

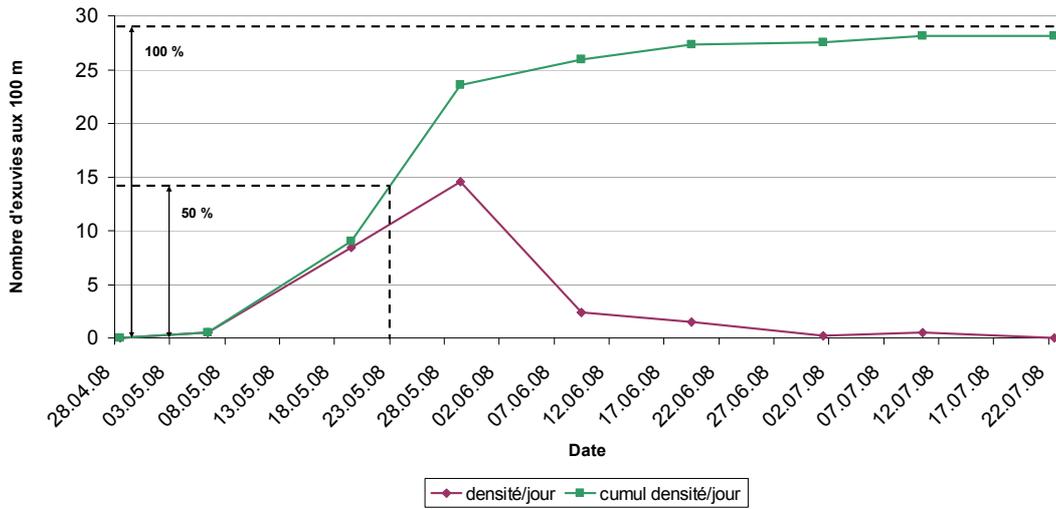
3.4.2. Conclusion

D'après CORBET (1999), les odonates d'Europe centrale peuvent être classées en deux types différents qui se distinguent par leur cycle de développement et les paramètres d'émergence résultants : les espèces du printemps s'illustrent par un début d'émergence assez tôt, par une phase d'émergence courte et donc un effet de synchronisation élevée. Les espèces d'été émergent pendant une longue période en été et ne montrent pas d'effet de synchronisation prononcé.

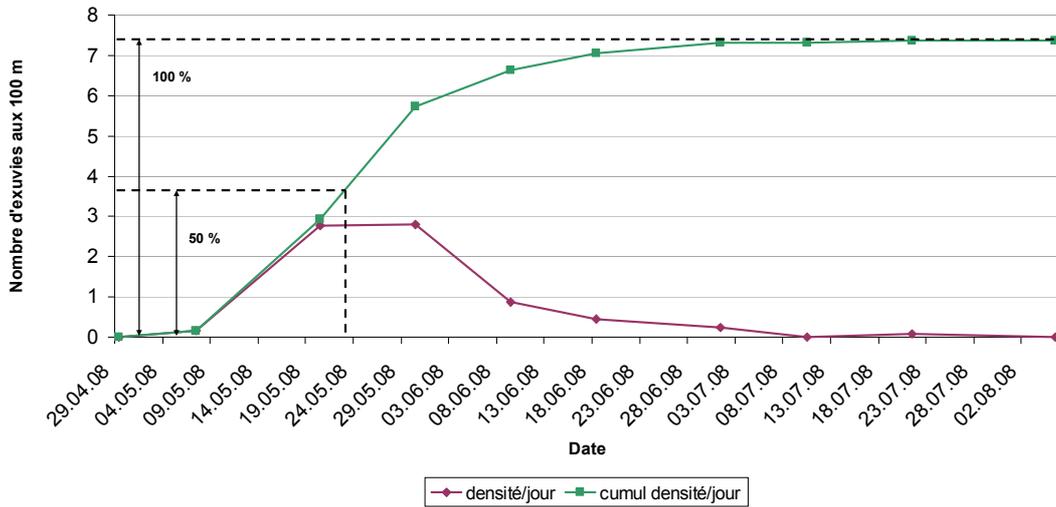
Le Gomphe vulgaire présente les caractéristiques d'une espèce de printemps. Des pics d'émergence sont à noter au début de la phase d'émergence. 50 % des individus ont émergé en environ 16 jours seulement.

Le Gomphe serpentin peut être classé comme espèce d'été dans les cours d'eau des Vosges du Nord. La période d'émergence a commencé entre fin mai et début juin. On peut noter des densités élevées d'émergences pendant les trois à quatre premières semaines. Pourtant, comparativement au Gomphe vulgaire, la synchronisation est plutôt faible et l'émergence s'étale sur une période plus longue.

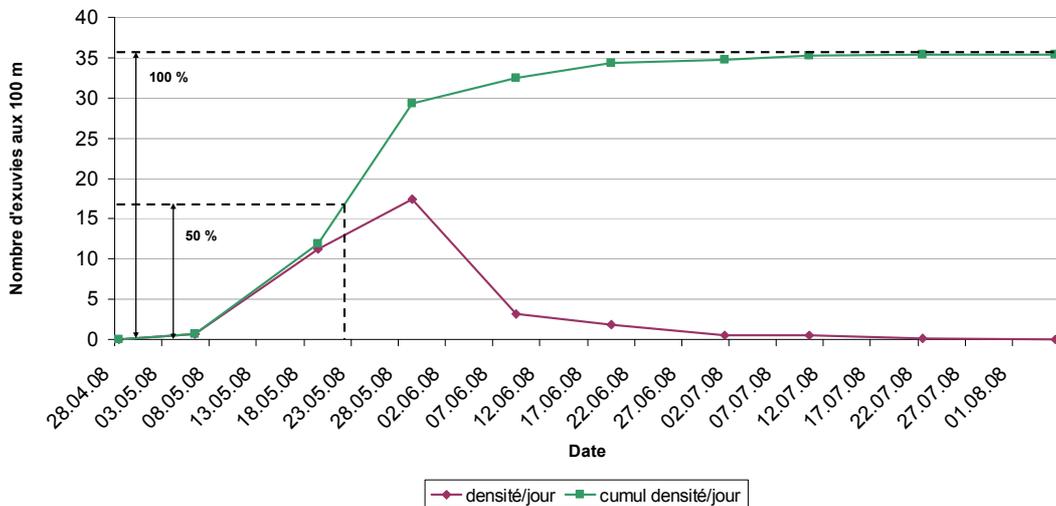
Phénologie Gomphe vulgaire (secteur amont)



Phénologie Gomphe vulgaire (secteur aval)



Phénologie Gomphe vulgaire (somme secteur amont et aval)



Graph. 6 : Courbes d'émergences du Gomphe vulgaire sur le secteur amont, sur le secteur aval et sur l'ensemble du site de la Sauer

4. L'intérêt des différents cours d'eau pour le Gomphe serpentini

Afin d'évaluer l'intérêt des différents cours d'eau pour le Gomphe serpentini, j'ai comparé les résultats des expertises des années précédentes menées par le Parc avec les résultats des mes propres inventaires réalisés en 2008 sur la Sauer, le Falkensteinbach, la Zinsel du Nord (Baerenthal) et le Fischbach. Ces résultats sont rassemblés dans le tableau 6. Il faut noter que le calcul du sex-ratio n'est pas très pertinent pour les secteurs présentant un faible nombre d'exuvies, comme par exemple le secteur du Steinbach (ferme de Froensbourg) et de la Zinsel du Nord.

Tab. 6 : Les résultats de l'ensemble des inventaires menés à partir de 2001

Cours d'eau	Date	Exuvies récoltées			Nombre total d'exuvies	Longueur du tronçon (m)	Densité/ 100 m	Sex-ratio*
		Nombre mâles	Nombre femelles	Indéter minés				
SAUER (scierie de Lembach)	2008	455	512	48	1015	250	406	0,89
SAUER (Moulin amont de Lembach)	2002	339	363	0	702	607	117	0,94
	2007	97	102	33	232	607	38	0,96
STEINBACH (ferme de Froensbourg)	2002	12	8	0	20	520	3,85	1,5
	2007	9	8	0	17	520	3,27	1,12
STEINBACH (Niedersteinbach)	2002	0	0	0	0	262	0	-
	2007	0	0	0	0	262	0	-
SCHWARZBACH (Windstein)	2001	150	176	0	326	1200	27	0,85
	2006	197	262	23	482	800	60,25	0,75
SCHWARZBACH (Dambach)	2001	23	35	0	58	550	10,5	0,65
FALKENSTEINBACH (Philippsbourg)	2008	124	135	4	263	500	52,6	0,92
ZINSEL DU NORD (Baerenthal)	2008	9	4	1	14	500	2,8	2,25
ROTHBACH	2003	53	55	0	108	940	11,5	0,96
MODER (Wimmenau)	2003	0	0	0	0	300	0	-
FISCHBACH	2008	0	0	0	0	200	0	-

* nombre mâles/nombre femelles

Les rivières principales

Les populations du Gomphe serpentini ne sont pas du tout comparables d'un cours d'eau à l'autre. La Sauer héberge une densité remarquable de larves du Gomphe serpentini. Le nombre plus faible d'exuvies sur la Sauer en 2007 peut être expliqué par les conditions météorologiques de l'été 2007 : il a été marqué par des pluies fréquentes et fortes. Les larves qui ont été trouvées étaient dans un mauvais état. Il est très probable qu'un grand nombre d'exuvies ait été lessivé par la pluie et emporté par le cours d'eau. Les résultats de la prospection réalisée sur la Sauer cette année confirment que la population est très importante sur ce cours d'eau (le nombre d'exuvies récoltées cette année n'est cependant pas comparable avec les résultats des autres inventaires, car la méthode de collecte est différente).

Le Falkensteinbach et le Schwarzbach (au moins sa meilleure station située entre Windstein et Jaegerthal) présentent une population relativement importante du Gomphe serpentini. La variation de la densité d'exuvies entre l'année 2001 et 2006 sur la station du Schwarzbach entre Windstein et Jaegerthal peut être une fluctuation locale d'effectifs : des variations interannuelles peuvent apparaître en raison notamment de la durée du cycle de développement (environ 3 à 4 ans) et des conditions bioclimatiques ayant sévi au cours d'un cycle complet.

Le nombre d'exuvies récoltées sur le secteur du Schwarzbach à Dambach et sur le Rothbach est relativement faible.

Sur la Zinsel du Nord, la densité d'exuvies du Gomphe serpentin sur 100 m est très faible. Ce résultat pourrait être influencé par les conditions météorologiques précédant les jours de collecte : les orages et les pluies fortes pendant plusieurs journées peuvent avoir emporté les exuvies.

La Moder semble être défavorable aux larves du Gomphe serpentin. Dans le secteur prospecté, aucune exuvie n'a été trouvée en 2003.

Les affluents

Le Steinbach semble également être défavorable aux larves du Gomphe serpentin. Dans la station aval à Niedersteinbach, aucune exuvie n'était présente et dans le secteur aval à la ferme de Froensbourg, très peu d'exuvies ont été trouvées. Le Fischbach ne présente pas de larves de Gomphe serpentin.

Les conditions des affluents ne sont donc probablement pas favorables aux larves du Gomphe serpentin. Il semble surtout que leur caractère frais soit défavorable au développement des larves. Ce dernier est plus rapide dans des eaux plus chaudes.

5. Les exigences écologiques du Gomphe serpentin

Afin d'identifier les exigences écologiques des larves du Gomphe serpentin, j'ai tenté de croiser les résultats d'inventaire d'exuvies avec les résultats concernant la description des caractéristiques des stations de relevés, afin de pouvoir éventuellement dégager des relations, voire des corrélations.

Le nombre de relevés étant statistiquement trop faible pour pouvoir mettre en évidence les paramètres influençant la présence de larves, j'ai réalisé une comparaison simple des variables relevées avec le nombre d'exuvies présentes sur les différents cours d'eau dans la même optique.

Comme les conditions entre les différents cours d'eau sont très variables, la comparaison des résultats est assez complexe. J'ai donc employé plusieurs types de méthode :

- comparaison des groupes aux paramètres similaires qui diffèrent seulement sur un ou deux paramètres, (par exemple deux secteurs proches situés sur le même cours d'eau)
- comparaison des groupes présentant un nombre d'exuvies comparable,
- comparaison paramètre par paramètre sur l'ensemble des cours d'eau.

L'ensemble des paramètres analysés est présenté dans le tableau 15.

Les groupes aux paramètres similaires différents sur seulement un ou deux paramètres

Sauer

La Sauer est le cours d'eau avec la plus importante population de Gomphe serpentin. On peut donc considérer que les caractéristiques favorables aux larves de cette espèce sont réunies sur cette rivière. Ainsi, une vitesse du courant entre 0,28 m/s et 0,50 m/s, une température relativement douce (18 °C) et une structure générale très diversifiée sont potentiellement des paramètres favorables.

La comparaison entre les secteurs amont et aval permet d'aller plus loin dans l'analyse. Par leur proximité, ils présentent les mêmes caractéristiques au niveau de la qualité d'eau, du pH et de la température.

Par contre, la vitesse du courant et le substrat diffèrent (cf. tableau 7). La vitesse est beaucoup plus forte ($v_{\text{moyenne}} = 0,82$ m/s) dans le secteur aval et le substrat plus grossier (gravier).

A l'aval, on peut noter une densité d'exuvies plus faible qu'en amont. On peut donc penser que les facteurs limitants dans ce cas sont la vitesse et/ou le substrat : les larves semblent préférer une vitesse moins forte ($v_{\text{moyenne}} = 0,47$ m/s) et/ou un substrat moins grossier (sable).

Tab. 7 : Comparaison de la vitesse du courant et du substrat des secteurs amont et aval de la Sauer

site	largeur (m)			profondeur (m)				vitesse (m/s)			débit (m ³ /s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m ²
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Sauer amont (2008)	6,40	8,10	7,10	0,34	0,80	0,46	0,51	0,28	0,50	0,47	1,70	sable	18	7,12	bonne	moyenne	bonne	bonne	594
Sauer aval (2008)	6,00	7,50	6,70	0,20	0,70	0,50	0,45	0,73	1,01	0,82	2,47	gravier	18	7,12					218

Falkensteinbach

L'influence de la vitesse du courant sur la densité des larves a pu également être mise en évidence sur le Falkensteinbach : les deux secteurs étudiés ne diffèrent que par la vitesse du courant et le substrat. Le secteur caractérisé par une vitesse moins forte ($v_{\text{moyenne}} = 0,44$ m/s) et un substrat sableux présente plus du double d'exuvies que le secteur marqué par un courant élevé ($v_{\text{moyenne}} = 0,71$ m/s) et un substrat grossier (cf. tableau 8).

Tab. 8 : Comparaison de la vitesse du courant et du substrat des secteurs ouvert et fermé du Falkensteinbach

site	largeur (m)			profondeur(m)				vitesse (m/s)			débit (m ³ /s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m ²
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Falkensteinbach ouvert	3,60	5,00	4,20	0,24	0,53	0,29	0,40	0,41	0,47	0,44	0,74	sable	15	7,12	moyenne	moyenne	bonne	moyenne	74
Falkensteinbach boisé	3,40	4,10	3,70	0,25	0,45	0,20	0,35	0,48	0,93	0,71	0,92	sable et gravier	15	7,12					31

Steinbach

Les deux secteurs du Steinbach ne diffèrent que par leur qualité physique. Elle est moyenne dans le secteur plus en amont (Niedersteinbach) et bonne dans le secteur à l'aval (ferme de Froensbourg). Dans le secteur amont, on n'a jamais trouvé d'exuvies. Le secteur aval présente peu de larves. Le fait que des larves soient présentes dans le secteur aval pourrait cependant être lié à la proximité de ce secteur avec la Sauer, cette dernière présentant une population importante du Gomphe serpent.

Schwarzbach

Les deux secteurs sur le Schwarzbach se distinguent notamment au niveau de la profondeur et au niveau de la variation de ce paramètre. La variation de la profondeur est plus grande dans le secteur de Windstein. Aucun paramètre susceptible d'influencer le nombre d'exuvies n'a pu être mis en évidence.

