

# Poissons dans le Rhin 2018/2019



Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport n° 279*



**Editeur:**

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)  
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Coblenz  
Postfach 20 02 53, D 56002 Coblenz  
Téléphone +49-(0)261-94252-0, télécopieur +49-(0)261-94252-52  
Courriel électronique: [sekretariat@iksr.de](mailto:sekretariat@iksr.de)  
[www.iksr.org](http://www.iksr.org)  
<https://twitter.com/ICPRhine/>

## Poissons dans le Rhin 2018/2019



**Chefs de file :** Peter Rey et Andreas Becker, bureaux Hydra de Constance et de Wiesloch

**Fourniture des données :** Rijkswaterstaat - WVL, Utrecht ;  
Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Coblenz ;  
Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg, Langenargen ;  
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) Wiesbaden ;  
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW), Recklinghausen ;  
Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Langenargen ;  
Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Coblenz ;  
Office français de la biodiversité, Moulins-lès-Metz ;  
Office fédéral de l'Environnement (OFEV), Berne ;  
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Vienne ;

**Coordination et rédaction :** Nikola Schulte-Kellinghaus, Laura Poinot, Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)

## Table des matières

<b>Synthèse</b> .....	5
<b>A Introduction et objectif</b> .....	6
A1 Rhin 2020 et monitoring des poissons.....	6
A1.1 Secteurs de travail et sites de prélèvement .....	6
A1.2 techniques de prélèvement .....	8
A2 Les poissons comme éléments de qualité biologique .....	10
A2.1 Importance des poissons pour l'évaluation de l'état biologique .....	10
A2.2 Relations de causes à effets pour l'ichtyofaune du Rhin.....	11
A2.3 Principales propriétés ichtyo-écologiques des tronçons du Rhin.....	13
A3 Espèces de poissons du Rhin .....	21
<b>B Résultats</b> .....	23
B1 Résultats des sites de prélèvement CIPR .....	23
B1.1 Rhin alpin .....	23
B1.2 Haut Rhin .....	25
B1.3 Rhin supérieur.....	26
B1.4 Rhin moyen.....	30
B1.5 Rhin inférieur .....	32
B1.6 Delta du Rhin .....	33
B2 Etudes spéciales du monitoring des poissons .....	37
B2.1 Rhin alpin (Autriche, Suisse, Liechtenstein) .....	37
B2.2 Haut Rhin (Suisse).....	39
B2.3 Rhin supérieur méridional .....	44
B2.4 Rhin inférieur .....	49
B3 Espèces sélectionnées.....	50
B3.1 Ombres communs.....	50
B3.2 Hotu.....	51
B3.3 Gobies exotiques .....	51
B4 Poissons migrateurs .....	57
B4.1 Truite lacustre .....	57
B4.2 Saumon.....	58
B4.3 Truite de mer .....	63
B4.4 Lamproie marine et lamproie fluviatile.....	66
B4.5 Grande alose.....	68
B4.6 Anguille .....	69
<b>C Comparaisons</b> .....	72
C1 Espèces de poissons .....	72
C1.1 L'ichtyocénose du Rhin .....	72
C2 Déficits subsistants et menaces pesant sur les poissons du Rhin .....	82

C2.1	Absence de continuité et d'habitats pour les poissons migrateurs .....	82
C2.2	Carence de zones alluviales et de connectivité .....	83
C2.3	Pression thermique et changement climatique .....	83
C2.4	Gobidés exotiques.....	84
D	Conclusions et perspectives.....	85
D1	Conclusions et éléments à clarifier.....	85
D1.1	Ichtyofaune du Rhin .....	85
D2.2	Déficits et facteurs environnementaux changeants .....	85
D2.3	Éléments à clarifier .....	86
D2.4	Perspectives.....	86
	Bibliographie.....	88
	<b>Registre des figures</b> .....	92
	<b>Registre des tableaux</b> .....	94
	Glossaire.....	95

## Synthèse

Depuis 1990, des inventaires de l'ichtyofaune du Rhin basés sur des critères comparables sont réalisés à grande échelle et à intervalles réguliers - actuellement tous les 6 ans - sur tout le cours du Rhin dans le cadre du Programme d'Action Rhin et du programme Rhin 2020 de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR). Le présent rapport considère les études effectuées dans le cadre du monitoring 2018/2019 de la CIPR ainsi que des analyses spéciales sélectionnées sur la période comprise entre 2016 et 2020 qui complètent les résultats des sites de prélèvement de la CIPR dans le temps comme dans l'espace.

