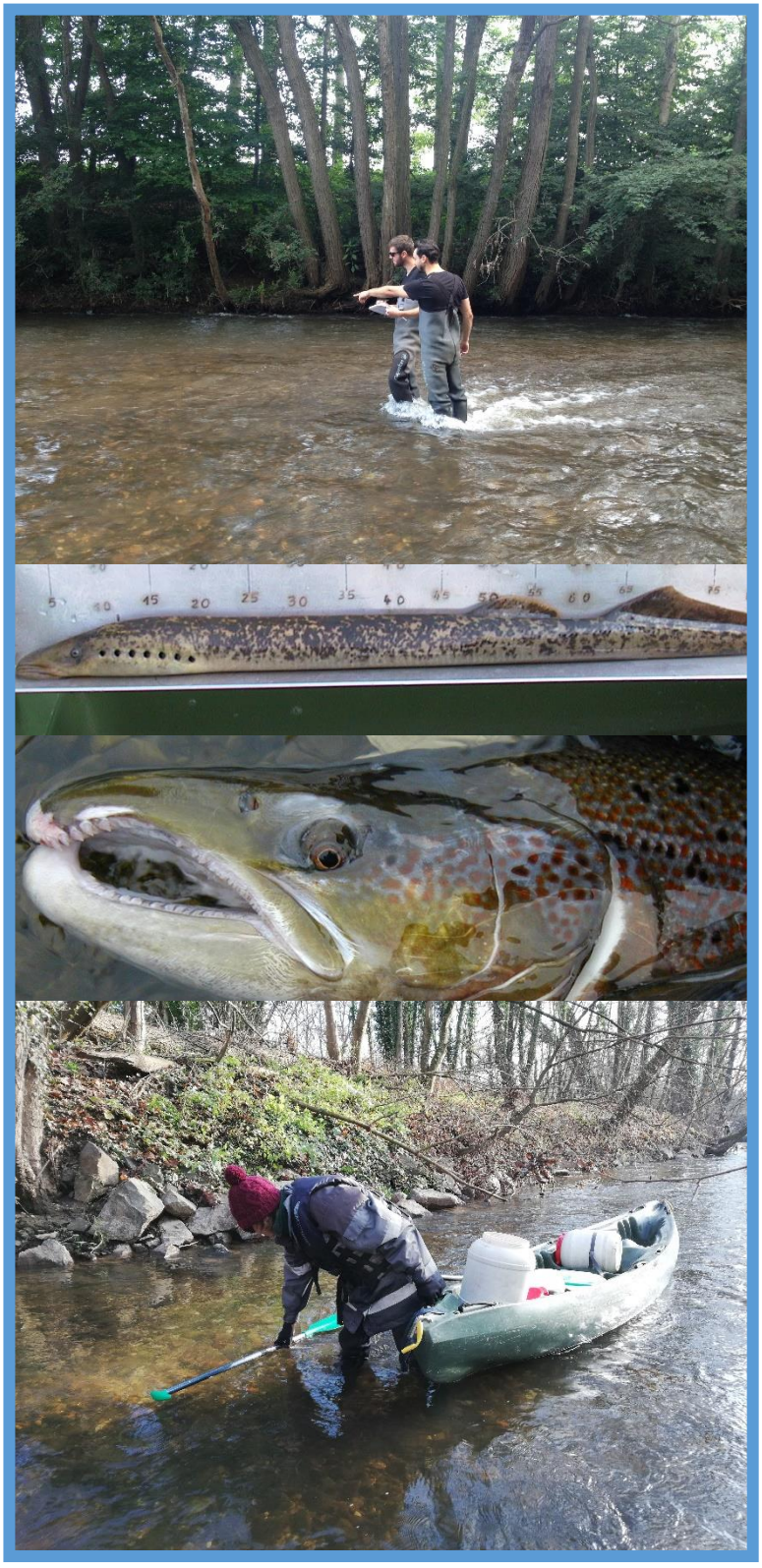


Saumon-Rhin

Suivi de la reproduction des migrateurs amphihalins en Alsace

lamproie marine
&
salmonidés migrateurs

Campagne 2018

Association Saumon-Rhin
RD 228 –Lieu-Dit « La Musau » 67203 Oberschaeffolsheim
www.saumon-rhin.com
Tel : 03 88 28 75 28

Suivi de la reproduction des migrateurs amphihalins en Alsace

lamproies marines
&
salmonidés migrateurs

Campagne 2018

Suivi réalisé dans le cadre du programme de restauration des populations de poissons migrateurs en Alsace

Septembre 2019

Rédaction : Y. FINKLER & C. MORANDI

Participation : Claire Flambard, Jean-Franck Lacerenza, Frédéric Schaeffer

Photos de couverture : Association Saumon-Rhin

Référence : ce rapport doit être cité comme suit :

Y. FINKLER & C. MORANDI ; 2019. Suivi de la reproduction des migrateurs amphihalins en Alsace – Lamproies marines & salmonidés migrateurs – Campagne 2018. Saumon-Rhin. 43 pages + annexes

Les données figurant dans ce document ne pourront être exploitées de quelque manière que ce soit sans l'autorisation écrite préalable de Saumon-Rhin et de ses partenaires financiers.

Financement des actions par :

Autres partenaires :

Suivi de la reproduction des migrateurs amphihalins : lamproie marine et salmonidés migrateurs

Table des matières

1. Introduction 2
2. Contexte 3
2.1. Contexte biologique 3
2.1.1. Cycle et reproduction de la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) 3
2.1.2. Cycle et reproduction des salmonidés migrateurs 3
2.2. Etat de la continuité écologique 4
2.3. Historique du suivi 5
3. Méthode du suivi de la reproduction 8
3.1. Acquisition des données 8
3.1.1. Localisation des secteurs 8
3.1.2. Méthode de repérage 12
3.1.3. Relevé des informations 12
3.2. Valorisation des données 13
3.2.1. Transcription sur carte 13
3.2.2. Estimation du nombre de géniteurs 13
3.3. Suivi des conditions abiotiques 13
3.3.1. Suivi hydrologique 13
3.3.2. Suivi thermique 14
3.4. Limites de la méthode 16
4. Suivi de la reproduction de la lamproie marine 17
4.1. Effort de prospection 17
4.2. Conditions hydrologiques des différents cours d'eau et résultats des suivis 18
4.2.1. Conditions hydrologiques de la Bruche et résultats du suivi 18
4.2.2. Conditions hydrologiques de l'Ill et résultats du suivi 21
4.2.3. Conditions hydrologiques de la Moder et résultats du suivi 22
4.3. Estimation du nombre de géniteurs de lamproie marine sur le bassin de l'Ill 23
4.4. Estimation de la période d'éclosion des œufs dans la Bruche 23
5. Suivi de la reproduction des salmonidés migrateurs 25
5.1. Effort de prospection 25
5.2. Conditions hydrologiques des différents cours d'eau et résultats des suivis 26
5.2.1. Conditions hydrologiques de la Bruche et résultats du suivi 26
5.2.2. Conditions hydrologiques de la Moder et résultats du suivi 29
5.2.3. Conditions hydrologiques de l'Ill et résultats du suivi 31
5.2.4. Conditions hydrologiques de la Fecht et résultats du suivi 33
5.2.5. Conditions hydrologiques du Giessen et résultats du suivi 35
5.2.6. Difficulté de la migration sur le bassin Rhénan 36
5.3. Estimation du temps d'incubation des œufs 37
5.4. Mise en évidence de la réussite la reproduction naturelle 39
5.4.1. Reproduction naturelle sur la Bruche 39
5.4.2. Reproduction naturelle sur la Fecht 41
6. Conclusion 42
7. Bibliographie 43
8. Annexes 44

1. Introduction

Le programme « Rhin 2020 » engagé par la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) en 2001 a notamment pour objectif le développement d'une population durable de saumon dans le Rhin. Cela sous-entend le retour d'une population vivant et se reproduisant en équilibre naturel, autrement dit, sans soutien extérieur. Un tel objectif est ambitieux et nécessite la mise en œuvre d'actions sur chaque facteur limitant durant l'ensemble du cycle biologique de l'espèce. En effet, la restauration des habitats, l'amélioration de la qualité physico-chimique des cours d'eau, le perfectionnement des dispositifs de dévalaison et le rétablissement de la continuité écologique sont autant de composantes à prendre en compte pour le rétablissement d'une population pérenne.
Le saumon n'est pas la seule espèce ciblée par la CIPR, les autres espèces de poissons migrateurs (truite de mer, lamproie marine, grande alose…) sont aussi intégrées dans le programme. En effet, en protégeant et restaurant le bassin rhénan afin de rétablir une population de saumon du Rhin, c'est toute la biodiversité naturelle qui s'accroît.

Par ce programme, la CIPR donne des axes de travail communs aux différents pays et incite les états à définir des objectifs ambitieux. En France, la gestion des poissons amphihalins est encadrée par le décret n°94-157 du 16 février 1994 et retranscrite dans les articles R.436-44 à R.436-68 du Code de l'Environnement. Un PLAn de GEstion des POissons MIgrateurs (PLAGEPOMI) est établi sur chaque bassin pour une durée de 6 ans. Le PLAGEPOMI du bassin Rhin-Meuse pour la période 2016-2021 reprend les orientations proposées par la CIPR et fixe les objectifs français à l'échelle de ce bassin. Il est ainsi un document de cadrage règlementaire et technique pour l'ensemble de nos actions.

Le suivi de la reproduction naturelle des salmonidés migrateurs et des lamproies marines, est une action essentielle pour le programme de restauration des populations de poissons amphihalins en Alsace. En effet, la découverte de nids de ponte démontre, premièrement, la réussite de la reproduction naturelle mais permet aussi de suivre l'évolution de l'aire de répartition de ces espèces en fonction de l'avancée des actions menées en faveur de la libre circulation piscicole dans le bassin alsacien. L'analyse chronologique des résultats vise à caractériser les progrès obtenus dans la restauration de l'écosystème rhénan (CIPR, 1991).

Ainsi en 2018, comme chaque année depuis 1995 pour les grands salmonidés migrateurs et 2001 pour la lamproie marine, des prospections à pied ou en embarcation sont réalisées afin de comptabiliser les structures de ponte. L'ensemble des axes migrateurs présentant des habitats adéquats ainsi que de leurs tributaires importants sont concernés. Après avoir présenté la méthodologie de suivi de la reproduction des deux espèces, les résultats seront présentés et corrélés aux conditions environnementales. Une estimation du nombre de géniteurs et de la période d'éclosion des œufs sera également présentée.

2. Contexte

2.1. Contexte biologique

2.1.1. Cycle et reproduction de la lamproie marine (*Petromyzon marinus*)

La lamproie marine, au même titre que le saumon atlantique et la truite de mer, est un migrateur amphihalin anadrome. Elle partage donc les différentes étapes de son cycle de vie entre rivière et mer. La reproduction a lieu en eau douce, sur des faciès courants (V>40 cm/s) et à une profondeur avoisinant les 35 cm (dans le bassin alsacien). La température se situe généralement entre 15 et 18°C, ce qui correspond à la période de mai à juillet (Keith, Allardie ; 2001). Le mâle construit un vaste nid ovale (jusqu'à 2 m de diamètre), et la femelle va venir y déposer ses œufs. S'en suit les étapes d'éclosion et d'émergence des larves également appelées ammocètes. Ces dernières vont se laisser dévaler jusqu'à trouver des secteurs de sédimentation sableux à vaseux et s'y enfouir pendant 4 à 5 ans en moyenne (toujours en eau douce). La dévalaison vers la mer s'effectue alors pour une taille de 15 cm environ et le grossissement dure 2 à 5 ans sur le plateau continental ou en haute mer. Une fois la maturation sexuelle atteinte, les lamproies marines effectuent une migration pour revenir sur les zones de frayères, au printemps, sans s'alimenter. Cette espèce ne serait pas soumise au phénomène de homing mais serait guidée par l'« odeur » (sécrétion biliaire) des ammocètes qui se trouvent sur ces zones. Un individu dépourvu d'odorat serait incapable de réussir sa montaison (Vrieze et al., 2010).

2.1.2. Cycle et reproduction des salmonidés migrateurs

Les périodes de reproduction et les caractéristiques des frayères étant similaires pour les saumons et les truites de mer, seules des études génétiques permettent d'attribuer un nid à l'une ou l'autre espèce. En conséquence, c'est un suivi global de la reproduction des salmonidés migrateurs qui est effectué.

- Le saumon atlantique (*Salmo salar)* est un migrateur amphihalin anadrome. La reproduction a lieu en fin d'automne et en début d'hiver, sur la partie médiane des cours d'eau (zone à ombre). La femelle creuse une cuvette, le « nid de frai », à l'aide de ses nageoires. Elle produit 1 500 à 1700 ovules par kg de son propre poids. Les frayères apparaissent sous forme de taches claires allongées de 2 à 5 m de longueur et 1 à 2 m de largeur. Les œufs incubent pendant 3 à 5 mois, (400 à 450 degrés/jours sont nécessaires). L'éclosion survient donc en fin d'hiver ou au début du printemps. Après 1 à 2 ans passés en eau douce, le tacon se smoltifie et débute sa migration vers la Mer du Nord. Le saumon atlantique séjourne de 1 à 3 années en mer et atteint une taille comprise entre 0,60 et 1,20 m pour un poids de 2 à 12 kg. La maturation sexuelle le pousse à rejoindre sa rivière natale. Il remonte les eaux douces sans se nourrir et se dirige essentiellement grâce à son sens olfactif très développé. Après la reproduction, une majeure partie des géniteurs meurt (Gueguen, 1993 ; Cohendet,1993).

- La truite de mer (*Salmo trutta trutta)* est la forme migratrice amphihaline de la truite commune (*Salmo trutta fario*) qui existe également sous la forme lacustre (*Salmo trutta lacustris*). Son cycle biologique est similaire à celui du saumon à deux différences près : sa migration marine la conduit moins loin en mer (elle reste en général sur le plateau continental) et le nombre d'individus survivants après la reproduction est bien plus élevé que chez le saumon (la truite de mer ayant une plus grande facilité à reprendre une activité alimentaire après la reproduction).

2.2. Etat de la continuité écologique

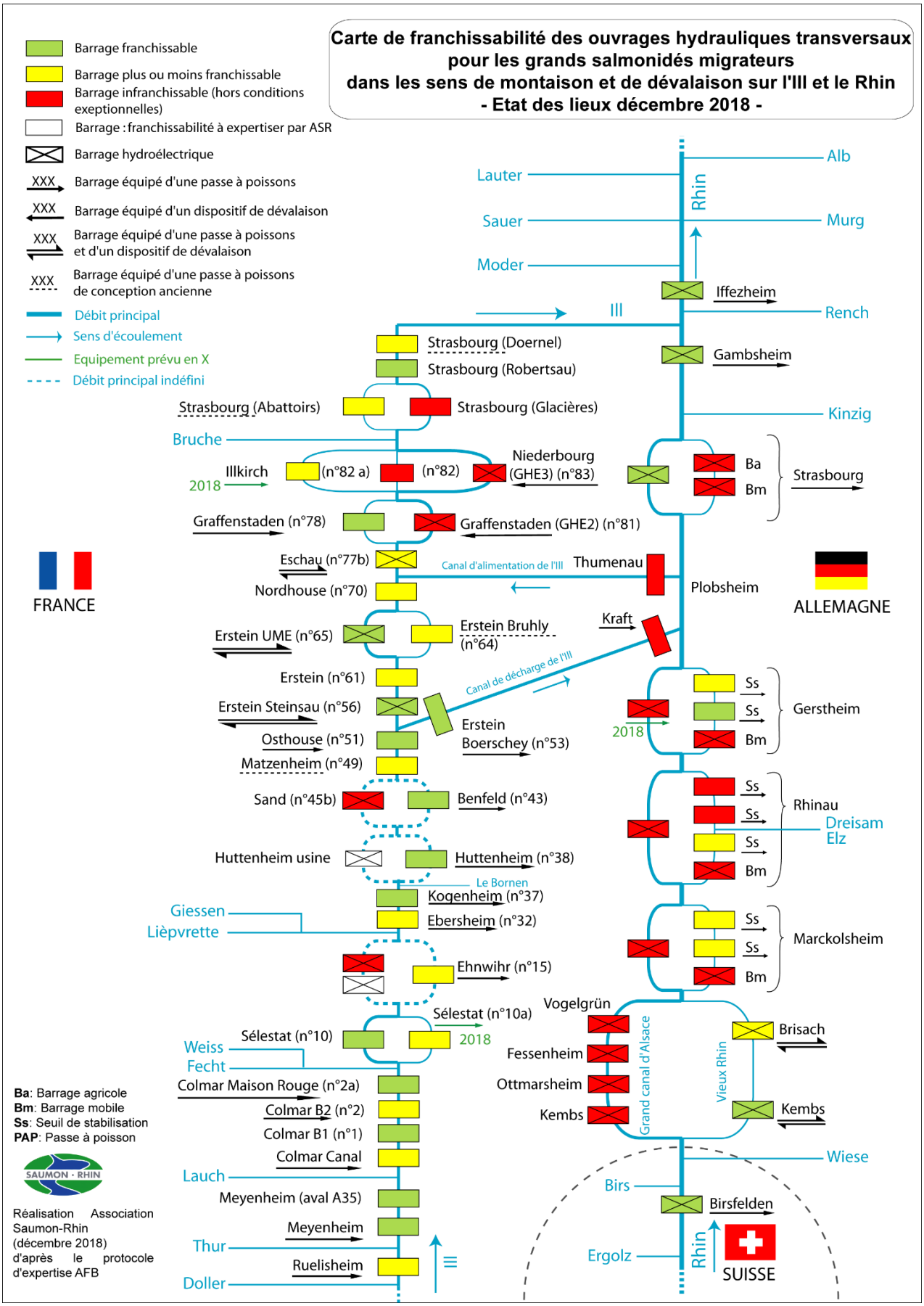


Figure 1. Carte schématique de franchissabilité à la montaison de l'Ill et du Rhin par les grands salmonidés migrateurs : Etat des lieux 2018

En 2018, les migrateurs ayant rejoint le Rhin par son delta aux Pays-Bas, peuvent remonter environ 700km sans rencontrer d'obstacles à la migration. En effet, le barrage d'Iffezheim est l'obstacle le plus en aval du Rhin, il est équipé d'une passe à poissons depuis 2000. En amont d'Iffezheim, les migrateurs peuvent se diriger sur l'Ill ou continuer sur le Rhin.

S'ils décident de partir sur l'**Ill**, ils vont butter sur les seuils du Doernel puis des Abattoirs, qui sont plus ou moins franchissables en fonction des conditions hydrologiques. La Bruche, un affluent particulièrement intéressant en termes d'habitats, leur est alors accessible.
En 2016, le seuil n°78 à Graffenstaden a été équipé d'une passe à poissons, suivi par celui de la Steinsau en 2017 (n°56) (cf. Figure 1). En 2018, c'est le bras des abeilles qui a été repris afin de permettre le contournement des ouvrages de Niederbourg (seuils n°82 & 83), qui n'ont pas été équipés. Plus en amont, à Sélestat, la réfection du seuil n°10a devrait se finir courant 2019.
On notera que les seuils de Eschau et Matzenheim (n°77b & 49) ont été déclassés en « plus ou moins franchissables » à la montaison, après concertation avec l'AFB.
Selon les conditions hydrologiques, les autres seuils de l'Ill peuvent être franchis par les plus vaillants individus. Certaines zones de reproduction sont alors accessibles sur les autres affluents de l'Ill :

- Le Giessen et la Lièpvrette, après les seuils de Eschau, Nordhouse, Erstein, Matzenheim et Ebersheim,
- La Fecht et la Weiss, en ajoutant le seuil de Ehnwihr,
- La Lauch et la Thur, en ajoutant Colmar B2 et Colmar canal,
- La Doller, en ajoutant le seuil de Ruelisheim.

La Bruche représentant 16% des habitats de grossissement pour le saumon atlantique en Alsace et étant la première rivière accessible à la montaison depuis l'Ill, il est important de permettre un retour des géniteurs sur ce cours d'eau. Les affluents se jetant dans l'Ill en amont de Strasbourg (Giessen, Lièpvrette, Fecht, Weiss, Lauch, Thur et Doller), représentent quant à eux 46% des habitats à saumon atlantique en Alsace. Les difficultés d'accessibilité à ces zones sont causées par la trop forte présence de seuils infranchissables, d'où la nécessité d'un rétablissement de la libre circulation piscicole.

A l'inverse, si les migrateurs restent sur le **Rhin**, ils rencontrent 25 km plus en amont le barrage de Gambsheim, équipé d'une passe à poissons depuis 2006. Les individus peuvent s'orienter sur la Kinzig, un affluent allemand, ou passer le barrage de Strasbourg, grâce à la nouvelle passe à poissons inaugurée le 20 mai 2016. Le barrage de Gerstheim est en cours d'aménagement et la fin des travaux est prévue pour le début de l'année 2019.
Resteront à équiper les usines hydroélectriques de Rhinau, Marckolsheim et Vogelgrun avant d'accéder, par transfert, au Vieux-Rhin. La conception de ce dernier ouvrage étant particulièrement complexe et certains projets controversés, son équipement reste en cours de discussion. L'accès au Vieux-Rhin, contenant 26% des habitats à saumon atlantique en Alsace, permettra ensuite aux géniteurs d'atteindre la Suisse.

2.3. Historique du suivi

- La **lamproie marine** : l'espèce était considérée comme disparue du Rhin depuis les années de forte pollution (deuxième moitié du 20ème siècle). Elles ont de nouveau été identifiées dans le Rhin moyen à partir de 1983 à l'embouchure de la Moselle et dans le Rhin supérieur à partir de 1988 (Weibel, 1991). La présence de cette espèce a été confirmée dans le Rhin supérieur après la mise en fonction de la passe à poissons d'Iffezheim en 2000. Les premiers individus ont été observés en 2001 avec 205 dénombrements. De même les premières frayères furent observées dès 2001 dans la Bruche, néanmoins, le protocole de suivi standardisé n'a débuté qu'en 2005. Bien que les effectifs soient fluctuants, la présence avérée de cette espèce ces 15 dernières années (cf. Tableau 1), témoigne désormais de son implantation.

Tableau 1. Récapitulatif du nombre de frayères de lamproies marines recensées et du vidéo-comptage depuis le début du suivi

	Vidéo-comptage		Suivi frayère				
	Iffezheim	Gambsheim	Bruche	Ill	Moder	Lauter	Total frayères
2005	103		21	12			33
2006	192	21	10	29	4		43
2007	208	110	5				5
2008	145	47	11				11
2009	225	96	30				30
2010	23	11	12				12
2011	3	3	9				9
2012	15	8	12	2	0	0	14
2013	0	0	9	0	10	0	19
2014	141	67	22	0	6	0	28
2015	138	40	17	2	4		23
2016	79	14	0	0	0		0
2017	74	19	14	4	0		18
Total	1346	436	172	49	24	0	245

- Les **salmonidés migrateurs :** Dans les années 1700-1800, le Rhin était peuplé d'environ 200 000 individus de saumon atlantique. Avec la canalisation du Rhin, les pollutions, et les barrages hydroélectriques au 20ème siècle, l'espèce fut considérée disparue en 1950. Le Plan d'Action Rhin et le programme Saumon 2000 de la CIPR ont engendré la mise en place d'une étude sur les potentialités de réintroduction du saumon en Alsace par le CSP. Après les premiers essais, la création de l'ASR (1992) a permis de structurer les actions autour de cet objectif symbolique. En France, la première reproduction naturelle de saumon a été constatée en 1996 (cf. Tableau 2). Depuis la mise en place des passes à poissons et des stations de comptage au début des années 2000, le retour des adultes a pu être validé et comptabilisé (cf. Tableau 3).

Tableau 2. Récapitulatif du nombre de frayères de salmonidés migrateurs recensées depuis le début du suivi

	Bruche	Ill	Moder	Fecht	Lauter	Giessen	Lièpvrette	Rhin	Total
1995-2005	330	19	3						352
2006	34		11		33				78
2007	23	1	13						37
2008	22		5						27
2009	34	1							35
2010	33	4		1		0	0		38
2011	30	15	2	1	3	0	0		51
2012	20		2	12	3	0	0		37
2013	3	0	0	0	0	0	0		3
2014	17	0	4	8	1	0	0		30
2015	6			1					7
2016	17	1		2	5	1	0	1(a)	27
2017	12	1	0	0	6	0	0		19
Total	581	42	40	25	51	1	0	1	741

(a) Dans la passe à poissons de Strasbourg

Tableau 3. Récapitulatif du nombre de salmonidés migrateurs comptabilisés au vidéo-comptage depuis le début du suivi

	Iffezheim	Gambsheim
juin-00	458	
2001	275	
2002	489	
2003	178	
2004	164	
2005	105	
2006	102	49 (début : avril)
2007	177	116
2008	187	148
2009	118	137
2010	58	115
2011	118	118
2012	42	85
2013	23	68
2014	278	205
2015	297	217
2016	299	170
2017	254	161
Total	3622	1589

3. Méthode du suivi de la reproduction

3.1. Acquisition des données

3.1.1. Localisation des secteurs

L'ensemble des zones de prospection (cf. Figure 2) a été choisi en combinant 2 paramètres : la potentialité des habitats et l'accessibilité. L'Ill est la voie principale qui permet aux migrateurs d'accéder aux affluents présentant les habitats favorables à la reproduction.

- L'**Ill** fait l'objet d'un suivi complet de sa confluence avec le Rhin jusqu'au barrage de Doernel à Strasbourg, et de manière ponctuelle sur des secteurs connus plus en amont (Illkirch-Graffenstaden, Ohnheim…). Depuis 2017 et avec les aménagements réalisés sur GHE2 et Erstein Steinsau (cf. Figure 1), l'Ill, entre Sélestat et Colmar, fait aussi l'objet d'un suivi approfondi pour les GSM.

- La **Bruche** représente la rivière avec la plus grande potentialité d'accueil. Son accessibilité est cependant partielle puisque de nombreux seuils dans Strasbourg limitent la montaison (cf. Figure 3). Depuis octobre 2014, la portion concernée par la reproduction des grands salmonidés migrateurs dans la Bruche s'étend de la confluence avec l'Ill à Strasbourg jusqu'à l'aval de Schirmeck (cf. Figure 4 et annexe 2). La présence de deux obstacles plus ou moins franchissables ainsi qu'une granulométrie grossière (bloc) nous ont conduit à considérer ce secteur comme limite amont. Cela représente désormais un linéaire de 52 km.
  Toutefois, le seuil de Dinsheim n'est partiellement franchissable qu'en conditions exceptionnelles pour les saumons et truites de mer, mais infranchissable pour les lamproies marines, réduisant de 24 km le linéaire accessible à ces dernières. Mise à part la qualité physico-chimique et notamment la température de l'eau qui peut être un facteur limitant au développement des ammocètes (juvéniles de lamproie marine) si elle est trop élevée, le tronçon aval de la Bruche (d'Avolsheim à Strasbourg) convient aux besoins de reproduction de cette espèce. De plus, la **Mossig**, un affluent de la Bruche, est suivie ponctuellement suivant les conditions environnementales . Il en est de même pour le **bras d'Altorf**, entre Dorlisheim et la confluence avec la Bruche.

- La **Fecht** fait également l'objet d'un suivi sur les secteurs situés à l'aval du barrage infranchissable d'Ingersheim. En effet, plusieurs reproductions naturelles de grands salmonidés migrateurs y ont été observées depuis 2010.

- Le **Giessen**, situé à l'aval de la Fecht et présentant des secteurs favorables à la reproduction des grands salmonidés, est également prospecté jusqu'au barrage infranchissable de l'Aubach qui se situe à proximité de la confluence avec la Lièpvrette. De même, la Lièpvrette est suivie de manière ponctuelle sur des secteurs favorables.

Bien que les potentialités soient plus réduites en termes d'habitats, deux affluents du Rhin en aval du premier barrage hydroélectrique d'Iffezheim sont suivis :

- La **Lauter** est également prospectée depuis Wissembourg jusqu'à Lauterbourg en partenariat avec les instances de la pêche allemande du Palatinat (SGD Süd).

- La **Moder** présente sur sa partie aval (entre Drusenheim et sa confluence avec le Rhin à Beinheim) des zones utilisées pour la reproduction des migrateurs amphihalins. Cependant, la rareté des habitats lotiques ne confère à ce cours d'eau qu'un intérêt très limité.

L'ensemble des secteurs prospectés représentent un linéaire de 82km pour le suivi de la reproduction des lamproies marines et de 331km pour le suivi de la reproduction des grands salmonidés migrateurs.