Les cours d'eau présentant un grand nombre d'exuvies

La Sauer, le Falkensteinbach et le secteur du Schwarzbach à Windstein présentent un nombre d'exuvies relativement élevé. Ces cours d'eau sont tous caractérisés par une qualité chimique moyenne, une température entre 14 et 18 °C et un débit relativement fort (entre 0,74 et 1,70 m³/s).

Les cours d'eau présentant un faible nombre d'exuvies

Pour la Zinsel du Nord (Baerenthal) et le secteur du Schwarzbach à Dambach, aucun paramètre pouvant être responsable du faible nombre d'exuvies n'a pu être mis en évidence.

Notamment pour la Zinsel du Nord, les paramètres ne diffèrent visiblement pas de ceux de la Sauer. Il faut noter que la Zinsel du Nord présente un cortège très différent de celui des autres cours d'eau étudiés (cf. tableau 4). Elle semble présenter des conditions écologiques particulières que nous ne sommes pas capables de mettre en évidence. En outre, le faible nombre d'exuvies récoltées sur la Zinsel du Nord pourrait être lié aux conditions météorologiques ayant précédé les jours de collecte : les orages et les pluies fortes peuvent avoir emporté les exuvies.

Le Rothbach se distingue des cours d'eau présentant un grand nombre d'exuvies notamment au niveau de la qualité d'eau et de la température. Si on le compare par exemple au secteur ouvert du Falkensteinbach, il présente des paramètres assez similaires, seules la qualité de l'eau et la température diffèrent. Le Rothbach est plus froid (11 °C) et a une mauvaise qualité d'eau (cf. tableau 9).

Tab. 9 : Comparaison de la température et de la qualité de l'eau du secteur ouvert du Falkensteinbach et du secteur du Rothbach

site	largeur (m)			profondeur(m)				vitesse (m/s)			débit (m³/s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m ^²
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Falkensteinbach ouvert	3,60	5,00	4,20	0,24	0,53	0,29	0,40	0,41	0,47	0,44	0,74	sable	15	7,12	moyenne	moyenne	bonne	moyenne	74
Rothbach	3,80	4,30	4,00	0,30	0,50	0,20	0,40	0,45	0,50	0,48	0,77	sable	11	6,80	mauvaise	mauvaise	mauvaise	mauvaise	12

Le Steinbach se caractérise par une petite taille, un faible débit (0,29 m³/s), une température basse (12 °C) et une mauvaise qualité chimique.

Une température froide et une mauvaise qualité chimique semblent donc être des paramètres défavorables aux larves du Gomphe serpentin.

Les cours d'eau ne présentant pas d'exuvies

Le Fischbach est un ruisseau de toute petite taille. Il se caractérise donc par un débit très faible (0,04 m³/s) et une température très basse (11 °C). L'ensemble de tous ces paramètres semble être défavorable au développement des larves.

Le Steinbach est également un cours d'eau relativement petit à faible débit (0,26 m³/s) et à une température d'eau très basse (11 °C). En plus, l'eau se caractérise par une qualité chimique mauvaise.

La Moder diffère des cours d'eau présentant un grand nombre d'exuvies essentiellement au niveau de la qualité chimique de l'eau (elle est mauvaise) et de la température (12 °C).

Sur le secteur « naturel » de la Zinsel du Nord (Mouterhouse), seule une exuvie a été trouvée pendant toute la période de prospection. On peut donc considérer qu'une population de Gomphe serpentin n'est pas présente dans ce secteur. Ce ruisseau se caractérise par une taille relativement petite, un débit faible (0,38 m³/s) et un substrat limoneux. L'ensemble de ces paramètres pourrait être défavorable aux larves du Gomphe serpentin.

Comparé au secteur ouvert du Falkensteinbach, le canal de décharge de la Zinsel du Nord présente des caractéristiques comparables. Seuls la vitesse du courant et le débit sont plus faibles (débit = 0,55 m³/s).

On peut donc conclure que les facteurs limitants sont la taille des cours d'eau, le débit, la température et la qualité chimique. Les larves semblent éviter des cours d'eau caractérisés par une petite taille, un faible débit, une température basse et une mauvaise qualité chimique.

Comparaison paramètre par paramètre avec le nombre d'exuvies

La vitesse du courant

L'influence de la vitesse du courant a déjà été montrée dans la première partie de l'analyse : la comparaison des deux secteurs de la Sauer et des secteurs du Falkensteinbach a mis en évidence que les larves préfèrent un courant moyen (autour de 0,45 m/s) à un courant fort (autour de 0,75 m/s).

On peut également noter une faible densité de larves dans les secteurs à courant très faible, situé autour de 0,30 m/s environ. Le Schwarzbach est la seule exception : il présente relativement beaucoup de larves avec un courant de 0,30 m/s (cf. tableau 10). En dessous de cette vitesse, la part des éléments très fins du lit - tels que les argiles - augmente, concourant au colmatage partiel du cours d'eau. Pour le cas particulier du Schwarzbach, la différence essentielle par rapport aux autres cours d'eau réside dans ses caractéristiques hydrologiques pouvant expliquer les écarts en terme de densité d'exuvies : il présente une lame d'eau profonde et un débit fort.

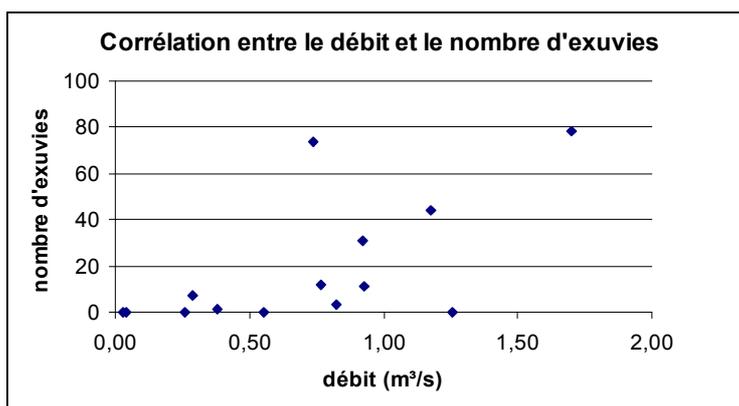
Tab. 10 : L'influence de la vitesse du courant sur la présence des larves

site	largeur (m)			profondeur (m)				vitesse (m/s)			débit (m³/s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m *
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Zinsel du Nord (M.) naturel	3,00	4,45	3,50	0,21	0,40	0,19	0,32	0,32	0,36	0,34	0,38	sable et limon	17	7,02	moyenne	moyenne	mauvaise	moyenne	1
Zinsel du Nord (M.) canal	2,50	5,40	4,20	0,20	0,50	0,30	0,40	0,15	0,40	0,33	0,55	sable et blocs	18	7,12				moyenne	0
Zinsel du Nord (Baerenthal)	4,40	7,10	5,50	0,25	0,55	0,30	0,50	0,28	0,34	0,30	0,83	sable	18	6,98	bonne	moyenne	bonne	moyenne	3
Fischbach ouvert	0,80	1,30	1,00	0,10	0,14	0,04	0,13	0,29	0,37	0,33	0,04	sable	11	6,94			bonne	bonne	0
Fischbach boisé	1,10	1,70	1,40	0,05	0,09	0,04	0,07	0,25	0,34	0,28	0,03	sable	11	6,87			bonne	bonne	0
Schwarzbach Windstein	4,20	5,60	4,90	0,70	1,20	0,50	0,80	0,28	0,32	0,30	1,18	sable et limon	14	7,09	mauvaise	moyenne	moyenne	mauvaise	44

Le débit

Le rôle du débit a pu être mis en évidence au cours de l'analyse des cours d'eau caractérisés par un grand nombre d'exuvies.

Les cours d'eau présentant un grand nombre d'exuvies sont caractérisés par un débit fort entre 0,74 m³/s et 2,47 m³/s. Les secteurs présentant très peu de larves voire pas de larves du tout (Zinsel du Nord à Mouterhouse, Fischbach, Steinbach) se caractérisent par un débit plus faible (entre 0,03 et 0,55 m³/s) (cf. tableau 11). La corrélation entre le débit et le nombre d'exuvies est démontrée dans le graphique 7.



Graph. 7 : Corrélation entre le débit et le nombre d'exuvies

Tab. 11 : L'influence du débit sur la densité de larves

site	largeur (m)			profondeur (m)				vitesse (m/s)			débit (m³/s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m ²
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Zinsel du Nord (M.) naturel	3,00	4,45	3,50	0,21	0,40	0,19	0,32	0,32	0,36	0,34	0,38	sable et limon	17	7,02	moyenne	moyenne	mauvaise	moyenne	1
Zinsel du Nord (M.) canal	2,50	5,40	4,20	0,20	0,50	0,30	0,40	0,15	0,40	0,33	0,55	sable et blocs	18	7,12					0
Fischbach ouvert	0,80	1,30	1,00	0,10	0,14	0,04	0,13	0,29	0,37	0,33	0,04	sable	11	6,94	-	-	bonne	bonne	0
Fischbach boisé	1,10	1,70	1,40	0,05	0,09	0,04	0,07	0,25	0,34	0,28	0,03	sable	11	6,87					0
Steinbach Niedersteinbach	2,00	4,20	2,80	0,20	0,30	0,10	0,23	0,39	0,42	0,40	0,26	sable	11	7,37	moyenne	mauvaise	moyenne	mauvaise	0
Steinbach Froensbourg	2,50	3,40	3,00	0,16	0,25	0,09	0,20	0,33	0,63	0,48	0,29	sable	12	7,53	moyenne	mauvaise	bonne	mauvaise	7

La taille

Puisque un faible débit semble être défavorable aux larves du Gomphe serpentin, il est très probable que les larves ne se développent pas dans des cours d'eau de petite taille, le débit y étant faible. Effectivement, on peut noter un faible nombre d'exuvies dans le secteur « naturel » de la Zinsel du Nord à Mouterhouse, sur le Steinbach et sur le Fischbach.

La qualité de l'eau

C'est surtout la qualité chimique qui semble jouer un rôle important : tous les cours d'eau caractérisés par une mauvaise qualité chimique (Moder, Rothbach, Steinbach) présentent un très faible nombre d'exuvies voire pas d'exuvies du tout (cf. tableau 12).

Tab. 12 : L'influence de la qualité de l'eau sur la présence de larves

site	largeur (m)			profondeur (m)				vitesse (m/s)			débit (m ³ /s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m *
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Moder	5,80	7,90	6,50	0,34	0,52	0,18	0,44	0,41	0,46	0,44	1,26	sable et gravier	12	7,00	mauvaise	mauvaise	bonne	mauvaise	0
Rothbach	3,80	4,30	4,00	0,30	0,50	0,20	0,40	0,45	0,50	0,48	0,77	sable	11	6,80	mauvaise	mauvaise	mauvaise	mauvaise	12
Steinbach Niedersteinbach	2,00	4,20	2,80	0,20	0,30	0,10	0,23	0,39	0,42	0,40	0,26	sable	11	7,37	moyenne	mauvaise	moyenne	mauvaise	0
Steinbach Froensbourg	2,50	3,40	3,00	0,16	0,25	0,09	0,20	0,33	0,63	0,48	0,29	sable	12	7,53	moyenne	mauvaise	bonne	mauvaise	7

La température de l'eau

Le développement des larves dépend de la température de l'eau (MÜLLER 1995). Il est très probable qu'elle joue un rôle important sur la densité des larves présentes. Effectivement, les cours d'eau de température basse (11/12 °C) hébergent peu voire pas de larves (Moder, Rothbach, Steinbach, Fischbach).

Néanmoins, comme la Moder, le Rothbach et le Steinbach présentent également une mauvaise qualité chimique, il n'est pas possible de discriminer le facteur responsable du faible nombre d'exuvies (cf. tableau 13).

Tab. 13 : L'influence de la température sur la présence de larves

site	largeur (m)			profondeur (m)				vitesse (m/s)			débit (m ³ /s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m *
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Fischbach ouvert	0,80	1,30	1,00	0,10	0,14	0,04	0,13	0,29	0,37	0,33	0,04	sable	11	6,94	-	-	bonne	bonne	0
Fischbach boisé	1,10	1,70	1,40	0,05	0,09	0,04	0,07	0,25	0,34	0,28	0,03	sable	11	6,87	-	-	bonne	bonne	0
Moder	5,80	7,90	6,50	0,34	0,52	0,18	0,44	0,41	0,46	0,44	1,26	sable et gravier	12	7,00	mauvaise	mauvaise	bonne	mauvaise	0
Rothbach	3,80	4,30	4,00	0,30	0,50	0,20	0,40	0,45	0,50	0,48	0,77	sable	11	6,80	mauvaise	mauvaise	mauvaise	mauvaise	12
Steinbach Niedersteinbach	2,00	4,20	2,80	0,20	0,30	0,10	0,23	0,39	0,42	0,40	0,26	sable	11	7,37	moyenne	mauvaise	moyenne	mauvaise	0
Steinbach Froensbourg	2,50	3,40	3,00	0,16	0,25	0,09	0,20	0,33	0,63	0,48	0,29	sable	12	7,53	moyenne	mauvaise	bonne	mauvaise	7

La variation de la profondeur (DP)

Les deux cours d'eau présentant le plus grand nombre d'exuvies se caractérisent par une forte variation de la profondeur. Ce paramètre pourrait donc être favorable aux larves du Gomphe serpentifère (cf. tableau 14).

Tab. 14 : L'influence de la variation de la profondeur sur la densité de larves

site	largeur (m)			profondeur (m)				vitesse (m/s)			débit (m ³ /s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies /100 m *
	min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
Sauer amont scierie (2001/2007)	6,40	8,10	7,10	0,34	0,80	0,46	0,51	0,28	0,50	0,47	1,70	sable	18	7,12	bonne	moyenne	bonne	bonne	78
Schwarzbach Windstein	4,20	5,60	4,90	0,70	1,20	0,50	0,80	0,28	0,32	0,30	1,18	sable et limon	14	7,09	mauvaise	moyenne	moyenne	mauvaise	44

Conclusion

Certains paramètres ayant probablement une influence sur la présence et la densité de larves dans les cours d'eau sont ressortis au cours de l'analyse des données. Notamment la vitesse du courant et le débit semblent jouer un rôle important. La qualité et la température de l'eau, la taille du cours d'eau et la variation de sa largeur ont également pu être mis en évidence.

J'ai pu faire les constatations suivantes :

- Dans les secteurs étudiés, les larves du Gomphe serpentin se tiennent dans des cours d'eau à une vitesse de courant entre 0,3 et 0,82 m/s, mais semblent préférer les endroits à une vitesse de courant intermédiaire située autour de 0,50 m/s.
- Les densités de larves sont plus élevées dans les cours d'eau d'une bonne qualité d'eau. La qualité chimique notamment semble jouer un rôle important.
- Les larves sont peu voire pas présentes dans les cours d'eau très froids caractérisés par une température d'eau située autour de 11 °C et 12 °C.
- Dans les petits ruisseaux d'une largeur d'1,50 m seulement et d'une profondeur autour de 0,15 m, les larves du Gomphe serpentin ne sont pas présentes. La densité des larves est probablement corrélée avec la taille de l'habitat.
- Les cours d'eau marqués par une forte variation de profondeur sont favorables aux larves du Gomphe serpentin.
- La densité de larves est faible dans des secteurs de cours d'eau caractérisés par un débit inférieur à 0,55 m³/s. Elle est plus élevée dans des secteurs d'un débit plus fort (entre 0,75 et 2,47 m³/s un maximum).

Les larves du Gomphe serpentin semblent être bien adaptées aux milieux de courant relativement fort, ce qui pourrait s'expliquer par leur façon de vivre : elles se tiennent enfouies dans le substrat, même pendant la chasse. Le risque de dériver avec le courant est donc relativement faible. Ce risque augmente bien sûr quand même dans des parties de cours d'eau à courant très fort, le nombre de larves dans ces parties est donc plus faible.