L'intégration de ces analyses spéciales permet entre autres de prendre en compte le fait que les tronçons du Rhin ne se trouvent pas tous dans le champ d'application de la directive cadre Eau et que les pêches standardisées du monitoring de la CIPR ne peuvent recenser qu'une partie plus ou moins importante des peuplements actuels des espèces de poissons.

Par rapport à la campagne d'analyse antérieure (CIPR 2015), les résultats ne font pas apparaître de changements fondamentaux sur la présence, la fréquence et la composition des espèces. Quelques tendances, qui se dessinaient encore cinq ans auparavant, comme celle d'un nouveau recul de différentes espèces de poissons, ne se sont pas confirmées dans la mesure alarmante attendue. En revanche, on ne note de véritable rétablissement pour aucune des espèces indigènes.

Sur les 71 espèces listées depuis 1996, seules neuf d'entre elles se retrouvent dans tous les tronçons du Rhin, en premier lieu le gardon, l'ablette et le chevesne. Ces espèces sont dominantes dans les captures à de nombreux endroits. On relève aussi la présence d'espèces exotiques de poissons dans tous les tronçons du Rhin. Le gobie à taches noires impacte directement l'ichtyocénose indigène et son aire de distribution continue à s'agrandir en tendance. On constate globalement que les espèces dites généralistes et celles peu exigeantes vis-à-vis des habitats et/ou plus tolérantes aux températures dominent l'ichtyocénose du Rhin, alors que les espèces dites spécialisées et les sténothermes froids ne peuvent plus se développer en peuplements stables que dans les quelques tronçons ou cours d'eau latéraux du Rhin restés généralement proches d'un état naturel.

La faible biodiversité est surtout due aux déficits morphologiques, à l'absence de connexions entre les biotopes et à des facteurs en relation avec le changement climatique et les modifications qui l'accompagnent, comme l'altération des conditions naturelles de débit et la hausse de plus en plus prononcée des températures de l'eau.

Avec l'augmentation des apports de micropolluants (p. ex. de pesticides et de résidus de médicaments), les acteurs de la protection des eaux se voient confrontés à un défi majeur. Plusieurs études indiquent clairement que la pression exercée par les pesticides représente un facteur significatif en partie responsable des déficits constatés à grande échelle au niveau de la diversité des espèces dans le milieu fluvial.

On trouvera dans le nouveau programme Rhin 2040 des objectifs concrets et des faisceaux de mesures visant à abaisser de tels déficits. En parallèle à l'identification des objectifs du programme Rhin 2020 qui ne sont pas encore atteints, on a défini de nouvelles étapes majeures pour les 20 prochaines années. Elles tiennent compte entre autres des nouvelles connaissances acquises et de l'évolution des conditions climatiques.

Le monitoring CIPR des poissons gagne donc progressivement en importance en tant qu'outil de contrôle de l'efficacité des mesures de restauration et de dépollution mises en œuvre. C'est dans ce contexte que s'inscrivent également le Plan directeur 'Poissons migrants' et les observations et comptages de poissons à hauteur des usines hydroélectriques du Rhin et de ses grands affluents qui y figurent.

## **A Introduction et objectif**

### **A1 Rhin 2020 et monitoring des poissons**

Le Programme d'Action Rhin de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) prévoyait sur la période 1990-2000 des inventaires biologiques de grande ampleur, d'abord tous les 5 ans, puis majoritairement tous les 6 ans par la suite, sur la base de critères comparables et étendus à l'ensemble du Rhin depuis le lac de Constance jusqu'à la mer. Le programme Rhin 2020 en vigueur jusqu'à présent poursuit ces inventaires biologiques. Depuis la Conférence ministérielle sur le Rhin du 13.02.2020, un nouveau programme d'analyse et de mesures intitulé Rhin 2040 est en place.

Les analyses englobent des inventaires qualitatifs et quantitatifs de l'ichtyofaune, des microorganismes invertébrés (macroinvertébrés) et du plancton (phyto- et zooplancton) dans le Rhin. Elles ont été élargies à partir de 2006/2007 aux éléments biologiques 'phytobenthos'/'macrophytes' (dans le haut Rhin du moins, ces éléments de qualité ont déjà été intégrés beaucoup plus tôt dans les analyses biologiques coordonnées).