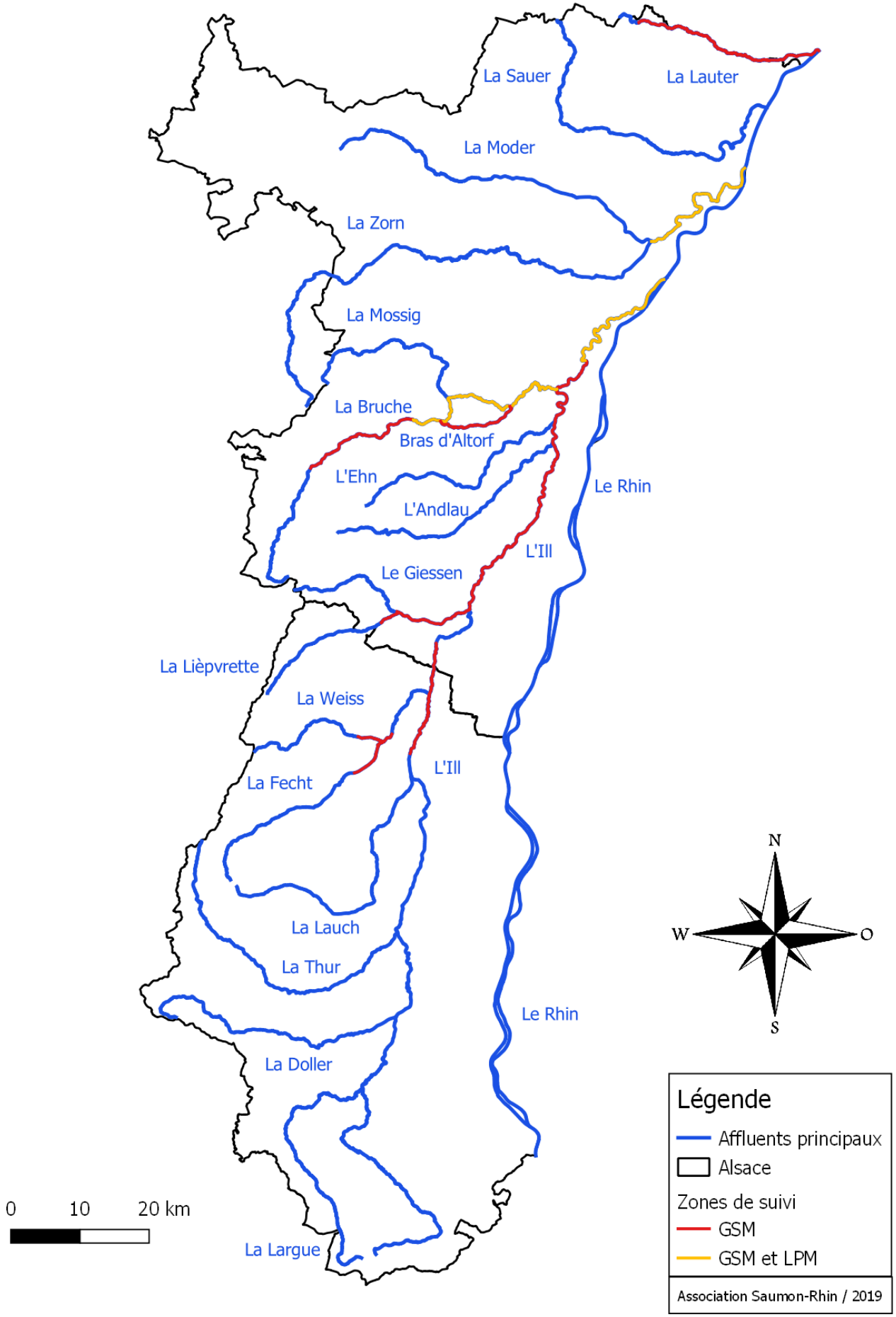
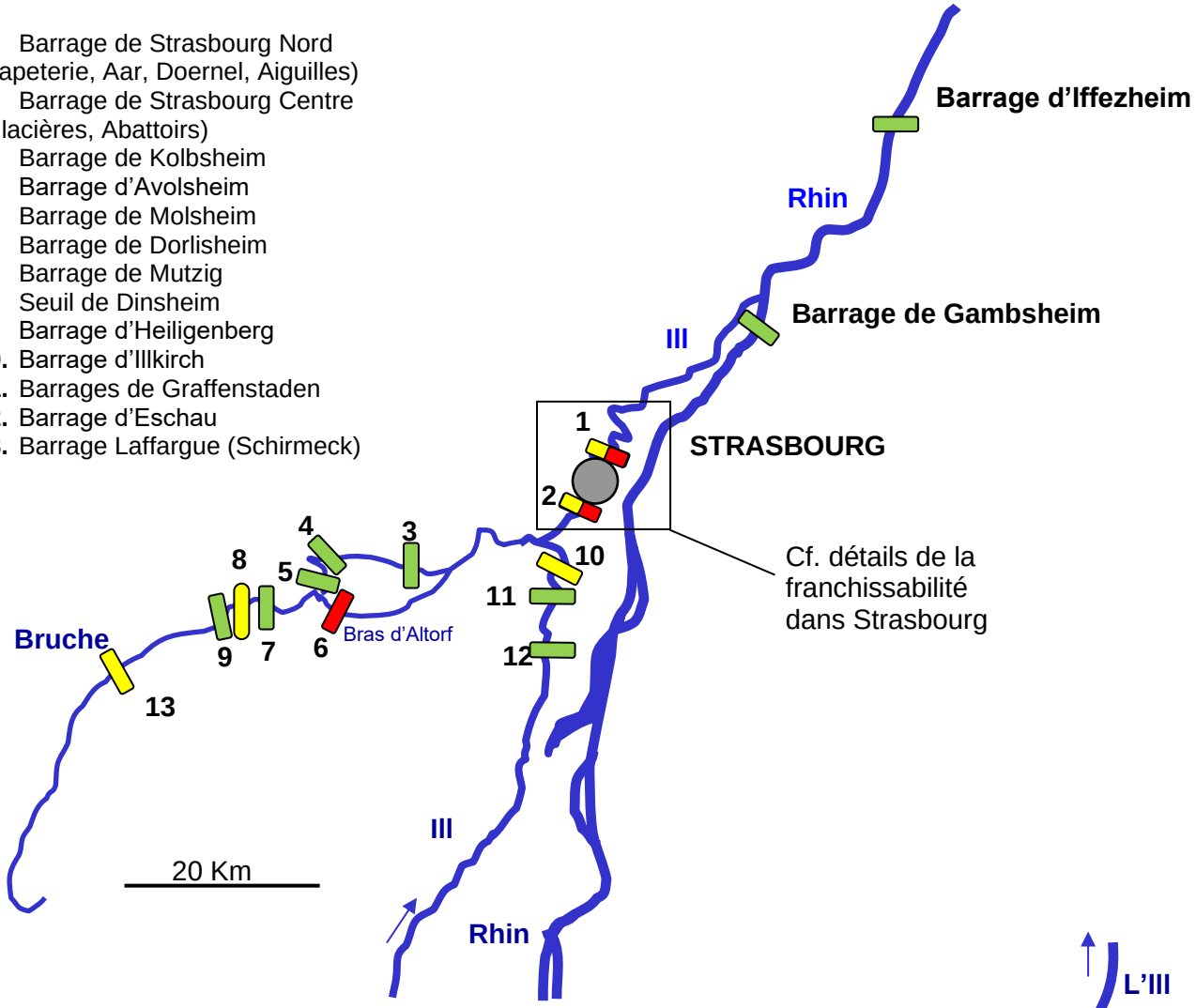


Figure 2. Localisation des zones de prospection en 2018

Dénomination des principaux obstacles :

1. Barrage de Strasbourg Nord (Papeterie, Aar, Doernel, Aiguilles)
2. Barrage de Strasbourg Centre (Glacières, Abattoirs)
3. Barrage de Kolbsheim
4. Barrage d'Avolsheim
5. Barrage de Molsheim
6. Barrage de Dorlisheim
7. Barrage de Mutzig
8. Seuil de Dinsheim
9. Barrage d'Heiligenberg
10. Barrage d'Illkirch
11. Barrages de Graffenstaden
12. Barrage d'Eschau
13. Barrage Laffargue (Schirmeck)



Détails de la franchissabilité dans Strasbourg :

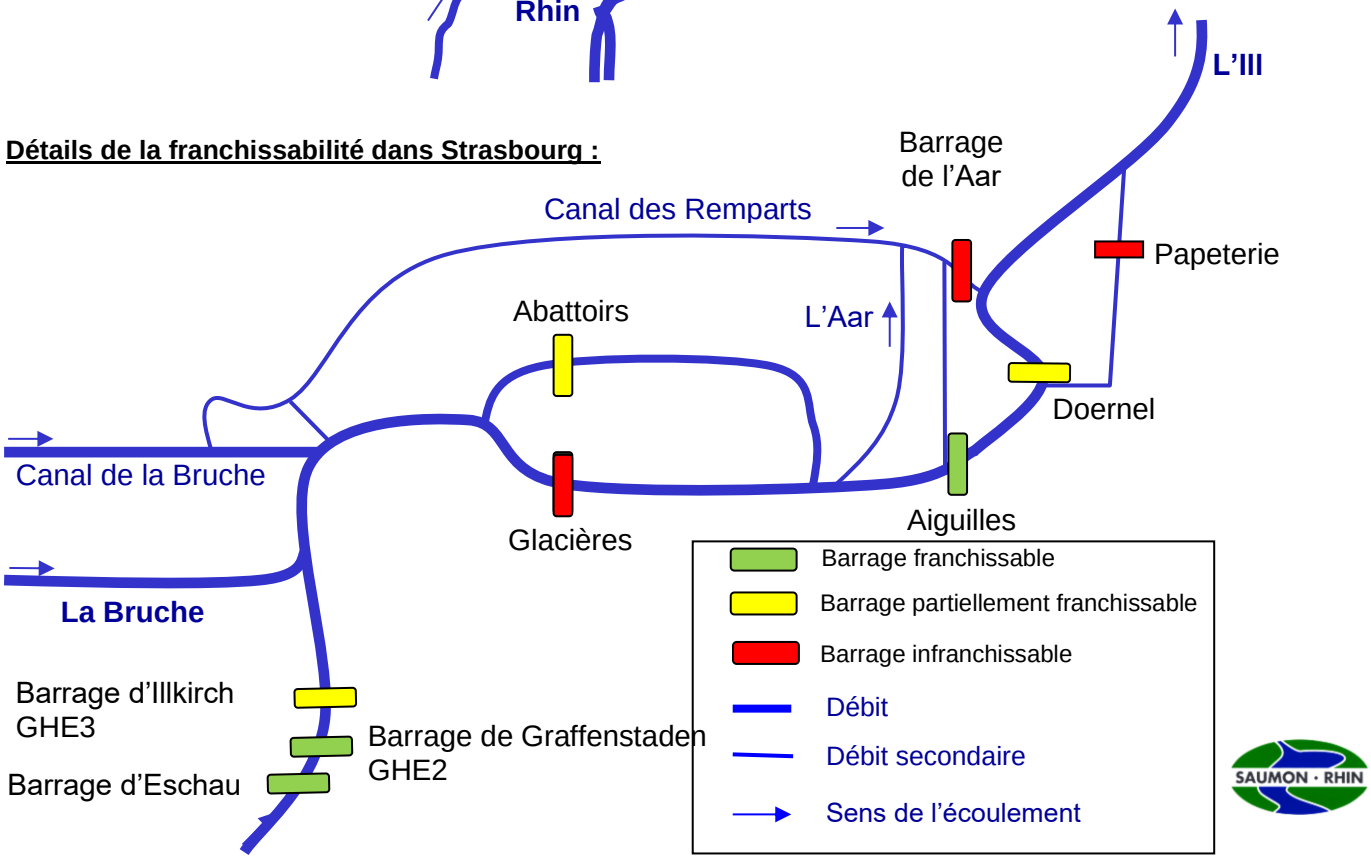


Figure 3. Etat d'accessibilité du bassin de la Bruche pour les migrateurs amphihalins en 2018

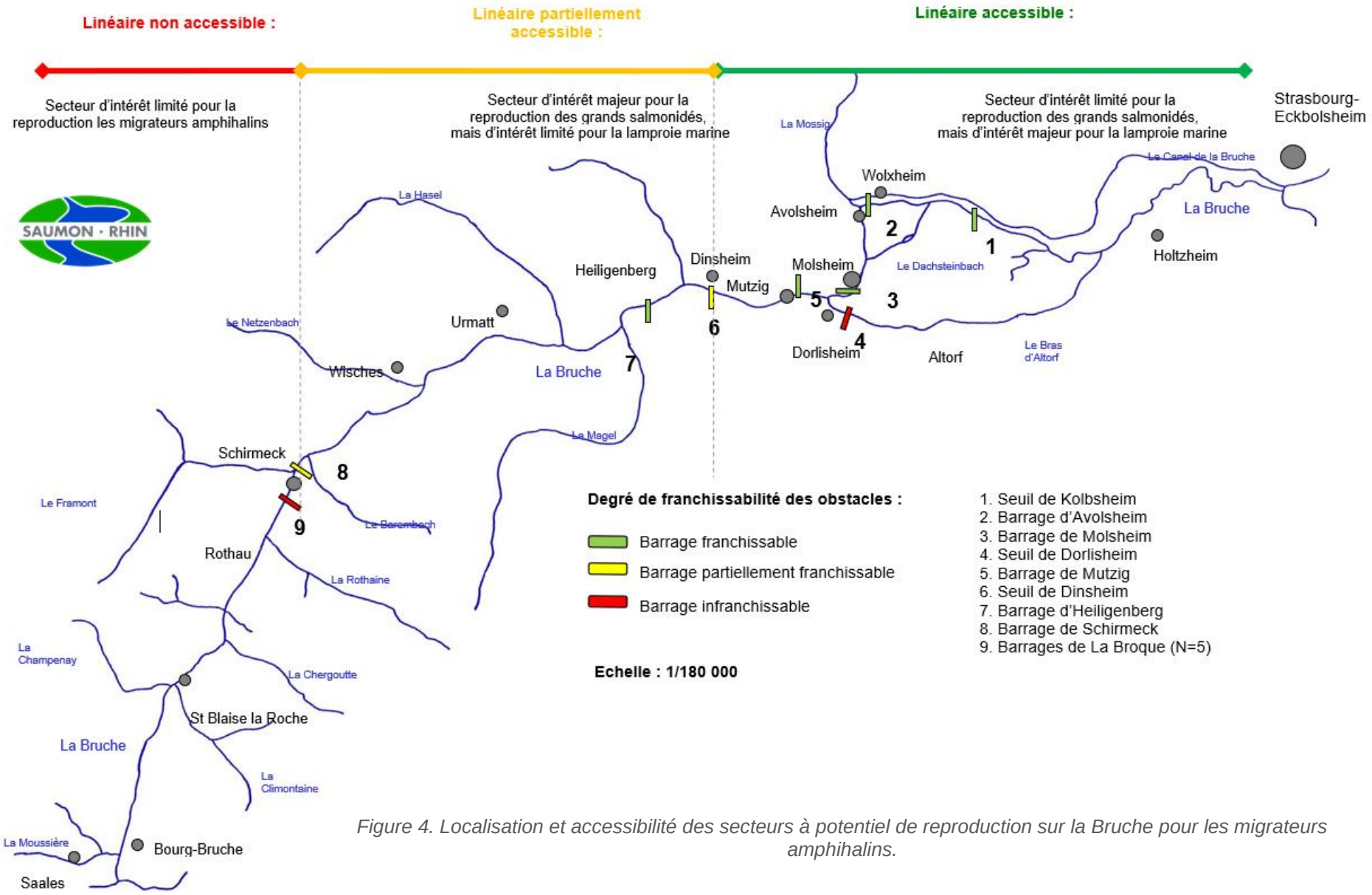


Figure 4. Localisation et accessibilité des secteurs à potentiel de reproduction sur la Bruche pour les migrateurs amphihalins.

3.1.2. Méthode de repérage

La reproduction est fortement liée aux conditions météorologiques et hydrologiques pour les lamproies marines et les salmonidés migrateurs. Le début du frai varie selon les années et les secteurs. Le suivi de la reproduction se réalise par conséquent en plusieurs étapes :

- **Prospection à pieds** : Afin de déterminer le début du frai, une prospection à pieds est réalisée à fréquence hebdomadaire à partir de début novembre pour les salmonidés migrateurs et début mai pour les lamproies marines sur les secteurs de la Bruche, reconnus après observations comme indicateurs du début de ponte. Les prospections s'intensifient dès l'apparition du premier nid. Cependant, la fréquence des prospections le long de la rivière est fortement liée aux conditions météorologiques : débit, turbidité et luminosité doivent permettre de voir le lit de la rivière. Les périodes de fortes eaux et de faible luminosité réduisent considérablement la qualité du repérage.

- **Prospection canoë biplace** : Après la mise en évidence des premiers nids de ponte par prospection à pieds, une nouvelle prospection est effectuée en canoë biplace sur le linéaire accessible de la Bruche. Cette méthode permet d'examiner chaque faciès favorable pour y déceler ou non la présence d'un nid de ponte. Les tronçons les plus propices sont prospectés de manière plus approfondie, à pieds, après arrêt de l'embarcation.

- **Prospection en Zodiac (ou bateau pneumatique) :** Les débits ne permettant pas une prospection canoë en toute sécurité, l'aval de l'Ill, c'est-à-dire du barrage du Doernel à Strasbourg jusqu'à la confluence avec le Rhin, fait l'objet d'un suivi complet en Zodiac.

Concernant les tronçons potentiellement favorables ; la Lauter, la Moder, l'Ill, le Giessen et la Fecht, le suivi se déroule à pieds de manière plus ponctuelle sur les secteurs accessibles ainsi qu'en en aval des barrages infranchissables.

3.1.3. Relevé des informations

Pour chaque nid de ponte trouvé, une fiche terrain est complétée, reprenant les informations suivantes :

- Numéro de la frayère
- Coordonnées géographiques (Lambert 93)
- Rivière
- N° de planche
- Date
- Type de prospection (P=pieds, C=canoë, Z=zodiac)
- Observateur
- Débit (3 classes : Hausse – Constant - Baisse)
- Turbidité (3 classes : Bonne – Moyenne - Mauvaise)
- Localisation (M=milieu, RD=rive droite, RG=rive gauche)
- Type de faciès
- Longueur (m)
- Largeur (m)
- Profondeur amont creux (m)
- Profondeur creux (m)
- Profondeur dôme (m)
- Granulométrie (bloc, pierre, galets, graviers, sable)
- Température
- Remarques

3.2. Valorisation des données

3.2.1. Transcription sur carte

Le nombre de frayères recensées et leurs localisations précises sont ensuite reportés sur un fond cartographique établi à l'aide de la cartographie des habitats piscicoles. Les tronçons ont été cartographiés à partir de support IGN à l'échelle 1/25 000 agrandi huit fois.
Pour la Bruche, chaque tronçon correspond à une planche de format A4 reprenant le linéaire de la rivière à l'échelle 1/3125. La numérotation des tronçons est croissante depuis la confluence de la Bruche avec l'Ill jusqu'au barrage infranchissable à l'aval de Schirmeck. La dénomination par tronçon permet de comparer grossièrement la répartition des frayères selon les campagnes de suivi.
Concernant la rivière Ill, les frayères recensées sont également reportées sur un fond de carte IGN 1/25000 agrandi à l'échelle 1/3125 et/ou 1/5000. La numérotation des tronçons est croissante depuis le barrage du Doernel à Strasbourg jusqu'à sa confluence avec le Rhin à Gambsheim.
Depuis la campagne 2016, la localisation des frayères est réalisée sur un fond cartographique grâce à la mise en place d'une base de données intégrée au Système d'Information Géographique (SIG) à l'aide de QGIS. Une présentation sur fond de carte IGN 1/25000 agrandi est ensuite réalisée.

3.2.2. Estimation du nombre de géniteurs

A partir du nombre de nids, il est possible d'estimer un nombre de géniteurs :

- Pour les lamproies marines : l'Association MIGADO (2009) estime une moyenne de 2,3 géniteurs par nid en émettant l'hypothèse qu'un couple ne creuse qu'un seul nid et en prenant compte d'une faible polygamie.

Cette estimation est comparable au nombre d'individus ayant colonisé le bassin de l'Ill et de la Bruche.
On connait ce nombre en soustrayant l'effectif de lamproie comptabilisé à Gambsheim à celui observé à Iffezheim. Les éventuels passages par les écluses étant exclus.

Il n'existe actuellement pas de méthode estimative pour le saumon atlantique. En effet, le comportement de reproduction semble très lié aux conditions extérieures (nombre de géniteurs, période, qualité et quantité des habitats…). Cette estimation est à ce jour en cours de réflexion dans les différentes associations « migrateurs ».

3.3. Suivi des conditions abiotiques

3.3.1. Suivi hydrologique

Les débits jouent un rôle majeur dans le cycle de vie des lamproies marines et des salmonidés migrateurs puisqu'ils influencent l'appel en mer des adultes, le frai, la dispersion des alevins ainsi que la dévalaison. De plus ils conditionnent, en partie, la quantité et la fiabilité des prospections réalisées.

Les données de débits proviennent de la banque nationale des données pour l'hydrométrie et l'hydrologie de la DREAL : www.hydro.eaufrance.fr .
Stations banque hydro :
Lauter : A3902010 La Lauter à Wissembourg
Moder : A3501010 La Moder à Drusenheim
Ill : A2280350 & A2230310 L'Ill à Strasbourg et à Kogenheim
Bruche : A2860110 La Bruche à Holtzheim
Giessen : A2352021 Le Giessen à Sélestat
Fecht : A2040100 La Fecht à Turckheim

Les informations recueillies sont :

- QMJ : Débit moyen journalier (m^3/s)
- QQH : Débit quinquennal humide (m^3/s) : valeur de débit statistiquement dépassée à la hausse une année sur 5.
- QQS : Débit quinquennal sec (m^3/s) : valeur de débit statistiquement dépassé à la baisse une année sur 5.
- QM : Débit médian (m^3/s) : valeur de débit où les valeurs des débits des années antérieurs sont réparties 50% au-dessus et 50% au-dessous.

3.3.2. Suivi thermique

La température influence également le cycle de vie et de reproduction des lamproies marines et des salmonidés migrateurs, et notamment le temps d'incubation des œufs et la période d'éclosion théorique des larves.

- Pour les lamproies marines : selon la bibliographie, l'éclosion aurait lieu entre le 10ème et le 13ème jour suivant la ponte et les ammocètes quitteraient les nids entre le 33ème et le 40ème jour après la fertilisation pour une température de l'eau de 18°C (Taverny, Elie 2010). La température est donc suivie particulièrement sur la période du 1er avril au 31 juillet.
- Pour les salmonidés migrateurs : l'incubation durerait au minimum 430°C/jours (Keith, Allardi ; 2013) (430°C/jours correspond par exemple à 43 jours à 10°C). De plus, l'émergence des frayères débuterait dès 650°C/jours (Bruslé, Quignard ; 2013). Le relevé des températures post-reproduction permet de connaître cette période, elle est suivie sur la période du 1er novembre au 30 avril.

Afin d'obtenir un suivi régulier des températures, des sondes thermiques HOBO Pendant® Temp/Alarm UA-001-08 relevant la température toutes les 6 heures ont été installées en janvier 2018 dans les cours d'eau suivis du Bas-Rhin (cf. Figure 5). Les données températures pour les cours d'eau du Haut-Rhin nous sont transmises par la Fédération Départementale du Haut-Rhin pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique qui emploie après concertation le même type de matériel.

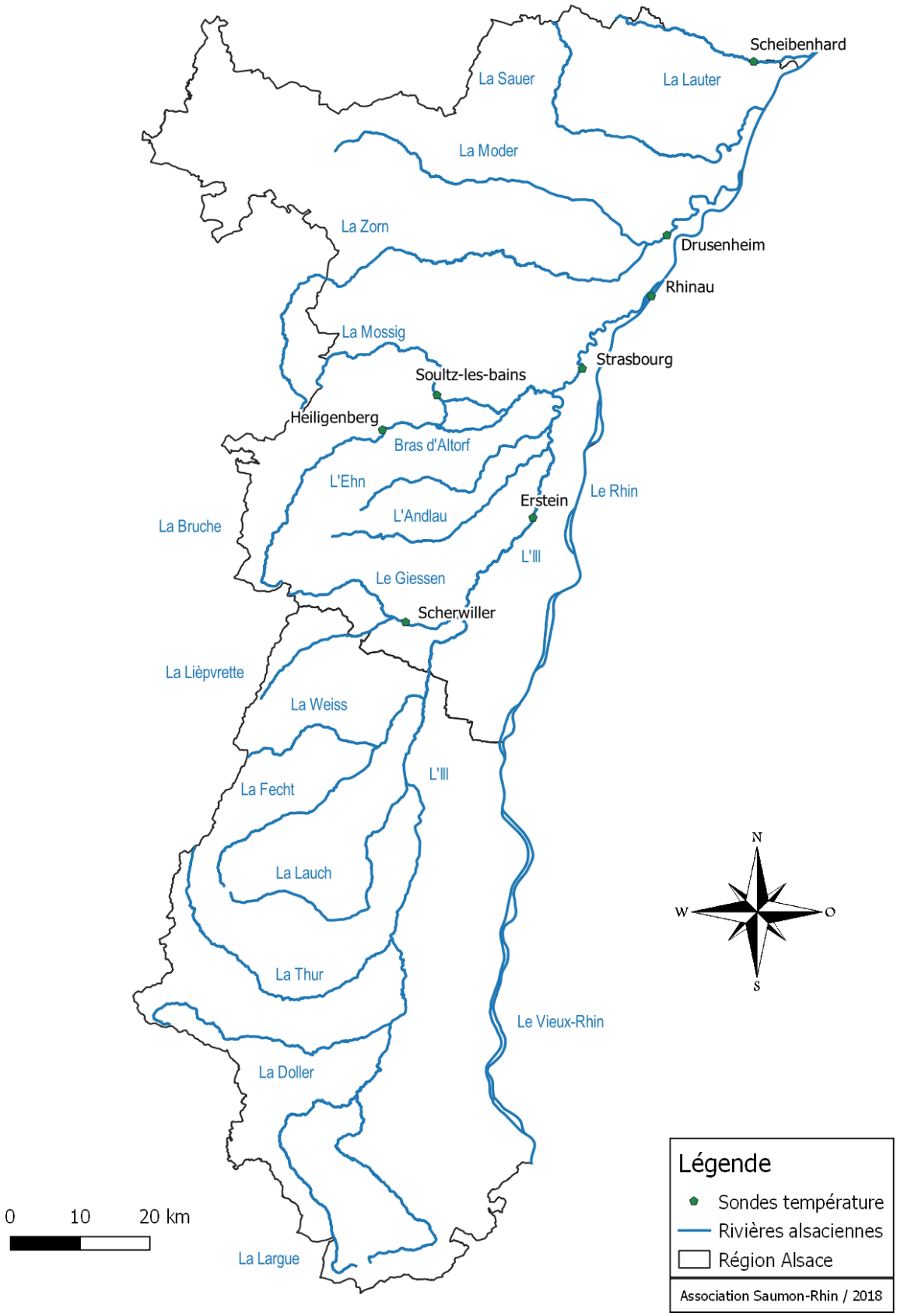


Figure 5. Localisation des sondes thermiques Saumon-Rhin

3.4. Limites de la méthode

Le mode opératoire actuel avec une prospection complète du linéaire accessible permet d'obtenir une bonne approximation du nombre de frayères. La période de prospection se définit lorsque les conditions propices à la reproduction sont réunies, mais une légère crue peut gommer la structure des nids et entraîner une sous-estimation de leur nombre.
Ces facteurs environnementaux (débit, luminosité) dont l'évolution est rapide, nécessitent une vigilance de tous les moments et la multiplication des sorties. Cependant, outre ces facteurs extérieurs, plusieurs autres actions importantes (réunions continuités écologiques, animations scolaires, …) peuvent réduire la disponibilité de l'équipe à ces périodes de l'année et rendent les prospections parfois moins régulières.
On note également que lors des prospections en canoë sur le cours d'eau, un fort ensoleillement représente une gêne pour la bonne visibilité du fond du lit. Pour l'ensemble de ces raisons, le nombre de frayères identifiées ne peut représenter qu'une indication *à minima* de la reproduction naturelle.

- *Limite spécifique au suivi de la reproduction des lamproies marines :*

Lors du suivi de la reproduction des lamproies marines, si l'ensoleillement est important et les eaux suffisamment chaudes, la face claire des galets retournés pendant l'élaboration du nid ne tarde pas à se teinter (10 à 15 jours au maximum) avec un développement d'algues, limitant ainsi leur visibilité et entraînant un éventuel sous-comptage.
De plus, en l'absence de reproducteurs sur les nids, l'attribution des frayères aux lamproies marines peut être sujette à caution. En effet, la période d'avril à juillet correspond également aux reproductions de cyprinidés tels que le barbeau. Pour éviter le comptage de frayères provenant d'autres espèces se reproduisant à la même période et sur les mêmes secteurs, seules les frayères d'une surface supérieure ou égale à 0,50 m² de forme ovoïde sont prises en compte.

- *Limite spécifique au suivi de la reproduction des salmonidés migrateurs* :

Lors du repérage des frayères, la difficulté réside dans l'attribution de ces dernières soit à un couple de saumons, soit à un couple de truites de mer. Si les géniteurs ne sont pas aperçus sur la frayère, seule l'analyse génétique du produit de la reproduction permet la distinction des deux espèces. Ces analyses, couteuses et impactantes pour la population (dû à la très faible taille du juvénile, l'individu est parfois prélevé en entier), ont déjà été réalisées sur la Bruche et attribuaient les frayères au saumon atlantique. En décembre 2005, un couple de saumons a été filmé en pleine reproduction. D'une manière générale le recensement des frayères concerne les grands salmonidés migrateurs.
Pour éviter le comptage de frayères provenant d'autres espèces de salmonidés dont la période de reproduction est proche (*Salmo trutta fario*), seules les frayères d'une surface supérieure ou égale à 0,50 m² sont prises en compte. Néanmoins, des possibilités de confusion subsistent avec des truites communes de grande taille (L ≥ 0,50 m) pouvant réaliser des frayères de grande dimension, bien que leur période de reproduction soit souvent plus tardive.

4. Suivi de la reproduction de la lamproie marine

4.1. Effort de prospection

- Prospection à pieds

Bruche : 5 sorties ont été réalisées durant la période de frai des lamproies marines. Pour 4 d'entre elles, les tronçons 10/11 (Holtzheim), 18 (Ernolsheim-sur-Bruche), 21 (Ergersheim), 24 (Avolsheim) et 44/45 (Dinsheim) ont été prospectés. Les 5 sorties se sont déroulées du 15 juin au 11 juillet (annexe 1_A).

Moder : 1 journée de prospection a été faite le 21 juin. Les recherches se sont concentrées de Fort-Louis à la confluence avec le Rhin (annexe 1_B). Les conditions n'ont pas permis d'assurer un meilleur suivi du cours d'eau.

Ill : 1 prospection a été effectuée le 27 juin sur le secteur du Doernel, à l'aval direct de Strasbourg. Ici également, les conditions ne permettaient pas un bon suivi (annexe 1_C).

Toutes ces sorties ont été complétées par des prospections ponctuelles sur certains secteurs.

- Prospection en canoë

Le suivi complet de la Bruche en canoë du barrage de Mutzig jusqu'à Eckbolsheim n'a pas été mené en 2018.

- Prospection en zodiac

Un suivi complet de l'Ill est généralement réalisé en zodiac, de sa confluence avec le Rhin jusqu'au barrage du Doernel à Strasbourg (annexe 1_C). Les conditions hydrauliques n'ont pas permis de réaliser ce suivi.

Les autres affluents Vosgiens n'ont pas fait l'objet d'un suivi complet car ce sont des secteurs normalement inaccessibles. De plus, aucune lamproie marine n'a jamais été comptabilisée sur les stations de comptage de Erstein ou de Huttenheim.

4.2. Conditions hydrologiques des différents cours d'eau et résultats des suivis

4.2.1. Conditions hydrologiques de la Bruche et résultats du suivi

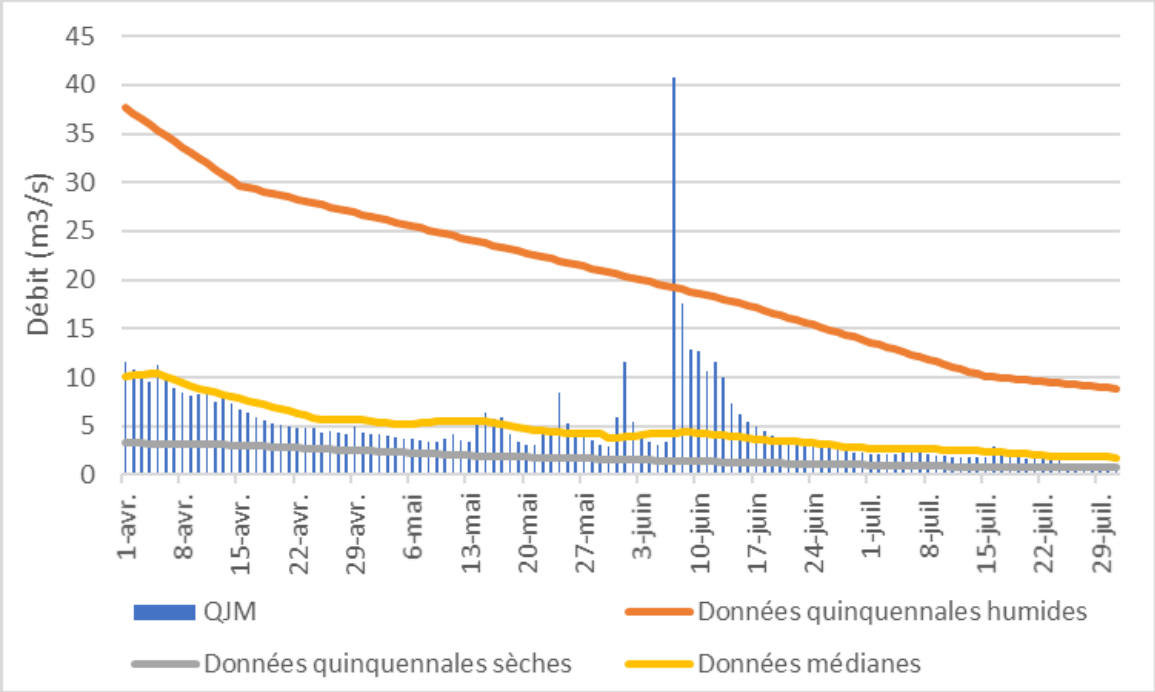


Figure 6. Débits de la Bruche en 2018 à Holtzheim

Le printemps 2018 est caractérisé par des débits sur la Bruche relativement faibles puis en hausse avec une crue en juin (cf. Figure 6). En effet, du 1er avril au 31 juillet, le débit journalier minimum est de 1.05 m^3/s le 31 juillet et le débit journalier maximum est de 40.8 m^3/s le 7 juin, dépassant largement la valeur des quinquennales humides. De plus, les débits moyens sont inférieurs à la médiane sur 75% du temps. Néanmoins, les débits journaliers de l'année ne sont jamais inférieurs aux données quinquennales sèches. Ainsi, lors de la période de reproduction des lamproies marines, généralement de mai à juin, **les débits étaient favorables à une observation de bonne qualité**, excepté lors de la grosse crue de juin où le cours d'eau était turbide et où certains individus auraient pu se reproduire.

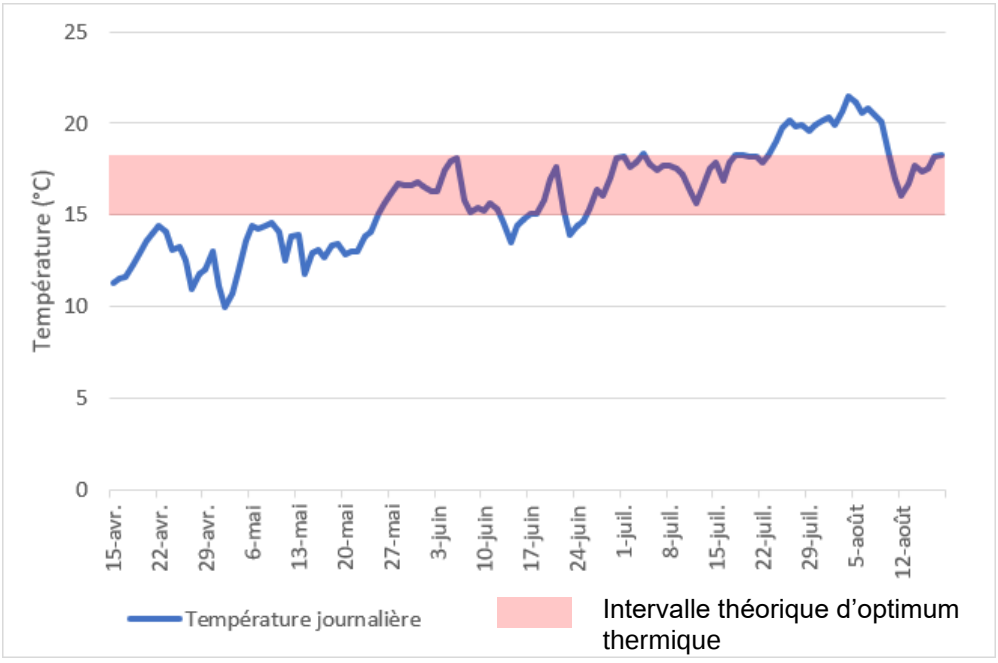


Figure 7. Température de la Bruche en 2018 à Heiligenberg

Les températures journalières de la Bruche en 2018 ont dépassé plus ou moins durablement le seuil minimal d'optimum thermique pour la reproduction des lamproies marines, fixé à 15°C, à partir du 25 mai (cf. Figure 7). Une première période était favorable du 24 mai au 13 juin. La crue survenue le 4 juin a entrainé la chute des températures pendant quelques jours. Les températures ont ainsi été propices à la reproduction des lamproies marines.