Le développement des larves dépend de la température : il est plus rapide dans des conditions plus chaudes. D'après MÜLLER (1995), la période d'émergence commence après avoir atteint une somme spécifique de température (pour le Gomphe serpentin de l'Oder, cette somme se situe autour de 989 ± 24 °C). Les cours d'eau à température élevée sont donc favorables au développement des larves.

Les cours d'eau marqués par une forte variation de profondeur présentent une structure en micro-habitats diversifiés et une vie écologique plus développée. Dans de telles conditions, le choix de nourriture par exemple pour les larves y serait plus large ; les larves sont donc plus abondantes dans un tel milieu.

Un cours d'eau est un système complexe qui ne peut pas être décrit grâce à des paramètres isolés, mais plutôt par une combinaison complexe de plusieurs paramètres interdépendants. Il est donc difficile de savoir lesquels des paramètres sont vraiment déterminants pour la présence des larves du Gomphe serpentin, à moins d'imaginer une comparaison de situations différentes en laboratoire. Cela présente néanmoins un risque de simplification des écosystèmes naturels et peut amener à des conclusions erronées.

Probablement, ce n'est pas un facteur unique qui peut expliquer la présence des larves, mais plutôt l'ensemble des propriétés d'un milieu.

Tous les paramètres ressortis au cours de l'analyse ne sont pas forcément explicatifs pour la présence de larves. Les résultats obtenus suite à l'analyse ne sont que des pistes qui doivent être vérifiées et examinées encore plus précisément.

Tab. 15 : Les paramètres inclus dans l'analyse

site	secteur	largeur (m)			profondeur (m)				vitesse (m/s)			débit (m³/s)	substrat dominant	T (°C)	pH	qualité d'eau				nombre d'exuvies/ 100 m *
		min	max	moy	min	max	DP	moy	min	max	moy					biologique	chimique	physique	globale	
SAUER (2008)	amont	6,40	8,10	7,10	0,34	0,80	0,46	0,51	0,28	0,50	0,47	1,70	sable	18	7,12	bonne	moyenne	bonne	bonne	594
	aval	6,00	7,50	6,70	0,20	0,70	0,50	0,45	0,73	1,01	0,82	2,47	gravier	18	7,12					218
SAUER (2001/2007)	amont scierie	6,40	8,10	7,10	0,34	0,80	0,46	0,51	0,28	0,50	0,47	1,70	sable	18	7,12	bonne	moyenne	bonne	bonne	78
ZINSEL DU NORD (Mouterhouse)	naturel	3,00	4,45	3,50	0,21	0,40	0,19	0,32	0,32	0,36	0,34	0,38	limon et sable	17	7,02	moyenne	moyenne	mauvaise	moyenne	1
	canal de décharge	2,50	5,40	4,20	0,20	0,50	0,30	0,40	0,15	0,40	0,33	0,55	sable et blocs	18	7,12					0
ZINSEL DU NORD (Baerenthal)	aval de Baerenthal	4,40	7,10	5,50	0,25	0,55	0,30	0,50	0,28	0,34	0,30	0,83	sable	18	6,98	bonne	moyenne	bonne	moyenne	3
FISCHBACH	ouvert	0,80	1,30	1,00	0,10	0,14	0,04	0,13	0,29	0,37	0,33	0,04	sable	11	6,94	-	-	bonne	bonne	0
	boisé	1,10	1,70	1,40	0,05	0,09	0,04	0,07	0,25	0,34	0,28	0,03	sable	11	6,87					0
FALKEN-STEINBACH	ouvert	3,60	5,00	4,20	0,24	0,53	0,29	0,40	0,41	0,47	0,44	0,74	sable	15	7,12	moyenne	moyenne	bonne	moyenne	74
	boisé	3,40	4,10	3,70	0,25	0,45	0,20	0,35	0,48	0,93	0,71	0,92	sable et gravier	15	7,12					31
SCHWARZ-BACH	Dambach	4,10	5,50	4,90	0,35	0,60	0,25	0,45	0,39	0,44	0,42	0,93	sable	14	6,69	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	11
	Windstein	4,20	5,60	4,90	0,70	1,20	0,50	0,80	0,28	0,32	0,30	1,18	sable et limon	14	7,09	mauvaise	moyenne	moyenne	mauvaise	44
MODER	Wimmenau	5,80	7,90	6,50	0,34	0,52	0,18	0,44	0,41	0,46	0,44	1,26	sable et gravier	12	7,00	mauvaise	mauvaise	bonne	mauvaise	0
ROTHBACH	carrière	3,80	4,30	4,00	0,30	0,50	0,20	0,40	0,45	0,50	0,48	0,77	sable	11	6,80	mauvaise	mauvaise	mauvaise	mauvaise	12
STEINBACH	Niedersteinbach	2,00	4,20	2,80	0,20	0,30	0,10	0,23	0,39	0,42	0,40	0,26	sable	11	7,37	moyenne	mauvaise	moyenne	mauvaise	0
	ferme de Froensbourg	2,50	3,40	3,00	0,16	0,25	0,09	0,20	0,33	0,63	0,48	0,29	sable	12	7,53	moyenne	mauvaise	bonne	mauvaise	7

* la moyenne du nombre d'exuvies aux 100 m pendant toutes les années de prospection

V. DISCUSSION

1. Synthèse sur les exigences écologiques du Gomphe serpentin

Dans cette partie, les hypothèses issues de la bibliographie sont confrontées aux observations et aux conclusions tirées de l'analyse de mes résultats. Elle se consacre donc à la confirmation ou non des hypothèses.

1^{re} hypothèse : les larves se tiennent dans les parties sablonneuses du cours d'eau contenant des substrats plus grossiers comme du gravier et des pierres. Elles évitent les fonds vaseux.

Les résultats de cette étude montrent que les larves se tiennent dans des cours d'eau essentiellement sablonneux. Elles sont également présentes dans les parties contenant du substrat grossier. Cependant, dans les cours d'eau étudiés, les larves sont plus nombreuses dans les parties sablonneuses que dans les zones ayant un substrat grossier (gravier, blocs).

L'hypothèse que les larves évitent les fonds vaseux n'a pas pu être confirmée au cours de cette étude. En effet, dans le secteur « naturel » de la Zinsel du Nord (Mouterhouse) présentant un substrat vaseux, les larves du Gomphe serpentin sont absentes. Mais l'absence pourrait aussi être liée à d'autres paramètres. Cependant, le secteur du Schwarzbach à Windstein, présentant un substrat composé de sable et de vase, héberge une forte densité de larves. Le secteur « naturel » de la Zinsel du Nord est le seul présentant un substrat complètement vaseux parmi tous les cours d'eau étudiés. Ce résultat ne peut donc pas être généralisé, mais est à vérifier dans le cadre d'études ultérieures.

2^e hypothèse : les larves se tiennent dans des zones de courant d'au moins 0,40 à 0,80 m/s.

Les études ont confirmé que les larves se tiennent essentiellement dans des cours d'eau avec une vitesse entre 0,40 et 0,80 m/s. Cependant, pour le cas du Schwarzbach à Windstein, des fortes densités de larves sont à noter dans un secteur d'un courant de seulement 0,30 m/s environ.

Même si les larves semblent préférer des secteurs avec un courant entre 0,40 et 0,80 m/s, elle peuvent être présentes dans des zone de courant plus faible.

3^e hypothèse : les larves ne sont pas présentes dans les cours d'eau froids d'une température en été inférieure à 15 °C.

L'hypothèse qu'une température froide est défavorable aux larves du Gomphe serpentin a pu être confirmée. Cependant, j'ai pu constater la présence de larves dans des cours d'eau d'une température de 14 °C. Même dans quelques cours d'eau à température très basse (11/12 °C), un faible nombre de larves était présent. Etant donné l'imprécision des mesures de température dans le cadre de cette étude, ces valeurs sont à prendre avec précaution. Toutefois, les densités de larves les plus élevées ont pu être constatées dans des cours d'eau plus chauds (18 °C).

4^e hypothèse : les larves sont influencées par la pollution des eaux.

Les résultats de mon étude ont confirmé que les larves sont influencées par la pollution des eaux. Les larves sont peu abondantes voir absentes dans des cours d'eau d'une mauvaise qualité chimique.

2. Les limites de l'étude

Les résultats de ce type de prospection sont fortement liés aux conditions météorologiques précédant les jours de la collecte. Les exuvies peuvent être emportés par les orages et les pluies fortes ou être immergées par la montée des eaux. Le résultat d'un seul passage n'est donc pas forcément valable.

Les eaux courantes sont des systèmes très dynamiques en ce qui concerne l'ensemble de leurs facteurs écologiques. Le changement des propriétés d'un cours d'eau peut amener un changement local de l'abondance des larves.

Une grande partie des cours d'eau inclus dans cette étude a été inventoriée il y a plusieurs années, mais la description des secteurs d'étude a été réalisée seulement cette année. Comme les conditions d'un milieu peuvent changer au fil des ans, les résultats de la description de ces cours d'eau ne correspondent donc pas forcément à leur état au moment de la réalisation des inventaires. Notamment pour le secteur du Schwarzbach à Windstein, on peut considérer un changement des conditions de vie des larves : on a augmenté le niveau d'eau de l'étang situé à l'aval direct de la section d'étude de 30 cm l'année dernière. Par conséquent, la zone d'étude est partiellement inondée.

Jusqu'à maintenant, la plupart des inventaires sur un même secteur de cours d'eau s'est limité à une saison (ce qui est le cas pour le Schwarzbach à Dambach, le Rothbach, la Moder, le Falkensteinbach, la Zinsel du Nord et le Fischbach). Les résultats ne donnent donc qu'une impression instantanée de la situation et ne reflètent ni la dynamique complexe du processus de développement larvaire ni les variations interannuelles des effectifs.

Parmi les cours d'eau choisis pour les inventaires de cette année, seuls la Sauer et le Falkensteinbach hébergent une population importante de Gomphe serpentini. Une comparaison directe de deux secteurs proches aux paramètres similaires qui diffèrent seulement sur un ou deux paramètres était donc seulement réalisable pour ces deux cours d'eau.

Sauf que pour le Steinbach, les conditions entre les différents secteurs de cours d'eau inventoriés au cours des années précédentes sont très variables. Une comparaison des paramètres influençant la présence des larves du Gomphe serpentini était donc très difficile.

Des instruments hydrologiques pour la détermination exacte de la vitesse du courant n'étant pas disponibles, la méthode employée (mesurer le courant à l'aide d'un chronomètre et d'un élément flottant) est beaucoup moins précise.

En outre, la vitesse du courant est soumise à des variations. Elle devrait donc être mesurée plusieurs fois dans la saison afin de réaliser des évaluations plus précises.

L'analyse du substrat à l'aide d'un aquascope est une méthode peu exacte : d'une part, il ne s'agit que d'une estimation des pourcentages des différentes fractions du substrat superficiel, d'autre part, cette méthode ne permet pas de distinguer les fractions fines.

La température des cours d'eau est soumise à des variations. Les mesures de température des différents cours d'eau n'ont pas été effectuées sous les mêmes conditions météorologiques. Il ne s'agit donc que de valeurs approximatives.

3. Propositions de suivi

Afin de pouvoir étudier l'évolution des populations, il est important de mettre en place un suivi régulier pendant une période de plusieurs années parce que les inventaires se limitant à une saison ne reflètent pas les variations de l'abondance des populations et ne permettent donc pas de juger l'état d'une population. Surtout le résultat de l'inventaire sur la Zinsel du Nord à Baerenthal montre qu'un seul passage n'est pas suffisant pour expliquer la densité d'exuvies et donc pour étudier les exigences écologiques de l'espèce, le faible nombre d'exuvies pouvant être lié non seulement aux fluctuations annuelles des effectifs, mais aussi aux conditions météorologiques précédant les jours de collecte.

La poursuite de la réalisation d'inventaires sur les cours d'eau des Vosges du Nord est donc indispensable. La réalisation d'inventaires d'au moins deux cours d'eau par an est à envisager. Ainsi, chaque cours d'eau serait inventorié une fois tous les quatre ans.

Le Parc avait calé la période de prospection entre fin juillet et début août pour la réalisation des inventaires des années précédentes, supposant que les premières émergences avaient lieu à la fin du mois de juin voire début du mois de juillet. Les résultats de l'étude de la période d'émergence ont montré qu'en vérité, les premiers individus de Gomphe serpentin émergent déjà entre fin mai et début juin. Le pic d'émergence se situant autour de début juillet, la période de prospection est donc à décaler de la fin du mois de juillet au début du mois de juillet.

L'étude des exigences écologiques du Gomphe serpentin doit être poussée plus loin. Les observations faites au cours de mon étude doivent être vérifiées sur d'autres secteurs de cours d'eau. La comparaison de secteurs de cours d'eau aux paramètres similaires différents sur seulement un paramètre est à réaliser sur plusieurs cours d'eau.

Entre autres, l'influence du milieu que traverse le cours d'eau est à examiner. Des secteurs ayant les mêmes caractéristiques mais se situant dans un milieu différent (milieu ouvert et milieu boisé) sont à inventorier.

Afin de vérifier l'influence de la température de l'eau sur la présence de larves, l'installation de thermomètres fixes enregistrant la température de l'eau au cours de l'année est à envisager.

Afin de mieux examiner le milieu de vie des larves, une analyse de la granulométrie des cours d'eau basée sur le tamisage des différentes fractions et leur pesage serait à envisager. Comme les larves sont enfouies dans le substrat, une analyse du substrat jusqu'à une profondeur de 3 à 5 centimètres est à réaliser.

Il serait intéressant d'examiner plus précisément les endroits semblant être particulièrement attractifs pour l'émergence des larves. J'ai pu constater que les larves se regroupent dans des secteurs particuliers pour émerger. A chaque passage sur la Sauer, j'ai pu trouver maintes exuvies au même endroit. Il serait intéressant de vérifier, si c'est chaque année les mêmes endroits dans lesquels les larves se regroupent, par exemple sur le

même tronc d'aulne. Les caractéristiques de ces endroits sont à relever afin d'identifier les paramètres influençant le « choix » des secteurs d'émergence comme éventuellement la facilité d'accès ou l'effet d'abri.

L'étude des exigences écologiques sur le terrain ne permet pas de cerner suffisamment la diversité des facteurs influençant le choix de l'habitat effectué par les larves. Trop de facteurs sont inconnus et ne sont pas identifiables. Des études expérimentales en laboratoire sous des conditions définies pourraient mieux renseigner sur l'impact de différents facteurs comme par exemple le substrat, la vitesse du courant ou la dérive.

MORELLE (2005) a pu observer la ponte de femelles de Gomphe serpentin sur le Steinbach dans le secteur à Niedersteinbach. Pourtant, cette partie de cours d'eau n'abrite vraisemblablement pas de larves du stade terminal. Par contre plus à l'aval, quelques exuvies ont été trouvées. Ce phénomène pourrait être lié à la dérive qui affecte la plupart des organismes aquatiques dans les écosystèmes d'eau courante. Pour pallier ce mouvement des populations larvaires, les adultes matures remontent le cours d'eau pour aller pondre plus en amont. Cette hypothèse pourrait être vérifiée en prélevant systématiquement des portions de substrat à différents endroits du même cours d'eau, afin d'examiner si des larves sont présentes et dans quel stade de développement elle se trouvent.

Non seulement l'étude des exigences écologiques des larves est importante pour poser les bases de la conservation du Gomphe serpentin, mais également l'étude des exigences écologiques des adultes. Notamment l'étude des caractéristiques des sites de ponte des femelles est à envisager. En raison du manque de temps, cette problématique n'a pas pu être étudiée au cours de mon stage. La détermination et la description des secteurs favorables à la ponte du Gomphe serpentin sont donc à réaliser ultérieurement.