Le présent rapport résume les inventaires biologiques de l'ichtyofaune du Rhin de 2018 et 2019 (avec les analyses spéciales de 2016 à 2020) et compare les résultats avec ceux des périodes de recensement antérieures. Les analyses de poissons ont eu pour objectif :

- (1) de dresser un inventaire harmonisé de l'ichtyofaune du Rhin entre le Rhin alpin et l'embouchure en mer en tenant compte de la structure topographique du Rhin (recensement le plus complet possible des espèces) ;
- (2) de respecter, en parallèle, dans la plus grande mesure possible les dispositions découlant notamment de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE, annexe V, composition, abondance et structure d'âge de l'ichtyofaune) ;
- (3) d'ajuster l'inventaire avec les inventaires correspondants de l'ichtyofaune dans quelques cours aval et zones de débouché des grands affluents du Rhin (analyses spéciales) ;
- (4) de prendre en compte des résultats d'analyses sur la migration des poissons et sur les preuves de reproduction de poissons migrateurs dans le Rhin et ses affluents ;
- (5) d'identifier les modifications de l'éventail des espèces depuis les derniers recensements effectués dans le cours principal du Rhin ;
- (6) d'identifier les éventuelles modifications significatives des rapports de dominance dans différents tronçons du Rhin ;
- (7) d'identifier les déficits morphologiques dus aux usages dans les différents tronçons du Rhin et de rédiger des propositions de mesures d'amélioration ;
- (8) de faire rapport des analyses spéciales.

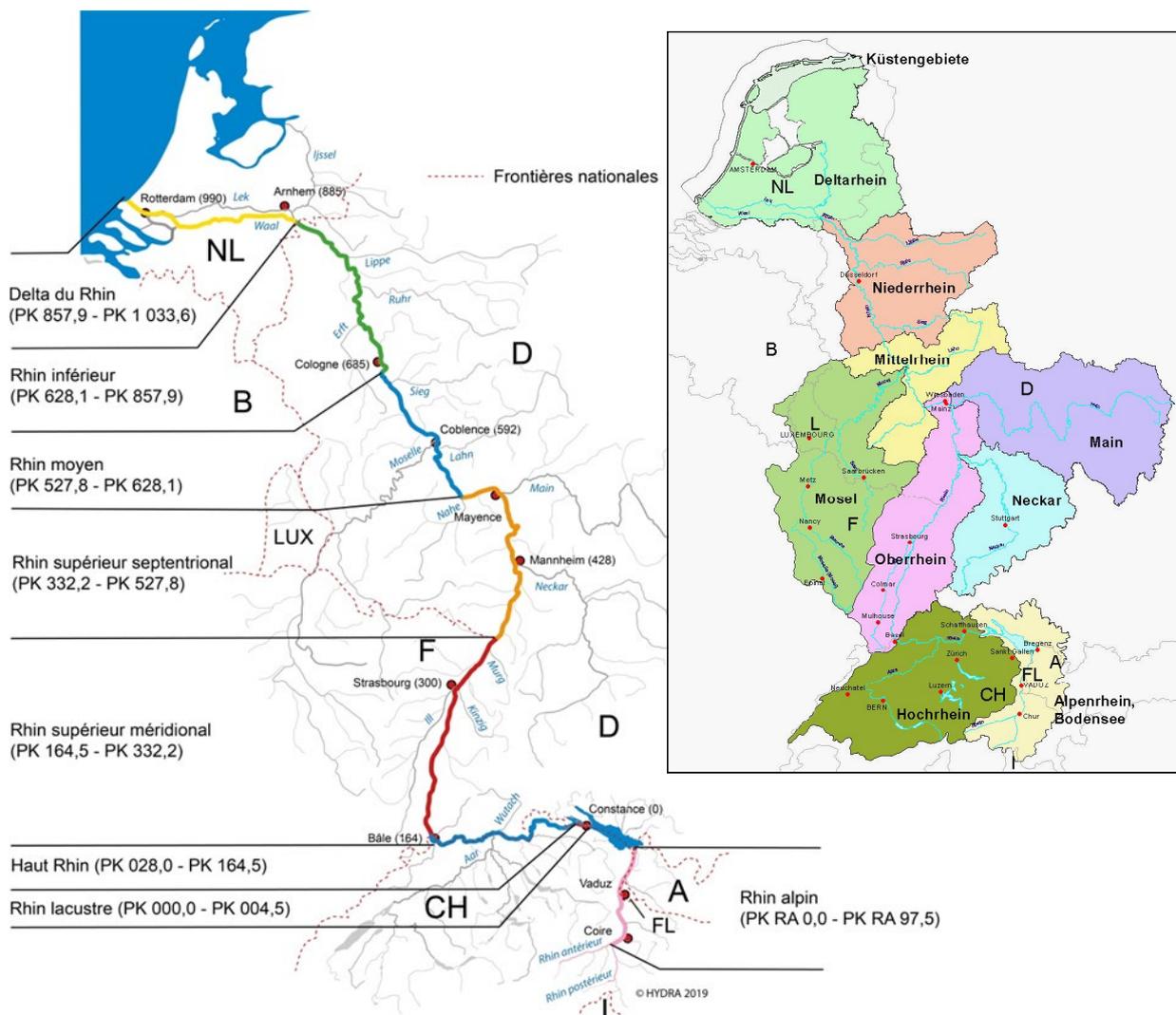
Le programme d'analyse satisfait aux dispositions relatives aux analyses biologiques dans les rivières conformément à l'annexe V de la directive cadre sur l'eau (2000/60/CE).