Les 2 premiers jours de prospection à pieds les 15 et 20 juin n'ont pas permis d'observer de frayères. À partir de la découverte du premier nid le 1er juillet, le suivi s'est intensifié. Aucune descente en canoë n'a été effectuée cette année. Les crues de juin ont probablement effacé des nids.
Avec 37 lamproies comptées à Iffezheim et 18 à Gambsheim, 19 individus pouvaient rejoindre l'Ill, sauf s'ils choisissaient la Rench côté allemand. Les effectifs de géniteurs se présentant sur la Bruche étaient donc faibles.
De l'aval à l'amont :

- 2 frayères se situaient à l'amont du pont de Holtzheim (cf. Figure 8)
- 1 frayère était en amont du village de Holtzheim (cf. Figure 8)
- 1 frayère était en aval du seuil de Avolsheim (cf. Figure 9)
- 1 frayère a été comptabilisée à côté de la piscine découverte de Molsheim (cf. Figure 10)

Les frayères se sont principalement concentrées sur la partie aval de la Bruche, entre Avolsheim et Holtzheim. L'emplacement de la frayère à Molsheim est celui le plus à l'amont pour les lamproies marines depuis le début du suivi. Concernant les nids en amont d'Holtzheim, la zone où ils ont été observés fut renaturée à la suite de la suppression du seuil difficilement franchissable en 2016. Le démantèlement du seuil a non seulement favorisé l'accès aux habitats plus en amont mais aussi créé une zone propice à la reproduction des lamproies marines. Le détail et les caractéristiques des frayères se trouvent en annexe 3.

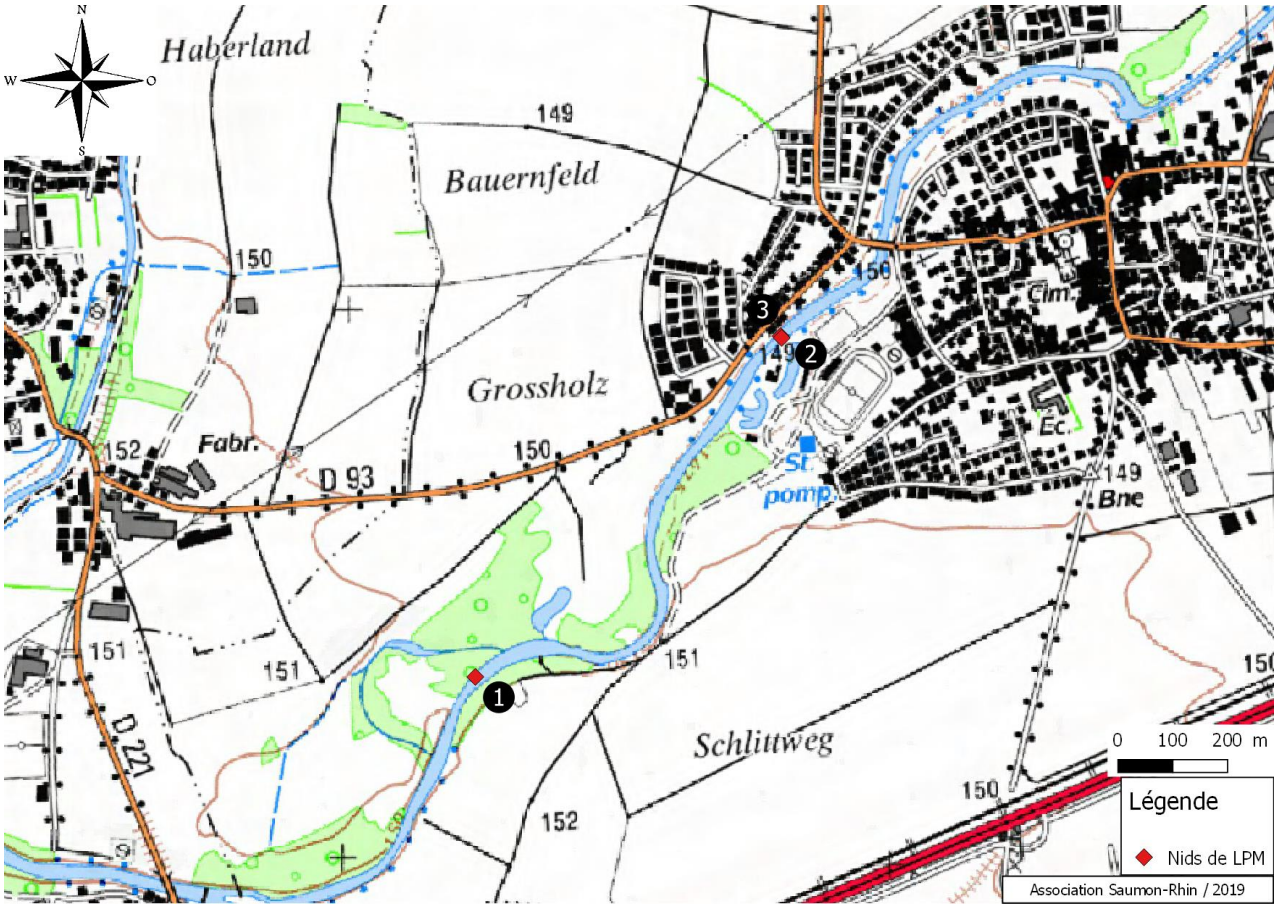


Figure 8. Localisation des nids de lamproies marines à Holtzheim en 2018

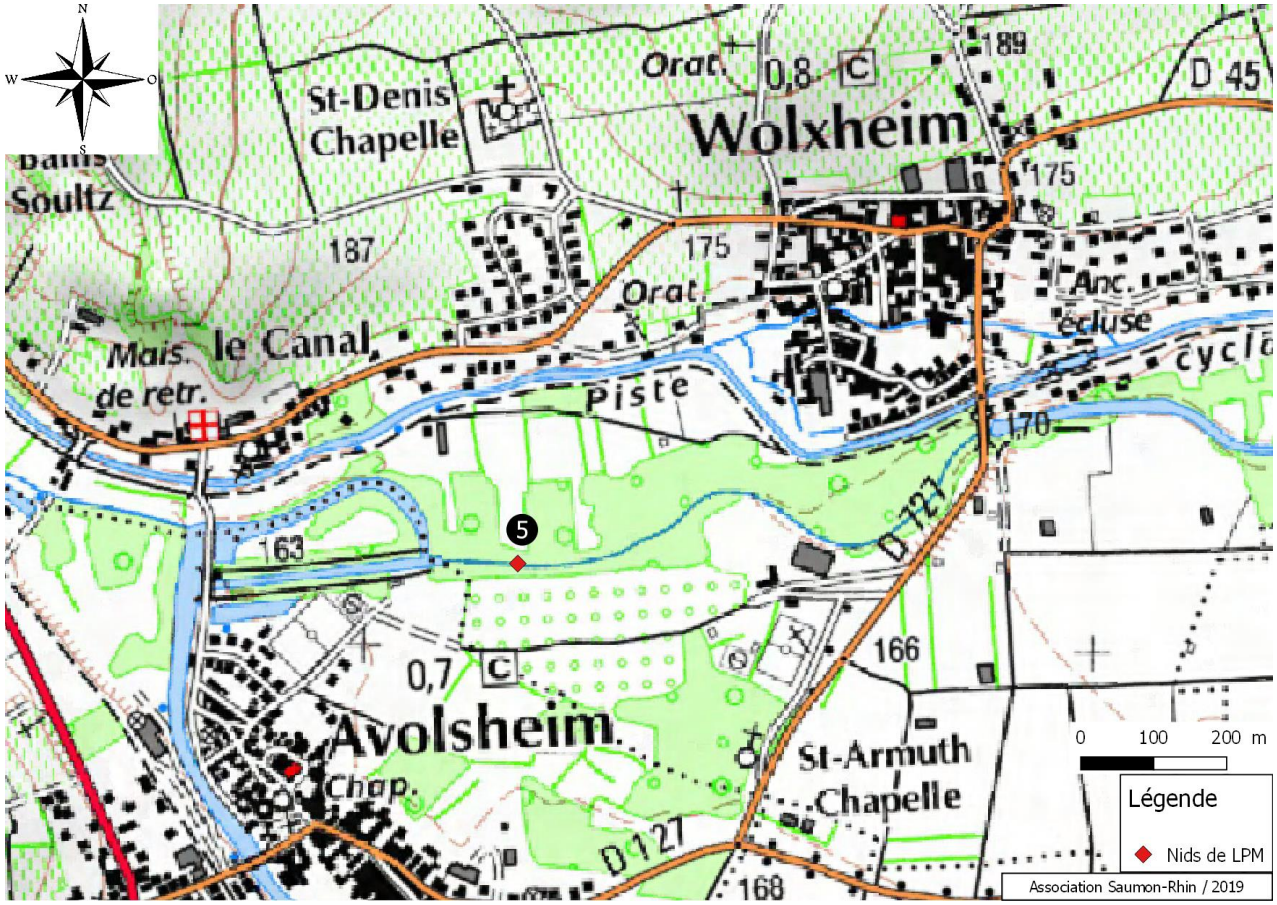


Figure 9. Localisation des nids de lamproies marines à Avolsheim en 2018

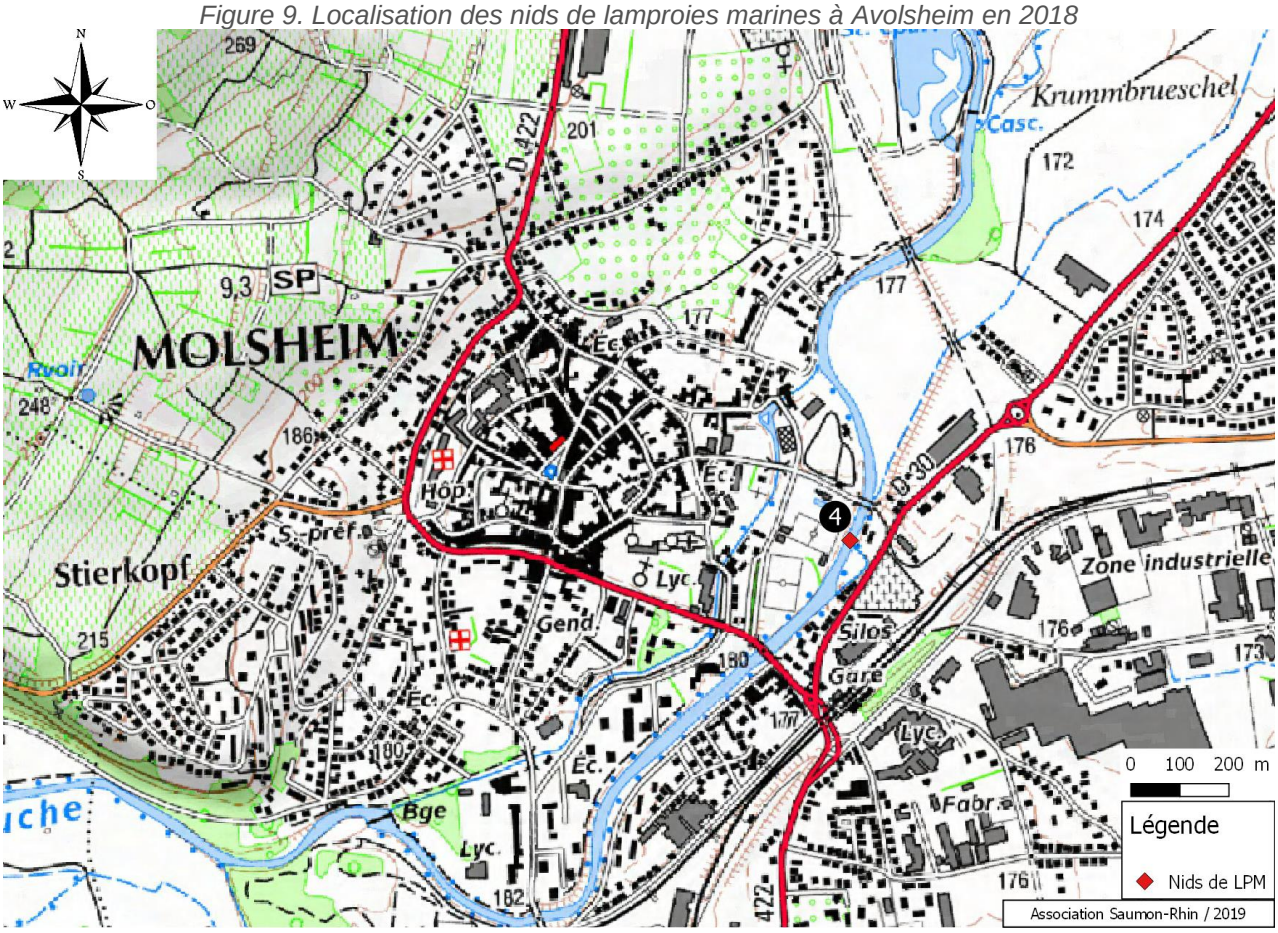


Figure 10. Localisation des nids de lamproies marines à Molsheim en 2018

5 nids de ponte de lamproie marine ont été observés dans la Bruche lors de la campagne de suivi de 2018.

4.2.2. Conditions hydrologiques de l'Ill et résultats du suivi

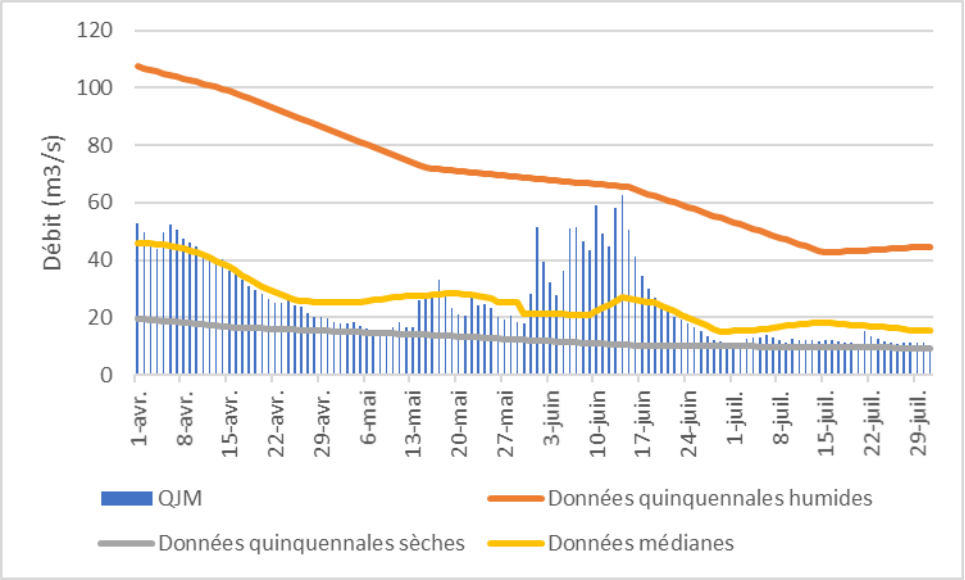


Figure 11. Débit de l'Ill à Kogenheim en 2018

En début de printemps 2018, les débits sur l'Ill étaient favorables à l'observation de la reproduction des lamproies marines. En effet, de début avril à fin mai, le débit journalier moyen est généralement inférieur aux débits médians des années précédentes. A partir du 31 mai jusqu'au 27 juin minimum, les crues ont rendu les eaux très turbides. Les géniteurs présents sur l'Ill se sont certainement reproduits lors de cette période où le suivi était impossible.
Le débit est monté jusqu'à 62 m³/s le 14 juin, presque autant que le débit quinquennal humide s'élevant à 65.6 m³/s. Malgré ces conditions, les débits d'avril à juillet sont inférieurs aux données médianes durant 70% du suivi.

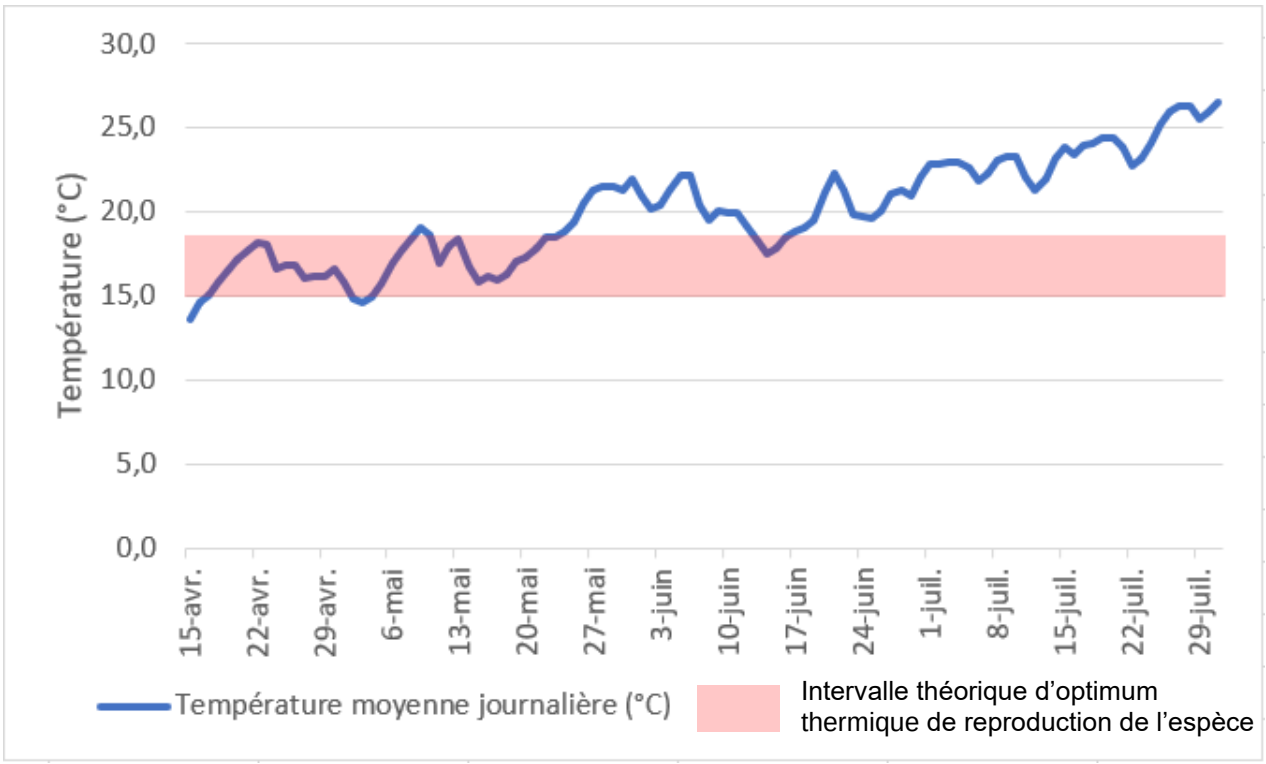


Figure 12. Température de l'Ill à Strasbourg en 2018

Une sonde thermique a été posée à Strasbourg, au niveau du barrage à aiguilles le 12 janvier 2018 sur le site de VNF. Les données récupérées sont présentées en Figure 12 et nous montrent un réchauffement très prématuré des eaux. Le seuil inférieur d'optimum thermique (15 °C) est atteint dès le 17 avril, le seuil supérieur (18 °C) l'est le 8 mai. Les 20 °C sont dépassés le 26 mai pour atteindre jusqu'à 23 °C début juillet, période où la reproduction a été observée sur la Bruche. Malgré ces températures très hautes, les lamproies n'étaient probablement pas prêtes à se reproduire en avril. Le mois de mai semble plus plausible car les températures sont encore inférieures à 18 °C plus de 60 % du temps. Cependant, il s'agit également de la période où les adultes ont très majoritairement été observés sur les stations du Rhin. En effet, les dernières observations de lamproies marines aux vidéo-comptages vont jusqu'au 2 juin à Iffezheim et au 3 juin à Gambsheim. La situation la plus crédible serait une reproduction au mois de juin, lorsque l'Ill était teintée. Un contrôle préalable des températures du cours d'eau sera mené afin d'anticiper la bonne période de reproduction.

Lors de la prospection au barrage du Doernel le 27 juin, le suivi de la reproduction était impossible. En effet, la hauteur d'eau ainsi que sa turbidité, maintenue par une haute température favorisant la synthèse de matières organiques dans le milieu empêchaient d'apercevoir le fond de la rivière.

Aucun nid de ponte de lamproie marine n'a été observé dans l'Ill lors de la campagne de suivi de 2018.

4.2.3. Conditions hydrologiques de la Moder et résultats du suivi

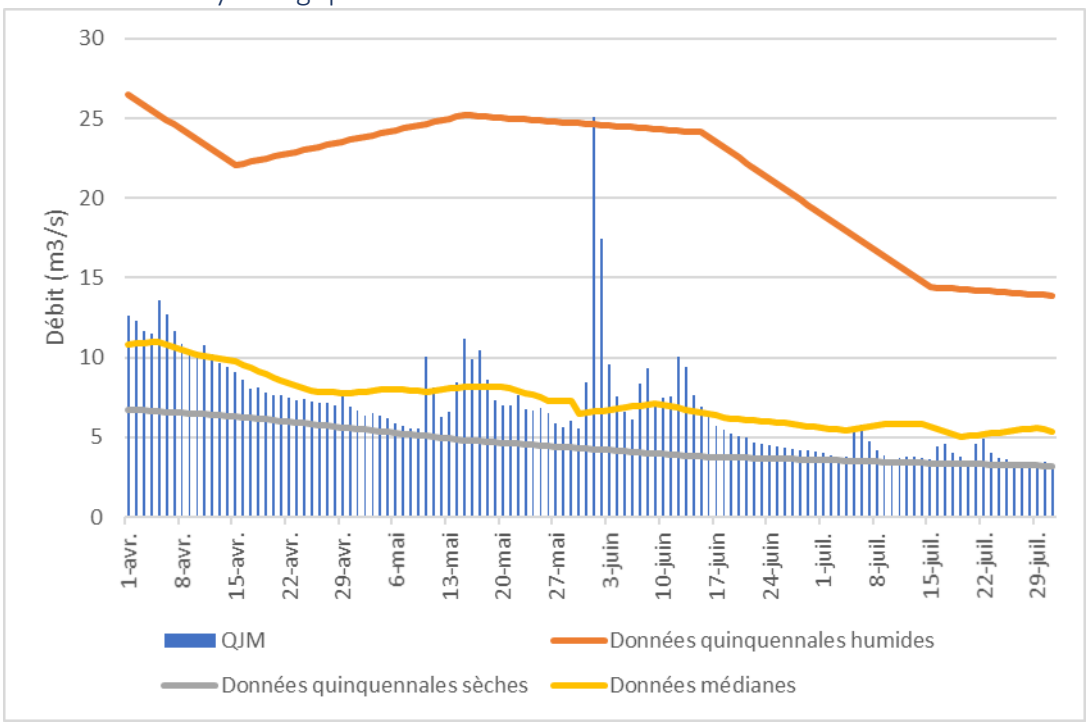


Figure 13. Débits de la Moder en 2018 à Drusenheim

Comme pour la Bruche et l'Ill, les débits journaliers de la Moder en début de printemps ont été relativement faibles (cf. Figure 13). A partir de fin mai, les crues ont fortement et durablement teinté la rivière dont le bassin est riche en sédiments. Sur la période du 1er avril au 31 juillet, le débit journalier minimum est de 3.3 m^3/s le 19 juillet et le débit journalier maximum est de 25.1 m^3/s le 4 juin. Par conséquent, les débits moyens journaliers n'ont jamais été inférieurs aux données quinquennales sèches mais ils ont été inférieurs aux données médianes 73 % de la période de suivi.

Une sonde a été posée à Drusenheim sur la Moder en début d'année, les données températures n'ont pas pu être récupérées car la sonde a disparu et ce pour la 4ème année consécutive sur ce cours d'eau (vandalisme possible). La température a été relevée le 21 juin à l'aval du cours d'eau et s'élevait à 21.6 °C,

ce qui est très élevé pour la période. Comme pour les autres rivières suivies, les eaux se sont prématurément réchauffées et les crues empêchaient toute visibilité d'éventuels nids.
Les lamproies se sont probablement reproduites fin mai / début juin sur les périodes où le suivi n'était pas réalisable. Aucune observation n'a donc été faite.

De manière globale, le printemps 2018 est caractérisé par des conditions relativement favorables à la reproduction des lamproies marines. Concernant leur observation en revanche, les conditions hydrologiques ainsi que la hausse rapide de la température de l'eau n'ont pas permis de garantir un suivi optimal malgré les multiples sorties.

4.3. Estimation du nombre de géniteurs de lamproie marine sur le bassin de l'Ill

L'estimation du nombre d'individus ayant colonisé le bassin de l'Ill se calcule en soustrayant l'effectif de lamproies marines comptabilisé à Gambsheim à celui comptabilisé à Iffezheim. En effet, avec 37 individus comptés à Iffezheim et 18 à Gambsheim, 19 lamproies étaient susceptibles de monter sur l'Ill. La Rench (affluent allemand du Rhin de 8 m^3/s) est également une voie possible pour l'espèce, ce qui diminuerait les montaisons sur l'Ill mais elle n'est pas suivie.

Selon l'Association MIGADO (2009), on pourrait estimer une moyenne de 2,3 géniteurs par nid en émettant l'hypothèse qu'un couple ne creuse qu'un seul nid et que la polygamie est rare.
Ainsi, avec 19 géniteurs sur le bassin de l'Ill, environ 8 nids auraient pu être identifiés.
Nous avons comptabilisé 5 nids, on peut ainsi estimer à 12 le nombre d'individus qui se seraient reproduits dans le bassin Ill-Bruche en 2018.
Les 3 nids théoriques non observés ont pu être effacés avant leur observation, situés sous la végétation, ou réalisés sur des secteurs non prospectés comme en Allemagne par exemple.

4.4. Estimation de la période d'éclosion des œufs dans la Bruche

Selon la bibliographie, l'éclosion aurait lieu entre le 10ème et le 13ème jour après la fertilisation et les ammocètes quitteraient les nids entre le 33ème et le 40ème jour pour une température de l'eau de 18°C (Taverny, Elie 2010).

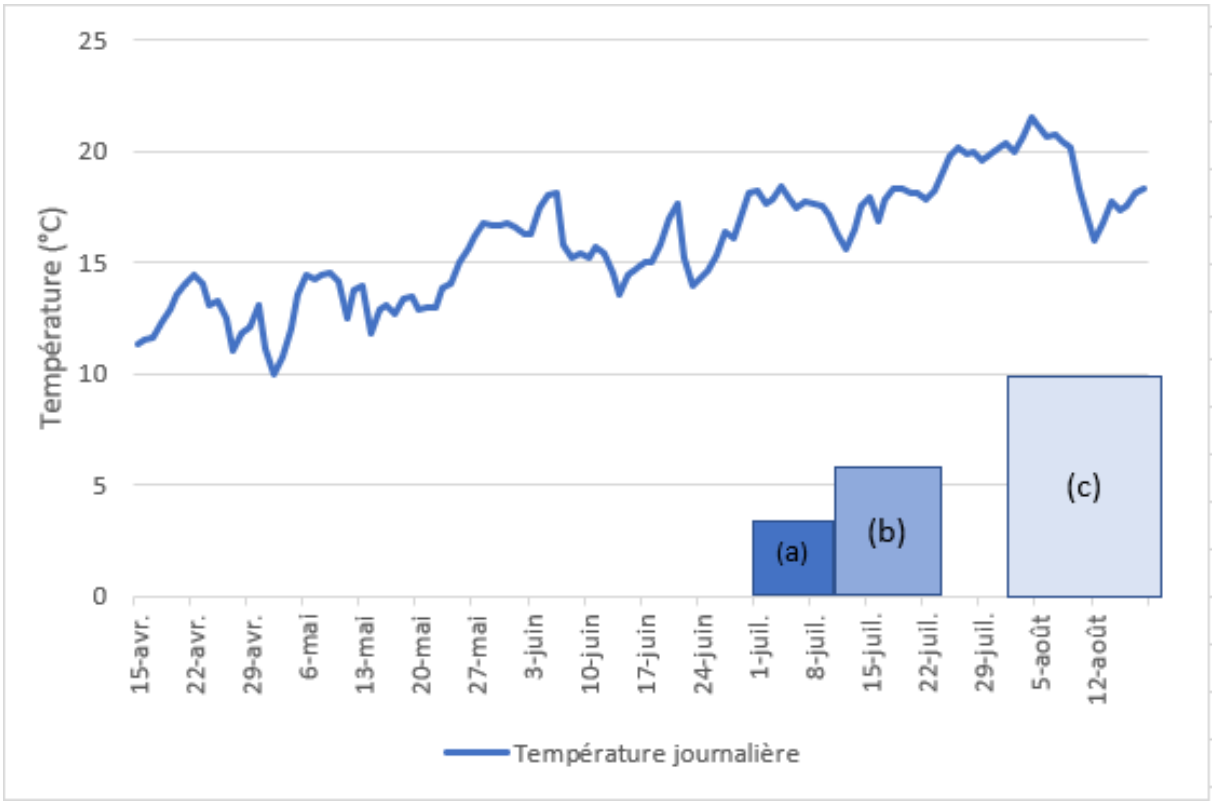


Figure 14. Estimation de la période d'éclosion (b) et d'émergence (c) des lamproies marines à partir de la période de reproduction (a) et des températures de la Bruche.

Sur la Bruche, la reproduction a donc eu lieu entre le 1er et le 11 juillet, la période théorique d'éclosion du 11 juillet au 24 juillet et la période d'émergence du 3 au 20 août (cf. Figure **14**). Après quoi, les ammocètes ont dévalé pour s'enfouir dans des substrats vaseux afin d'y grandir durant 4 à 5 années, avant de dévaler vers l'estuaire.

5. Suivi de la reproduction des salmonidés migrateurs

5.1. Effort de prospection

- Prospection à pieds

Bruche : concernant les grands salmonidés, 3 sorties ont été réalisées entre le 19 novembre et le 6 décembre sur 15 secteurs de la Bruche entre Heiligenberg et Holtzheim (annexe 1_A). Une prospection renforcée fut menée sur les radiers accessibles du tronçon amont, entre Russ et Heiligenberg, le 14 décembre (annexe 1_D).
Moder : Deux sorties ont été réalisées le 27 novembre et le 19 décembre de la confluence avec le Rhin à Drusenheim (annexe 1_B)
Giessen : Le tronçon entre le seuil infranchissable G10 et l'aval de Châtenois a été suivi le 23 novembre (annexe1_E).
Lièpvrette : La partie entre le pont de Hurst et la confluence avec le Giessen a été prospectée le 23 novembre (annexe 1_E).
Bras d'Altorf : Le tronçon entre Dorlisheim et la confluence avec la Bruche à Hangenbieten a fait l'objet d'une prospection le 26 novembre (annexe 1_F).
Ill : L'ensemble du tronçon de l'Ill entre Sélestat et Colmar fut suivi le 18 décembre (annexe 1_G). L'aval du barrage GHE3 a été prospecté le 7 décembre (annexe 1_H), ainsi que la **Petite Ill** au niveau d'Eschau (annexe 1_I).
Fecht : Une sortie a été réalisée le 7 décembre, de Bennwihr jusqu'à l'aval du barrage d'Ingersheim. (annexe 1_J).
Weiss : Elle fut suivie, sur les secteurs accessibles entre le premier seuil infranchissable W17 à Ammerschwihr et la confluence avec la Fecht le 7 décembre (annexe 1_J).
Rhin : A la suite de la découverte d'une frayère forcée de GSM dans la rivière de contournement de la passe à poissons de Strasbourg (Morandi & Finkler, 2018), cette dernière fut prospectée le 11 et le 18 décembre.

Toutes ces sorties ont été complétées par des prospections ponctuelles sur certains secteurs.

- Prospection en canoë

La prospection exhaustive des radiers de 2 tronçons de la Bruche fut réalisée en 2 jours (annexe 1_K) :

- Le 13 décembre, les secteurs entre Dinsheim et Ergersheim ont fait l'objet d'un suivi.
- Le 20 décembre, les secteurs entre Ergersheim et Eckbolsheim ont été suivis.

- Prospection en zodiac

La prospection complète de l'aval de l'Ill, entre le barrage du Doernel à Strasbourg et la confluence avec le Rhin, a été réalisée le 29 novembre (annexe 1_C).