4. Propositions de gestion favorables à la conservation du Gomphe serpentin

Les Gomphe sont classés parmi les animaux considérés comme les plus menacés en Europe centrale. Dans ce chapitre, les mesures de gestion favorables à sa conservation vont être présentées.

La mesure la plus importante est la conservation des cours d'eau colonisés par le Gomphe serpentin et celle de ses différents habitats.

Tous travaux sur les cours d'eau, comme les recalibrages, curages et rectifications réduisent la dynamique naturelle de la rivière et en modifient le régime hydrologique. En raison de ces interventions, la vitesse de l'eau augmente et le fond de la rivière est donc moins structuré : les larves perdent leur habitat. Cette évolution négative peut localement être la résultante de travaux réalisés en amont et loin des sites de reproduction eux-mêmes. La sédimentation de la vase est renforcée derrière des barrages.

Tous les travaux perturbant la dynamique naturelle des cours d'eau sont donc à proscrire. S'ils sont indispensables, ils sont à échelonner sur plusieurs années, de l'amont vers l'aval, afin de permettre la recolonisation progressive des tronçons modifiés. La couche du substrat dans lequel s'enfouissent les larves pourra être séparée et remise dans le lit du cours d'eau après les travaux.

Toute mesure permettant de favoriser la diversité des structures et des courants, proche d'une dynamique alluviale naturelle avec une érosion progressive des berges, la formation de bancs de sédiments et du bois mort dans l'eau est favorable. Il est également important de maintenir des embâcles favorisant la diversité des zones de courant et des dépôts sédimentaires. Localement, la suppression d'ouvrages hydrauliques et

d'étangs perturbant la continuité naturelle des cours d'eau est à envisager. Sinon, les étangs sont à placer en dérivation et non en barrages. Mais en général, une rénaturation mécanique des cours d'eau rectifiés est à éviter. Elle perturbe et détruit de nouveau les organismes qui se sont installés avec le temps. Si possible, il vaut mieux laisser faire la nature et n'intervenir que, par exemple, dans le cas de grands ouvrages hydrauliques.

La pollution des eaux a pour conséquence la diminution de la teneur en oxygène, l'intoxication de l'eau et du fond de la rivière. Elle est donc susceptible de détruire les larves ou la végétation aquatique. La pollution des eaux résultant de l'introduction d'éléments nutritifs à partir des surfaces agricoles entraîne une eutrophisation et favorise l'envasement du lit.

La réhabilitation des zones de cours d'eau dégradées suite à des pollutions est indispensable. Il est important d'améliorer et de maintenir durablement la qualité de l'eau (assainissement).

L'introduction d'éléments nutritifs et de vase à partir des surfaces agricoles est à éviter par l'aménagement de zones tampon peu ou pas utilisées, servant en même temps de territoire de chasse et de zone d'émergence.

Les gomphes adultes dépendent d'une mosaïque paysagère autour des cours d'eau. La banalisation de cette mosaïque, comme la disparition des friches humides ensoleillées ou la fermeture excessive des zones ouvertes constitue donc une menace pour les libellules.

Une mosaïque de milieux sur une grande portion, comme celle de friches et de zones forestières, est donc à conserver. Il est important de maintenir les linéaires de berges ensoleillées. Dans le cas d'une fermeture complète des berges, une réouverture est à réaliser par endroits.

En général, il faut protéger plus strictement les zones de chasse des adultes, les zones de ponte des femelles ainsi que les zones de développement des larves.

Pour pouvoir protéger le Gomphe serpentin, il est indispensable de continuer à élargir et approfondir nos connaissances écologiques sur cette espèce.

CONCLUSION

L'étude des populations du Gomphe serpentini (*Ophiogomphus cecilia*) dans les cours d'eau du Parc naturel régional des Vosges du Nord a permis d'enrichir nos connaissances sur les exigences écologiques des larves de cette espèce. Quelques paramètres ayant probablement une influence sur la présence et sur la densité des larves ont pu être mis en évidence comme notamment la vitesse du courant, le débit, le substrat, la qualité et la température de l'eau ainsi que la taille du cours d'eau. La préférence pour une vitesse moyenne à forte, un débit élevé, un substrat sableux contenant parfois du gravier, une bonne qualité chimique de l'eau, des cours d'eau à température élevée et de grande taille est ressortie au cours de l'analyse des données collectées.

En outre, dans le cadre du complément des études des populations de Gomphe serpentini initiées sur les cours d'eau sur grès du Parc (Sauer, Steinbach, Schwarzbach, Falkensteinbach, Zinsel du Nord, Rothbach, Moder et Fischbach), les peuplements odonatologiques de ces rivières et ruisseaux ont pu être identifiés. Ainsi, 11 espèces différentes ont été déterminées au total.

L'étude du Gomphe serpentini sur la Sauer a permis d'évaluer la structure de la population de l'espèce dans ce cours d'eau et de recueillir des données sur sa phénologie. J'ai pu observer un sex-ratio déficitaire pour les mâles, le nombre d'émergences de femelles étant plus élevé que celui des mâles notamment à la fin de la période d'émergence. Ce résultat confirme donc la supposition d'un excédent en femelles des populations d'Anisoptères décrit par de nombreux auteurs.

Les résultats de l'étude de la période d'émergence ont montré que le Gomphe serpentini peut être classé comme espèce d'été dans les cours d'eau des Vosges du Nord : les émergences sont peu synchronisées et s'étalent de fin mai jusqu'à la fin du mois d'août.

Quelques paramètres écologiques influençant l'émergence ont pu être confortés : l'intérêt des sous berges créées par le chevelu racinaire des aulnes, les plages d'alluvions récentes et les troncs d'arbres, d'aulnes notamment. Un phénomène intéressant concernant le comportement des larves a pu être observé : les larves semblent se regrouper dans des secteurs particuliers pour effectuer leur émergence.

De plus, l'étude des populations de Gomphe serpentini des cours d'eau du Parc a permis d'approcher la réalité quantitative des populations de ces rivières. Ainsi, la Sauer a pu être identifiée comme prioritaire en terme de conservation, car elle présente une densité remarquable de larves de Gomphe serpentini : 1015 exuvies de l'espèce ont été collectées sur l'ensemble du site de la Sauer.

La comparaison des résultats des inventaires des différentes années sur les mêmes cours d'eau met en évidence l'éventuelle variation annuelle d'abondance des populations.

Finalement, cette étude met particulièrement en évidence la complexité des facteurs pouvant influencer la présence du Gomphe serpentini. Il conviendra donc de poursuivre les investigations les prochaines années pour vérifier les résultats obtenus, les tester sur d'autres secteurs de cours d'eau et mieux les expliquer. La méthodologie est à perfectionner afin d'obtenir des résultats plus précis. De toute évidence, il est important d'approfondir encore plus nos connaissances sur l'écologie du Gomphe serpentini afin d'envisager des mesures efficaces et durables pour sa conservation.

BIBLIOGRAPHIE

AGUESSE, P. (1968) – Les odonates de l'Europe occidentale, du Nord de l'Afrique et des îles atlantiques. Clé pour l'identification des larves. – Masson : Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen, 258 p.

AGUILAR, J. d', DOMMANGET, J.-L., PRÉCHAC, R. (1985) – Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. – Neuchâtel-Paris : Délachaux et Niestlé, 341 p.

BELLMANN, H. (1993) – Libellen : beobachten, bestimmen. – Augsburg : Naturbuch-Verlag, 274 p.

CLOUPEAU, R., LEVASSEUR, M., BOUDIER, F. (1987) – Clé pour l'identification des exuvies des espèces ouest-européennes du genre Gomphus Leach, 1815. – in Martinia N 5.

CORBET, P. S. (1999) – Dragonflies : Behaviour and Ecology of Odonata (Revised Edition). – Colchester : Harley Books, 829 p.

COURTE, C., JAGER, C., MONY, J.-F. & THIEBAUT, G. (2001) – Expertise et cartographie des drains principaux des deux sites NATURA 2000 « cours d'eau (Moder et Sauer) » du Parc naturel régional des Vosges du Nord. – Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 43 p.

DOMMANGET, J.-L. (2002) – Extrait cahiers d'habitats Natura 2000 – Tome 7 : Espèces animales, fiche 1037

FRANKE, U. (1979) – Bestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellen-Larven (Insecta : Odonata) – Clé illustré pour les larves d'Odonates du Centre de l'Europe – Stuttgart : Staatliches Museum für Naturkunde, 17 p.

GRAND, D. & BOUDOT, J.-P. (2006) – Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. – Mèze : Biotope, Parthénope Collection, 480 p.

HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (2002) – Die Libellenlarven Deutschlands. – Die Tierwelt Deutschlands 72 – Keltern : Verlag Goecke & Evers, 328 p.

HEIDEMANN, H. & SEIDENBUSCH, R. (2002) – Larves et exuvies des libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). – Bois-d'Arcy : Société française d'odonatologie, 416 p.

JACQUEMIN, G. & BOUDOT, J.P. (1991 a) – Les Odonates (Libellules) de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord : état actuel de nos connaissances. – Annales Scientifiques de la Réserve de Biosphère des Vosges du Nord 1, p. 35-48.

JACQUEMIN, G. & BOUDOT, J.P. (2002) – Les Odonates (Libellules) de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord : originalité du peuplement. – Annales Scientifiques de la Réserve de Biosphère transfrontalière 10, p. 45-158.

- LAWTON, J.H. (1972) – Sex ratios in Odonata larvae, with particular reference to the Zygoptera. – *Odonatologica* 1 (4), p. 209-219.
- LINGENFELDER, U. (2004) – Zur Verbreitung der Grünen Flussjungfer - *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785) - in der Pfalz (Odonata: Gomphidae). – *Landau : Fauna Flora Rheinland-Pfalz* 10 (2), p. 527- 552.
- MORELLE, S. (2005) – Le Gomphe serpent *Ophiogomphus cecilia* dans les cours d'eau sur grès des Vosges du Nord : première approche de l'évaluation quantitative des populations et éléments d'écologie. – *Annales Scientifiques de la Réserve de Biosphère des Vosges du Nord*, 13 p.
- MÜLLER, O. (1993) – Phänologie von *Gomphus vulgatissimus* (L.), *Gomphus flavipes* (Charp.) und *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy) an der Mittleren Stromoder. – *Libellula* 12 (3/4), p. 153-159.
- MÜLLER, O. (1993) – Zum Beutefangverhalten der Larven von *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy), *Gomphus flavipes* (Charp.) und *Gomphus vulgatissimus* (L.). – *Libellula* 12 (3/4), p. 161-173.
- MÜLLER, O. (1995) – Ökologische Untersuchungen an Gomphiden (Odonata: Gomphidae) unter besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenstadien. – Dissertation, Institut für Biologie der Humboldt-Universität zu Berlin, Cuvillier Verlag Göttingen, 234 p.
- MÜLLER, O. (2002) – Die Habitats von Libellenlarven in der Oder. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 11 (3), p. 205-212.
- MÜLLER, O. (2004) – Steinschüttungen von Buhnen als Larval-Lebensraum für *Ophiogomphus cecilia* (Odonata: Gomphidae). – *Libellula* 23 (1/2), p. 45-51.
- MÜNCHBERG (1932) – Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Odonatenfamilie der Gomphidae. – *Z. Morph. Ökol. Tiere* (24), p. 704-735.
- ODONAT / IMAGO (2005) – Diagnostic écologique pour le document d'objectifs Rhin Ried Bruch de l'Andlau. – Tome 4 : les Odonates, Fiche espèce : le Gomphe serpent (*Ophiogomphus cecilia*, Fourcroy 1785).
- PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD (2006) – La Haute-Moder et ses affluents, Document d'objectifs. – Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, p. 1-18.
- PARC NATUREL REGIONAL DES VOSGES DU NORD (2007) – La Sauer et ses affluents, Document d'objectifs. – Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 185 p.
- SUHLING, F. & MÜLLER, O. (1996) – Die Flußjungfern Europas. – Die Neue Brehmbücherei, vol. 628 – Magdeburg : Westarp Wissenschaften, Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag, 237 p.
- SUHLING, F., WERZINGER, J., MÜLLER, O. (2005) – *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785). – in Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. – Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. – *Landschaftspflege und Naturschutz* 69, p. 593-601.

WENDLER, A. & NÜß, J.-H. (1994) – Libellules, Guide d'identification des libellules de France et d'Europe septentrionale et centrale. – Bois-d'Arcy : Société française d'odonatologie, 129 p.

Les sites Internet consultés

Société française d'Odonatologie (SFO)

www.libellules.org

Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen (GdO)

www.libellula.org

Worldwide Dragonfly association (WDA)

www.ecoevo.uvigo.es/WDA/

Association pour l'étude et la protection des invertébrés d'Alsace (IMAGO)

www.association.imago.free.fr

Office des Données Naturalistes d'Alsace (ODONAT)

www.odonat-alsace.org

Parc naturel régional des Vosges du Nord

www.parc-vosges-nord.fr

Direction régionale de l'environnement Alsace (DIREN Alsace)

www.alsace.ecologie.gouv.fr

Wissenschaftliche Zeichnungen und Fotos (Site Internet d'Ole MÜLLER & Karsten GRABOW)

www.bioscience-art.de

CONTACTS

Les maîtres de stage

Alexandre Mamdy
Chargé de mission Natura 2000
Parc Naturel Régional des Vosges du Nord
SYCOPARC, Le château
Maison du Parc, BP 24
F-67290 La Petite Pierre
Mail : a.mamdy@parc-vosges-nord.fr
Tél. : 0033 388 01 49 69

Sébastien Morelle
Chargé de Mission Natura 2000 et Biodiversité
Parc Naturel Régional des Vosges du Nord
SYCOPARC, Le château
Maison du Parc, BP 24
F-67290 La Petite Pierre
Mail : s.morelle@parc-vosges-nord.fr
Tél. : 0033 388 01 47 36

Les participants à la rencontre transfrontalière du 29 juillet 2008 au Parc

Raynald Moratin
Association IMAGO
8 rue Adèle Riton
F-67000 Strasbourg
Mail : association.imago@free.fr
Tél: 0033 369 19 60 96

Prof. Dr. Andreas Martens
Pädagogische Hochschule Karlsruhe
Bismarckstraße 10
D-76133 Karlsruhe
Mail : martens@ph-karlsruhe.de
Tél. : 0049 72 19 25 3

Dr. Jürgen Ott
L.U.P.O. GmbH
Friedhofstr. 28
D-67705 Trippstadt
Mail: L.U.P.O.gmbh@t-online.de
Tél. : 0049 06 30 69 93 888

Martin Schorr
ÖSTLAP
Schulstr. 7b
D-54314 Zerf
Mail : bierschorr@online.de
Tél : 0049 65 87 10 25

Uwe Lingenfelder
Seebergstr. 1
D-67716 Heltersberg
Mail: u.lingenfelder@vr-web.de
Tél. : 0049 63 33 98 11 23

Salomé Scherr
Etudiante : Pädagogische Hochschule Karlsruhe
Rüppurrestr. 100
D-76137 Karlsruhe
Mail : Salomescherr@gmx.de

Autres contacts

Dr. Ole Müller
Birkenweg 6d
D-15306 Libbenichen
Mail: olemueller@bioscience-art.de

Dr. Frank Suhling
Institut für Geoökologie
Technische Universität Braunschweig
Langer Kamp 19c, Raum 303
D-38106 Braunschweig
Tel. 0049 531 391 5915
Mail: f.suhling@tu-bs.de

Dr. Bernd Trockur
BTLÖ (Büro für Tier- und Landschaftsökologie)
Brückenstr. 25
D-66636 Tholey-Hasborn
Mail : btloe@trockur.de
Tél : 0049 68 53 85 40 22 0

Christian Rust
Association IMAGO
8 rue Adèle Riton
F-67000 Strasbourg
Mail : chrigirust@yahoo.de
Tél: 0033 369 19 60 96