#### **A1.1 Secteurs de travail et sites de prélèvement**

Le bassin du Rhin est subdivisé en neuf sous-bassins (secteurs de travail), la plupart internationaux, à partir de caractéristiques hydrographiques et géographiques (figure A 1.1). Pour le monitoring des poissons, le Rhin a été subdivisé en six tronçons (Rhin alpin/lac de Constance, haut Rhin, Rhin supérieur méridional et septentrional, Rhin moyen, Rhin inférieur, delta du Rhin). On trouve entre les deux lacs qui forment le lac de Constance une jonction d'environ 5 km de long (le Seerhein) où n'est pas implanté de site de prélèvement CIPR.

Les trois principaux sous-bassins Neckar, Main et Moselle-Sarre constituent des unités séparées. Au sein de ces secteurs de travail, les États et les Länder fédéraux ou régions impliqués se concertent sur les questions de gestion transfrontalière.

Les informations sur la qualité des eaux et l'écologie fluviale des tronçons du Rhin situés hors champ d'application de la DCE (Suisse) sont coordonnées dans les secteurs de travail 'Rhin alpin' et 'haut Rhin'. C'est également dans ce cadre que s'intègrent les informations sur le tronçon rhénan du Liechtenstein relevant de la DCE, sur le petit bassin du Reno di Lei en Lombardie (tous deux compris dans le Rhin alpin) et sur l'Aar dans le sous-bassin suisse du haut Rhin.



**Figure A 1.1** : carte des tronçons du Rhin (avec kilométrage des tronçons), principaux affluents et sous-bassins, conformément à la DCE (petit encadré) dans l'hydrosystème du Rhin.

Les sites de prélèvement sont présentés en annexe 2 du programme d'analyse biologique 'Rhin' (CIPR 2017). La sélection des sites de prélèvement dans les différents tronçons du Rhin doit prendre en compte si possible la variabilité hydromorphologique et les modifications hydrologiques et biologiques qu'apportent les grands affluents. Il convient par ailleurs de mettre en évidence l'influence des bras latéraux reliés au Rhin et encore en état de fonctionnement, de même que les éventuels impacts des zones de concentration industrielle.

En conclusion, les différents secteurs ichtyobiologiques du Rhin sont les suivants :

- le **Rhin alpin** à partir de la confluence du Rhin antérieur et du Rhin postérieur à hauteur de Reichenau jusqu'au débouché dans le lac de Constance ;
- le **haut Rhin** depuis la sortie du lac de Constance jusqu'au coude du Rhin à Bâle, tronçon marqué par une succession de barrages et de zones à écoulement libre ;

- le **Rhin supérieur méridional** dans la zone des barrages et du secteur canalisé (de Bâle à Iffezheim) ;
- le **Rhin supérieur septentrional** en aval des barrages, fleuve à libre écoulement avec de nombreux vieux bras et l'afflux du Neckar et du Main (en aval d'Iffezheim et jusqu'à Bingen) ;
- le **Rhin moyen** qui traverse le massif schisteux rhénan et dans lequel débouchent la Lahn et la Moselle (de Bingen à Bad Honnef) ;
- le **Rhin inférieur**, fleuve de plaine à écoulement ralenti, jusqu'au delta du Rhin où il se divise en deux bras, le Waal et le Lek (de Bad Honnef à Bimmen/Lobith à la frontière germano-néerlandaise) ;
- Le **delta du Rhin** (de la frontière germano-néerlandaise jusqu'à la mer du Nord) avec ses différents bras, y compris zone d'embouchure et IJsselmeer.

## A1.2 techniques de prélèvement

Les méthodes suivantes ont été appliquées dans le cadre des opérations de pêche de la CIPR (de même que dans le cadre des analyses spéciales) :