5.2. Conditions hydrologiques des différents cours d'eau et résultats des suivis

5.2.1. Conditions hydrologiques de la Bruche et résultats du suivi

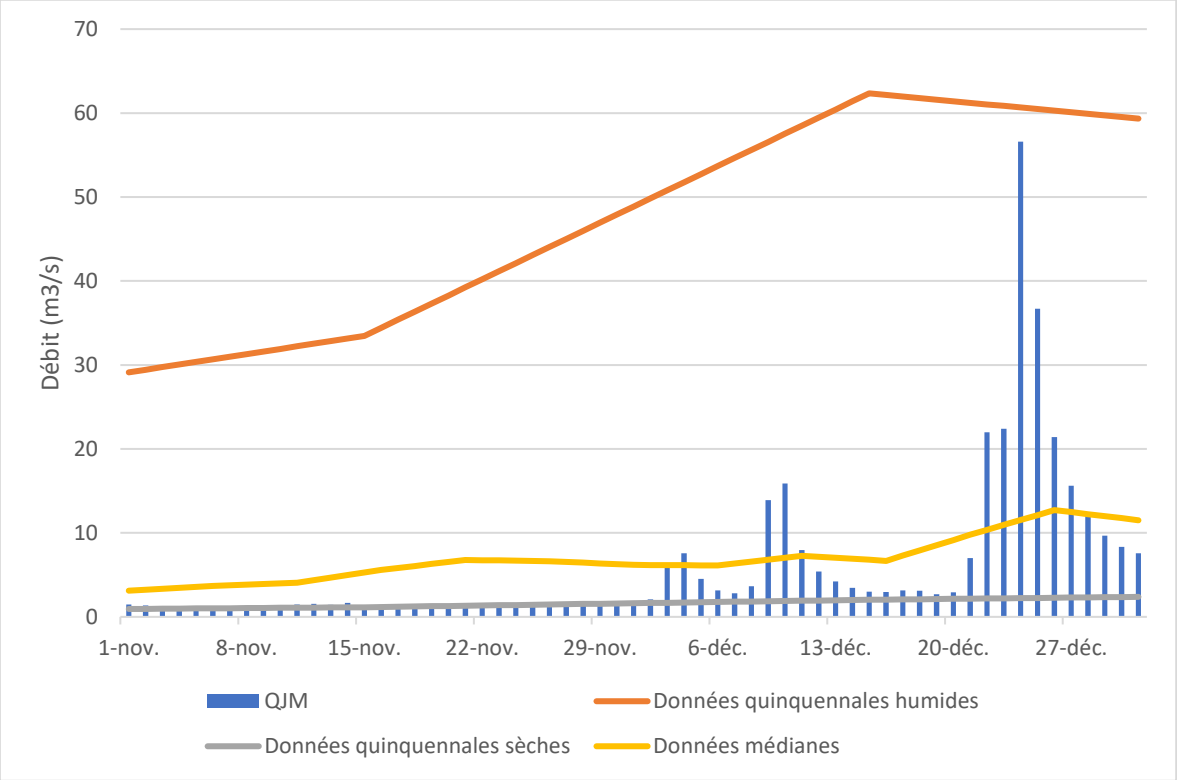


Figure 15. Débits de la Bruche en novembre/décembre 2018 à Holtzheim

Les débits sur la Bruche étaient relativement faibles lors de la période de reproduction des salmonidés en 2018 (cf. Figure 15). Sur la période du 1er novembre au 31 décembre, le débit journalier minimum est de 1.17 m^3/s le 10 novembre et le débit journalier maximum est de 56.6 m^3/s le 24 décembre. Les débits journaliers sont inférieurs aux données quinquennales sèches du 18 au 29 novembre, soit 20% du temps, et sont inférieurs aux valeurs médianes pour 84% des jours. La Bruche a été soumise à 2 légères crues début décembre et une fin décembre avec des pics à 7.59 m^3/s, 15.9 m^3/s et 56.6 m^3/s respectivement les 4, 10 et 24 décembre. Lors des diverses prospections, le faible débit permettait une **bonne qualité d'observation et était favorable au bon déroulement du suivi**. Néanmoins, on peut émettre l'hypothèse qu'outre le suivi, de si **faibles débits n'étaient pas propices à la reproduction**. Une modification des habitats a été constatée, avec notamment une lame d'eau insuffisante sur les radiers.

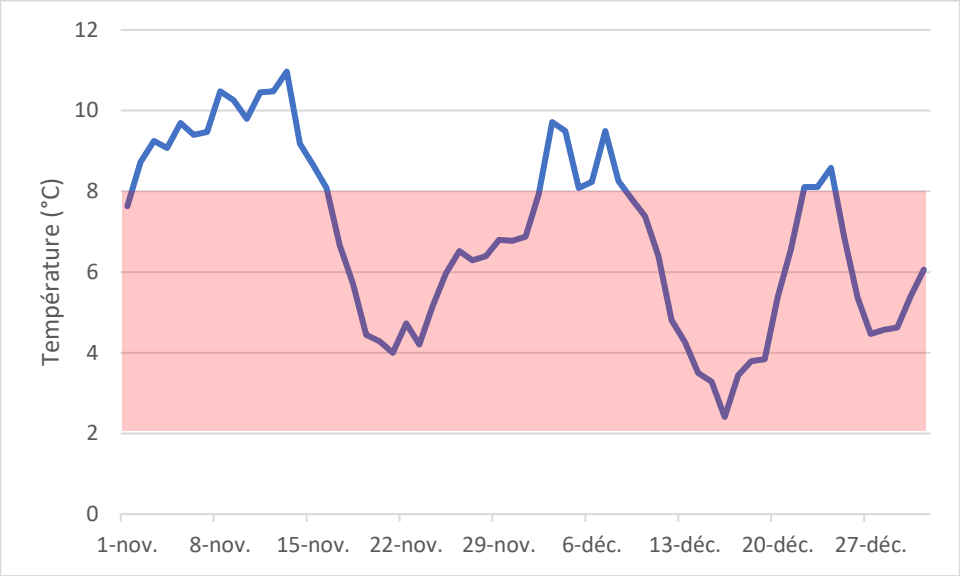


Figure 16. Température de la Bruche en novembre/décembre 2018

Du 1er novembre au 31 décembre, la température journalière minimum est de 2.4°C sur la Bruche le 16 décembre et la température journalière maximum est de 11.0°C le 13 novembre. Durant toute la période de reproduction, la température de l'eau a alternativement chuté puis augmenté, au regard de la météo extrêmement instable de l'hiver 2018. La plage théorique favorable à la reproduction, fixée à 8°C, a été atteinte du 17 novembre au 2 décembre, du 9 décembre au 21 décembre et du 25 décembre au 31 décembre. Néanmoins, au sein même de ces périodes théoriques favorables, on peut supposer que la phase de réchauffement des eaux n'était pas propice au déclenchement d'un acte de reproduction. Le seuil critique de 2°C n'a jamais été atteint (Gueguen, 1993). **Les températures journalières de la Bruche en novembre et décembre 2018 n'étaient pas optimales à la reproduction des grands salmonidés migrateurs (cf. Figure 16).**

Au total 9 frayères ont été comptées sur la Bruche. La première fut trouvée le 19 novembre à l'aval du pont d'Heiligenberg, sur le tronçon amont du cours d'eau (cf. Figure 17).
7 autres frayères ont été observées à Avolsheim (cf. Figure 18) : 5 ont été comptabilisées le 6 décembre lors d'une prospection à pieds et les 2 autres le 13 décembre lors de la prospection en canoë. A noter, les 5 premières frayères n'étaient quasiment plus visibles le 13, la légère hausse du niveau d'eau autour du 10 décembre a probablement provoqué un dépôt de sédiment ainsi qu'un relatif lissage de la structure. Le nombre de frayère a ainsi pu être sous-compté en canoë sur les zones non prospectées à pieds le 6 décembre. Enfin, une dernière frayère a été dénombrée le 20 décembre à Kolbsheim (cf. Figure 19).

Ces dernières années, la majorité des frayères se situaient entre Dinsheim et l'amont d'Avolsheim. En 2018, il semblerait que les zones plus à l'aval aient été choisies préférentiellement par les individus pour se reproduire. Ce décalage peut être expliqué notamment par les débits particulièrement faibles cette année, entraînant des difficultés et un retard de la migration. Néanmoins, une frayère a été observée à Heiligenberg. Il est probable que les crues de juin aient rendu potentiellement franchissable le seuil de Dinsheim, permettant la colonisation amont de la Bruche pour les individus présents sur le cours d'eau à cette période.

Le détail et les caractéristiques des frayères se trouvent en annexe 4

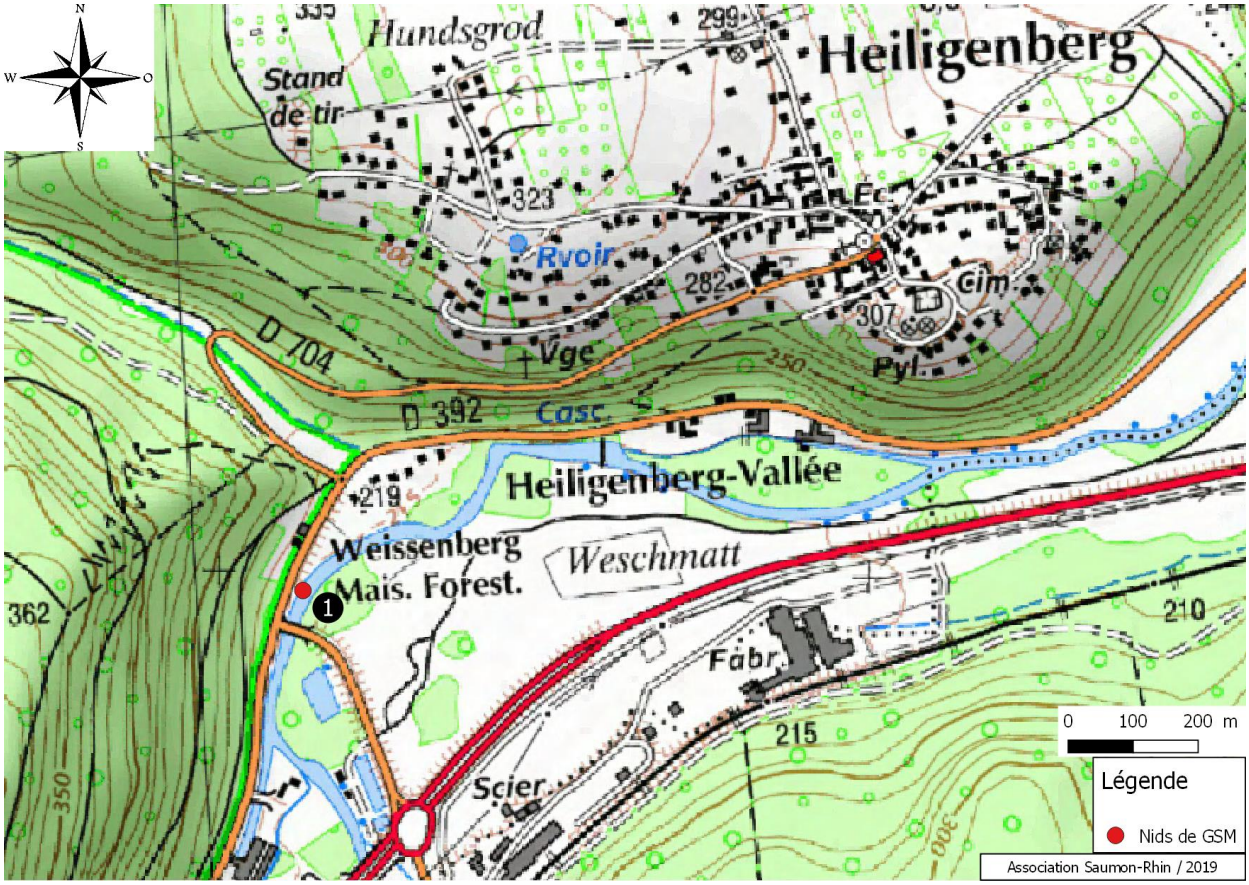


Figure 17. Localisation du nid de grands salmonidés migrateurs à Heiligenberg en 2018

Figure 18. Localisation des nids de GSM à Avolsheim en 2018

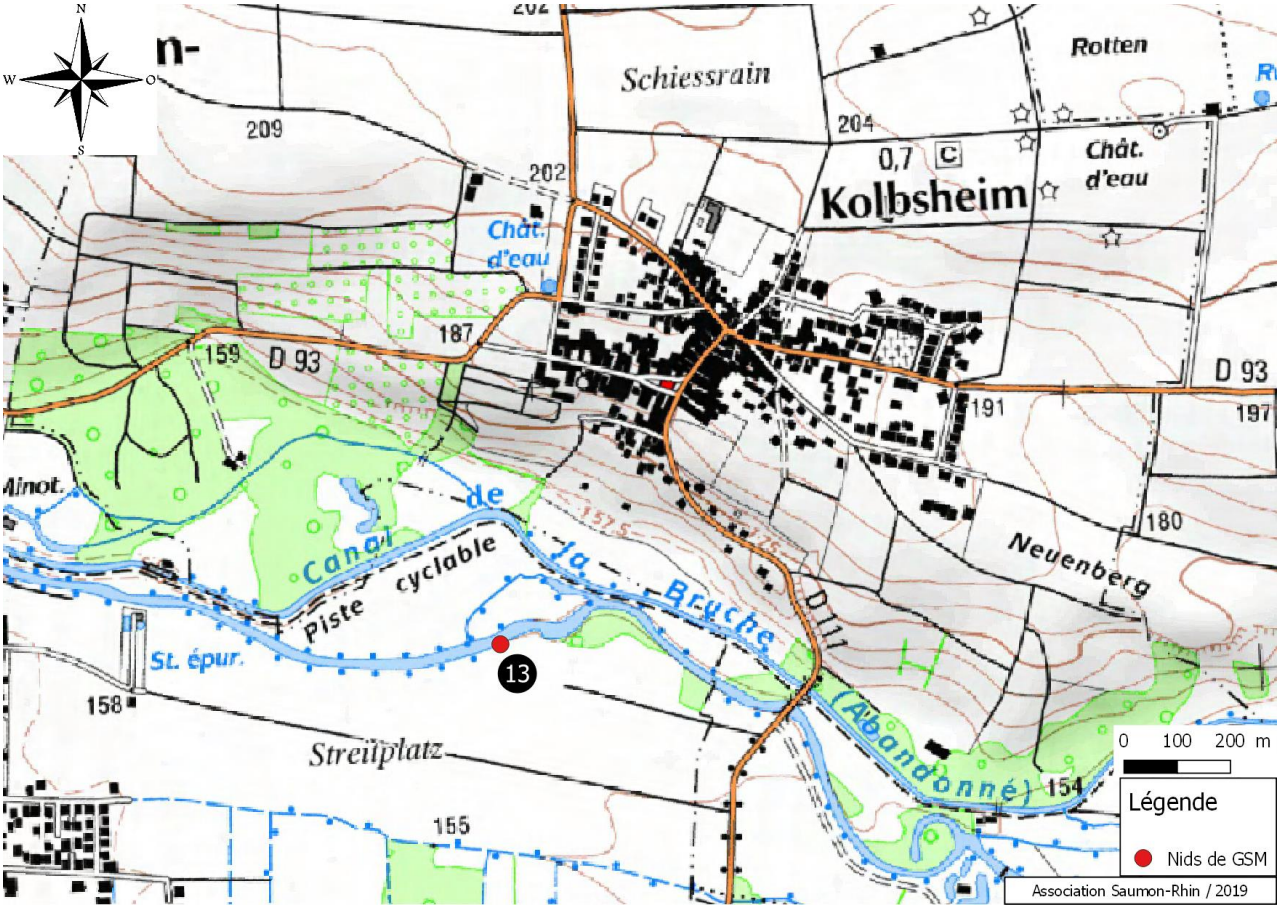


Figure 19. Localisation du nid de GSM à Kolbsheim en 2018

En 2018, 9 frayères de grands salmonidés ont été trouvées sur la Bruche entre Heiligenberg et Kolbsheim.

5.2.2. Conditions hydrologiques de la Moder et résultats du suivi

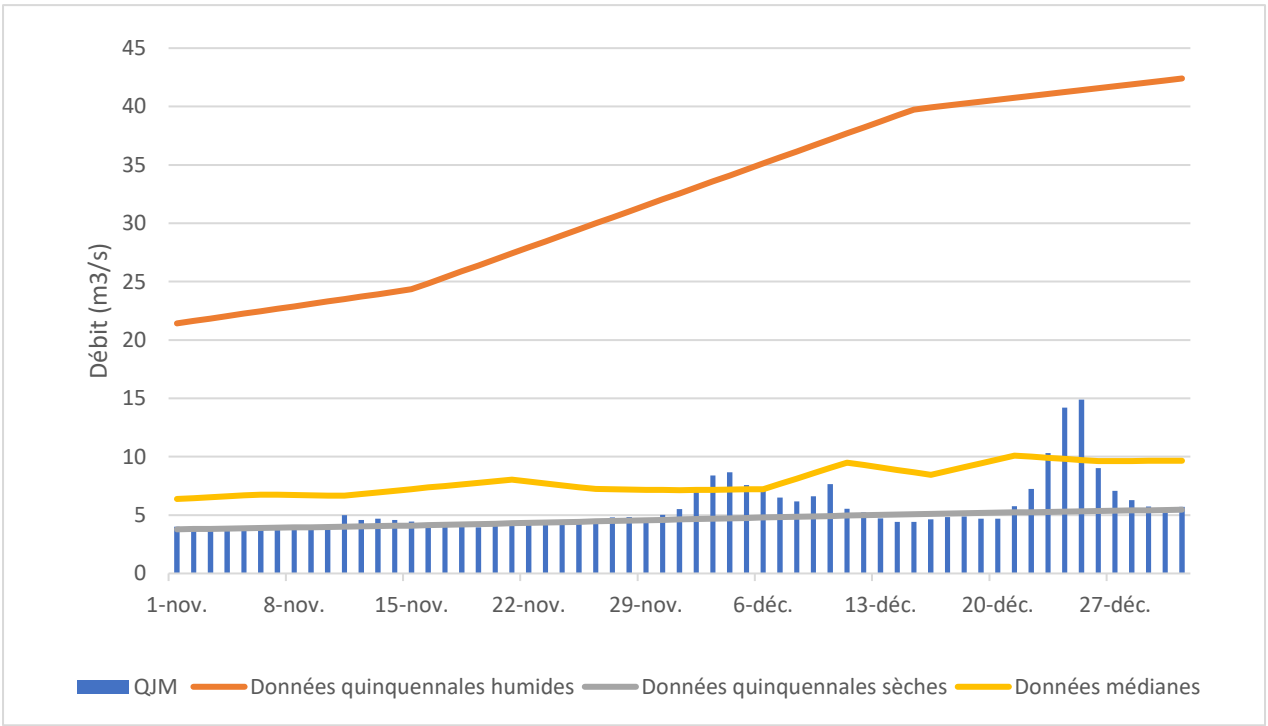


Figure 20. Débits de la Moder en novembre/décembre 2018 à Drusenheim

Les débits sur la Moder étaient relativement faibles lors de la période de reproduction des salmonidés en 2018 (cf. Figure 20). Sur la période du 1er novembre au 31 décembre, le débit journalier minimum est de 3.66 m^3/s le 4 novembre et le débit journalier maximum est de 14.9 m^3/s le 25 décembre. Les débits journaliers sont inférieurs aux données quinquennales sèches durant 21 jours, soit 34% du temps, et sont inférieurs aux valeurs médianes pour 89% des jours. La Moder a été soumise à 2 légères crues, avec des pics à 8.66 m^3/s le 4 décembre et 14.9 m^3/s le 25 décembre. Lors des deux jours de prospection, le 27 novembre et le 19 décembre, le faible débit permettait une **bonne qualité d'observation et était favorable au bon déroulement du suivi**.

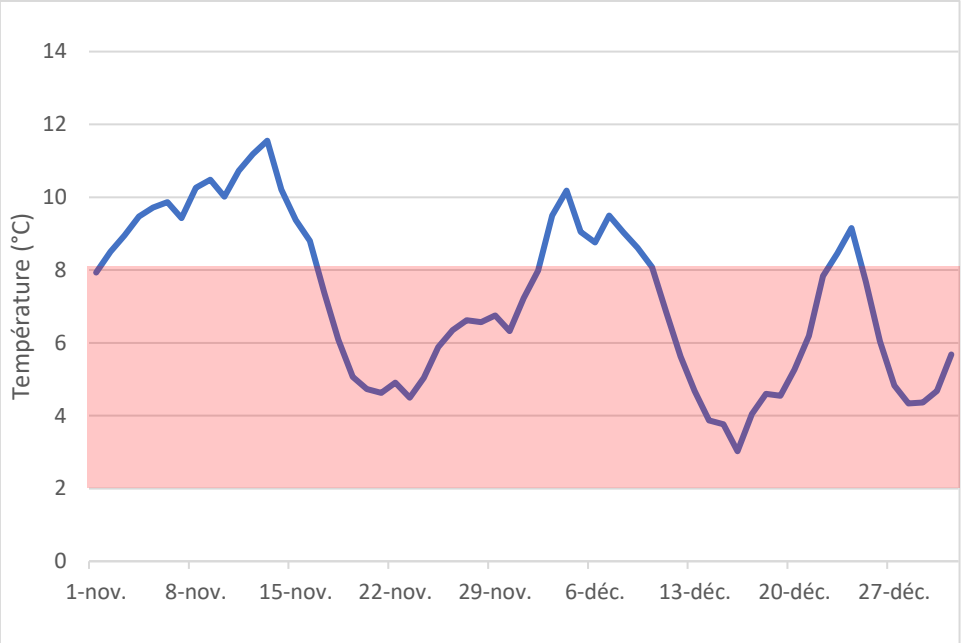


Figure 21. Température de la Moder en novembre/décembre 2018

Du 1er novembre au 31 décembre, la température journalière minimum est de 3.0°C le 16 décembre et la température journalière maximum est de 11.6°C le 13 novembre. Comme sur la Bruche, les températures ont fluctué sur la Moder. La plage théorique favorable à la reproduction, fixée à 8°C, a été atteinte du 17 novembre au 2 décembre, du 11 décembre au 22 décembre et du 25 décembre au 31 décembre. **Ces variations répétitives de la température n'étaient pas optimales pour la reproduction des grands salmonidés migrateurs (cf. Figure 21).**

Le 19 décembre, 2 frayères ont été observées à Neuhaeusel (cf. Figure 22). Lors de la découverte, les structures de ponte étaient nettes mais légèrement teintées. Il semblerait ainsi qu'elles aient été réalisées plus tôt dans la saison, entre le 27 novembre et le 19 décembre.

Le détail et les caractéristiques des frayères se trouvent en annexe 4.

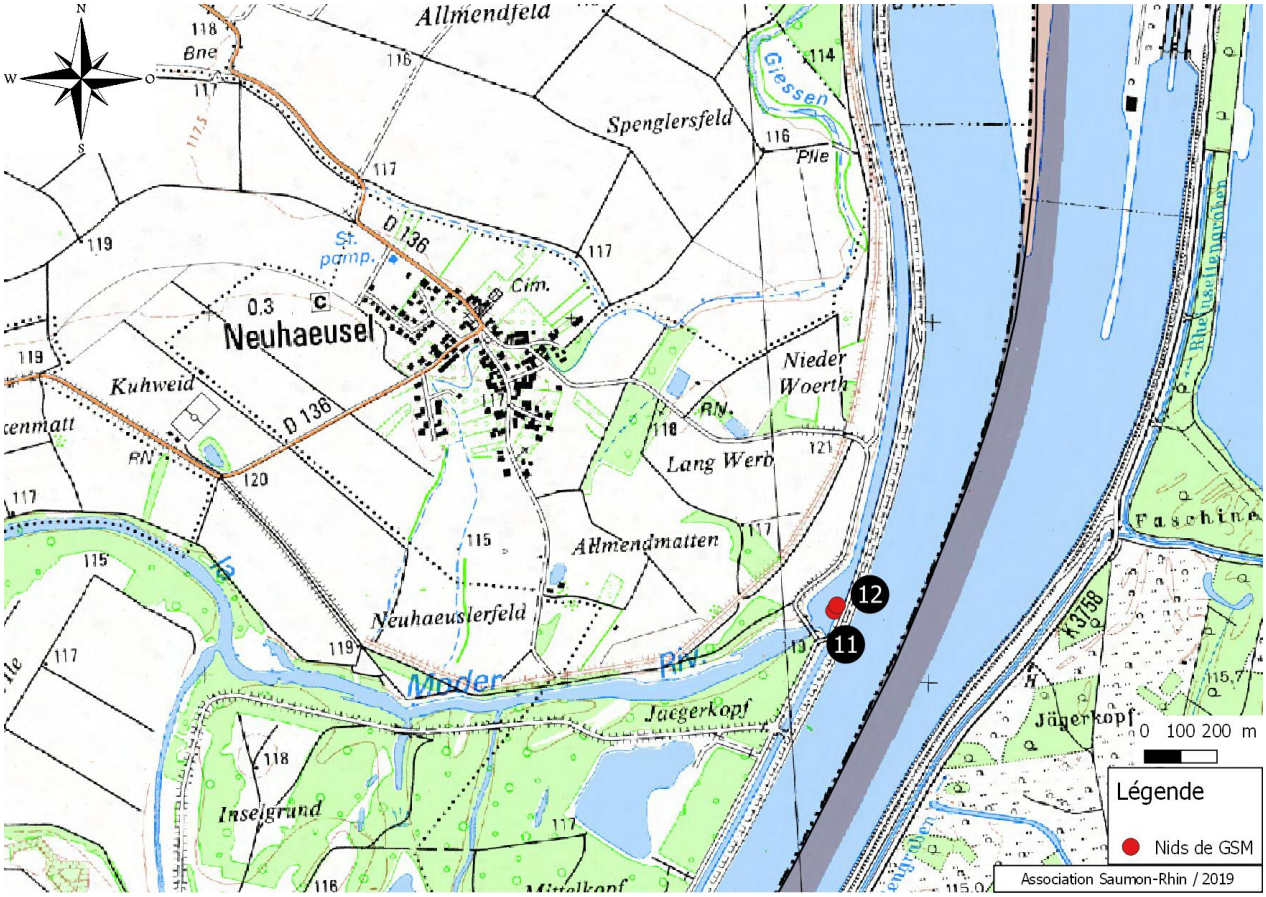


Figure 22. Localisation des nids de GSM sur la Moder en 2018

En 2018, deux frayères de grands salmonidés ont été trouvées sur la Moder.

5.2.3. Conditions hydrologiques de l'Ill et résultats du suivi

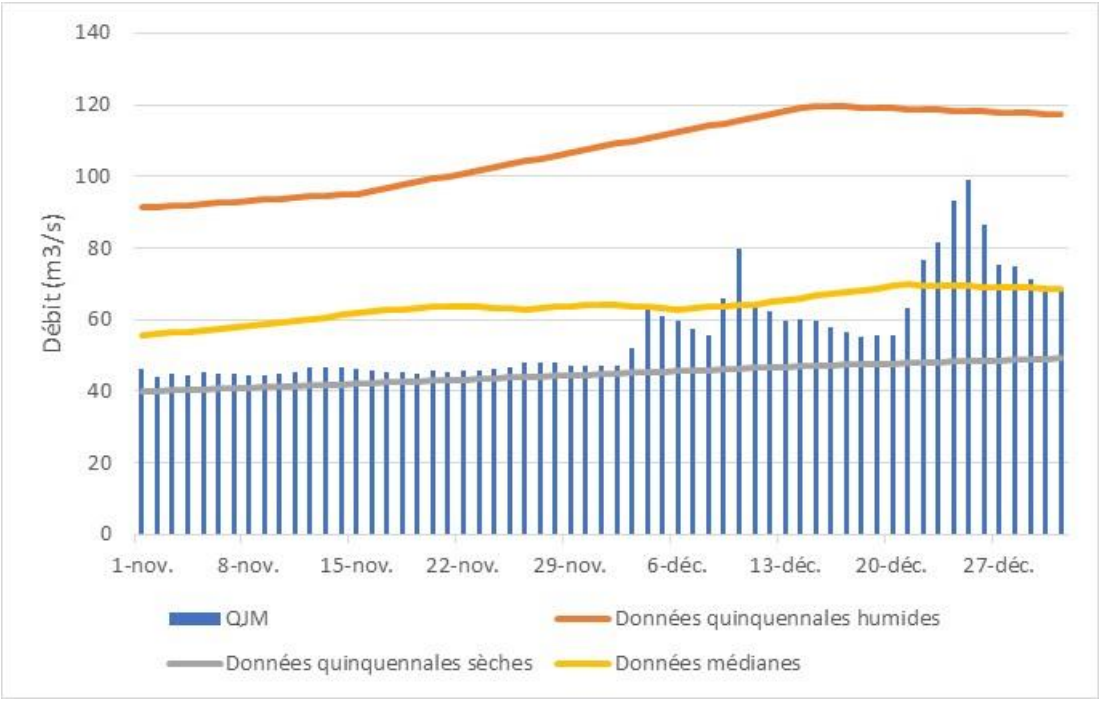


Figure 23. Débit de l'Ill à Strasbourg en novembre/décembre 2018

Les débits sur l'Ill étaient aussi relativement faibles lors de la période de reproduction des salmonidés en 2018 (cf. Figure 23). Sur la période du 1er novembre au 31 décembre, le débit journalier minimum est de 43.8 m^3/s le 2 novembre et le débit journalier maximum est de 99.2 m^3/s le 25 décembre. Les débits journaliers ne sont jamais inférieurs aux données quinquennales sèches mais sont pour 82% des jours, inférieurs aux valeurs médianes. L'Ill a été soumise à 3 légères crues successives avec des pics à 63.5 m^3/s, 79.8 m^3/s et 99.2 m^3/s respectivement le 4, 10 et 25 décembre. Lors des diverses prospections, le 29 novembre, le 7 et le 18 décembre, **les conditions hydrologiques étaient ainsi favorables à une bonne qualité d'observation.**

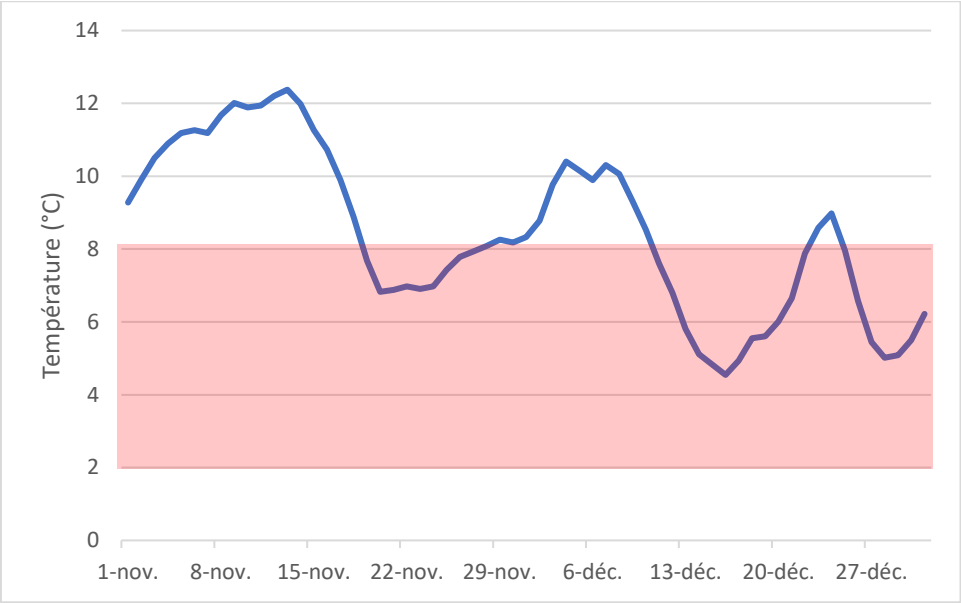


Figure 24. Température de l'Ill en novembre/décembre 2018

Du 1er novembre au 31 décembre, la température journalière minimum est de 4.5°C le 16 décembre et la température journalière maximum est de 12.4°C le 13 novembre. A l'image des autres cours d'eau, les températures ont fluctué. La plage théorique favorable à la reproduction a été atteinte du 19 novembre au 27 novembre, du 11 décembre au 22 décembre et du 25 décembre au 31 décembre. **Ces variations répétitives de la température n'étaient pas optimales pour la reproduction des grands salmonidés migrateurs.**

Lors de la sortie en zodiac, deux frayères ont été observées à l'aval du barrage du Doernel le 29 novembre (cf. Figure 25). Les caractéristiques de ces frayères se trouvent en annexe 4. Aucune frayère n'a été observée sur l'Ill amont ainsi que sur la Petite Ill.

La localisation des frayères à l'aval du barrage du Doernel ainsi que leur absence à l'amont n'est pas insignifiante. En effet, le barrage du Doernel, situé à l'aval de Strasbourg est considéré comme partiellement franchissable. Son passage étant facilité par des niveaux d'eau assez importants, une année hydrauliquement faible comme 2018, augmente son caractère bloquant. Une réflexion a été lancée par les différents services de l'Etat concernant l'amélioration de la franchissabilité de ce seuil, elle sera poursuivie en 2019.