Jean-Pierre Boudot
IUCN Odonata Specialist Group
LIMOS - UMR 7137
Université Henri Poincaré Nancy
Faculté des Sciences,
Boulevard des Aiguillettes, BP 239
F-54506 Vandoeuvre-lès-NANCY Cedex
Mail : jean-pierre.boudot@limos.uhp-nancy.fr
Tél.: 0033 383 68 42 88

Tom Schulte
Diplom-Biologe
Ludwigstr. 40
D-76768 Berg
Mail: Tom.Schulte@t-online.de
Tél : 0049 72 73 91 85 36

Klaus Guido Leipelt
LUBW
Griesbachstr. 1
D-76185 Karlsruhe
Mail : klaus-guido.leipelt@lubw.bwl.de
Tél. : 0049 721 56 00 15 07

ANNEXES

Annexe 1 : Localisation du Parc naturel régional des Vosges du Nord

Annexe 2 : Les données GPS des stations de relevés

Annexe 3 : Composition du substrat des secteurs de cours d'eau étudiés

Annexe 4 : Profils en travers des secteurs de cours d'eau étudiés

Annexe 5 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe serpentin sur la Sauer

Annexe 6 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe vulgaire sur la Sauer

Annexe 2 : Les données GPS des stations de relevés

Le site du Fischbach à Wingen-sur-Moder

Le secteur ouvert

N 48/55/31.04

O 007/23/33.16

Le secteur boisé

N 48/55/25.88

O 007/23/35.53

Le site de la Zinsel du Nord à Mouterhouse

Le secteur naturel

N 48/58/49.69

O 007/28/07.32

Le secteur du canal de décharge

N 48/58/52.48

O 007/28/06.63

Le site de la Zinsel du Nord à Baerenthal

N 48/57/78.05

O 007/31/90.30

Le site du Falkensteinbach

N 48/58/32.84

O 007/34/09.75

Le site de la Sauer

Le secteur amont

N 49/01/01.36

O 007/46/70.70

Le secteur aval

N 49/00/89.17

O 007/46/84.53

Le site de la Moder

N 48/54/27.00

O 007/26/23.88

Le site du Rothbach

N 48/54/49.43

O 007/31/15.81

Le site du Schwarzbach

Le secteur à Dambach

N 49/00/38.27

O 007/37/34.89

Le secteur entre Windstein et Jaergerthal

N 48/59/05.95

O 007/40/54.37

Le site du Steinbach

Le secteur à Niedersteinbach

N 49/01/39.04

O 007/43/57.58

Le secteur à la ferme de Froensbourg

N 49/01/54.02

O 007/45/40.85

Annexe 3 : Composition du substrat des secteurs de cours d'eau étudiés

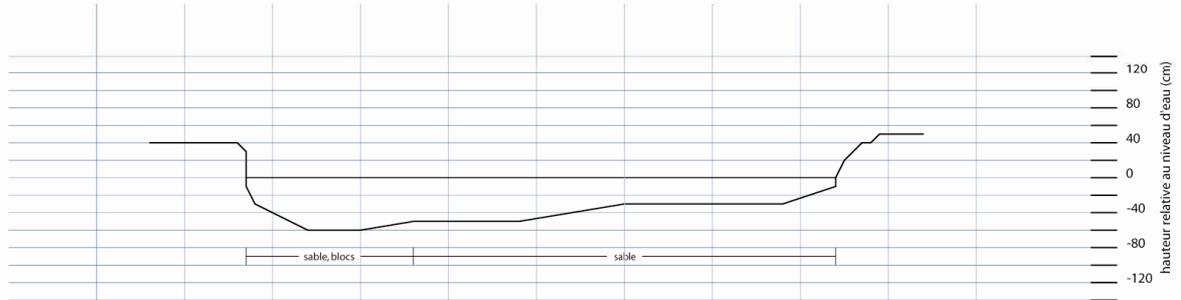
Site	Secteur	Point de mesure	Substrat (%)			
			limon	sable	gravier	blocs
Sauer	amont	1	0	100	0	0
		2	0	100	0	0
		3	0	100	0	0
	aval	1	0	30	20	50
		2	0	30	70	10
		3	0	20	70	10
Zinsel du Nord (Mouterhouse)	naturel	1	50	50	0	0
		2	50	50	0	0
		3	50	50	0	0
	canal de décharge	1	0	90	0	10
		2	0	50	30	20
		3	0	20	20	60
Fischbach	ouvert	1	0	90	10	0
		2	0	50	50	0
		3	0	100	0	0
	boisé	1	0	80	20	0
		2	0	50	30	20
		3	0	100	0	0
Falkensteinbach	ouvert	1	0	70	30	0
		2	0	80	20	0
		3	0	100	0	0
	boisé	1	0	80	20	0
		2	0	40	60	0
		3	0	60	40	0
Zinsel du Nord	Baerenthal	1	0	100	0	0
		2	0	100	0	0
		3	0	70	30	0
		4	0	60	40	0
		5	0	50	50	0
		6	0	60	10	30
Schwarzbach	Dambach	1	0	100	0	0
		2	0	95	5	0
		3	0	100	0	0
	Windstein	1	-	-	-	-
		2	40	60	0	0
		3	10	90	0	0
Rothbach	Carrière	1	0	100	0	0
		2	30	70	0	0
		3	0	100	0	0
Moder	Wimmenau	1	0	75	35	0
		2	0	20	80	0
		3	0	100	0	0
Steinbach	Niedersteinbach	1	0	99	1	0
		2	0	100	0	0
		3	0	80	20	0
	ferme de Froensbourg	1	0	60	40	0
		2	0	50	20	30
		3	0	100	0	0

Annexe 4 : Profils en travers des secteurs de cours d'eau étudiés

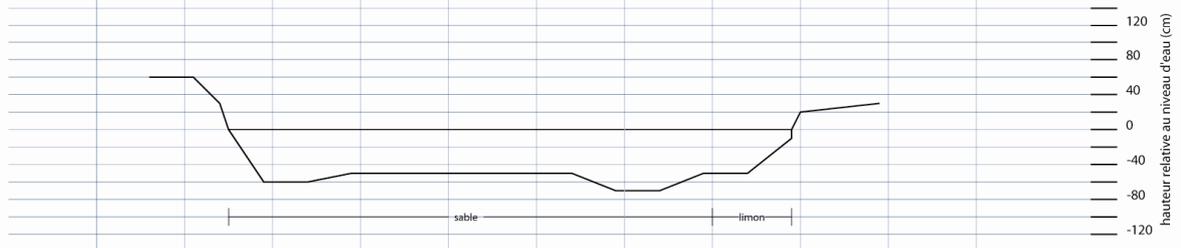
Sauer : secteur amont

mesures effectuées en juillet/août

Profil 1



Profil 2



Profil 3



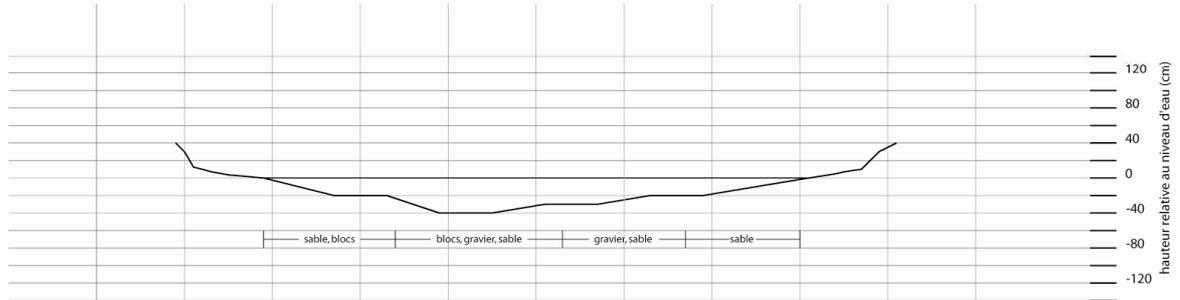
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

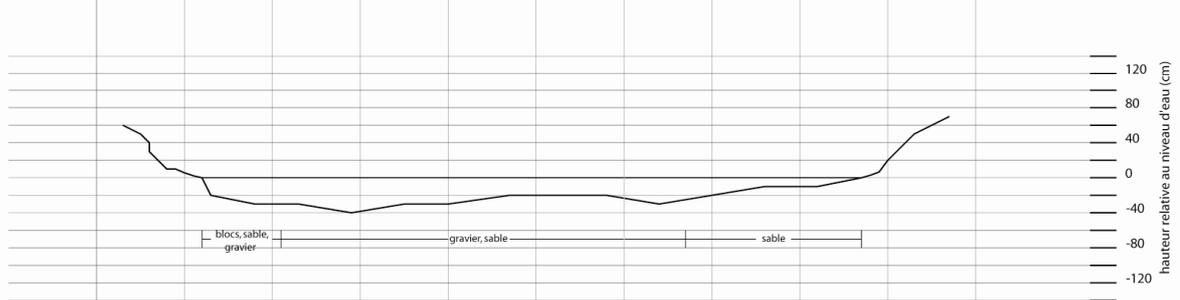
Sauer : secteur aval

mesures effectuées en juillet/août

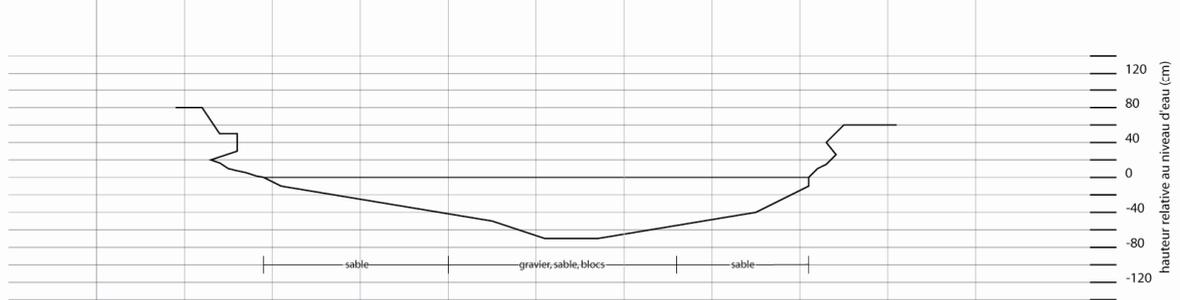
Profil 1



Profil 2



Profil 3



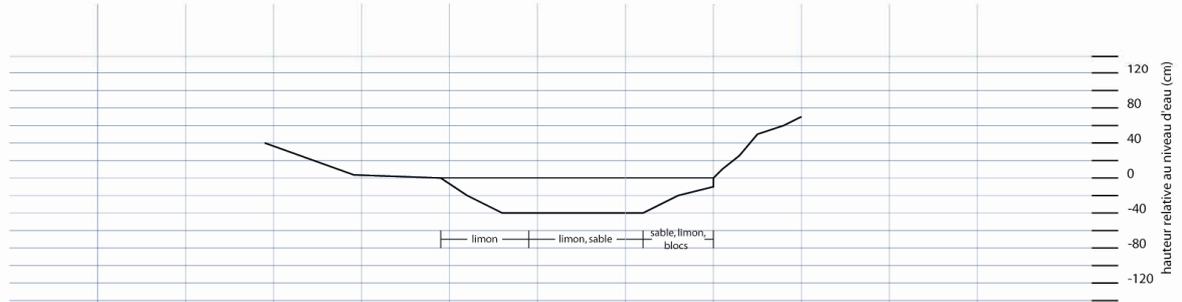
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

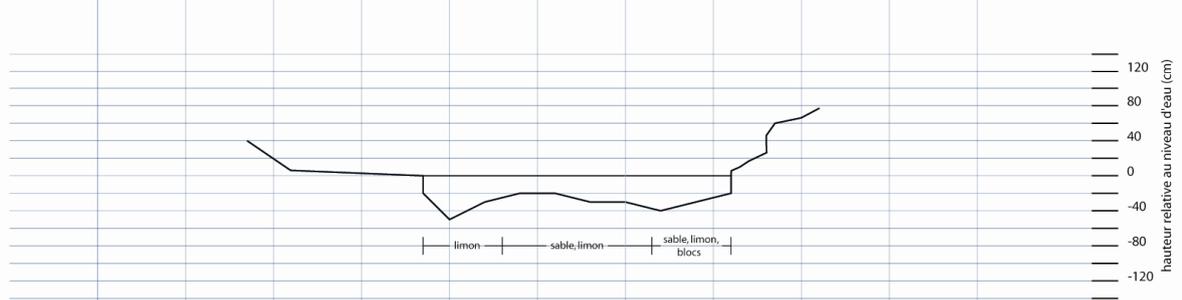
Zinsel du Nord à Mouterhouse : secteur "naturel"

mesures effectuées en juillet/août

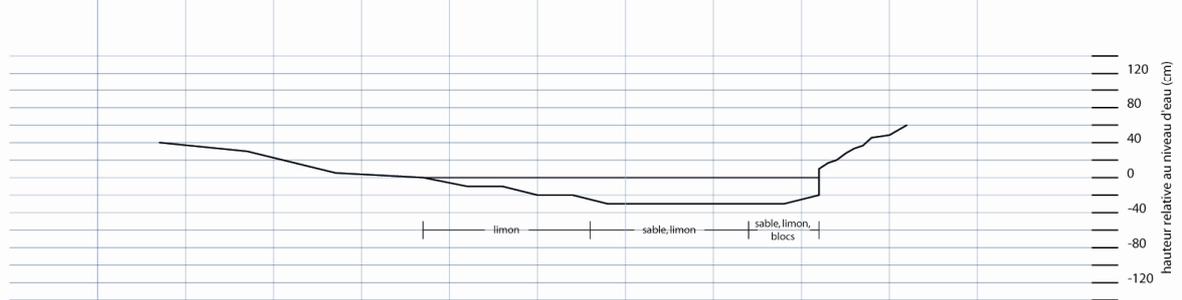
Profil 1



Profil 2



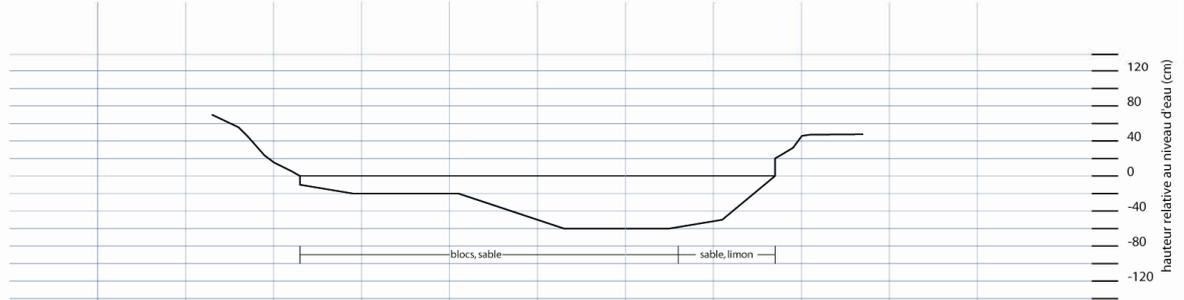
Profil 3



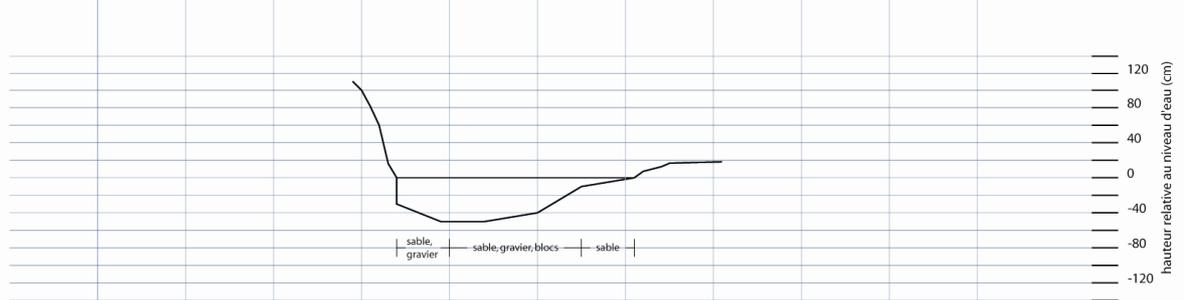
Zinsel du Nord à Mouterhouse : secteur canal de décharge