1. Des opérations de pêche ont été réalisées par bateau et à pied dans le cours d'eau par pêche électrique sur des segments du Rhin alpin à écoulement rapide (voir analyses spéciales).
2. Dans le haut Rhin, le Rhin supérieur, le Rhin moyen et le Rhin inférieur, les opérations de pêche sur les sites de la CIPR ont principalement été effectuées par pêche électrique à partir de bateaux, conformément à la méthode standard CEN (EN 2003). Les analyses spéciales des peuplements de poissons proches des berges ont été réalisées à la fois à partir de bateaux et à pied dans l'eau.
3. Les pêches dans le delta du Rhin ont eu lieu par bateau à l'aide d'engins électriques et également de filets, chaluts et nasses.
4. Les résultats des analyses des stations de contrôle fixes installées dans le cadre du programme de réimplantation des poissons migrateurs sont pris en compte. Ces stations sont les suivantes : Iffezheim (depuis l'an 2000) et Gamsheim (depuis 2006), Coblenz/Moselle (depuis 1995, nouvelle station en 2011) et Buisdorf/Sieg (depuis l'an 2000). À ces stations s'ajoutent plus récemment celle de Reichenau sur le Rhin alpin (programme sur les truites lacustres) et les comptages coordonnés de la montaison des poissons au droit d'usines hydroélectriques sélectionnées du haut Rhin (OFEV).

En règle fondamentale, un hydrosystème de la taille du Rhin pose des limites méthodiques majeures au recensement de l'ichtyofaune. Quelle que soit la méthode de recensement, le Rhin ne peut être échantillonné que sur une petite partie de son cours. De nombreux experts estiment donc qu'il n'est possible que dans une mesure restreinte d'obtenir une image représentative de l'ichtyofaune du Rhin avec les recensements présentés. En outre, l'efficacité des méthodes de recensement est très variable selon les espèces et les classes d'âge et ces méthodes sont généralement sélectives. Les poissons juvéniles et les espèces ou exemplaires de petite taille ou de forme élancée p. ex. peuvent être nettement sous-représentés dans les contrôles de nasses ou les systèmes automatiques de comptage installés dans les stations de monitoring ; en revanche, les juvéniles de nombreuses espèces sont très fréquents dans les pêches électriques effectuées à proximité des berges et dominant de loin les résultats. À l'exception de l'anguille, les poissons migrateurs recensés par pêche électrique dans le cours principal du Rhin le sont tout au plus par hasard, ce qui explique pourquoi les détections se limitent le plus souvent aux observations dans les stations de monitoring installées sur les usines hydroélectriques et éventuellement dans les frayères de rivières latérales. À côté de cet aspect géographique, celui du temps joue aussi un rôle important, selon que le recensement des peuplements ait lieu sur une période favorable à une espèce donnée ou non. Les données sur les densités (le recrutement) de juvéniles ne sont ainsi fiables

que lorsque les jeunes poissons ont suffisamment grandi pour être capturés méthodiquement dans un ordre de grandeur représentatif et autorisant une distinction par espèce.

Au cours de leur vie, toutes les espèces de poissons effectuent au moins un déplacement local dans un petit périmètre, ce qui fait qu'elles ne sont détectables dans des habitats donnés qu'à certaines périodes de l'année. Pour cette raison, les données de la présente étude ne donnent qu'une image momentanée de la situation (N.B. : les pêches actives reproduisent toujours un état momentané, mais les preuves de présence et de reproduction sont apportées au moins pour une génération). En soi, les simples chiffres de capture sont moins informatifs que les fréquences relatives des différentes espèces de poissons et classes d'âge ressortant des pêches totales. Il en découle aussi implicitement que les espèces non recensées ne sont pas nécessairement absentes mais éventuellement non saisies si les méthodes appliquées sont mal adaptées à leur détection. Malgré tout, le nombre important de méthodes et de points de recensement dans les analyses fait qu'il est possible d'avoir un aperçu au moins approximatif de l'évolution des peuplements de nombreuses espèces dans l'hydrosystème du Rhin.

Le choix de la méthode à appliquer dépend de son efficacité attendue et des conditions locales en présence. Les pêches électriques ne sont efficaces que si la turbidité est moyenne, la vitesse maximale du courant modérée et la profondeur d'eau d'env. 1,5 m au maximum. On ne rencontre souvent de telles conditions que dans quelques rivières alluviales, dans les zones de débouché de petites rivières et à proximité des berges du cours principal. Dans le Rhin inférieur et le delta du Rhin, les pêches peuvent se faire au filet traînant car le lit du fleuve est ici composé de substrat fin. Cette méthode de recensement est moins adéquate depuis le Rhin alpin jusqu'au Rhin moyen. Il est donc généralement impossible de recenser ici les poissons dans le cours principal. Aux endroits étroits comme les passes à poissons, les captures par nasse et les systèmes automatiques de comptage sont les plus adaptés.

### Traitement des résultats et présentation

Pour faciliter leur localisation sur l'axe longitudinal du Rhin, les résultats sont présentés de l'amont vers l'aval (dans le sens du courant) indépendamment de la méthode de prélèvement. Les informations sur les rivières latérales du Rhin sont indiquées de manière distincte. La méthode appliquée, le site et la période de prélèvement ne sont pas toujours indiqués pour chaque analyse.