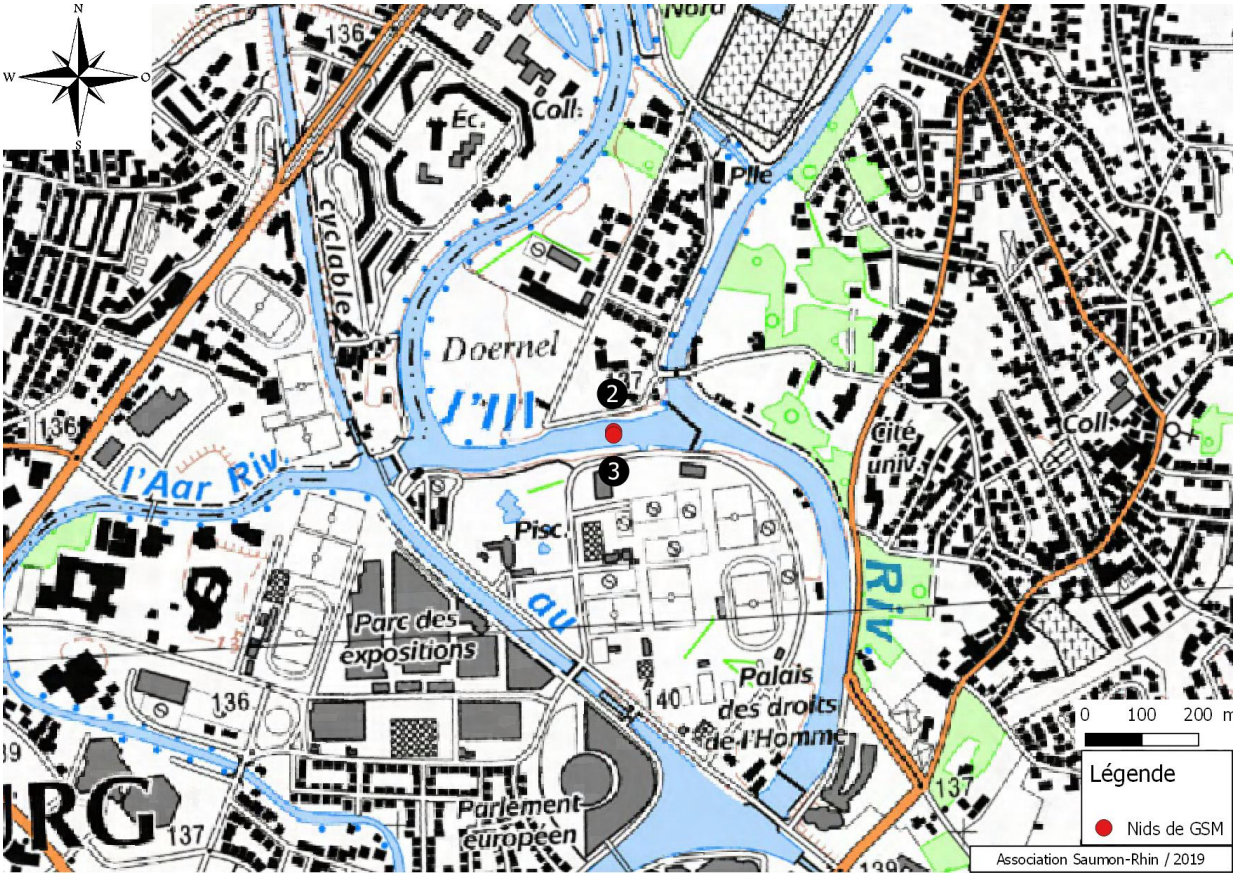


Figure 25 : Localisation des nids de grands salmonidés migrateurs dans l'Ill en 2018

En 2018, 2 frayères ont été observées sur l'Ill à Strasbourg.

5.2.4. Conditions hydrologiques de la Fecht et résultats du suivi

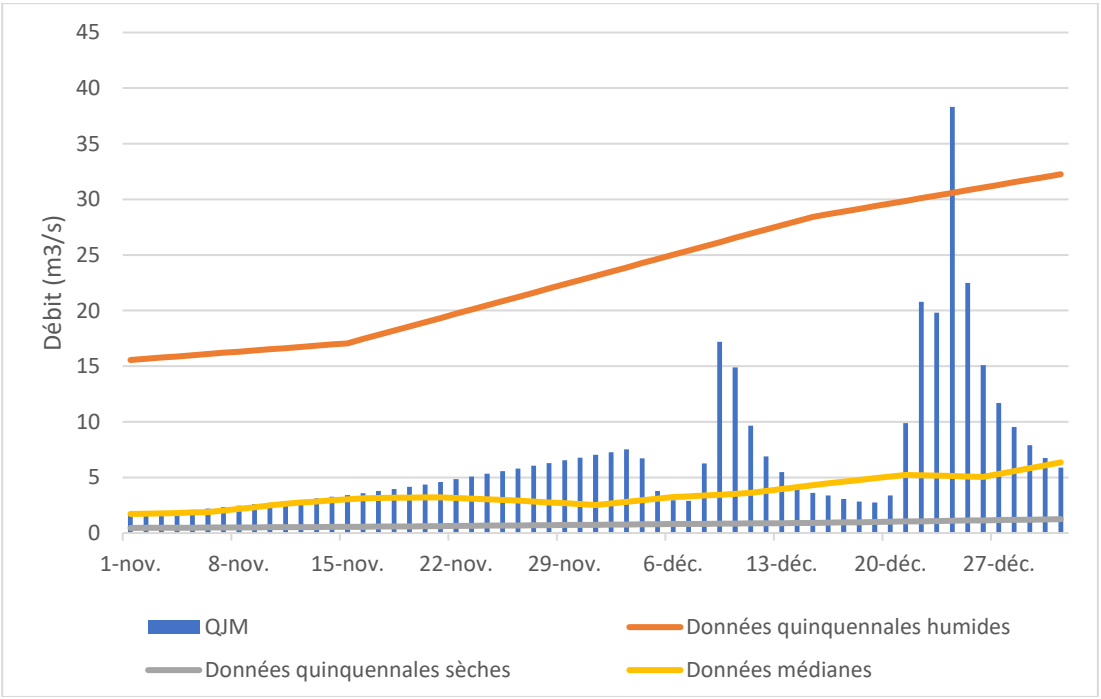


Figure 26. Débits de la Fecht en novembre/décembre 2018

Du 1er novembre au 31 décembre, le débit journalier minimum est de 1.6 m³/s le 1er novembre et le débit journalier maximum est de 38.3m³/s le 24 novembre (cf. Figure 26). Les débits moyens sont toujours supérieurs aux données quinquennales sèches et supérieurs à la médiane sur 82% du temps. Durant la campagne de prospection, 2 crues sont survenues avec des pics respectifs à 17.2 m³/s et 38.3 m³/s le 9 décembre et le 24 décembre. Une augmentation progressive des débits a été observée en début de saison, du 1er novembre au 3 décembre. Lors de la journée complète de prospection, le 7 décembre, le débit était en baisse à 2.9 m³/s, engendrant une bonne qualité d'observation. **Les conditions ont ainsi été favorables au bon déroulement du suivi de la reproduction sur la Fecht.**

Les données de température nous ont été transmises par la FDPPMA68. Elles ont été enregistrées à Ingersheim.

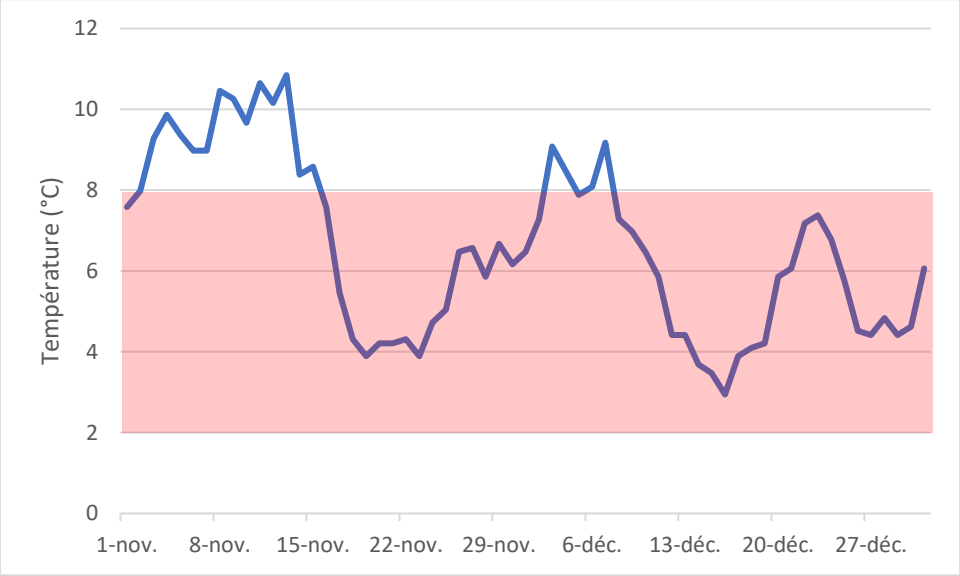


Figure 27. Température de la Fecht en Novembre/Décembre 2018

Du 1er novembre au 31 décembre, la température journalière minimum est de 2.9°C le 16 décembre et la température journalière maximum est de 10.9°C le 13 novembre. A l'image des autres cours d'eau, les températures ont fluctué. La plage théorique favorable à la reproduction a été atteinte du 16 novembre au 2 décembre et du 8 au 31 décembre (cf. Figure 27). **Ces variations répétitives de la température n'ont probablement pas été optimales pour la reproduction des grands salmonidés migrateurs, malgré que ce phénomène soit moins marqué sur la Fecht.**

Les conditions décrites ci-dessus sont relativement identiques à celles observées sur l'affluent principal de la Fecht, la Weiss.

Aucune frayère n'a été trouvée tant sur la Fecht que sur la Weiss lors de la sortie du 7 décembre, malgré des conditions environnementales optimales pour l'observation (2.3 m³/s et 9.2°C sur la Fecht à Ingersheim).

En 2018, aucune frayère n'a été découverte sur la Fecht et la Weiss.

5.2.5. Conditions hydrologiques du Giessen et résultats du suivi

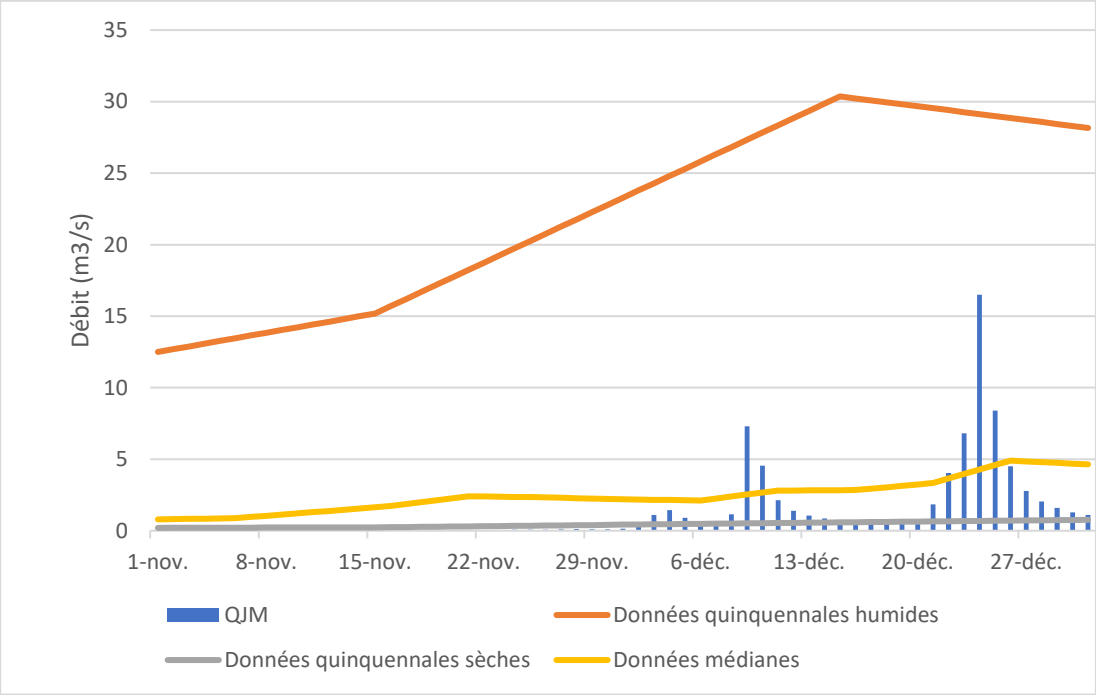


Figure 28. Débit du Giessen à Sélestat en novembre/décembre 2018

Du 1er novembre au 31 décembre le débit journalier minimum est de 0.026m³/s le 7 novembre et le débit maximum journalier est de 16.5m³/s le 24 décembre (cf. Figure 28). Le débit journalier moyen est inférieur aux données quinquennales sèches sur 56% des jours et inférieurs aux valeurs médianes sur 90% de la période. 2 crues sont survenues avec des pics respectifs à 7.3m³/s et 16.5m³/s le 10 décembre et le 24 décembre. Lors de la journée complète de prospection, le 23 novembre, le débit était de 0.049 m³/s. **Les faibles débits du Giessen étaient favorables à une bonne qualité d'observation mais défavorables à la reproduction**. En effet, au cours de cette période, durant 17 jours soit 28% du temps, le débit était inférieur au seuil de qualification d'étiage de niveau ¾ fixé à 0.060m³/s à Thanvillé (DREAL Grand Est, 2018).

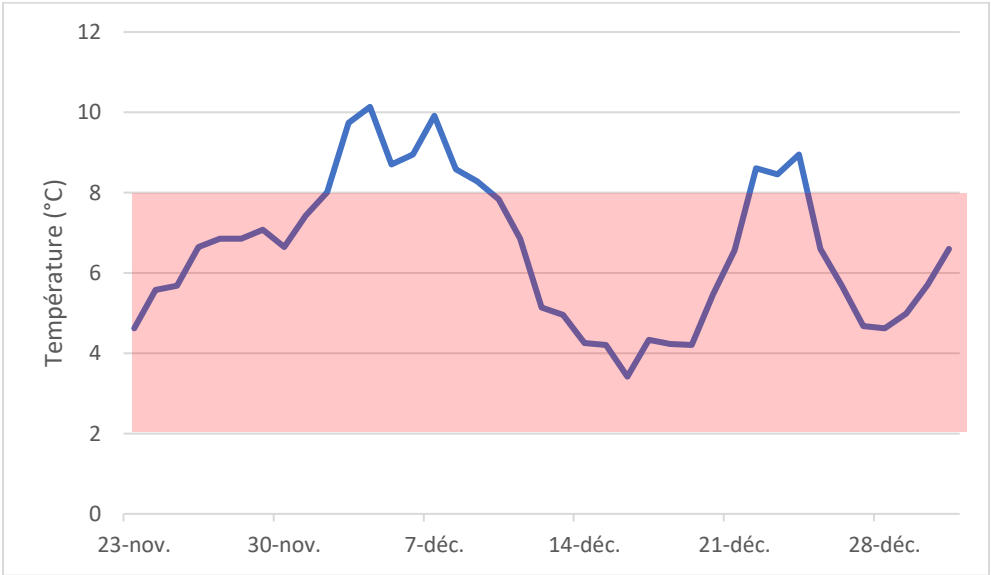


Figure 29. Température du Giessen en novembre/décembre 2018

Malgré un contrôle de fonctionnalité avant la saison de reproduction, un problème est survenu sur la sonde température du Giessen. Seules les données températures entre le 23 novembre et le 31 décembre ont été enregistrées. Ainsi, du 23 novembre au 31 décembre, la température journalière minimum est de 3.4°C

le 16 décembre et la température journalière maximum est de 10.1°C le 4 décembre. La température était dans la plage théorique favorable du 23 novembre au 1er décembre, du 10 au 31 décembre et du 25 au 31 décembre. Comme les autres cours d'eau, le Giessen a subi 2 périodes de réchauffement des eaux, qui ne favorisent pas le déclenchement d'un acte de reproduction. **Ces variations répétitives de la température n'étaient pas optimales pour la reproduction des grands salmonidés migrateurs (cf. Figure 29).**

Les conditions décrites ci-dessus sont relativement identiques à celles observées sur l'affluent principal du Giessen, la Lièpvrette.

Aucune frayère n'a été comptabilisée sur le Giessen et la Lièpvrette lors de la sortie du 23 novembre 2018.

Aucune frayère n'a été observée sur le Giessen et la Lièpvrette en 2018.

5.2.6. Difficulté de la migration sur le bassin Rhénan

De manière générale en 2018, les conditions hydrologiques étaient favorables à une bonne qualité d'observation mais n'étaient pas optimales pour la reproduction des grands salmonidés migrateurs. En effet, les débits étaient trop faibles et les températures oscillantes. Outre la modification de la hauteur de la lame d'eau sur les radiers, les débits ont particulièrement impacté la migration. Toutes les frayères ont été observées à l'aval des cours d'eau, sur la Bruche, l'Ill et la Moder. De plus, aucune frayère n'a été comptabilisée sur la partie amont de l'Ill et de ses affluents (Fecht, Giessen) contrairement aux années précédentes.

Plus précisément, à l'échelle du bassin rhénan, les débits moyens hebdomadaires sur le Rhin à Iffezheim en 2018 étaient inférieurs aux débits moyens obtenus sur la période 1979-2017 dès le 26 février et inférieurs aux minimums obtenus à partir du 22 juillet. Cette période de faibles eaux s'est prolongée jusque mi-décembre. De plus le faible niveau d'eau ainsi que les fortes chaleurs, ont entrainé une hausse des températures de l'eau. Pour la première fois depuis les années 2000, la température de l'eau du Rhin a été supérieure à 25°C durant 6 semaines consécutives, supérieure à 26°C durant 3 semaines et supérieure à 27°C durant 1 semaine (F.Schaeffer, C.Morandi, *à paraître*). De telles conditions, ont probablement ralenti puis stoppé la migration des individus.

Outre le ralentissement migratoire provoqué naturellement par les faibles débits et une température élevée, s'ajoute l'effet combiné d'un faible débit et la présence de seuils plus ou moins franchissables sur l'Ill et les affluents Vosgiens.

Sur l'Ill, de nombreux seuils tels que le Doernel, les Abattoirs, le n°83 Graffenstaden, n°70 Nordhouse, n°61 Erstein, n°32 Ebersheim, n°15 Ehnwihr (cf. Figure 1) ont probablement compliqué la migration des individus se présentant entre juin et début décembre.
Le Giessen fut particulièrement soumis à ces faibles débits. Ce cours d'eau est régulièrement sujet à de longues périodes d'étiage, parfois d'assec, causées à la fois par un phénomène d'infiltration en nappe et par un prélèvement vers l'Aubach, une dérivation rive gauche juste en amont de Scherwiller qui n'est pas restituée à l'aval. De plus, le droit d'eau de 1912, période allemande, permettait de favoriser l'alimentation de l'Aubach au détriment du Giessen. La récupération des compétences eaux et assainissement par le Syndicat des eaux et de l'assainissement Alsace-Moselle (SDEA) laisse envisager des perspectives d'amélioration quant à la gestion de ce sous-bassin (SDEA Alsace-Moselle, 2017). Néanmoins cette année, le débit à Sélestat était particulièrement faible, voire nul (cf. Figure 30). Il fut inférieur ou égale à 1 m^3/s sans discontinuer du 20 juin au 2 décembre et inférieur à 0.01m^3/s du 27 juillet au 1 août, le 6 août, du 17 au 29 août, le 10 octobre et du 14 au 27 octobre. Conjointement aux problèmes de faibles débits, l'accès aux habitats du Giessen et de la Lièpvrette est conditionné par le franchissement du seuil G1 à Ebersheim, considéré comme plus ou moins franchissable et infranchissable en cas d'étiage.
De la même manière, la Fecht fut rendue partiellement accessible par la combinaison d'un faible débit et de la présence d'un ouvrage quasi infranchissable, F7 à Houssen en aval de la confluence Fecht/Weiss.

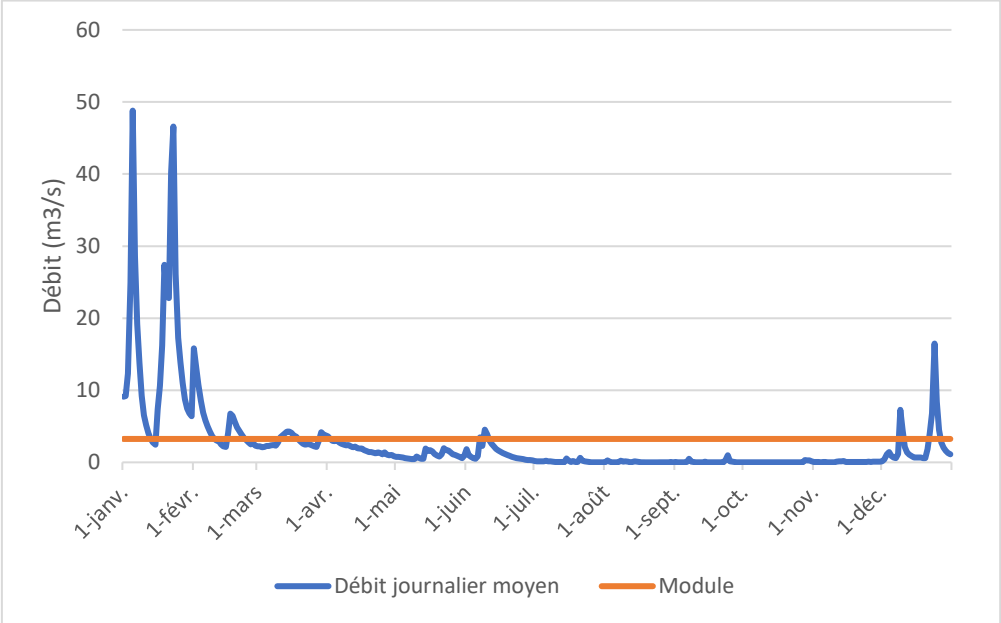


Figure 30. Débit journalier moyen sur le Giessen à Sélestat en 2018

Cette faible colonisation de l'amont de l'Ill est confirmée par le nombre d'individus observés au vidéo-comptage des stations de l'Ill. En effet, en 2018 seuls 3 saumons ont été comptabilisés à Erstein et 1 à Huttenheim. Le premier individu à Erstein est passé le 6 mars 2018. Il faut attendre le léger coup d'eau début décembre pour observer de nouveau des saumons, les 2 et 5 décembre à Erstein et le 4 décembre à Huttenheim.

Le faible nombre de frayères comptabilisé en 2018 est probablement le résultat des conditions environnementales globalement défavorables à la migration à l'échelle du bassin : faible débit et température élevée. De plus, la présence de seuils plus ou moins franchissables et infranchissables en cas d'étiage sur le bassin augmente la difficulté de colonisation dans de telles conditions. Le ralentissement de la migration est constatable par le choix des zones de reproduction par les individus. En effet, en 2018 les habitats en aval des cours d'eau ont été préférentiellement sélectionnés pour la reproduction.

5.3. Estimation du temps d'incubation des œufs

Le suivi des températures permet d'estimer la durée d'incubation des œufs et la période d'éclosion théorique des larves. Comme mentionné précédemment, l'incubation durerait au minimum 430°C/jours (Keith, Allardi ; 2013), correspondant par exemple à 43 jours à 10°C. L'émergence des frayères débuterait dès 650°C/jours (Bruslé, Quignard ; 2013). Le relevé des températures post-reproduction permet de connaître cette période.

- Bruche

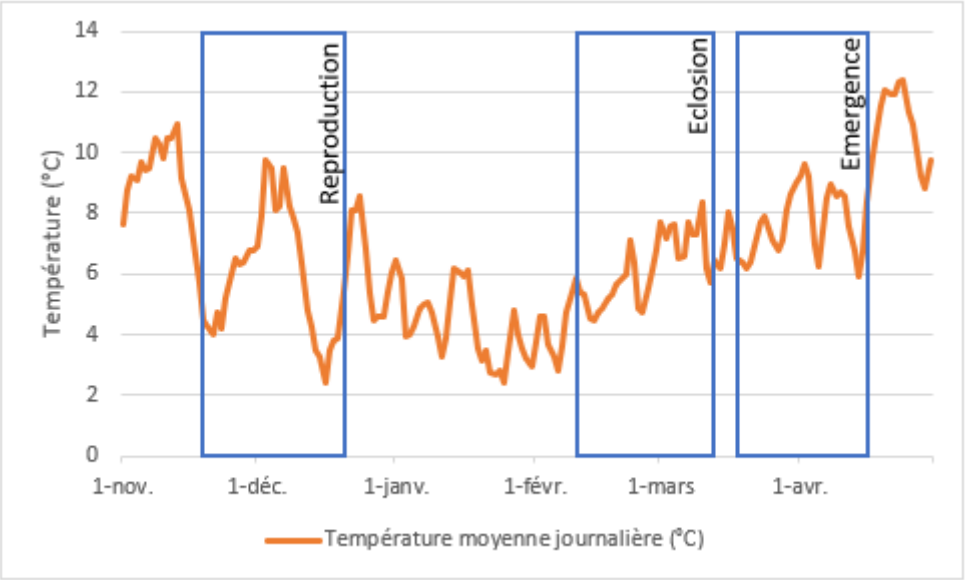


Figure 31. Température de la Bruche lors de la période d'incubation en 2018/2019

Les nids de ponte ayant été observés entre le 19 novembre et 20 décembre 2018, l'éclosion des œufs aurait eu lieu entre le 10 février et le 12 mars 2019 et l'émergence se serait produite du 17 mars au 10 avril 2019. Le temps d'incubation des œufs de grands salmonidés migrateurs dans la Bruche aurait duré entre 83 et 84 jours.

- Moder

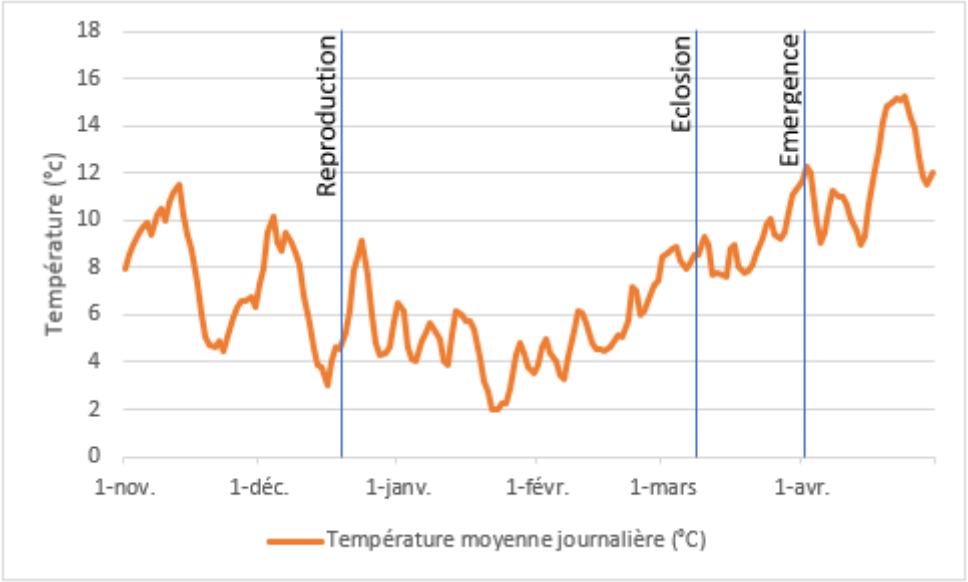


Figure 32. Température de la Moder lors de la période d'incubation en 2018/2019

Les nids de ponte ont été observés le 19 décembre 2018, l'éclosion aurait eu lieu le 8 mars 2019 et l'émergence le 2 avril 2019. Le temps d'incubation des œufs de grands salmonidés migrateurs dans la Moder aurait duré 80 jours.

- Ill

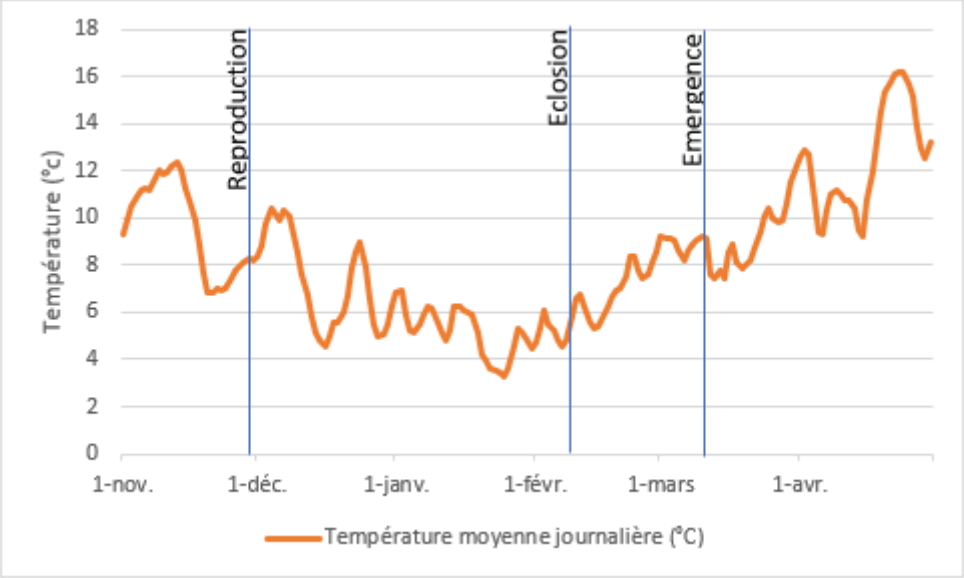


Figure 33. Température de l'Ill lors de la période d'incubation en 2018/2019

Les nids de ponte ont été observés le 29 novembre 2018, l'éclosion aurait eu lieu le 6 février 2019 et l'émergence le 8 mars 2019. Le temps d'incubation des œufs de grands salmonidés migrateurs dans l'Ill aurait duré 70 jours.

5.4. Mise en évidence de la réussite la reproduction naturelle

Afin de vérifier l'efficacité de la reproduction naturelle, des pêches de contrôle étaient réalisées sur les affluents Vosgiens où des nids avaient été comptabilisés, avant l'alevinage. Le lancement du programme génétique en 2018 a légèrement modifié le protocole d'estimation de la densité des juvéniles issus de la reproduction naturelle. En effet, d'une part l'introduction de vésicule résorbée sur les affluents ne permet plus de pêcher avant l'alevinage (efficacité limitée de l'électricité sur le stade v.r.), et d'autre part, tous les poissons alevinés étant répertoriés génétiquement, l'absence d'assignation d'un individu a un lot génétique lors des pêches de contrôle de septembre, rend l'attribution possible de cet individu à la reproduction naturelle. Le suivi de la reproduction naturelle étant ainsi concomitant aux pêches d'Indice Abondance de septembre, la Bruche, la Fecht et le Vieux-Rhin sont à présents contrôlés, soit 14 stations en 2018.

5.4.1. Reproduction naturelle sur la Bruche

Sur la Bruche, les 4 stations de contrôle d'IA historiques – Russ, Mulbach, Dinsheim, Molsheim – ont fait l'objet d'une « pêche 5 minutes » ainsi que 2 stations non alevinées : Dinsheim étang et Avolsheim. Un morceau de tissu a été prélevé sur les individus capturés puis analysé par le bureau d'études *Aquabios*. Le suivi de la reproduction naturelle se réalise avec un décalage d'un an. Les résultats génétiques des individus pêchés en septembre 2018 sont ceux des individus issus de la reproduction de 2017.

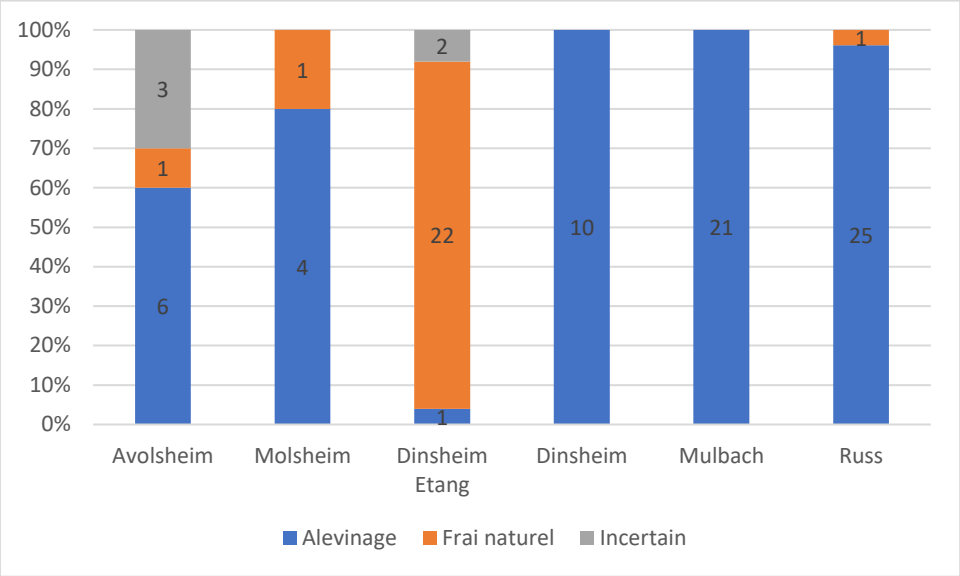


Figure 34. Identification des individus capturés sur la Bruche lors des pêches de septembre 2018

De manière générale, les résultats génétiques nous permettent, une fois de plus, de mettre en évidence la présence de l'espèce *Salmo salar* issue des frayères auparavant identifiées comme nids de grands salmonidés migrateurs. De plus, le programme génétique autorise une estimation plus précise de la proportion d'individu issue de la reproduction naturelle par rapport aux alevinages. De l'aval à l'amont : 1 individu issu du frai naturel a été comptabilisé à Avolsheim, 1 à Molsheim, 22 à Dinsheim étang et 1 à Russ (cf. Figure 34). L'importante quantité d'individu issu du frai à Dinsheim étang est corrélée avec le caractère bloquant du seuil quasi-infranchissable immédiatement à l'amont. En effet, en 2017, 12 frayères de GSM avaient été observées sous ce seuil (Morandi et Finkler, 2018). Aucune frayère n'avait été trouvée à Avolsheim ainsi qu'à Molsheim, les individus capturés sont alors soit issus d'une frayère non comptabilisée soit issus du déplacement des poissons du secteur de Dinsheim étang. L'individu naturel pêché à Russ est une donnée très intéressante puisque jusqu'à présent, aucune frayère n'avait été comptabilisée sur ce secteur, le plus à l'amont du cours d'eau (auparavant la limite amont d'observation d la reproduction naturelle se situait à Heiligenberg).

5.4.2. Reproduction naturelle sur la Fecht

Sur la Fecht, les 3 stations de contrôle d'IA historiques – Wihr-au-Val, Zimmerbach et Ammerschwihr – ont fait l'objet d'une « pêche 5 minutes ».