mesures effectuées en juillet/août

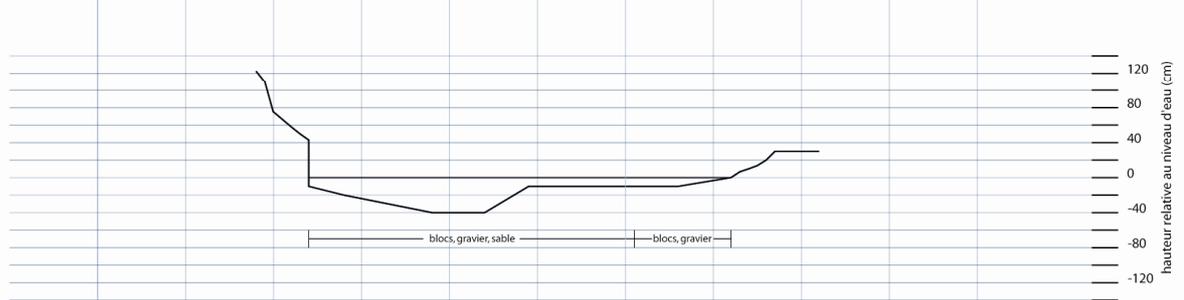
Profil 1



Profil 2



Profil 3



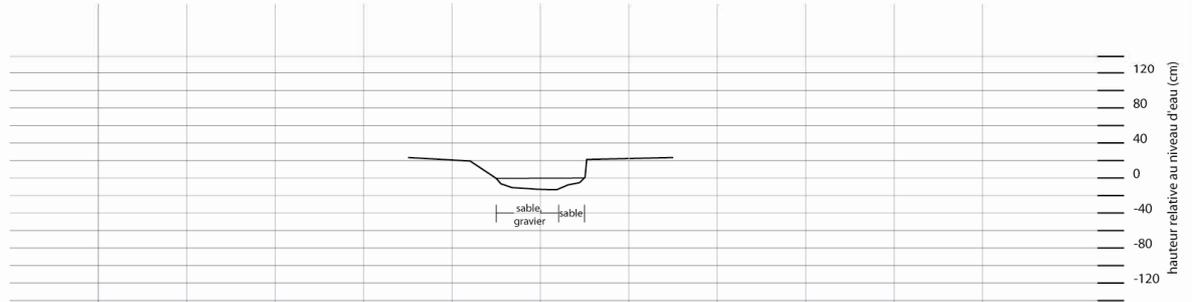
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

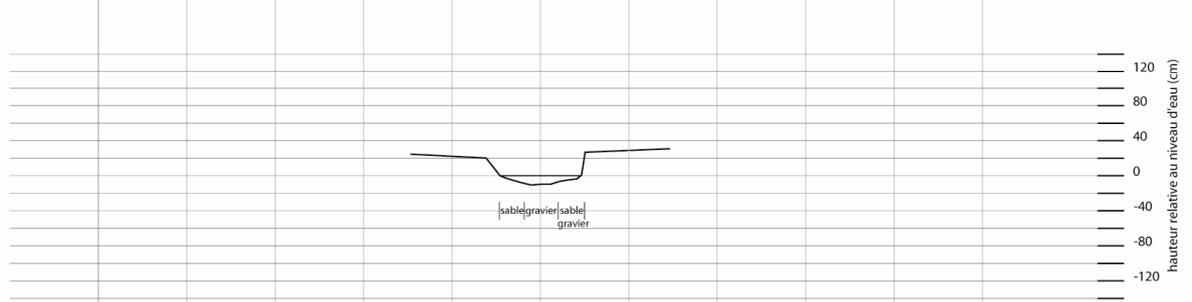
Fischbach : secteur ouvert

mesures effectuées en juillet/août

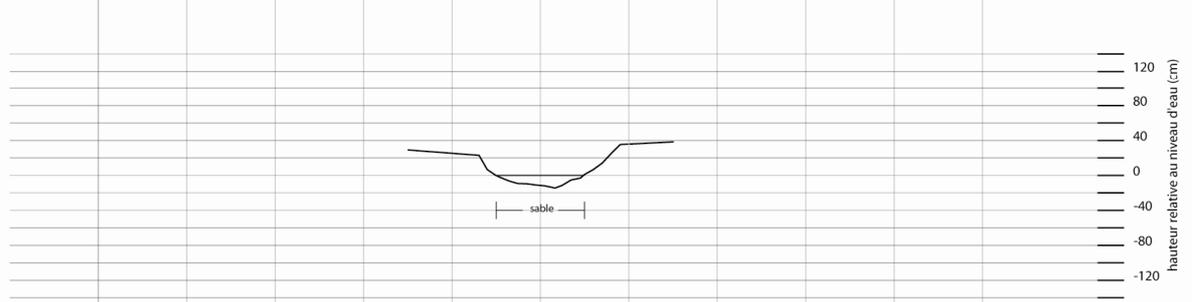
Profil 1



Profil 2



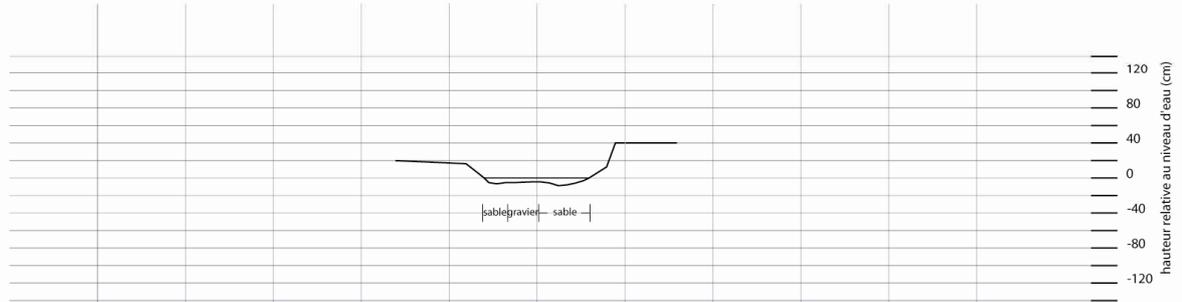
Profil 3



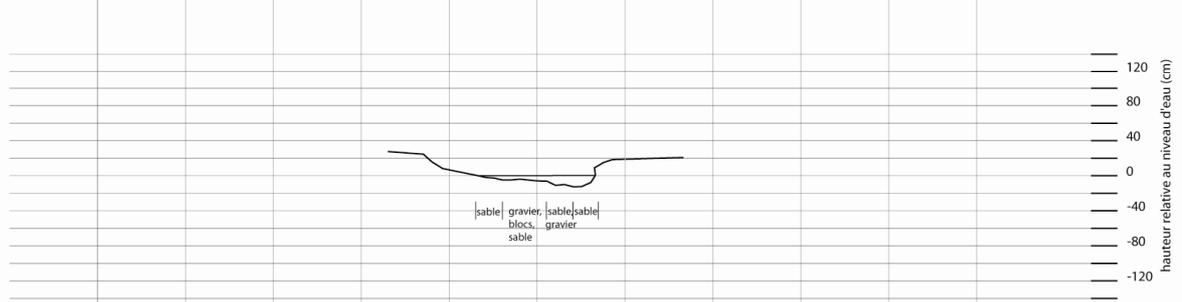
Fischbach : secteur boisé

mesures effectuées en juillet/août

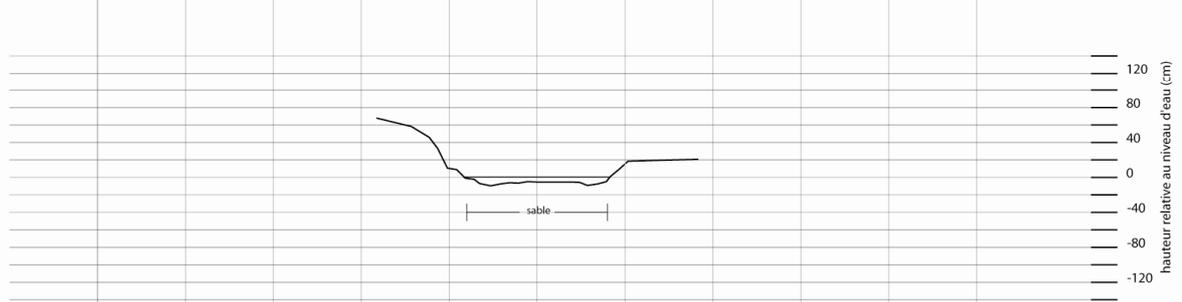
Profil 1



Profil 2



Profil 3



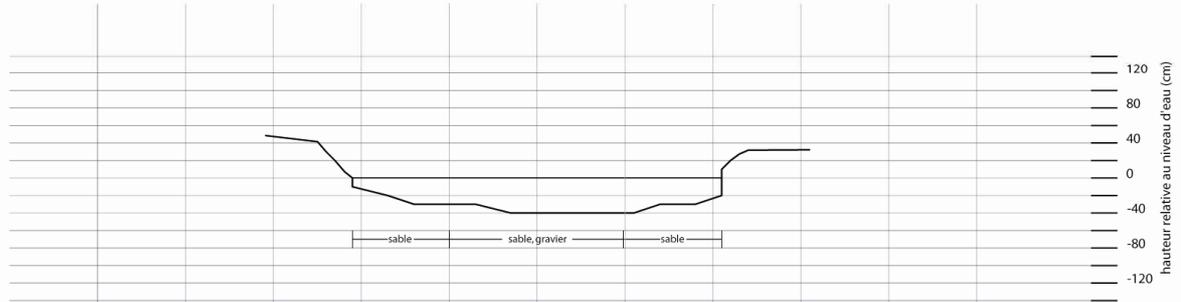
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

Falkensteinbach : secteur ouvert

mesures effectuées en juillet/août

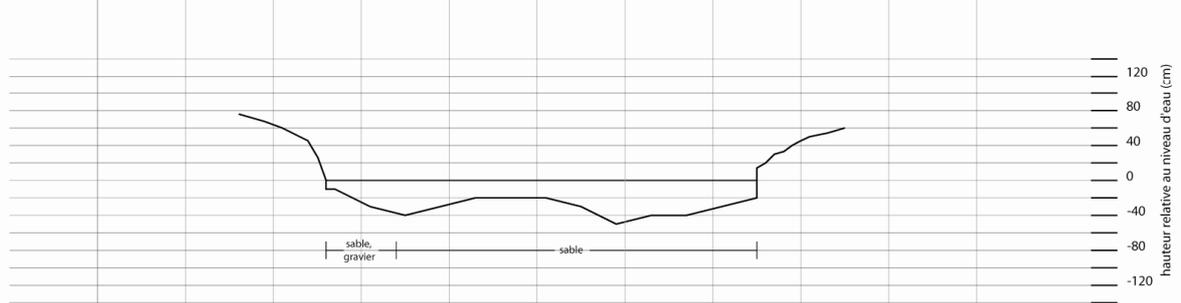
Profil 1



Profil 2



Profil 3



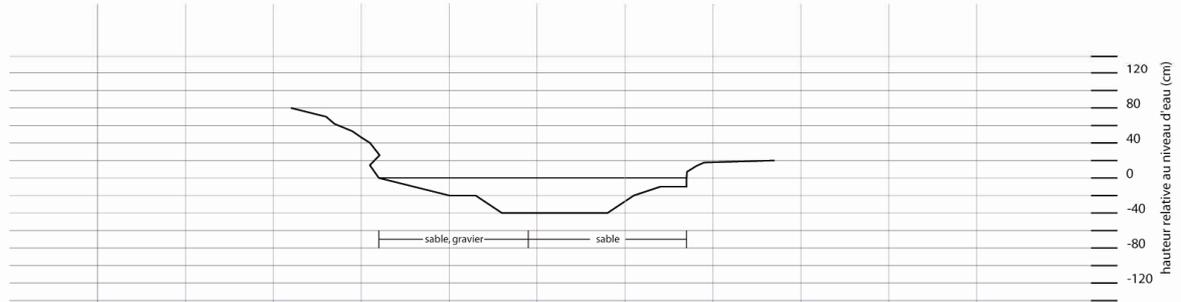
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

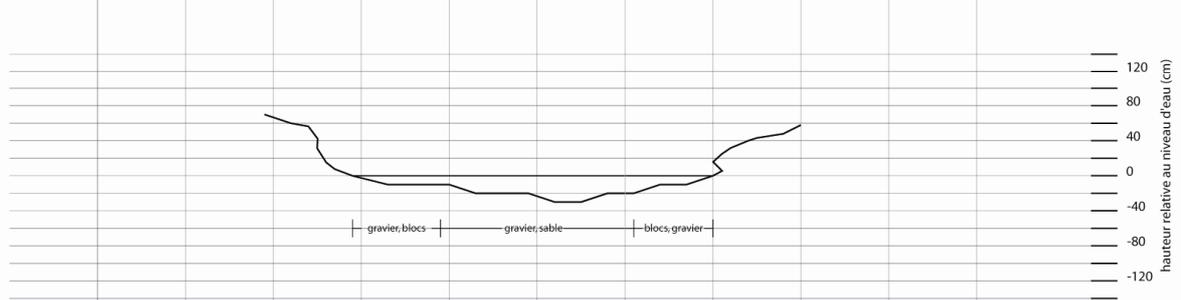
Falkensteinbach : secteur boisé

mesures effectuées en juillet/août

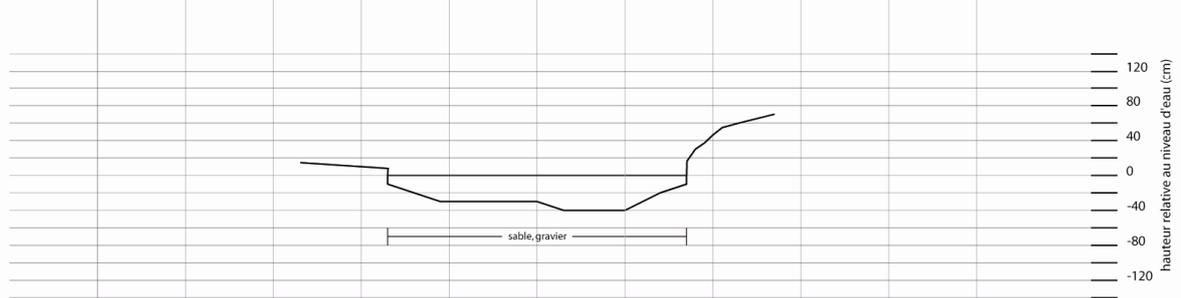
Profil 1



Profil 2



Profil 3



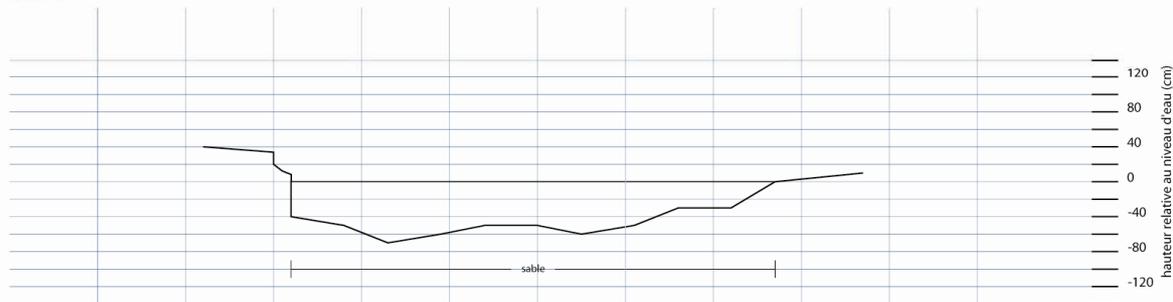
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