Pour les raisons susmentionnées, les espèces détectées sont représentées selon leur fréquence relative (dominance, pourcentage par rapport aux captures totales) (tableau A1.1). On indique parfois également des chiffres absolus de poissons sur lesquels se fondent les valeurs relatives. En fonction de cette fréquence, il est fait la distinction entre espèces principales et espèces annexes pouvant être réparties dans les classes de fréquence ou de dominance suivantes (d'après Engelmann, 1978 ; cité dans CIPR 2015).

**Tableau A1.1** : pourcentage de différentes espèces de poissons par rapport au total des captures et répartition en classes de dominance.

	<b>Classe de dominance</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>Espèces principales</b>	surdominantes	32 % - 100 %
	dominantes	10 % - 31,9 %
	sous-dominantes	3,2 % - 9,9 %
<b>Espèces annexes</b>	peu fréquentes	1 % - 3,1 %
	très peu fréquentes	0,32 % - 0,99 %
	sporadiques	< 0,32 %

Dans le cadre de l'évaluation, la subdivision en deux classes d'âge, à savoir 0+ (juvéniles d'un an) et > 0+ (spécimens plus âgés ayant dépassé un an), se fonde sur deux approches :

- les jeux de données fournis avec mention des pourcentages 0+ sont repris.
- Quand les jeux de données ne mentionnent pas d'attribution à la classe 0+, les évaluations se fondent sur le tableau du rapport CIPR sur la faune piscicole du Rhin 2021/2013 (CIPR 2015) qui indique les critères spécifiques de distinction des espèces. En raison des incertitudes liées au recensement des tailles et à la démarcation de la classe 0+, on compte aussi p. ex. dans la marge  $0+ < 10$  cm les poissons dont la taille mesurée est exactement de 10 cm. Une certaine souplesse est appliquée aux mentions de classes de tailles pour reconstituer la part correspondant aux poissons de la classe 0+.

Il est clair que cette approche intègre des erreurs méthodiques, car les différentes espèces de poissons connaissent des phases de croissance très variables. En outre, il faut prendre en compte la période à laquelle ont eu lieu les opérations de pêche. Après l'hiver, une grande partie des poissons 0+ de l'année antérieure n'ont pas encore atteint une taille de 10 cm mais sont déjà par définition dans la classe 1+. Il s'agit donc d'une classification basée sur l'estimation et qui peut s'avérer imprécise dans certains cas. Des corrections par contrôle technique de plausibilité sont toutefois possibles et effectuées dans quelques cas.

Malgré ces imprécisions, cette subdivision peut offrir un aperçu du recrutement des juvéniles et par conséquent de l'état des peuplements et du potentiel de reproduction. À côté de l'estimation générale des peuplements et de l'évaluation des capacités reproductives des espèces, cette différenciation aide également à mieux ordonner et interpréter les chiffres de détection. On note p. ex. que les juvéniles dominent dans certains habitats ou sont fortement surreprésentés dans les captures alors que les spécimens subadultes ou adultes sont absents ou uniquement présents en faible densité.

## **A2 Les poissons comme éléments de qualité biologique**

### **A2.1 Importance des poissons pour l'évaluation de l'état biologique**

Les poissons et les lamproies (cyclostomes) sont regroupés dans l'élément de qualité commun « ichtyofaune ». Les poissons colonisent pratiquement tous les habitats aquatiques du Rhin et de ses affluents. Ils occupent donc une place centrale dans la chaîne alimentaire et ont, de ce fait, une influence majeure sur tous les autres organismes aquatiques.

Par rapport aux autres éléments de qualité biologiques, les poissons et les lamproies vivent longtemps et sont mobiles. Évaluer l'état écologique à partir de l'ichtyofaune apporte donc des informations intégrées sur la masse d'eau dans son ensemble et sur une longue plage de temps.

Depuis que la qualité chimique de l'eau du Rhin s'est sensiblement améliorée, l'ichtyofaune est un indicateur croissant de l'état morphologique et hydrologique des eaux et de leur continuité.

À propos de la continuité longitudinale du Rhin et de ses affluents, ainsi que de la mise en réseau d'habitats partiels dans le Rhin et ses affluents, les observations portent en première ligne sur les poissons migrateurs (Plan directeur 'Poissons migrateurs' de la CIPR (2018)). Le succès de leur reproduction dépend de la présence d'habitats nécessaires à l'accomplissement de leur cycle de vie et de la facilité ou non pour les poissons d'y accéder.