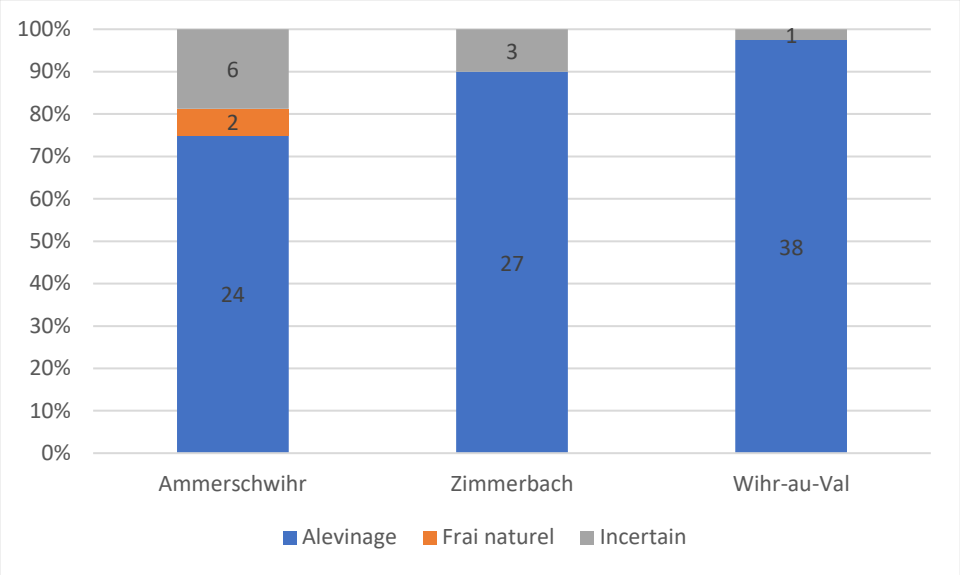


Figure 35. Identification des individus capturés sur la Fecht lors des pêches de septembre 2018

Comme pour la Bruche, la présence de l'espèce *Salmo salar* est avérée sur la Fecht. Lors des pêches de septembre 2018, 2 individus issus de la reproduction naturelle ont été observés à Ammerschwihr, la station la plus en aval (cf. Figure 35). Cette donnée confirme l'acte de reproduction des saumons en 2017, bien qu'aucune frayère n'ait été observée à l'époque, à cause des conditions environnementales défavorables.

Sur le Vieux-Rhin, aucun individu issu de la reproduction naturelle n'a été observé. Ce résultat est cohérent avec le caractère inaccessible de ce secteur.

6. Conclusion

Le suivi annuel de la reproduction des poissons migrateurs est une action importante car elle permet de constater l'évolution des populations en fonction des différentes conditions environnementales et met en avant les avancées engendrées par les multiples actions réalisées sur le bassin, que ce soit en termes de qualité d'eau ou d'accessibilité.

Cette année sur le Rhin, 37 lamproies ont été dénombrées à Iffezheim et 19 à Gambsheim. On estime que 18 individus se sont dirigés vers l'Ill, ce qui leur donne également accès à la Bruche. On observe une tendance à la baisse sur les effectifs de cette population.
En plus du comptage dans les passes à poissons du Rhin, le suivi de la reproduction permet de localiser plus précisément la répartition des populations au sein du territoire et les points noirs potentiels. Différentes rivières ont alors été prospectées à pieds telles que la Moder, l'Ill et la Bruche (82 km de linéaire). Théoriquement, la température de l'eau avoisine les 15 à 18 °C lors de la reproduction. Cependant cette année, les cours d'eau se sont rapidement réchauffés. De plus, les crues de fin mai à début juin ont rendu les eaux turbides, empêchant l'observation des nids.
La reproduction dans les rivières Moder et Ill n'a pas pu être suivie pour cette espèce.
La Bruche quant à elle est redevenue limpide plus rapidement, permettant d'identifier 5 nids entre Holtzheim et Molsheim du 1er au 11 juillet. 3 d'entre eux ont été identifiés à Holtzheim, 1 à Avolsheim et 1 à Molsheim.
Cette année encore, la présence de reproduction au niveau de l'ancien seuil de Holtzheim montre la pertinence d'un arasement offrant un gain en habitats et la nécessité du rétablissement de la continuité écologique des cours d'eau.
Les calculs montraient que sur l'ensemble de l'Ill et de la Bruche, seuls 8 nids seraient potentiellement observables, nos résultats sont donc plutôt satisfaisants. D'autres facteurs peuvent expliquer cette différence (de 3 nids) : effacement avant observation, développement de végétaux aquatiques masquant les structures, secteurs atypiques ou inaccessibles etc… La faible quantité de géniteurs provenant du Rhin diminue également la possibilité de trouver un partenaire.

Le suivi de la reproduction des grands salmonidés migrateurs a été mené sur la Bruche, la Moder, l'Ill, le Giessen, la Lièpvrette, le bras d'Altorf, la Fecht et la Weiss ainsi que sur le Rhin à pieds, en canoé ou en zodiac entre la mi-novembre et fin décembre, période estimée favorable à la reproduction du saumon dans notre bassin. Les conditions hydrologiques étaient favorables à une bonne qualité d'observation mais défavorables pour la migration et la reproduction. En effet, les débits étaient particulièrement bas et les températures élevées sur l'ensemble de l'année 2018. 13 frayères ont été comptabilisées, 9 sur la Bruche entre Heiligenberg et Kolbsheim, 2 sur la Moder à Neuhaeusel et 2 sur l'Ill à l'aval du Doernel. Les habitats en aval des cours d'eau ont été préférentiellement choisis pour la reproduction, confirmant l'impact de cette année sèche sur les migrations. Lors des pêches de contrôle, et grâce au lancement du programme génétique, l'efficacité de la reproduction naturelle de 2017 a été mise en évidence avec 25 individus trouvés sur la Bruche entre Russ et Avolsheim, et 2 individus capturés sur la Fecht à Ammerschwihr. Ces résultats permettent également d'apporter des preuves incontestables sur le caractère bloquant de certains ouvrages identifiés antérieurement par ASR.

7. Bibliographie

BRUSLE J. QUIGNARD J.P. 2013 *Biologie des poissons d'eau douce européens*. 726 pages

C. GUEGUEN J. PROUZET P. IFREMER 1993. *Le saumon atlantique*. 330 pages.

CAUT I. MIGADO. 2009. *Suivi de la reproduction naturelle de l'alose vraie et de la lamproie marine*. 43 p

DREAL Grand Est 2018. *Bulletin de suivi d'étiage, Région Grand Est n°19*. 7p

COHENDET F. 1993. *Le saumon de l'Allier.*795 pages

KEITH P. et J. ALLARDI (coord.), 2001. *Atlas des poissons d'eau douce de France. Patrimoines Naturels*, 47 : 387 p.

KEITH P. et ALLARDI J. (coord.), 2011. *Les poissons d'eau douce de France.* 552 pages

MORANDI C. & FINKLER Y., SAUMON-RHIN., 2018. *Suivi de la reproduction des migrateurs amphihalins en Alsace. Lamproies marines & salmonidés migrateurs – Campagne 2017.* 41 pages

SCHAEFFER S. & MORANDI C., *à paraître. Suivi des migrations sur le Rhin – Passes à poissons d'Iffezheim, Gambsheim et Strasbourg année 2018. Saumon-Rhin.*

SDEA Alsace-Moselle. 2017. *Etude pour le rétablissement de la continuité écologique (Giessen et Lièpvrette) et l'aménagement d'une annexe hydraulique*. 214 pages

TAVERNY C. ELIE P. 2010. *Les lamproies en Europe de l'Ouest –Ecophases, espèces et habitats*. 111 pages

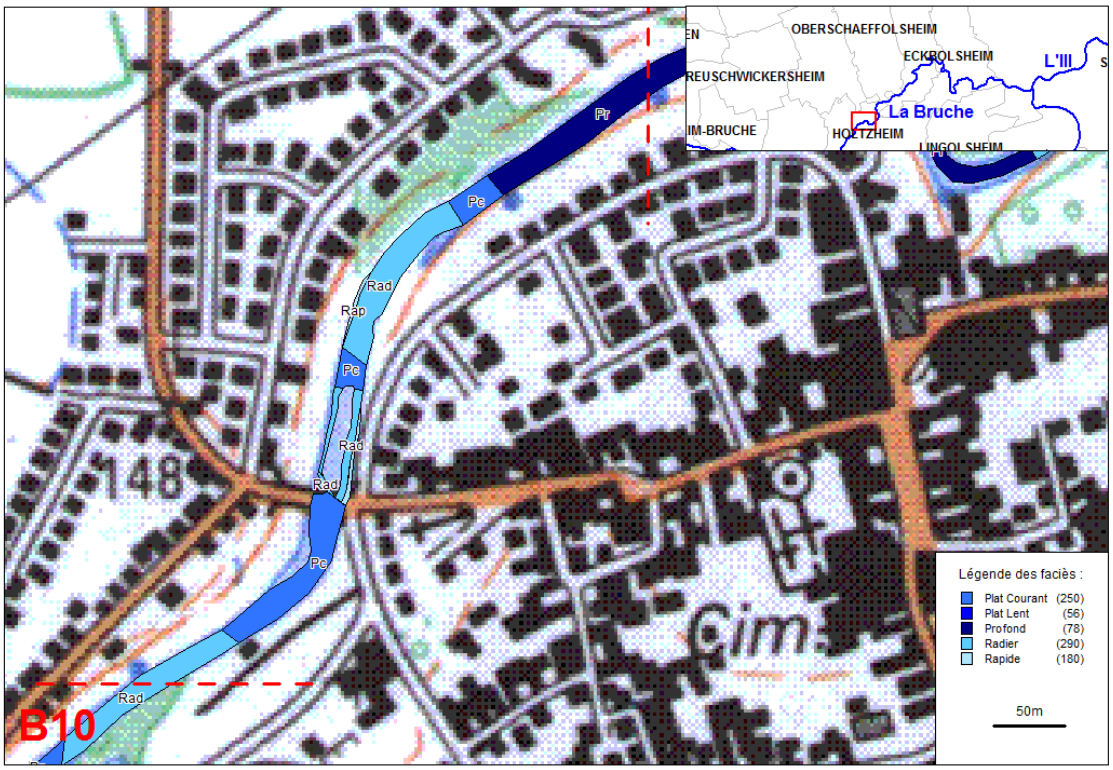
WEIBEL U. (1991). Neue Ergebnisse zur Fischfauna des nôrdlichen Oberrheinsermittelt im Rechengut von Kraftwerken. Fischôkologie, 5, 43-68.

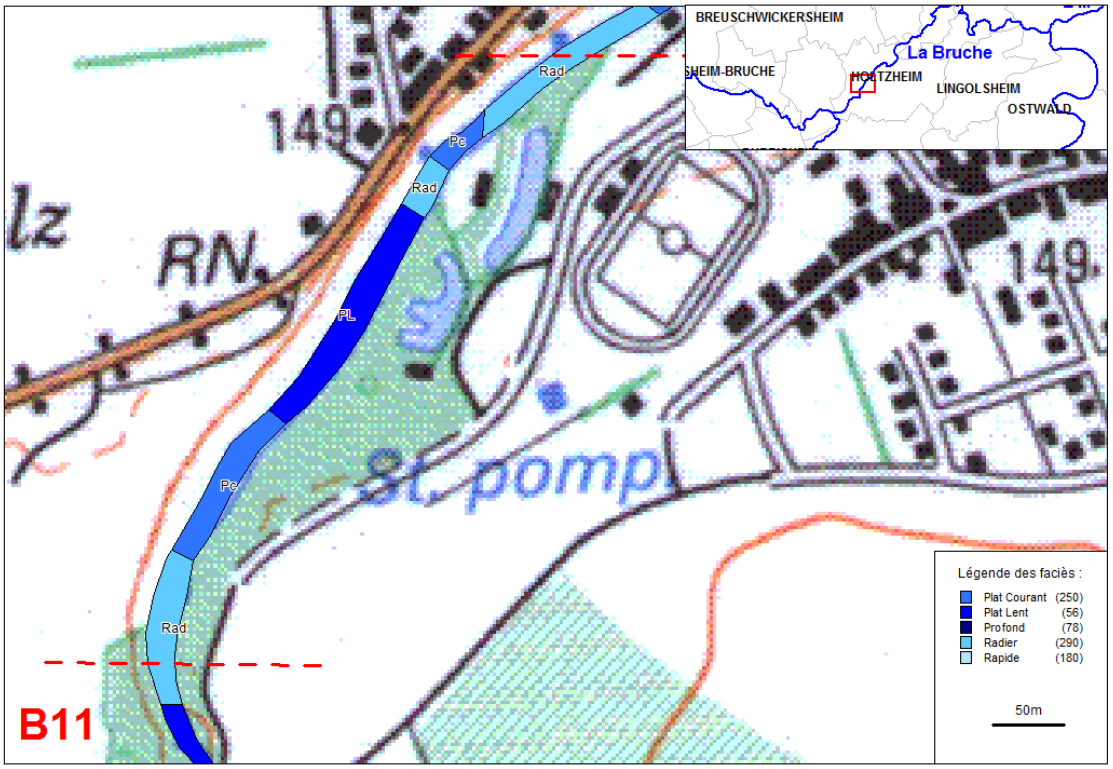
VRIEZE LA et al., 2010*. Importance du sens olfactif de la lamproie marine dans la recherche d'habitats de reproduction*

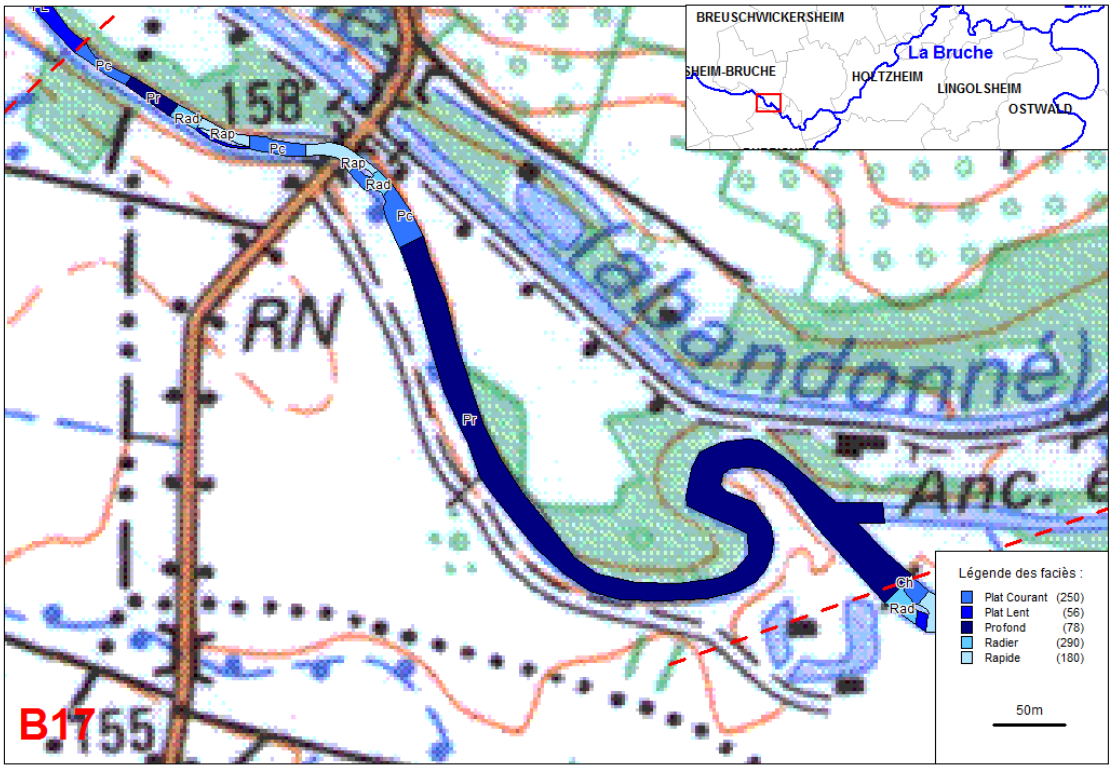
8. Annexes

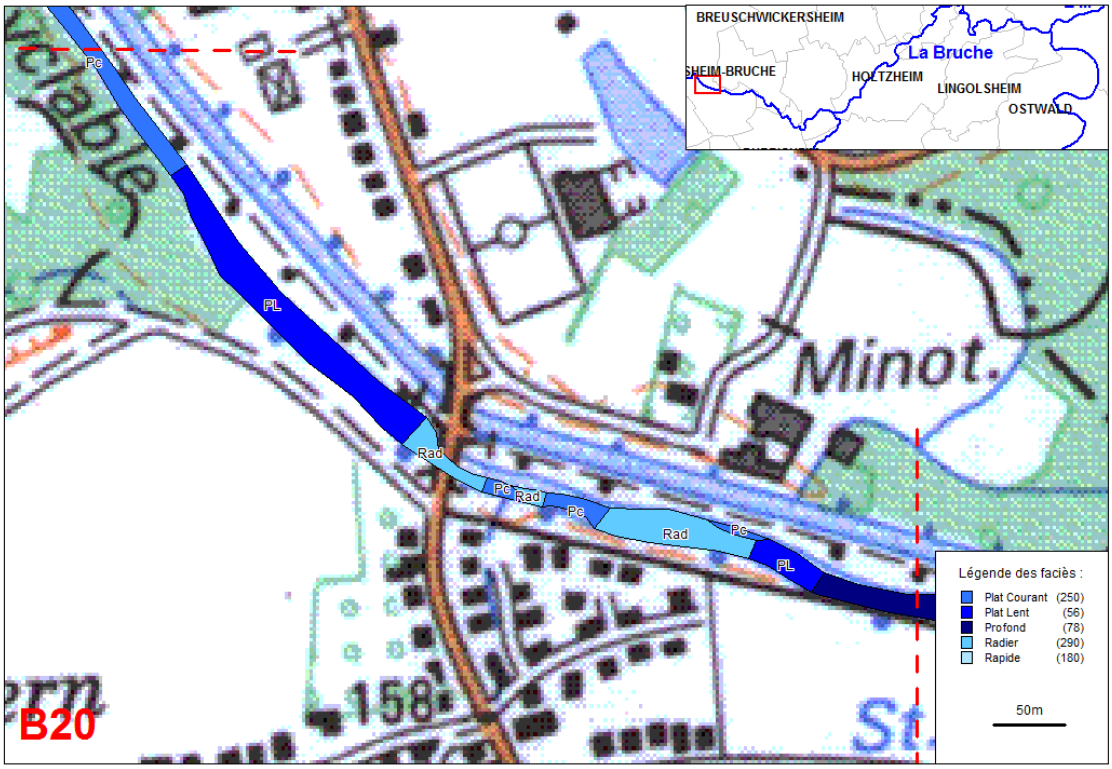
Annexe 1 : Secteurs prospectés en 2018

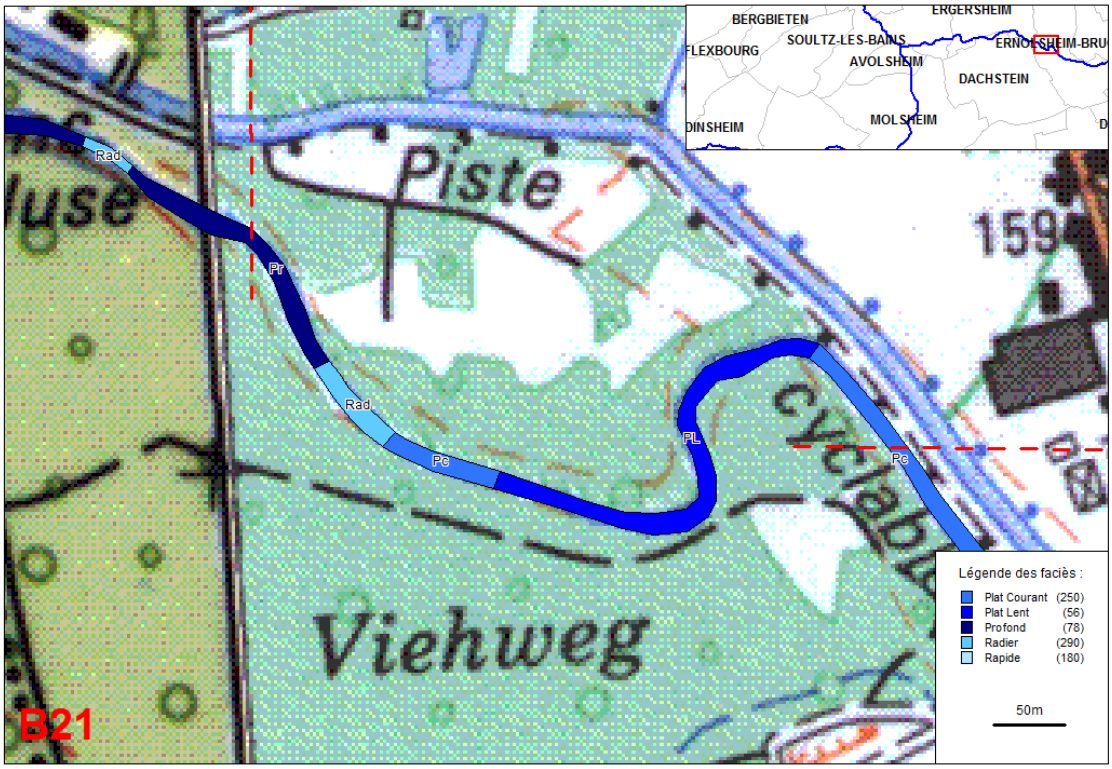
A : Planches de la Bruche suivies à pieds en 2018

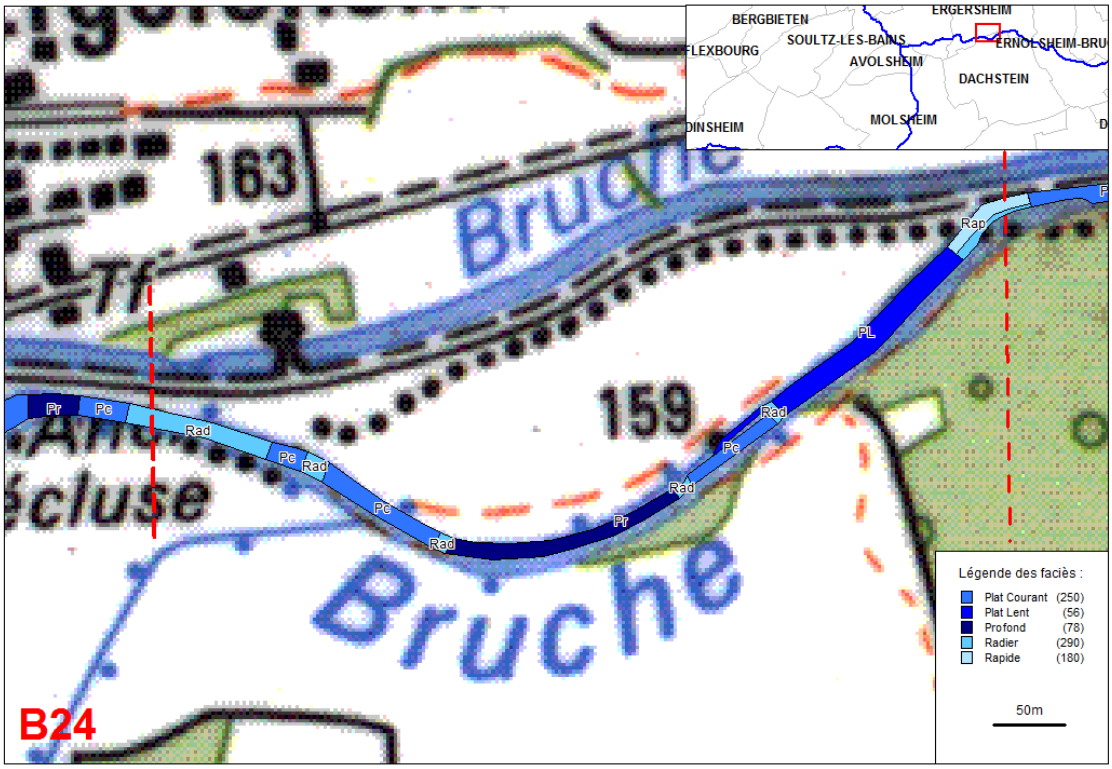


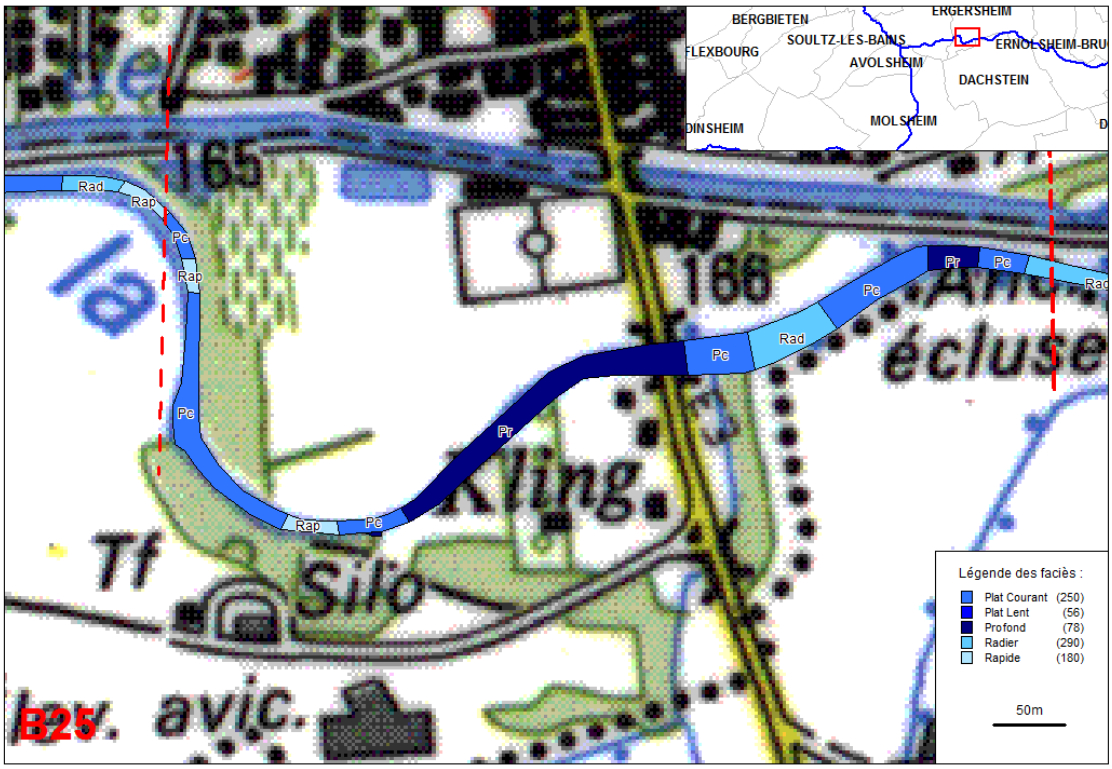


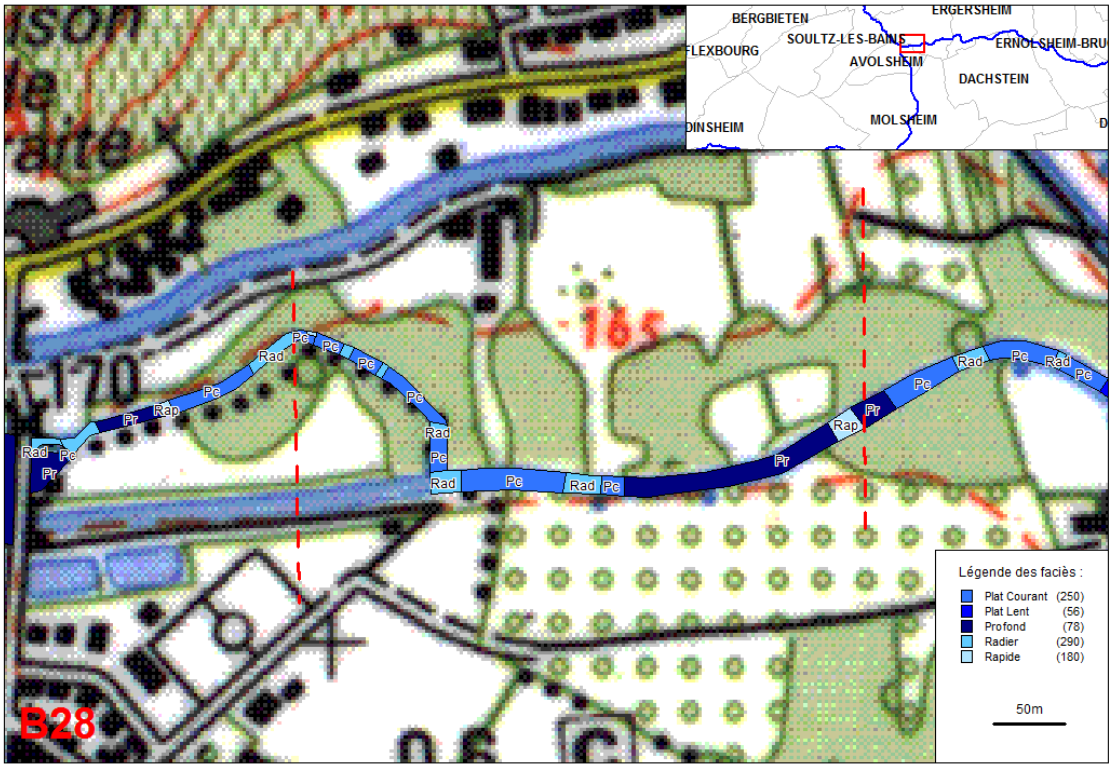

BREUSCHWICKERSHEIM
La Bruche
HOLTZHEIM
LINGOLSHEIM
OSTWALD
158
RN
(abandonné)
Pr
Pe
Rap
Rad
Ch
B17
155
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m

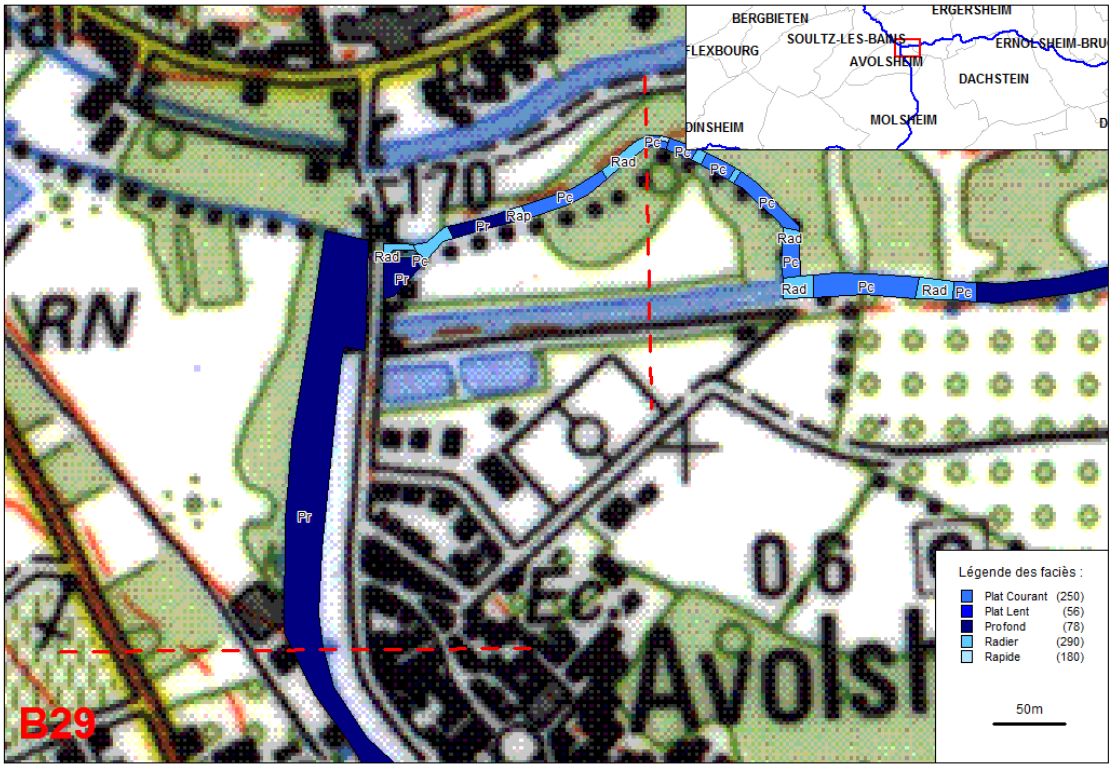

BREUSCHWICKERSHEIM
La Bruche
HOLTZHEIM
LINGOLSHEIM
OSTWALD
Minot.
PL
Rad
Pc
158
B20
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m