Zinsel du Nord à Baerenthal

mesures effectuées en juillet/août

Profil 1



Profil 2



Profil 3



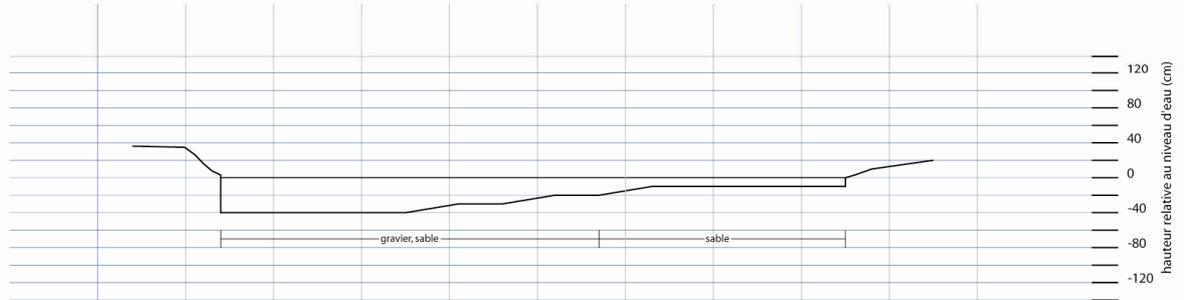
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

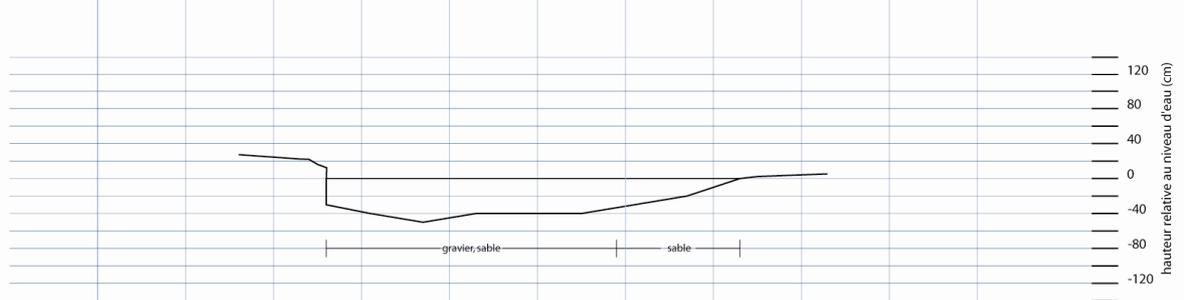
Zinsel du Nord à Baerenthal

mesures effectuées en juillet/août

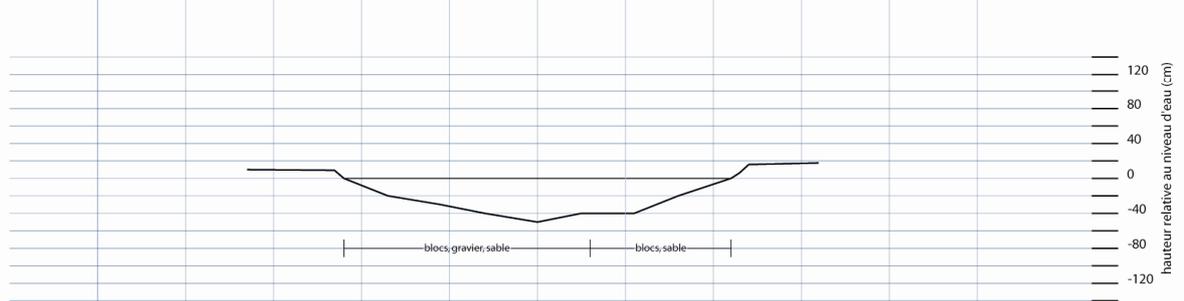
Profil 4



Profil 5



Profil 6



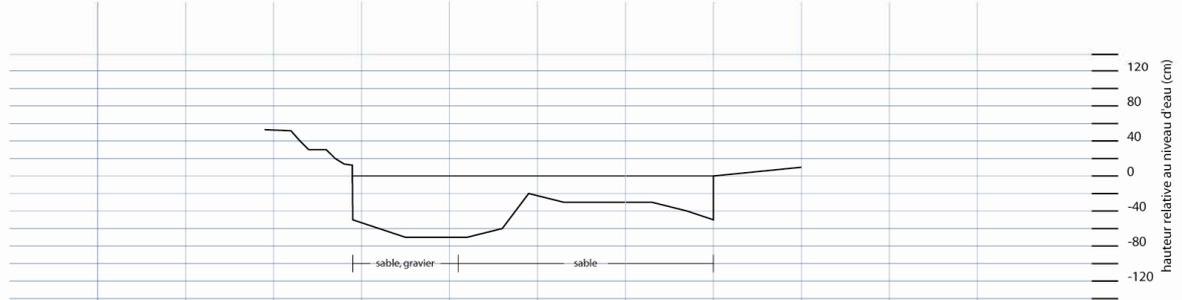
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

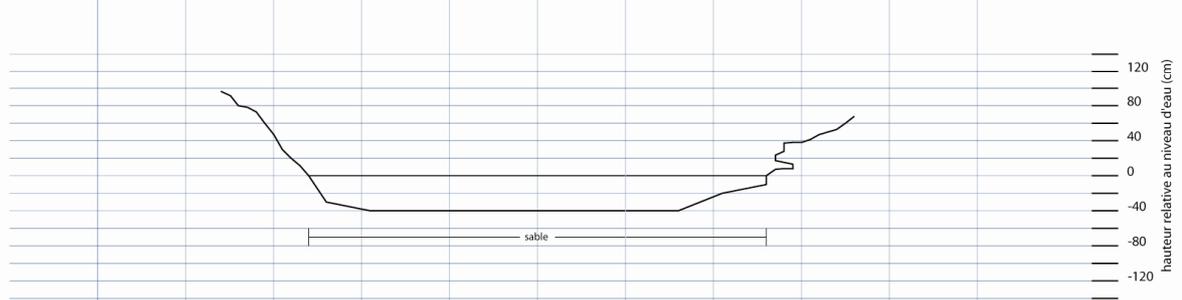
Schwarzbach : secteur Dambach

mesures effectuées en juillet/août

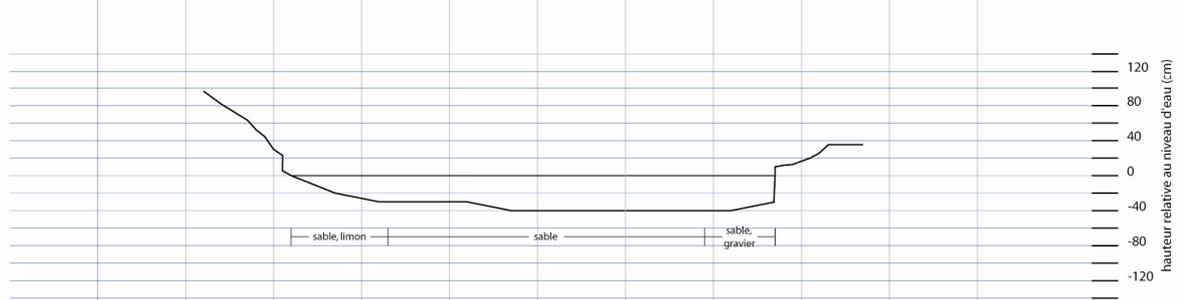
Profil 1



Profil 2



Profil 3



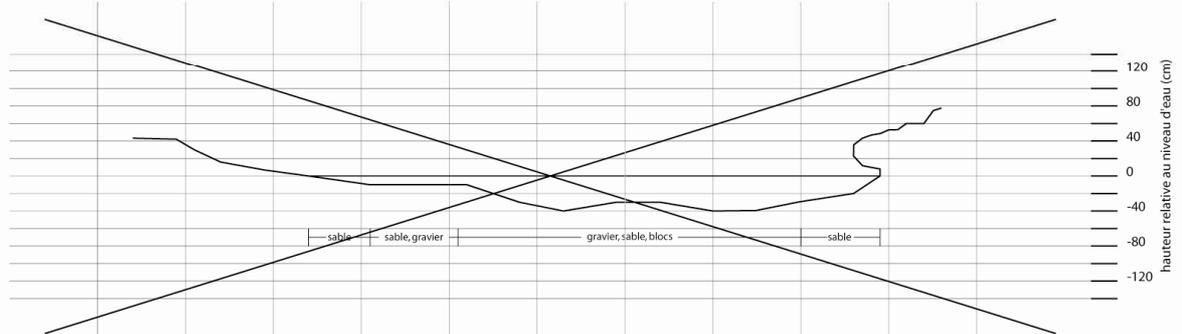
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

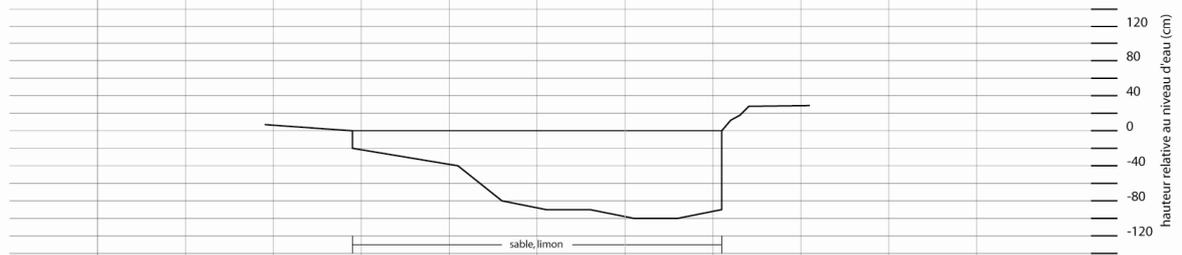
Schwarzbach : secteur Windstein

mesures effectuées en juillet/août

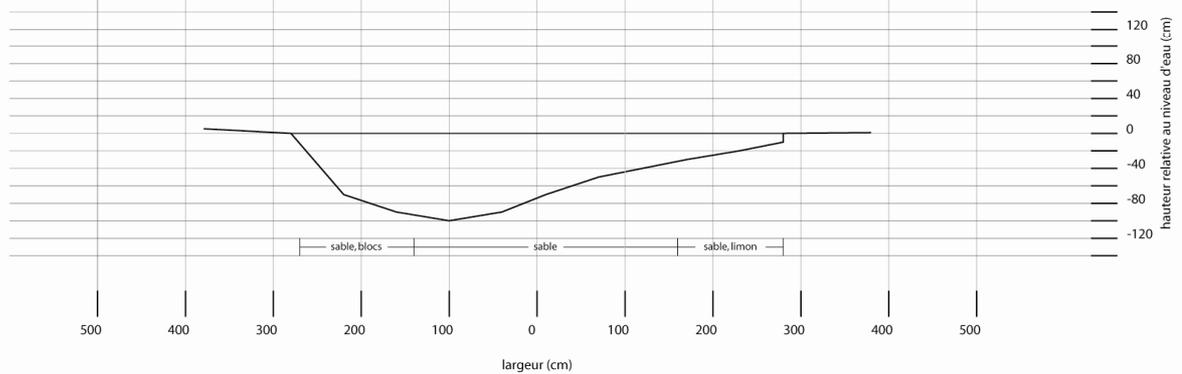
Profil 1



Profil 2



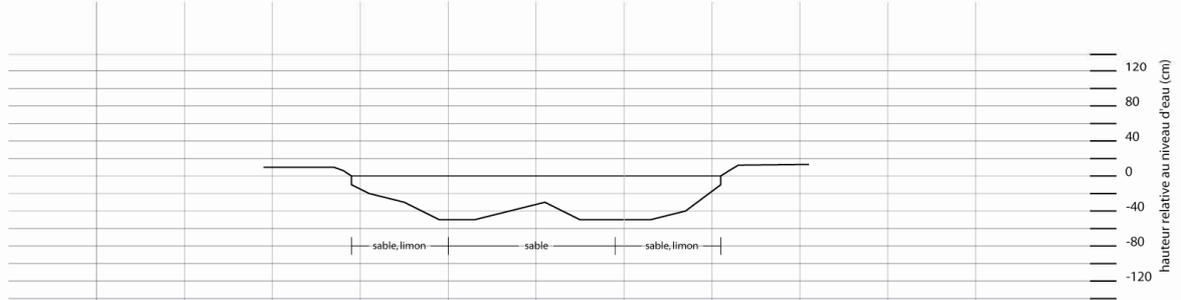
Profil 3



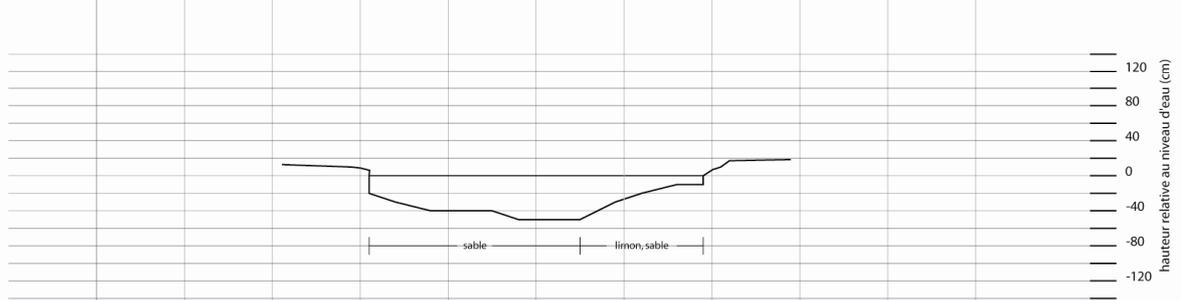
Rothbach : secteur carrière

mesures effectuées en juillet/août

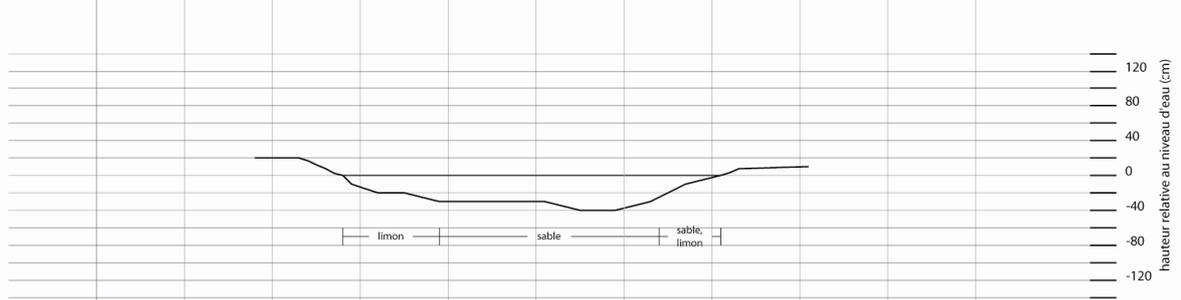
Profil 1



Profil 2



Profil 3



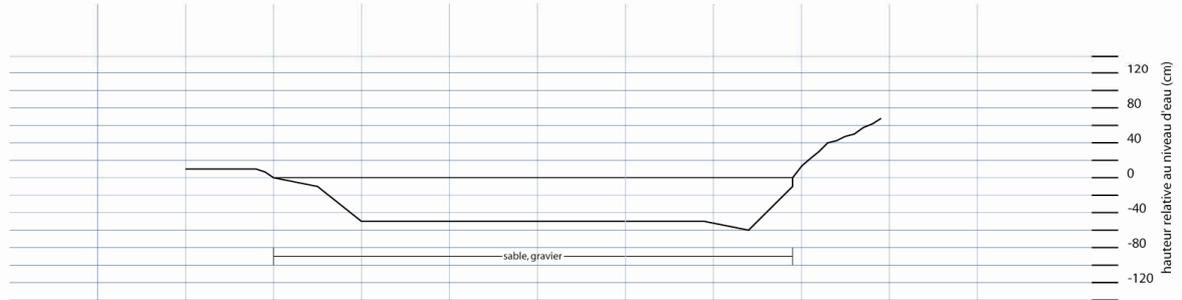
500 400 300 200 100 0 100 200 300 400 500

largeur (cm)