En outre, les poissons réagissent aux modifications du régime de température des différents tronçons du Rhin, surtout ces deux dernières décennies, tout comme aux pressions excessives de la pêche et/ou des oiseaux piscivores.

Au cours de leur vie, les poissons séjournent dans les différents habitats partiels d'un écotope cohérent (cf. Becker & Ortlepp 2019). Selon l'espèce considérée, les zones de reproduction, les habitats de juvéniles et les sites de séjour des poissons adultes sont

plus ou moins proches les uns des autres. Pendant le cycle de vie d'un poisson, ils doivent

- tous être accessibles et colonisables,
- avoir une dimension et une forme adaptées à l'espèce,
- avoir les fonctionnalités écologiques requises (ce qui est souvent identique à un caractère proche de l'état naturel),
- être géographiquement connectés et imbriqués correctement les uns aux autres,
- être exposés à des pressions que si l'espèce considérée est en mesure de les tolérer.

Si une de ces conditions n'est pas ou n'est que partiellement remplie, des populations stables ne peuvent pas se développer. Cependant, les poissons peuvent supporter des carences biologiques et des pressions sur les eaux si celles-ci restent brèves ou n'agissent que dans un espace limité.

## **A2.2 Relations de causes à effets pour l'ichtyofaune du Rhin**

Les écarts importants constatés par rapport aux différentes ichtyocénoses de référence (cf. Dußling 2006, Dußling et al. 2018) sont dus en grande partie à des déficits connus dans les tronçons respectifs du Rhin. Ces déficits ont un impact autant sur la composition des espèces de poissons que sur les densités des populations. Les principaux facteurs de pression anthropique agissant sur l'hydrosystème du Rhin sont les rectifications du cours fluvial, les stabilisations rigides des berges, le manque de qualité chimique organique et inorganique de l'eau et les multiples usages fluviaux. Les espèces de poissons exotiques, qui rejoignent l'hydrosystème du Rhin p. ex. via le canal Rhin-Danube, influencent l'ichtyocénose autochtone.

### **Déficits morphologiques**

Le Rhin, grand fleuve traversant le plateau suisse (Mittelland) avant de devenir voie navigable internationale, est densément jalonné de nombreuses villes et sites industriels importants. Les corrections du Rhin, réalisées pour la plupart au cours du 19<sup>e</sup> siècle, ont fait qu'il ne reste plus au fleuve aujourd'hui qu'une petite fraction de l'espace dont il disposait initialement. Le champ alluvial du Rhin a disparu sur de nombreux tronçons ou a été déconnecté du cours principal, perdant ainsi ses fonctionnalités écologiques. Pour prévenir l'érosion des berges, le fleuve a été sécurisé sur pratiquement toute sa longueur par des aménagements rigides, la plupart du temps des enrochements. Ces interventions ont détruit les connexions naturelles entre le lit mineur et les berges fluviales et fait disparaître des sous-habitats précieux proches des berges (p. ex. les habitats de frai et de grossissement des juvéniles de nombreuses espèces de poissons). Si ces habitats font également défaut dans les rivières latérales encore raccordées au fleuve ou dans les parties aval des affluents rhénans, les cycles de reproduction sont alors interrompus et les populations locales régressent ou disparaissent. Les structures anthropiques telles que les enrochements offrent certes des interstices de refuge aux juvéniles et aux anguilles mais, dans le même temps, des conditions idéales d'implantation de poissons relativement peu exigeants tels que certains gobidés originaires de la mer Noire.

### **Qualité des eaux**

Comparée à la situation que l'on connaissait voici une cinquantaine d'années, la qualité de l'eau de l'hydrosystème du Rhin s'est globalement améliorée. Des réductions sont notamment constatées au niveau des pressions dues aux eaux usées ponctuelles et des apports de phosphates biodisponibles qui perturbaient jadis les conditions de vie de nombreuses espèces de poissons, surtout les plus sensibles. Aujourd'hui, les recherches écotoxicologiques se concentrent surtout sur les substances prioritaires de la DCE et sur les effets des micropolluants omniprésents dans le milieu (comme les résidus de médicaments, les substances à effet endocrinien, les pesticides) sur la faune aquatique. Dans ce domaine, des projets consistant à équiper d'une phase de traitement au charbon

actif certaines grandes stations d'épuration ont déjà été réalisés (Triebskorn 2017). Les effets de micropolluants sur les poissons, qui peuvent prendre la forme de lésions et de malformations organiques, sont analysés dans différents hydrosystèmes (voir entre autres Triebskorn 2017, Dieterich 2018). On examine également à l'échelle mondiale les liens pouvant être établis entre les apports de pesticides, la disparition croissante des insectes et leurs répercussions sur l'ichtyofaune (cf. Yamamuro et al. 2019).