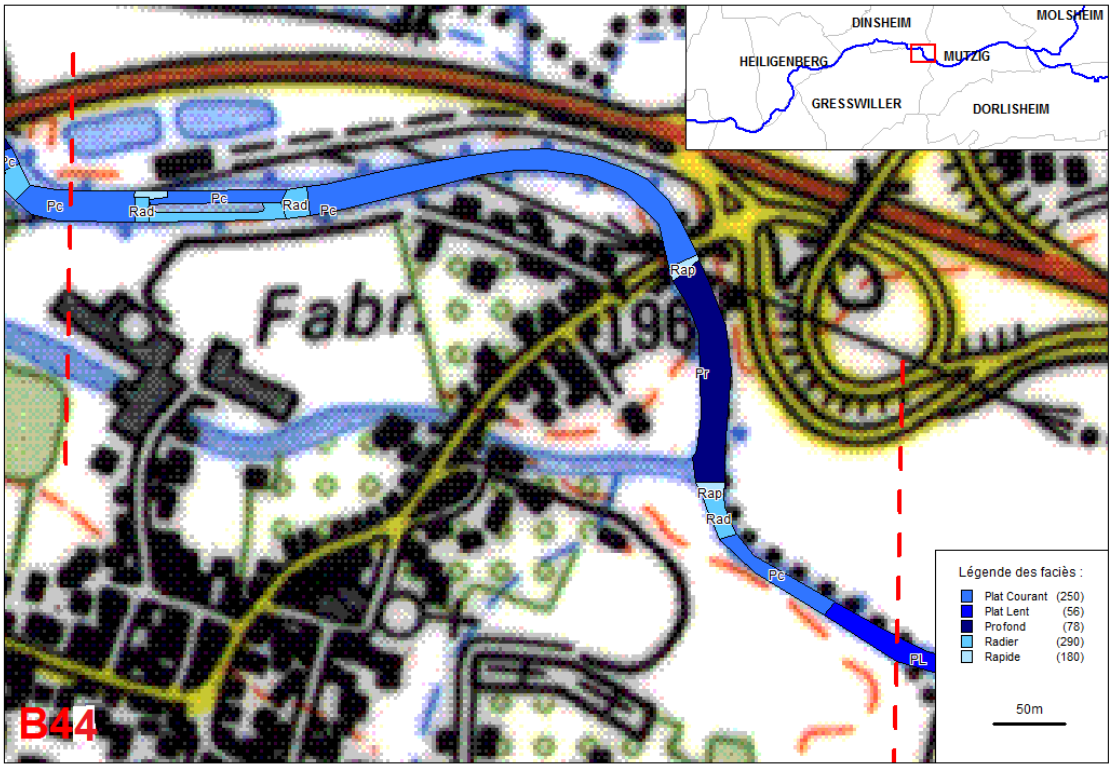

BERGBIETEN
SOULTZ-LES-BAINS
AVOLSHEIM
DACHSTEIN
MOLSHEIM
Piste
Rad
Pr
Pc
PL
159
Viehweg
B21
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m

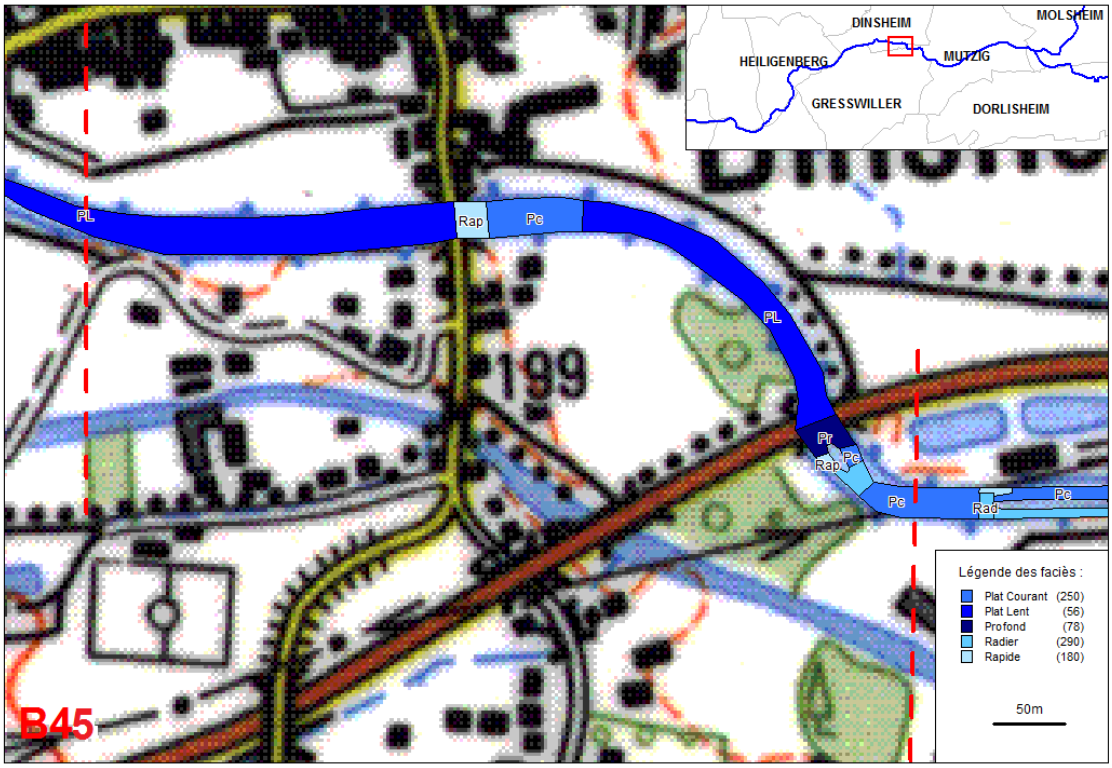

BERGBIETEN
ERGERSHEIM
SOULTZ-LES-BAINS
ERNOLSHEIM-BRU
AVOLSHEIM
DACHSTEIN
MOLSHEIM
163
159
Pr
Pc
Rad
Rap
PL
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B24

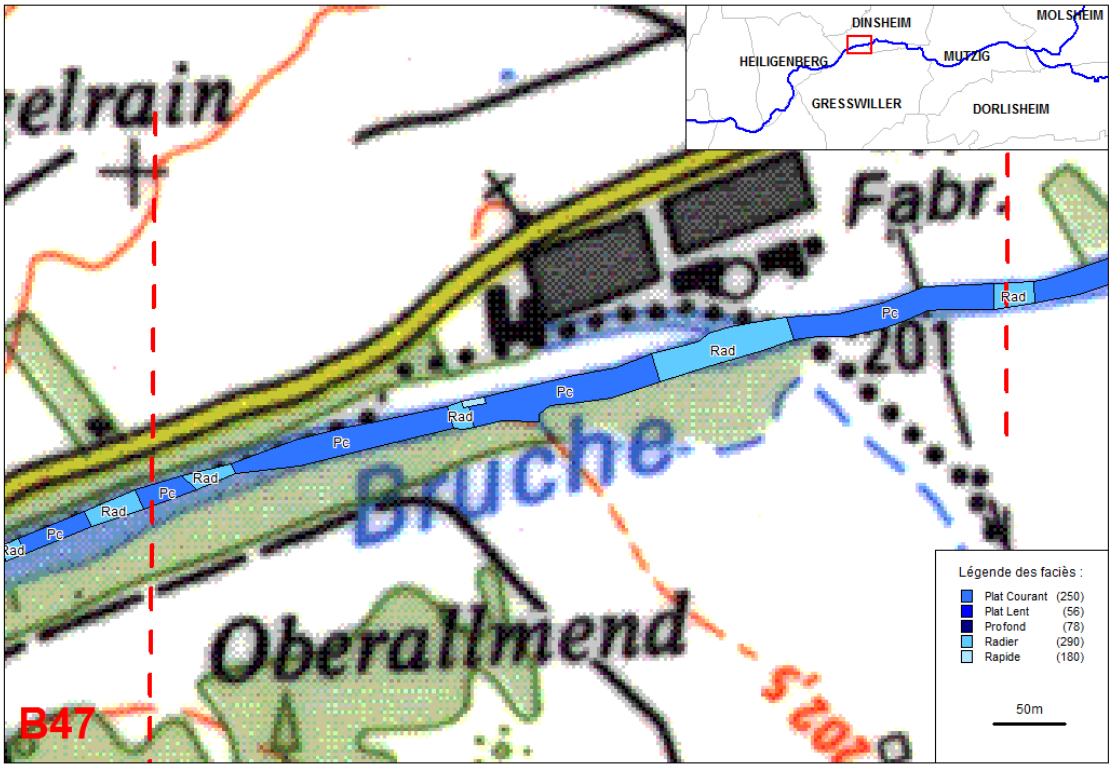

BERGBIETEN
ERGERSHEIM
SOULTZ-LES-BAINS
ERNOLSHEIM-BRU
AVOLSHEIM
DACHSTEIN
MOLSHEIM
165
166
Rad
Rap
Pc
Pr
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B25

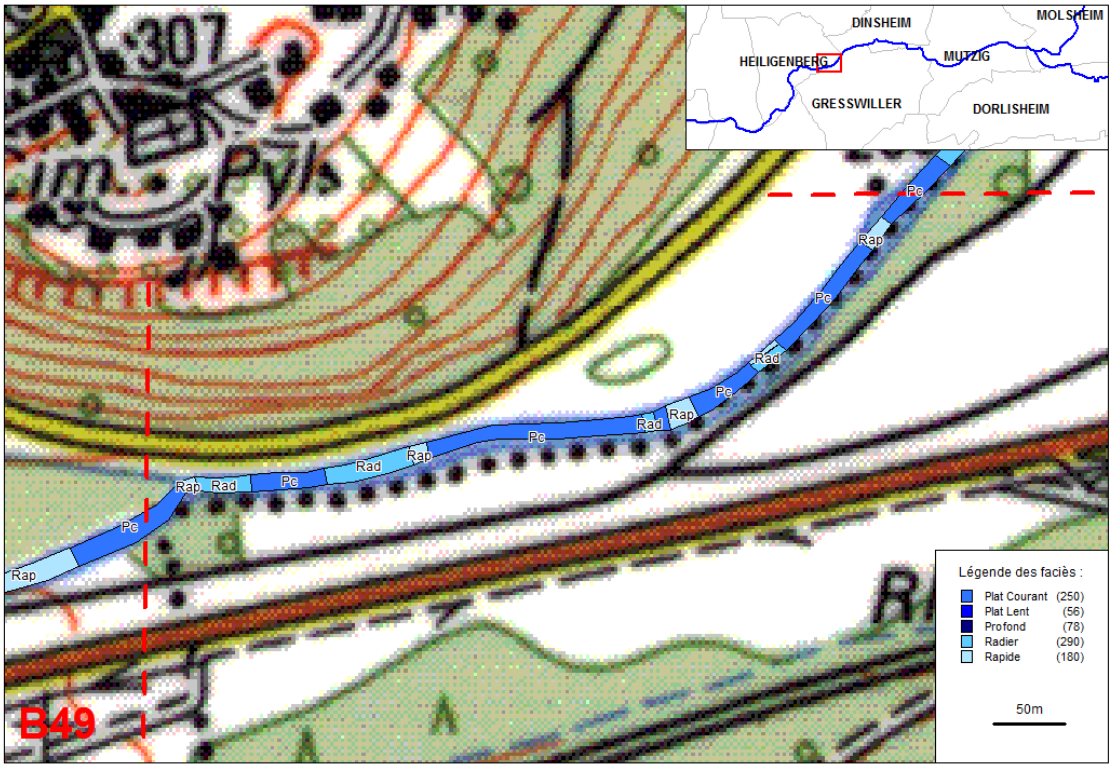

BERGBIETEN
ERGERSHEIM
SOULTZ-LES-BAINS
ERNOLSHEIM-BRU
AVOLSHEIM
DACHSTEIN
MOLSHEIM
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B28

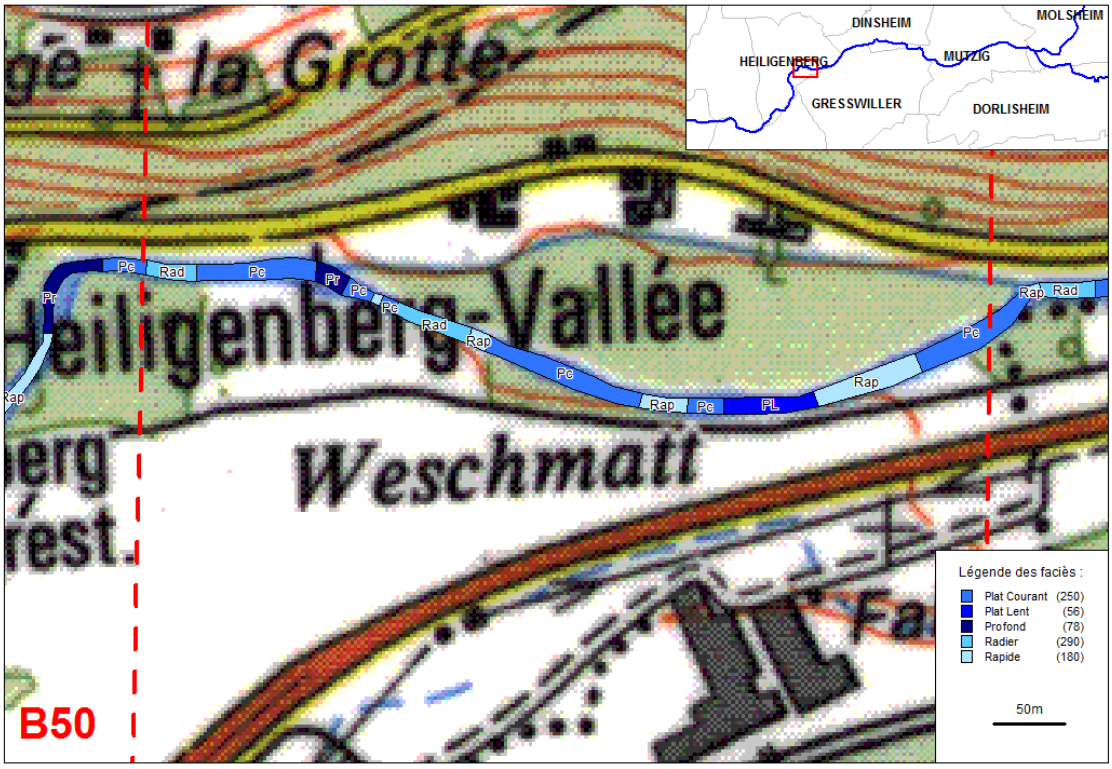

BERGBIETEN
ERGERSHEIM
SOULTZ-LES-BAINS
ERNOLSHEIM-BRU
AVOLSHEIM
DACHSTEIN
MOLSHEIM
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B29

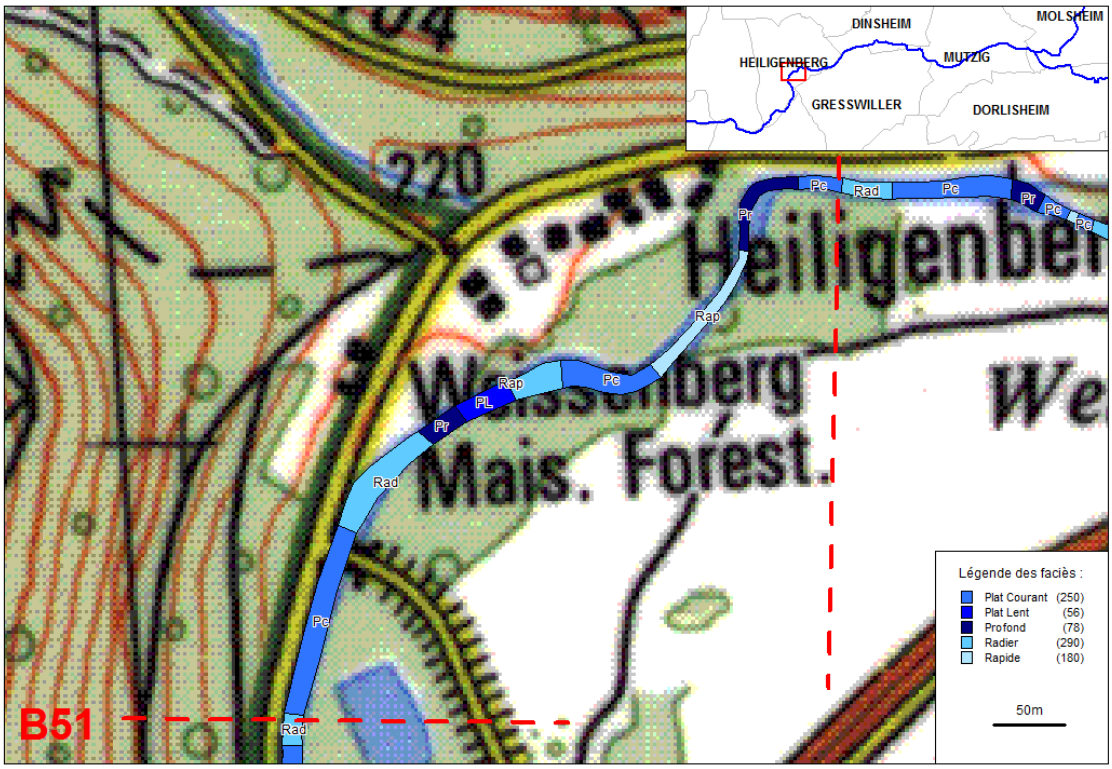

DINSHEIM
MOLSHEIM
HEILIGENBERG
MUTZIG
GRESSWILLER
DORLISHEIM
Pe
Rad
Rap
Pr
PL
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B44


DINSHEIM
MOLSHEIM
HEILIGENBERG
MUTZIG
GRESSWILLER
DORLISHEIM
PL
Rap
Pe
Pr
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B45

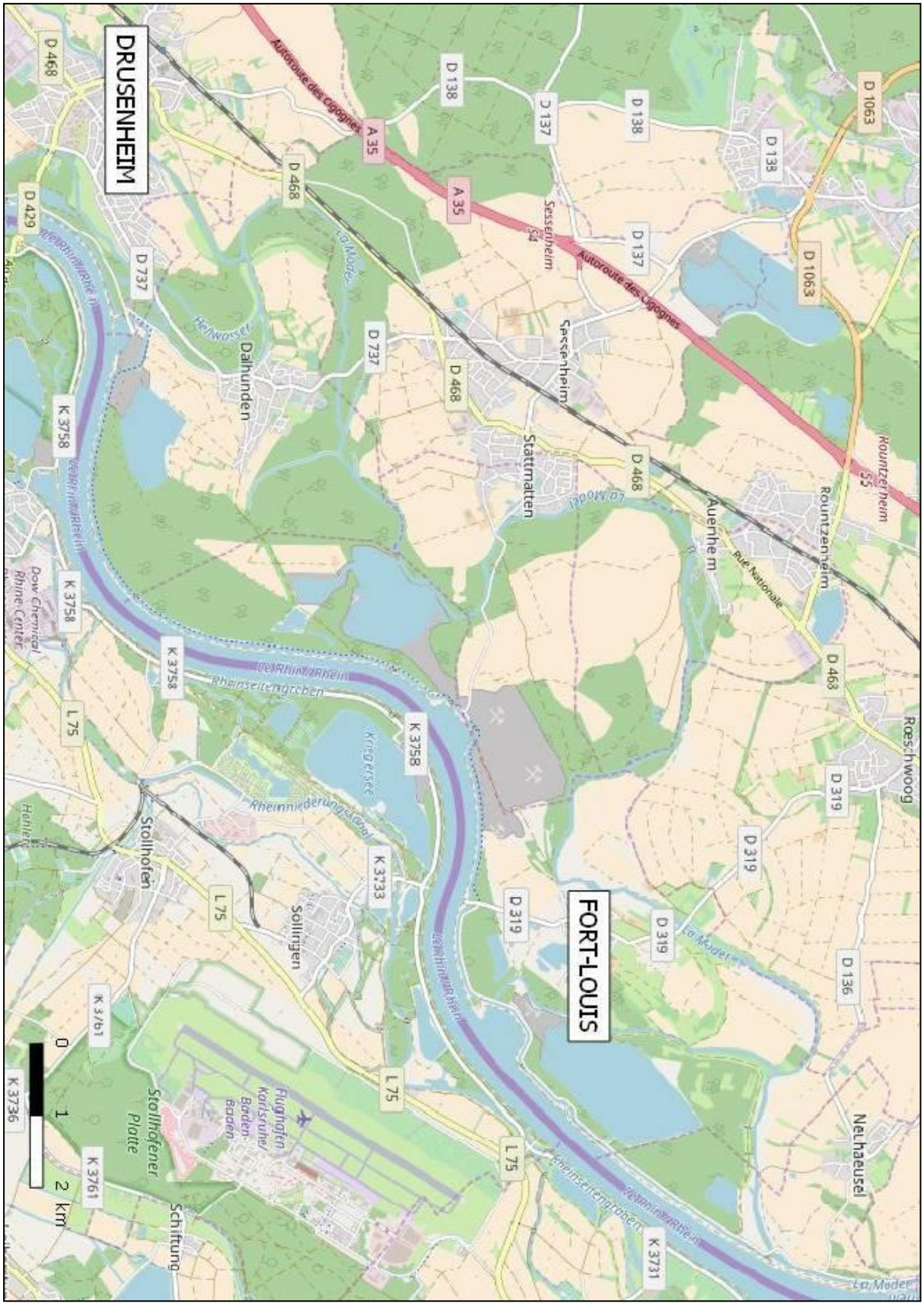

DINSHEIM
MOLSHEIM
HEILIGENBERG
MUTZIG
GRESSWILLER
DORLISHEIM
Fabr.
201
Bruche
Oberallmend
Pe
Rad
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B47


DINSHEIM
MOLSHEIM
HEILIGENBERG
MUTZIG
GRESSWILLER
DORLISHEIM
307
Pe
Rap
Rad
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B49

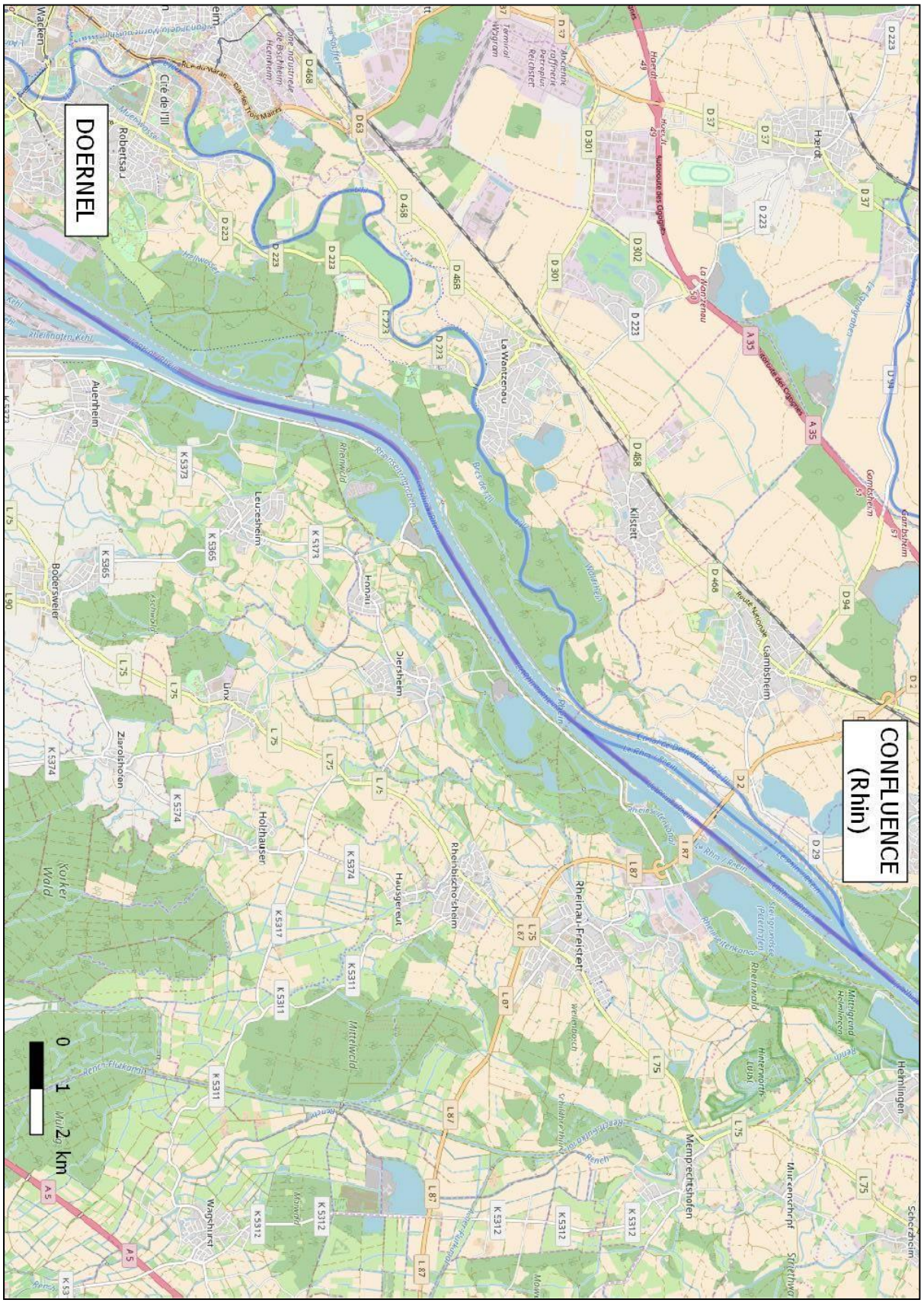

DINSHEIM
MOLSHEIM
HEILIGENBERG
MUTZIG
GRESSWILLER
DORLISHEIM
la Grotte
Heiligenberg-Vallée
Weschmatt
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B50


DINSHEIM
MOLSHEIM
HEILIGENBERG
MUTZIG
GRESSWILLER
DORLISHEIM
220
Mais. Forest.
Légende des faciès :
Plat Courant (250)
Plat Lent (56)
Profond (78)
Radier (290)
Rapide (180)
50m
B51

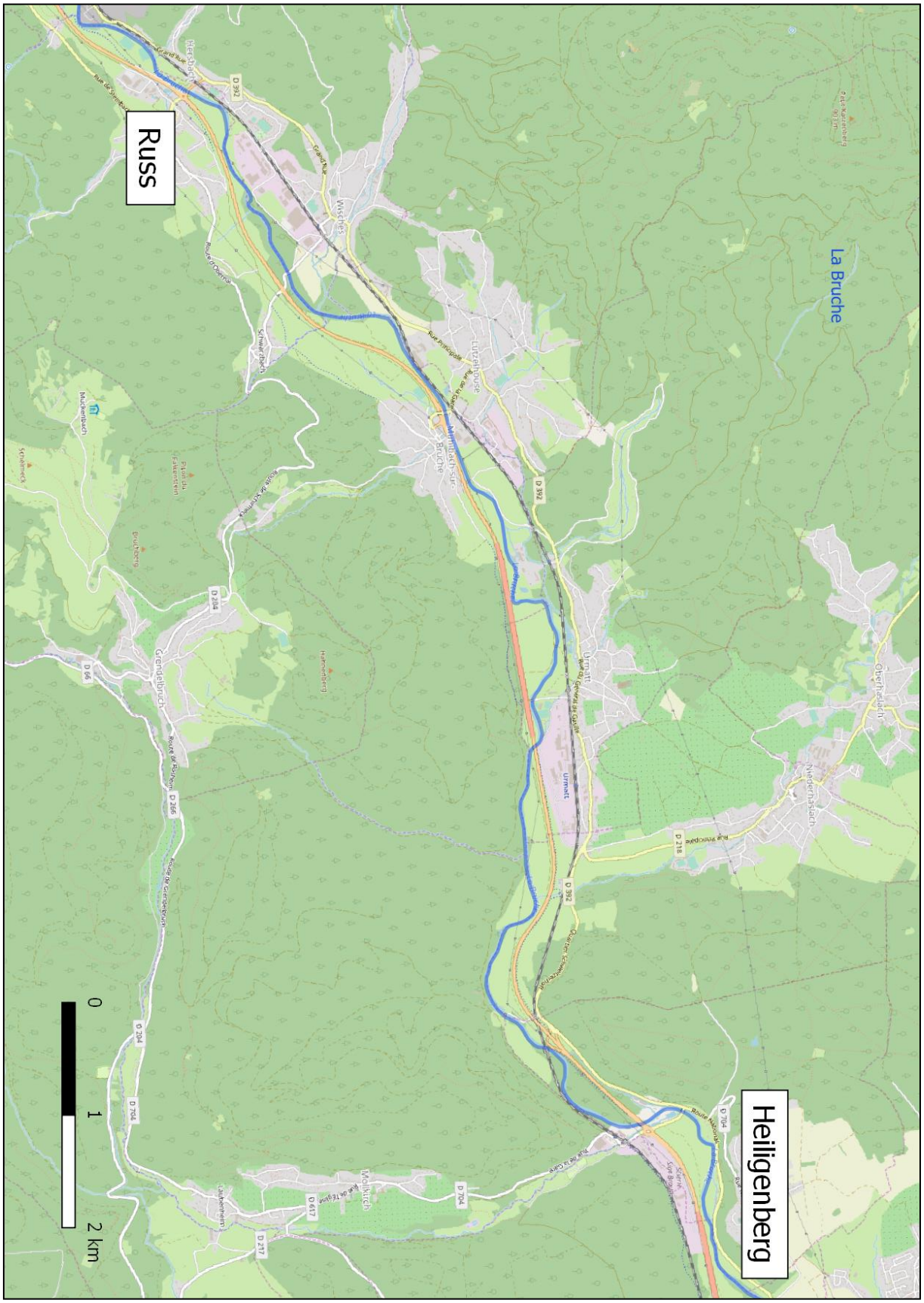
B : Tronçon suivi sur la Moder en 2018



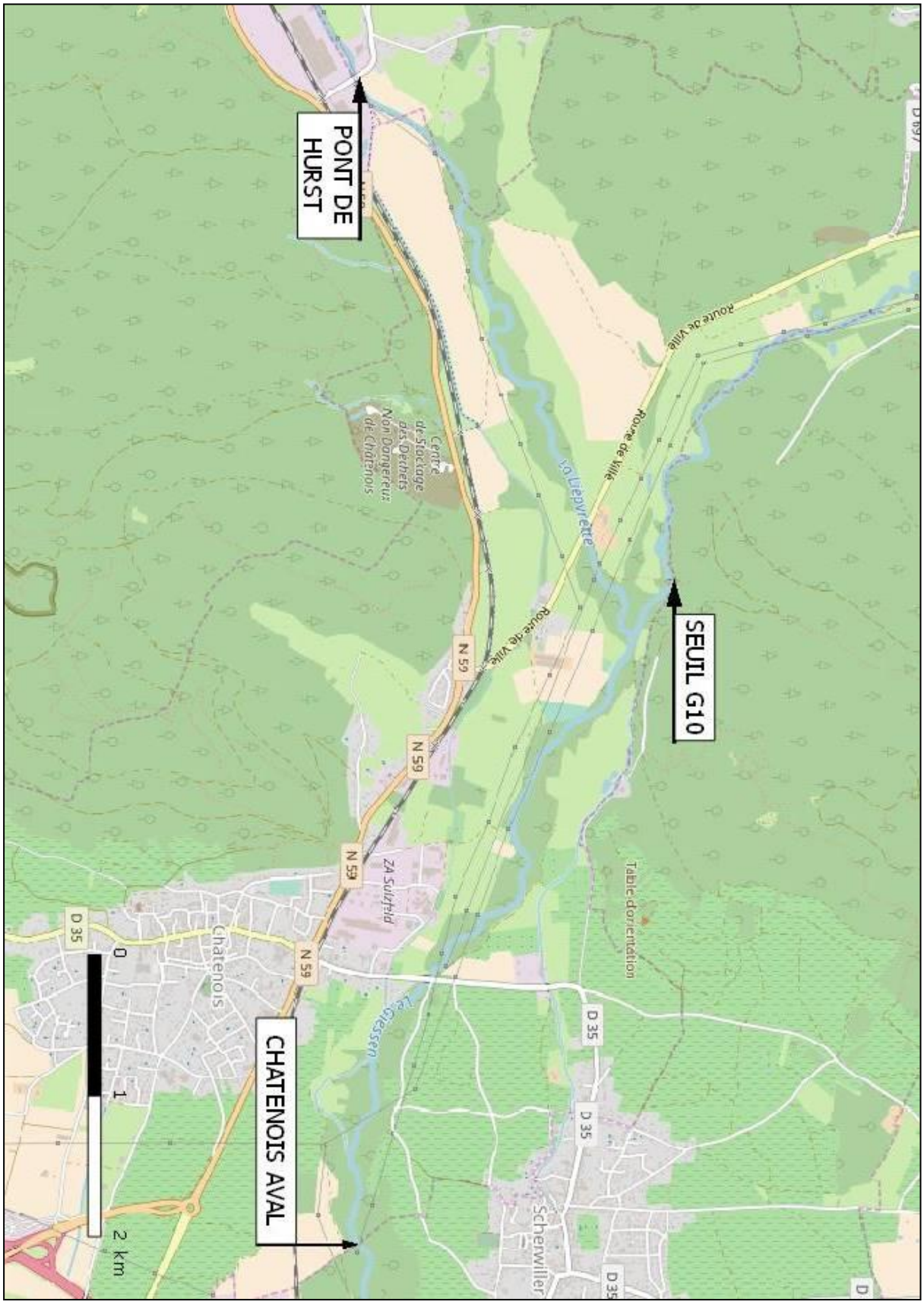
C : Secteur de l'Ill suivi en zodiac en 2018