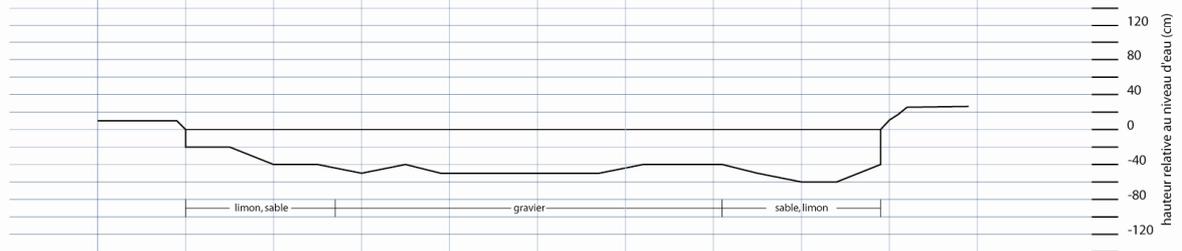
Moder : secteur Wimmenau

mesures effectuées en juillet/août

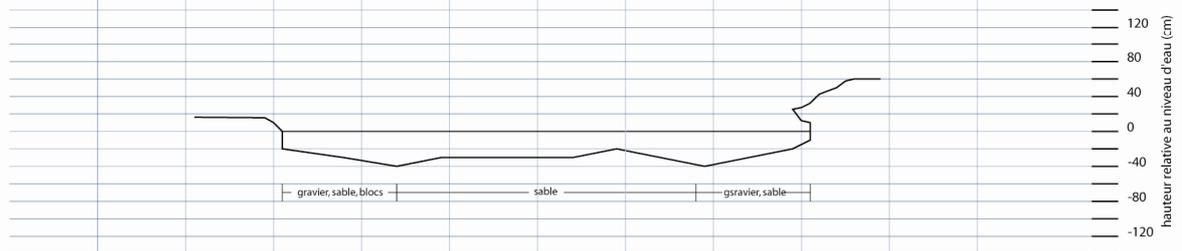
Profil 1



Profil 2



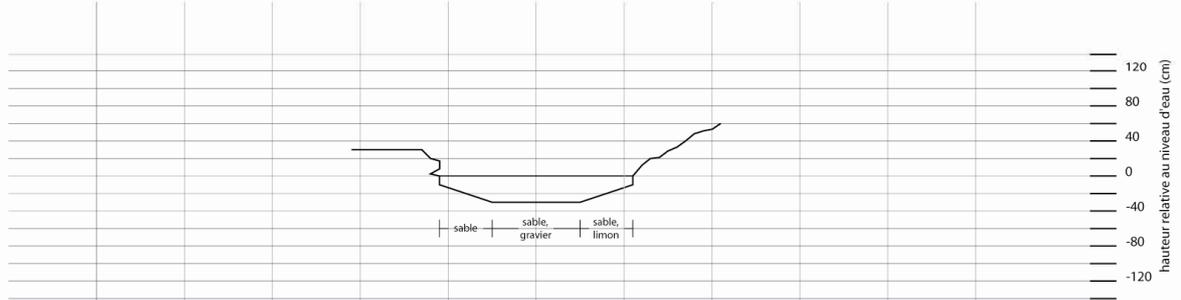
Profil 3



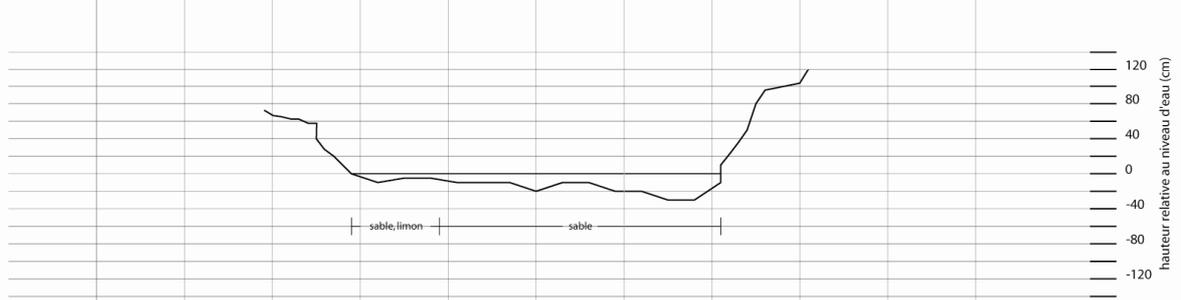
Steinbach: secteur Niedersteinbach

mesures effectuées en juillet/août

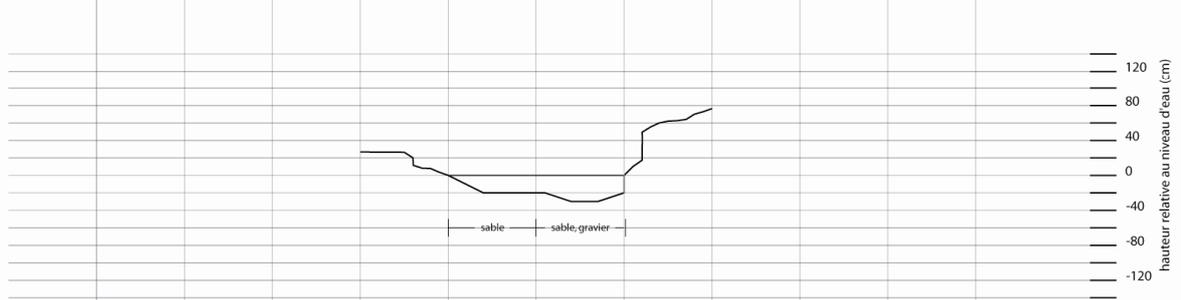
Profil 1



Profil 2



Profil 3



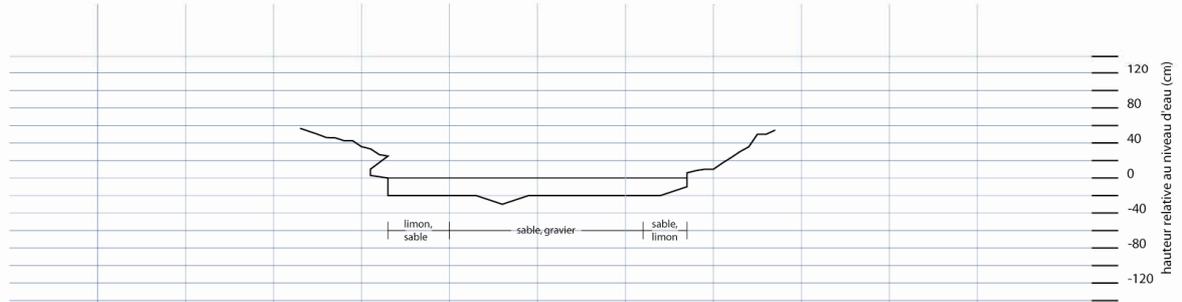
500 | 400 | 300 | 200 | 100 | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500

largeur (cm)

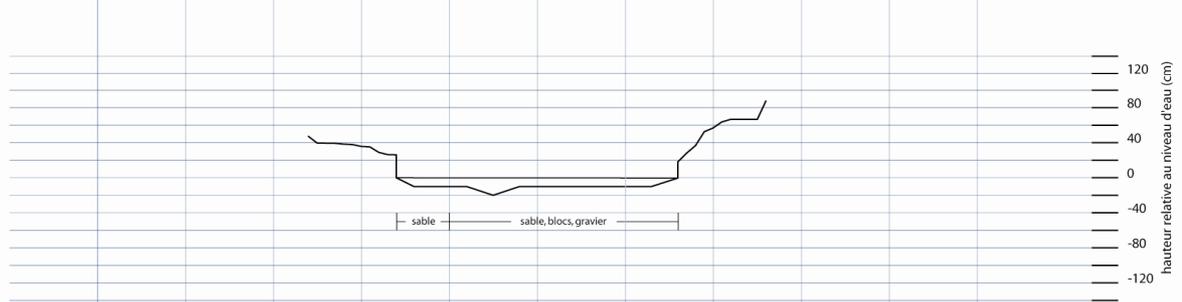
Steinbach : secteur ferme du Froensbourg

mesures effectuées en juillet/août

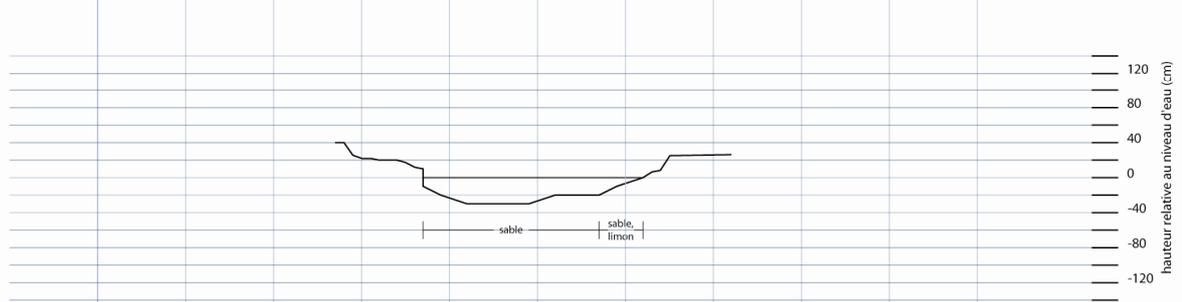
Profil 1



Profil 2



Profil 3



Annexe 5 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe serpentini sur la Sauer

SAUER AMONT										
Date	Exuvies récoltées			Emergences observées			Total exuvies + émergence	Longueur du tronçon (en m)	Densité aux 100m	Sex ratio (nb mâles / nb femelles)
	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés				
29.05.08	0	5	0	0	0	0	5	125	4	-
09.06.08	28	25	0	0	0	5	58	125	46	1,12
19.06.08	54	65	1	0	0	1	121	125	97	0,83
01.07.08	116	119	2	0	0	4	241	125	193	0,97
10.07.08	77	84	5	0	0	1	167	125	134	0,92
22.07.08	20	33	7	0	0	0	60	125	48	0,61
05.08.08	15	23	1	0	0	0	39	125	31	0,65
19.08.08	10	22	4	0	0	0	36	125	29	0,45
27.08.08	6	6	2	1	0	0	15	125	12	1,00
TOTAL	326	382	22	1	0	11	742	125	594	0,86

SAUER AVAL										
Date	Exuvies récoltées			Emergences observées			Total exuvies + émergence	Longueur du tronçon (en m)	Densité aux 100m	Sex ratio (nb mâles / nb femelles)
	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés				
30.05.08	0	0	0	0	0	0	0	125	0	-
09.06.08	4	3	0	0	0	0	7	125	6	1,33
18.06.08	11	19	1	0	0	0	31	125	25	0,58
01.07.08	38	35	0	0	0	4	77	125	62	1,09
10.07.08	36	18	3	0	0	0	57	125	46	2,00
21.07.08	11	13	0	0	0	0	24	125	19	0,85
05.08.08	15	16	4	0	0	1	36	125	29	0,94
18.08.08	10	16	1	0	0	0	27	125	22	0,63
27.08.08	3	10	1	0	0	0	14	125	11	0,30
TOTAL	128	130	10	0	0	5	273	125	218	0,98

SAUER AMONT + AVAL										
Date	Exuvies récoltées			Emergences observées			Total exuvies + émergences	Longueur du tronçon (en m)	Densité aux 100m	Sex ratio (nb mâles / nb femelles)
	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés				
30.05.08	0	5	0	0	0	0	5	125	4	-
09.06.08	32	28	0	0	0	5	65	125	52	1,14
18.06.08	65	84	2	0	0	1	152	125	122	0,77
01.07.08	154	154	2	0	0	8	318	125	254	1,00
10.07.08	113	102	8	0	0	1	224	125	179	1,11
21.07.08	31	46	7	0	0	0	84	125	67	0,67
05.08.08	30	39	5	0	0	1	75	125	60	0,77
18.08.08	20	38	5	0	0	0	63	125	50	0,53
27.08.08	9	16	3	1	0	0	29	125	23	0,56
TOTAL	454	512	32	1	0	16	1015	125	812	0,89

Annexe 6 : Résultats de l'étude de la période d'émergence du Gomphe vulgaire sur la Sauer

SAUER AMONT										
Date	Exuvies récoltées			Emergences observées			Total exuvies + émergence	Longueur du tronçon (en m)	Densité aux 100m	Sex ratio (nb mâles / nb femelles)
	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés				
28.04.08	0	0	0	0	0	0	0	150	0	-
06.05.08	3	3	0	0	0	0	6	150	4	1,00
19.05.08	77	82	1	0	0	5	165	150	110	0,94
29.05.08	58	120	0	0	0	4	182	125	146	0,48
09.06.08	12	18	0	0	0	3	33	125	26	0,67
19.06.08	8	10	0	0	0	0	18	125	14	0,80
01.07.08	1	2	0	0	0	0	3	125	2	0,50
10.07.08	3	3	0	0	0	0	6	125	5	1,00
22.07.08	0	0	0	0	0	0	0	125	0	-
TOTAL	162	238	1	0	0	12	413	125	308	0,68

SAUER AVAL										
Date	Exuvies récoltées			Emergences observées			Total exuvies + émergence	Longueur du tronçon (en m)	Densité aux 100m	Sex ratio (nb mâles / nb femelles)
	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés				
29.04.08	0	0	0	0	0	0	0	150	0	-
07.05.08	2	0	0	0	0	0	2	150	1	-
20.05.08	27	26	1	0	0	0	54	150	36	1,04
30.05.08	9	23	0	0	0	3	35	125	28	0,39
09.06.08	1	10	0	0	0	0	11	125	9	0,10
18.06.08	3	2	0	0	0	0	5	125	4	1,50
01.07.08	1	3	0	0	0	0	4	125	3	0,33
10.07.08	0	0	0	0	0	0	0	125	0	-
21.07.08	0	1	0	0	0	0	1	125	1	-
TOTAL	43	65	1	0	0	3	112	125	82	0,66

SAUER AMONT + AVAL										
Date	Exuvies récoltées			Emergences observées			Total exuvies + émergence	Longueur du tronçon (en m)	Densité aux 100m	Sex ratio (nb mâles / nb femelles)
	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés	Nombre mâles	Nombre femelles	Indéterminés				
28.04.08	0	0	0	0	0	0	0	150	0	-
06.05.08	5	3	0	0	0	0	8	150	5	1,67
19.05.08	104	108	2	0	0	5	219	150	146	0,96
29.05.08	67	143	0	0	0	7	217	125	174	0,47
09.06.08	13	28	0	0	0	3	44	125	35	0,46
19.06.08	11	12	0	0	0	0	23	125	18	0,92
01.07.08	2	5	0	0	0	0	7	125	6	0,40
10.07.08	3	3	0	0	0	0	6	125	5	1,00
22.07.08	0	1	0	0	0	0	1	125	1	-
TOTAL	205	303	2	0	0	15	525	125	390	0,68

Résumé

Les populations du Gomphe serpent (*Ophiogomphus cecilia*) des cours d'eau du Parc naturel régional des Vosges du Nord ont été étudiées en vue d'améliorer les connaissances sur l'écologie de cette espèce, notamment en phase larvaire. Suite à la collecte systématique des exuvies et à la caractérisation des secteurs inventoriés, quelques paramètres influençant la présence de larves ont pu être mis en évidence. En outre, ces investigations ont fourni des informations sur la structure de population et sur la phénologie de l'espèce et aussi sur la diversité odonatologique des cours d'eau des Vosges du Nord. Au total, 2774 exuvies ont été intégrées dans l'analyse. Cette étude met particulièrement en évidence la complexité des facteurs pouvant influencer la présence du Gomphe serpent. Elle a fourni d'importantes informations sur les populations de cette espèce dans les cours d'eau des Vosges du Nord lesquelles vont servir de base à la mise en place d'un suivi régulier efficace.