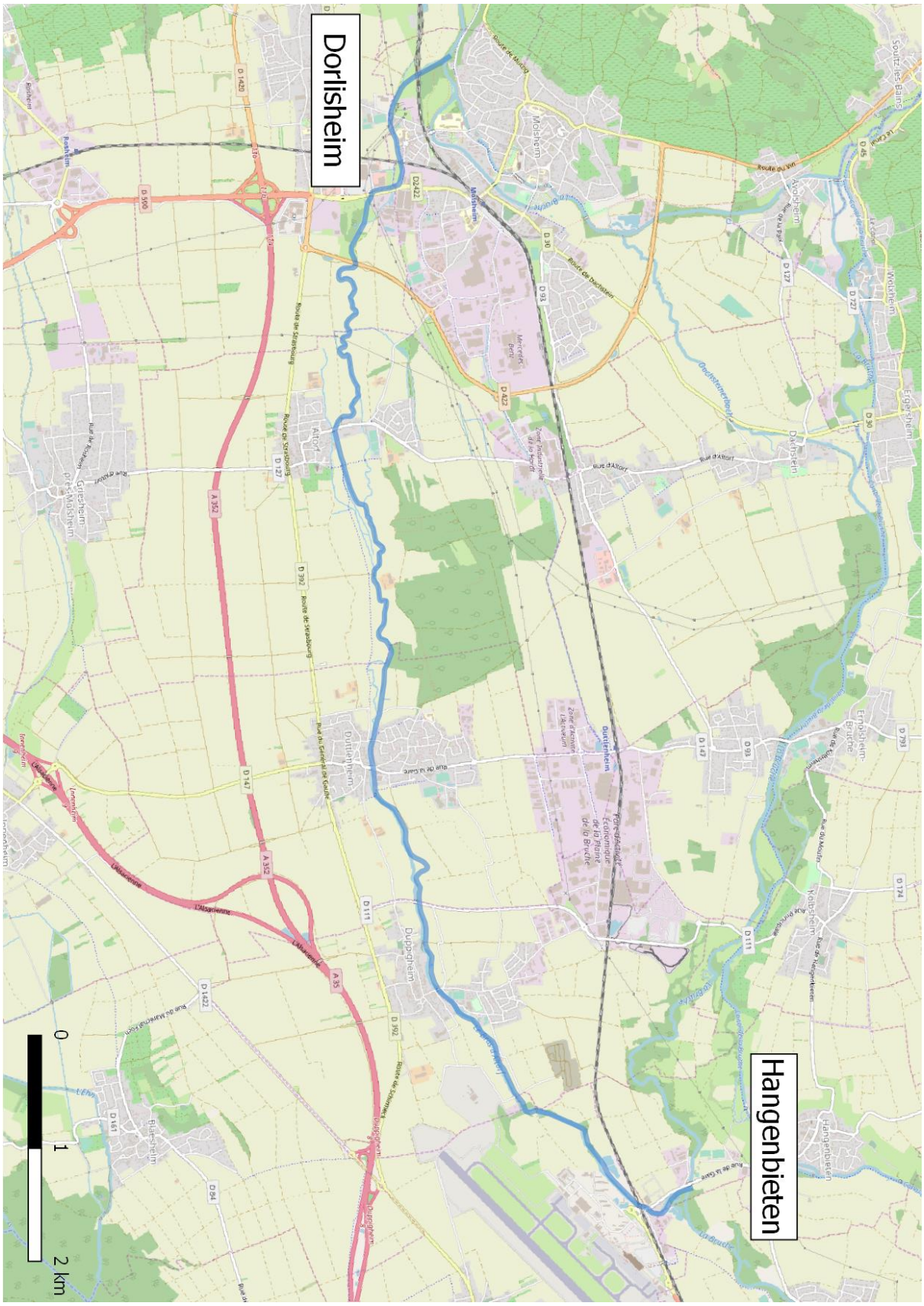
D : Secteur suivi entre Russ et Heiligenberg sur la Bruche en 2018



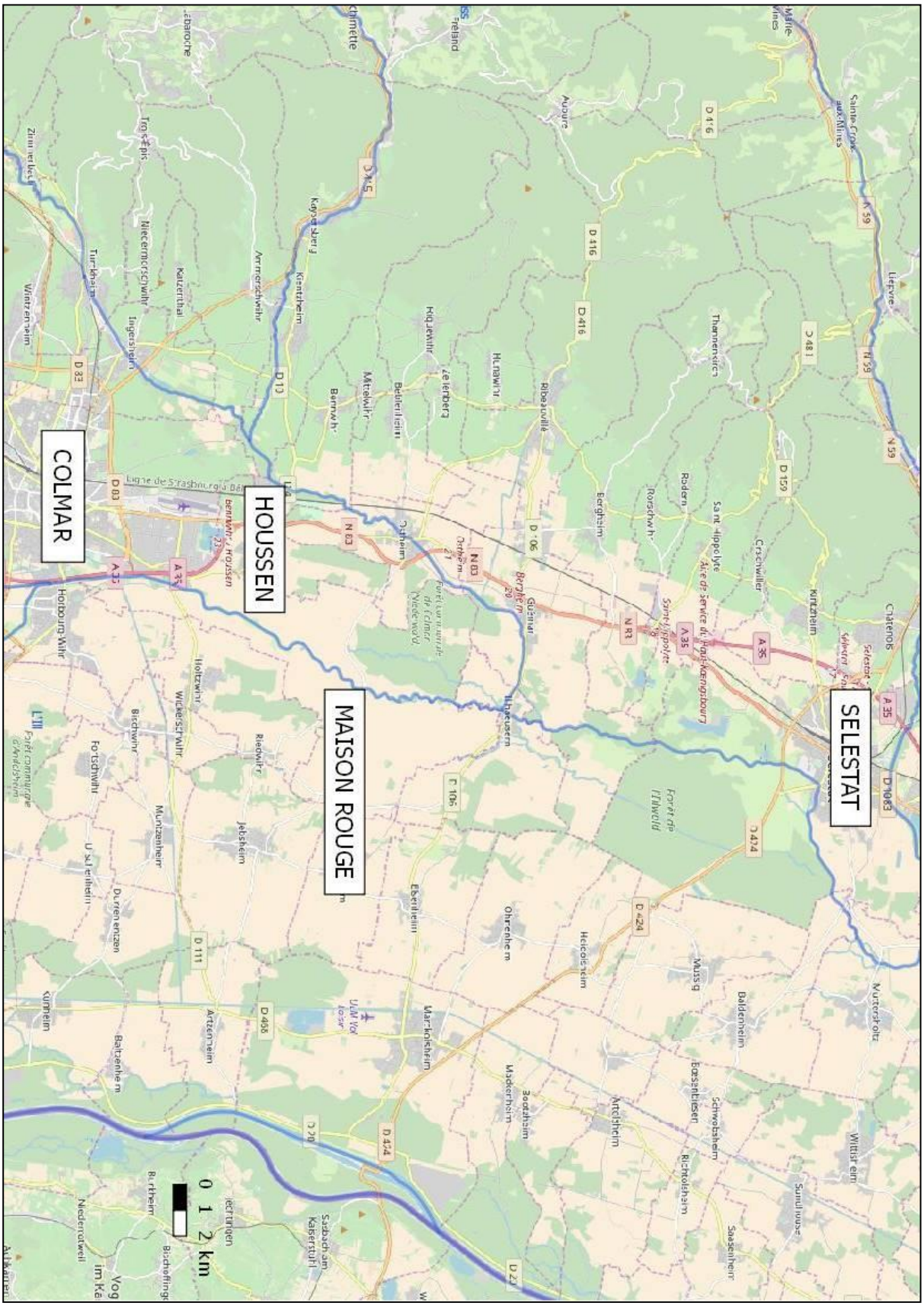
E : Secteur suivi sur le Giessen et la Lièpvrette en 2018



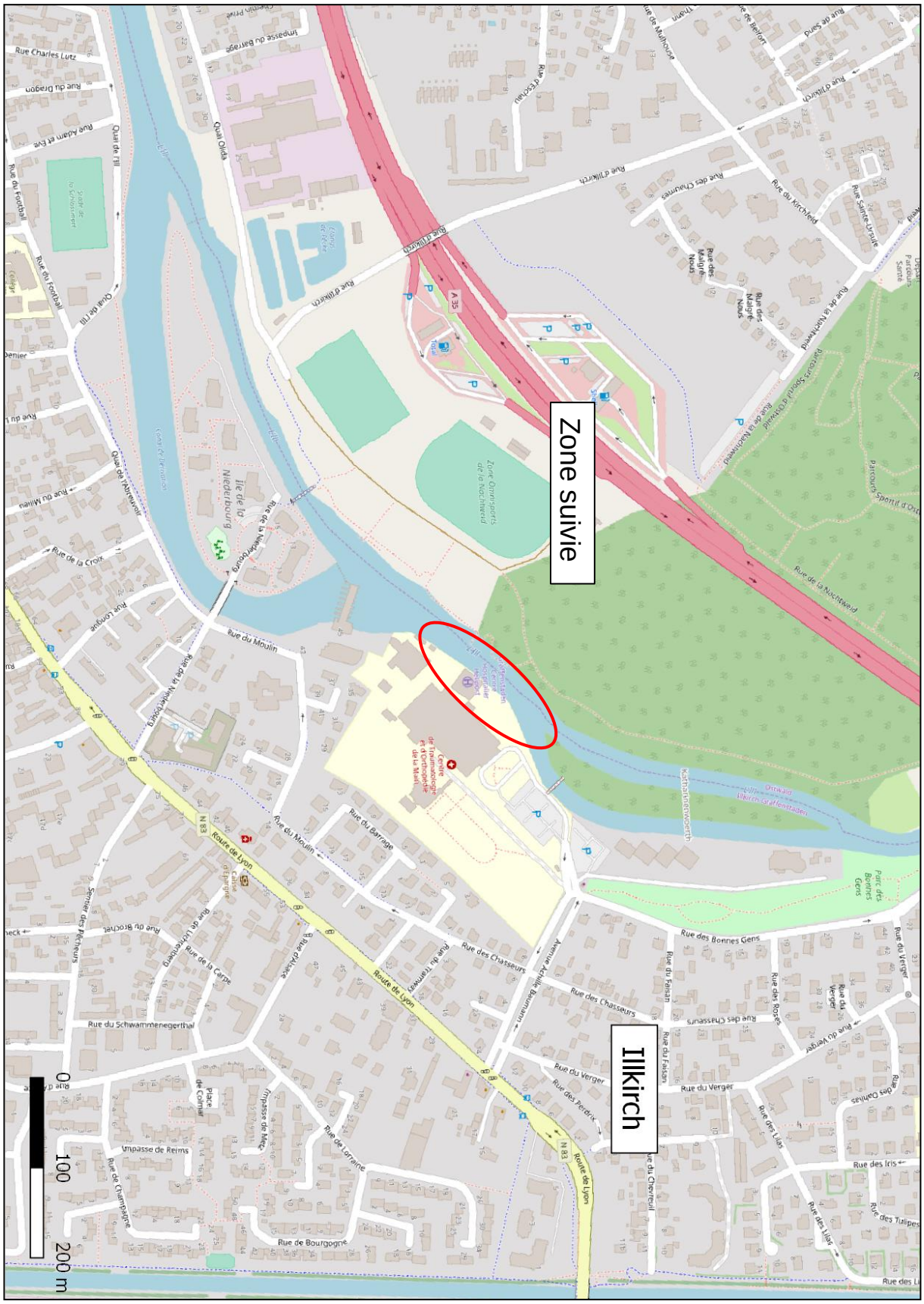
F : Tronçon du bras d'Altorf suivi en 2018



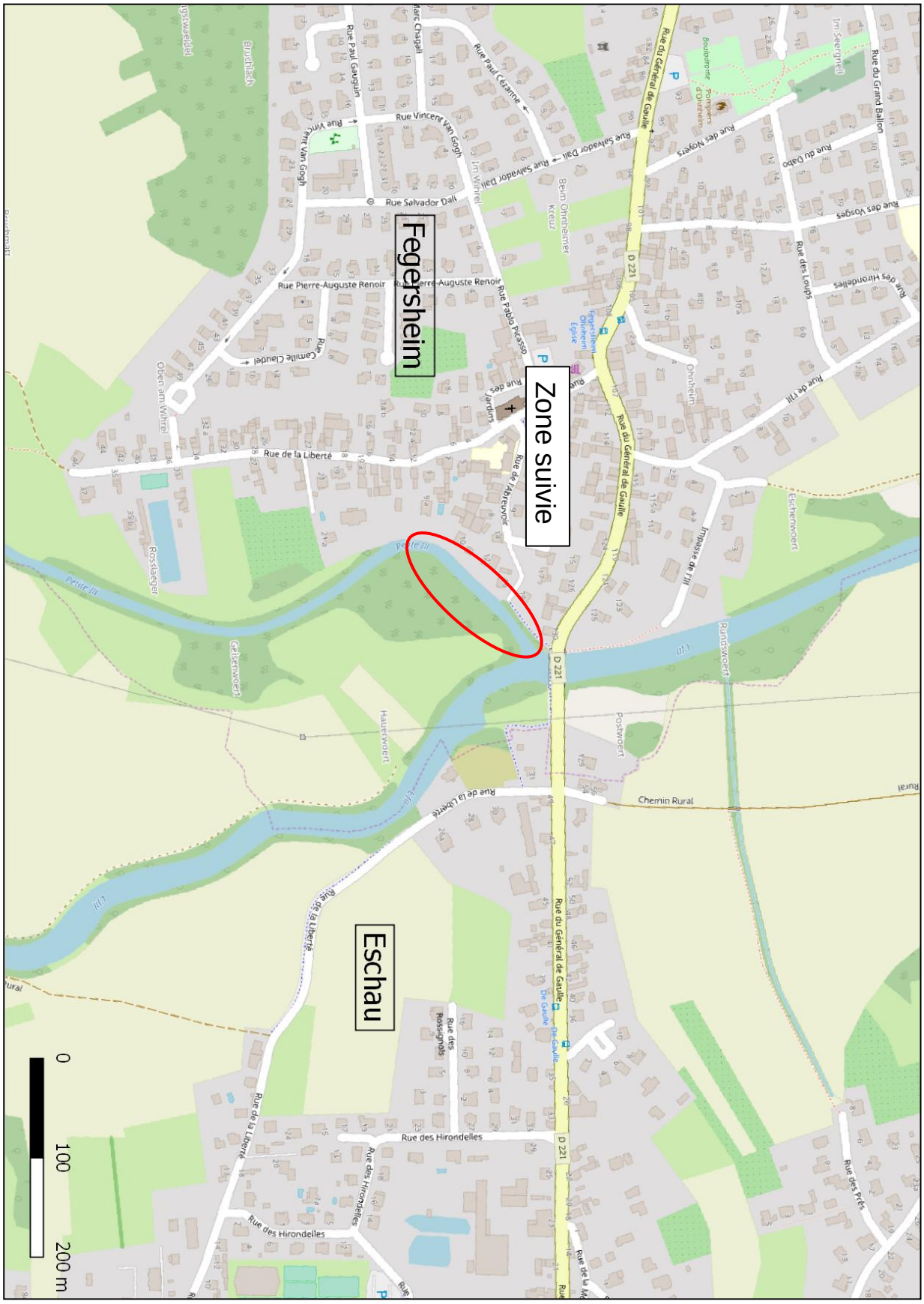
G : Tronçon suivi de l'Ill amont en 2018



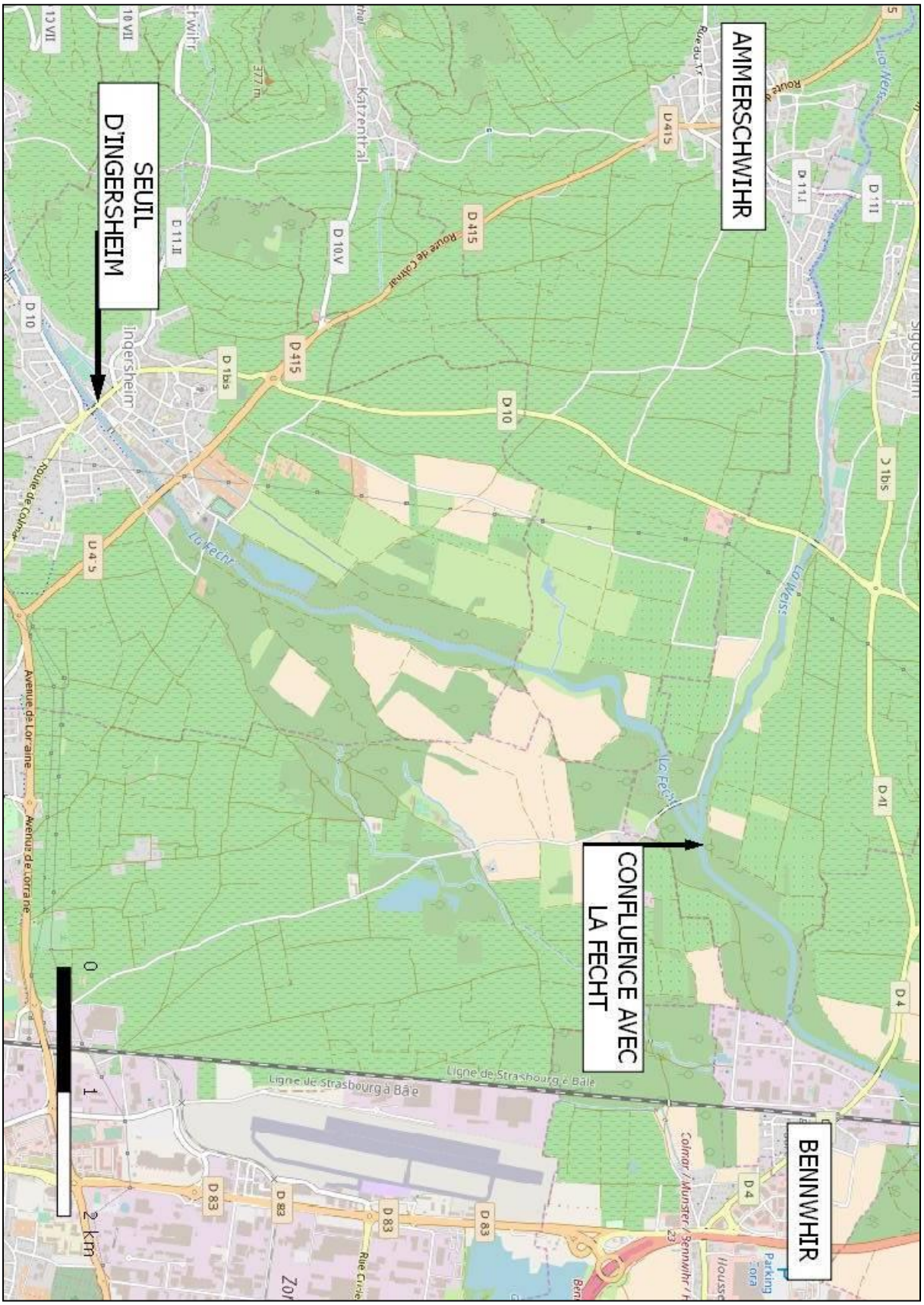
H : Aval de GHE3



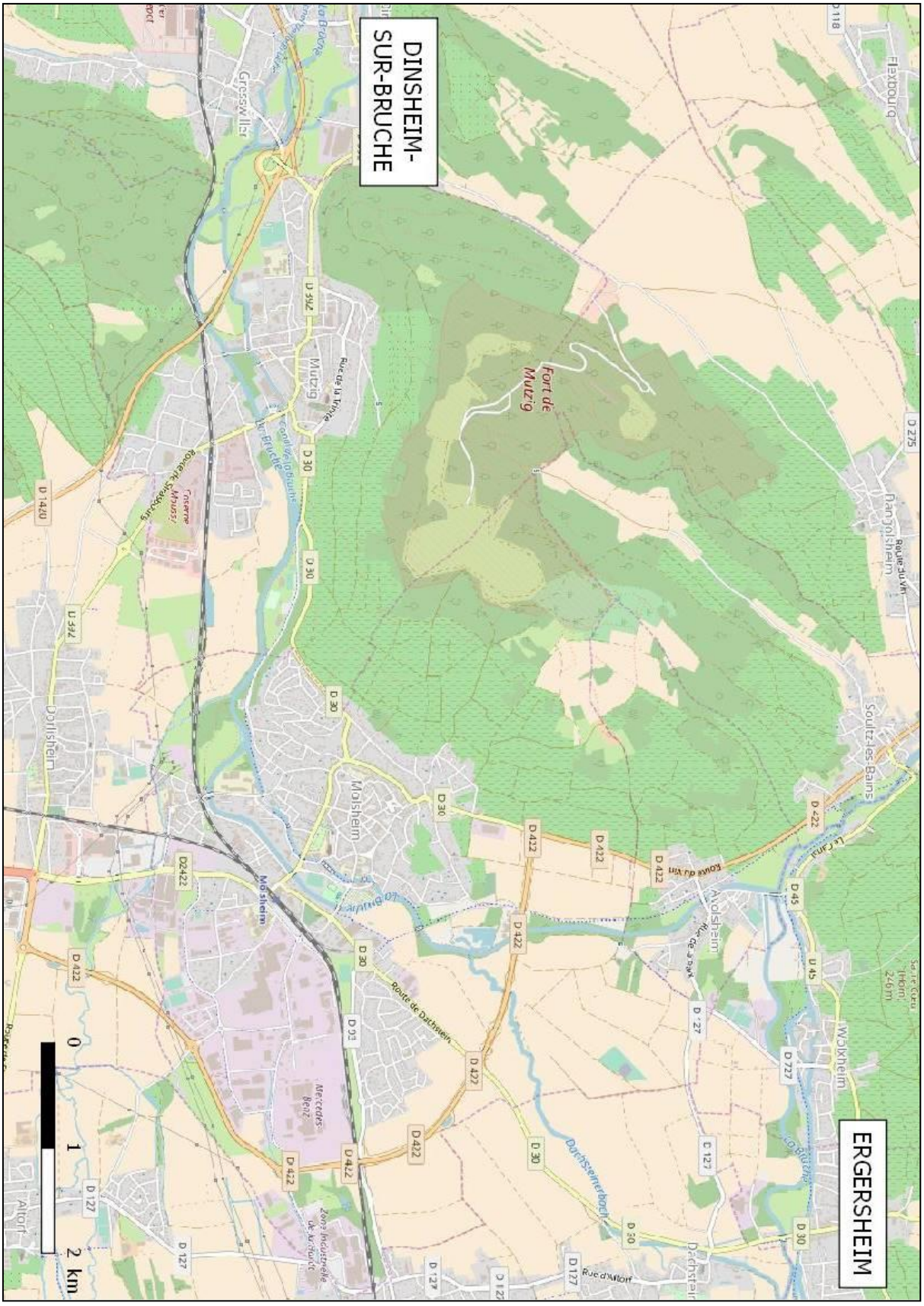
I : Secteur de la Petite Ill à Eschau



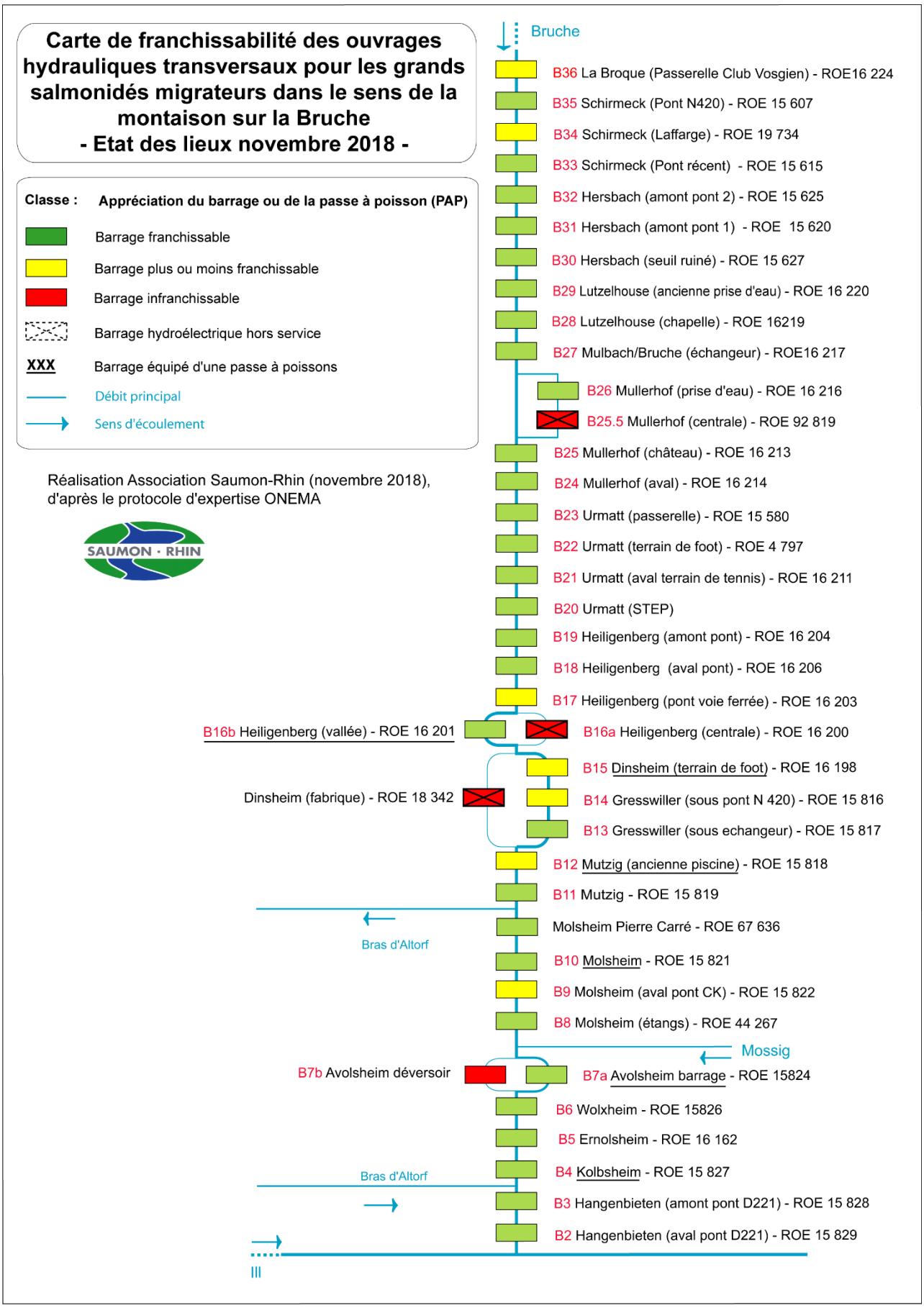
J : Tronçons de la Fecht et la Weiss suivis en 2018



K : Secteurs suivis en canoë sur la Bruche en décembre 2018



Annexe 2 :


Carte de franchissabilité des ouvrages hydrauliques transversaux pour les grands salmonidés migrateurs dans le sens de la montaison sur la Bruche
- Etat des lieux novembre 2018 -
Classe : Appréciation du barrage ou de la passe à poisson (PAP)
Barrage franchissable
Barrage plus ou moins franchissable
Barrage infranchissable
Barrage hydroélectrique hors service
XXX Barrage équipé d'une passe à poissons
Débit principal
Sens d'écoulement
Réalisation Association Saumon-Rhin (novembre 2018), d'après le protocole d'expertise ONEMA
SAUMON · RHIN
Bruche
B36 La Broque (Passerelle Club Vosgien) - ROE16 224
B35 Schirmeck (Pont N420) - ROE 15 607
B34 Schirmeck (Laffarge) - ROE 19 734
B33 Schirmeck (Pont récent) - ROE 15 615
B32 Hersbach (amont pont 2) - ROE 15 625
B31 Hersbach (amont pont 1) - ROE 15 620
B30 Hersbach (seuil ruiné) - ROE 15 627
B29 Lutzelhouse (ancienne prise d'eau) - ROE 16 220
B28 Lutzelhouse (chapelle) - ROE 16219
B27 Mulbach/Bruche (échangeur) - ROE16 217
B26 Mullerhof (prise d'eau) - ROE 16 216
B25.5 Mullerhof (centrale) - ROE 92 819
B25 Mullerhof (château) - ROE 16 213
B24 Mullerhof (aval) - ROE 16 214
B23 Urmatt (passerelle) - ROE 15 580
B22 Urmatt (terrain de foot) - ROE 4 797
B21 Urmatt (aval terrain de tennis) - ROE 16 211
B20 Urmatt (STEP)
B19 Heiligenberg (amont pont) - ROE 16 204
B18 Heiligenberg (aval pont) - ROE 16 206
B17 Heiligenberg (pont voie ferrée) - ROE 16 203
B16b Heiligenberg (vallée) - ROE 16 201
B16a Heiligenberg (centrale) - ROE 16 200
B15 Dinsheim (terrain de foot) - ROE 16 198
Dinsheim (fabrique) - ROE 18 342
B14 Gresswiller (sous pont N 420) - ROE 15 816
B13 Gresswiller (sous echangeur) - ROE 15 817
B12 Mutzig (ancienne piscine) - ROE 15 818
B11 Mutzig - ROE 15 819
Bras d'Altorf
Molsheim Pierre Carré - ROE 67 636
B10 Molsheim - ROE 15 821
B9 Molsheim (aval pont CK) - ROE 15 822
B8 Molsheim (étangs) - ROE 44 267
Mossig
B7b Avolsheim déversoir
B7a Avolsheim barrage - ROE 15824
B6 Wolxheim - ROE 15826
B5 Ernolsheim - ROE 16 162
Bras d'Altorf
B4 Kolbsheim - ROE 15 827
B3 Hangenbieten (amont pont D221) - ROE 15 828
B2 Hangenbieten (aval pont D221) - ROE 15 829
Ill

Annexe 3 : Caractéristiques des frayères de lamproies marines sur la Bruche en 2018

N° frayère	x	y	Espece	Rivière	N° Planche	Date	Type propection	Observateur	Débit	turbidité	Localisation (M/RG/RD)	Type de faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur amont creux (m)	Profondeur creux (m)	Profondeur dôme (m)	bloc	pierre	galets	graviers	sable	Remarque / T°C
1	1041266.1	6838018.2	LPM	Bruche	12	01/07/2018	P	CM	ok	bonne	RG	RAD						0	0				
2	1041825.1	6838636.4	LPM	Bruche	11	06/07/2018	P	YF	ok	bonne	RD	PC	2,8	1,1	0,3	0,35	0,2	0	5	50	40	5	Tholtz :19,8 °C
3	1041823.4	6838639.7	LPM	Bruche	11	06/07/2018	P	YF	ok	bonne	M	RAD	3,5	1,7	0,3	0,35	0,25	0	5	50	40	5	Tholtz :19,8 °C
4	1032035.5	6836131.7	LPM	Bruche	35	06/07/2018	P	YF	ok	bonne	M	RAD	1,6	1	0,3	0,35	0,25	0	10	80	10	0	Tholtz :19,8 °C
5	1032249.2	6838902.7	LPM	Bruche	29	11/07/2018	P	JFL/CF	ok	bonne	M	RAD	1,9	0,7	0,2	0,25	0,15	0	20	70	10	0	Tholtz : 20,5 °C

Annexe 4 : Caractéristiques des frayères de grands salmonidés migrateurs en 2018

N° frayère	x	y	Espece	Rivière	N° Planche	Date	Type propection	Observateur	Débit	turbidité	Localisation (M/RG/RD)	Type de faciès	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur amont creux (m)	Profondeur creux (m)	Profondeur dôme (m)	bloc	pierre	galets	graviers	sable	Remarque / T°C
1	1023124	6834866	GSM	Bruche	51	19/11/2018	P	CM	bas	bonne	RG	RAD	1,4	0,8	0,3	0,4	0,2	0	50	40	10	0	Tdins : 3,7 °C
2	1051470	6844266	GSM	Ill	aval strasbourg	29/11/2018	Z	YF/FS/CM	bas	bonne	M	RAD	1,7	0,6	0,4	0,5	0,4	0	10	60	20	10	T : 8,5
3	1051470	6844260	GSM	Ill	aval strasbourg	29/11/2018	Z	YF/FS/CM	bas	bonne	M	RAD	1,7	0,7	0,4	0,55	0,45	0	10	60	20	10	
4	1032114	6838931	GSM	Bruche	28	06/12/2018	P	CM	bas	bonne	M	RAD	1,4	0,9	0,3	0,45	0,2	0	40	40	20	0	T : 8,5 °C
5	1032204	6838908	GSM	Bruche	28	06/12/2018	P	CM	bas	bonne	RG	RAD	1,8	1	0,4	0,6	0,2	0	30	60	10	0	
6	1032213	6838903	GSM	Bruche	28	06/12/2018	P	CM	bas	bonne	M	RAD	1,6	0,9	0,3	0,4	0,2	0	30	60	10	0	
7	1032227	6838902	GSM	Bruche	28	06/12/2018	P	CM	bas	bonne	M	RAD	1,4	0,8	0,3	0,4	0,2	0	30	60	10	0	
8	1032237	6838907	GSM	Bruche	28	06/12/2018	P	CM	bas	bonne	RG	RAD	1,6	0,8	0,3	0,4	0,2	0	30	60	10	0	
9	1031850	6838926	GSM	Bruche	29	13/12/2018	C	CM/YF	bas	bonne	RD	RAD	1,1	0,7	0,5	0,6	0,4	0	10	60	20	10	T : 4,2 °C
10	1032120	6838932	GSM	Bruche	28	13/12/2018	C	CM/YF	bas	bonne	RG	RAD	2	1,1	0,3	0,4	0,2	0	30	50	15	5	
11	1074127	6869491	GSM	Moder	Neuhaeusel	19/12/2018	Z	CM	bas	bonne	RD	RAD	1,4	0,8	0,3	0,4	0,25	0	20	50	20	10	Confluence : 11,2°C Moder : 6°C
12	1074135	6869506	GSM	Moder	Neuhaeusel	19/12/2018	Z	CM	bas	bonne	RD	RAD	1,4	0,7	0,3	0,4	0,25	0	20	50	20	10	
13	1037977	6838240	GSM	Bruche	18	20/12/2018	P	CM/YF	bas	bonne	RD	RAD	2	0,6	0,4	0,65	0,35	0	10	50	20	20	T : 5,0 °C à Ergersheim