Globalement, on estime que la qualité chimique organique et inorganique de l'eau continue à influencer la santé des poissons et leurs capacités de reproduction malgré les mesures de grande ampleur prises pour protéger la qualité des eaux, notamment eu égard aux effets cumulés de concentrations polluantes. Les pressions des substances nuisibles augmentent en tendance vers l'aval avec l'accumulation et l'intensification des usages. Dans le cas de paramètres facilement détectables comme les chlorures, les pressions sont parfois imputables à des apports très en amont.

### **Température de l'eau**

La température des eaux du Rhin a augmenté au cours des dernières décennies. Cette hausse est constatée autant pour les moyennes que pour les maxima estivaux (CIPR 2013c). Elle est due en partie aux pressions thermiques sur le Rhin (p. ex. celles de l'utilisation d'eau aux fins de refroidissement) mais aussi à une augmentation générale de la température souvent liée à des débits d'étiage. Cette évolution rend critiques les conditions de vie dans le Rhin d'espèces favorisant les eaux froides. Il est donc particulièrement important que des refuges aux eaux plus fraîches (p. ex. rivières latérales et sites de résurgence des eaux souterraines dans l'hydrosystème) soient accessibles, surtout pour les poissons sténothermes froids.

### **Usages**

On peut citer comme usages directs du Rhin la navigation, l'exploitation hydroélectrique, le captage d'eau potabilisable, d'eaux industrielles et d'eaux de refroidissement des processus, l'irrigation agricole, l'évacuation des eaux usées et les drainages, les activités de plaisance, etc. Quelques tronçons du Rhin et plus encore ceux de cours d'eau latéraux montrent encore des signes d'eutrophisation sous l'effet des apports ponctuels et diffus de nutriments souvent imputables, dans le dernier cas, au lessivage des surfaces agricoles.

### **Néozoaires**

La propagation envahissante de macroinvertébrés néozoaires dans l'hydrosystème du Rhin a modifié de manière radicale les conditions d'alimentation des poissons dans la plupart des tronçons du Rhin. La biocénose benthique se compose déjà à plus de 80 % de macroorganismes invertébrés exotiques à partir du tronçon moyen du haut Rhin et les insectes sont de plus en plus rares. Cette nouvelle offre nutritive a été rapidement adoptée, du moins par les espèces de poissons au comportement alimentaire ubiquiste, ce qui favorise leur expansion. Cependant, les nouveaux organismes nutritifs posent parfois aux poissons des problèmes d'ingestion : ainsi, le gammare du Danube (*Dikerogammarus villosus*) a progressivement chassé les autres plus petites espèces de gammares en remontant sur tout le cours du Rhin jusque dans le lac de Constance (Hydra 2020, en préparation). Au stade juvénile, ces petits gammares ont cependant la grosseur requise pour pouvoir être happés et ingérés par de nombreux jeunes poissons. On examine actuellement si ces modifications de l'offre alimentaire ont un impact négatif sur les taux de survie des poissons juvéniles. Aucune preuve ne permet encore de le démontrer. On ne sait pas dans quel ordre de grandeur et si, parallèlement au gobie à taches noires, des espèces de poissons indigènes peuvent, elles aussi, réellement tirer profit de la source d'alimentation que représentent les coquillages néozoaires.

Les gobies à taches noires sont actuellement les poissons du Rhin les plus fréquents parmi les espèces néozoaires. Leur large distribution et leur présence en peuplements de masse rendent très probables des effets sensibles sur l'ichtyofaune indigène et en concurrence avec celle-ci (p. ex. Borcharding & Gertzen 2016).

## Prédation

Les peuplements de certaines espèces de poissons prédateurs et oiseaux piscivores ont sensiblement augmenté au cours des dernières décennies. On peut citer parmi les poissons prédateurs la plus grande abondance de silures et d'aspes, et parmi les oiseaux piscivores les populations croissantes de cormorans (voir p. ex. Gaye-Siessegger et al. 2020). Il apparaît plausible que ces évolutions aient des impacts sur les peuplements d'au moins quelques espèces de poissons. À ceci s'ajoute l'effet amplificateur que l'anthropisation du Rhin peut avoir sur de tels impacts (p. ex. les perturbations dues aux barrages et aux aménagements rigides du fleuve).

## A2.3 Principales propriétés ichtyo-écologiques des tronçons du Rhin

Les paragraphes suivants présentent et attribuent aux différents tronçons du Rhin (dans le sens du courant) quelques facteurs de pression connus pour leurs effets potentiellement négatifs sur l'ichtyocénose et le potentiel de reproduction des poissons.

### Rhin alpin

Le cours du Rhin alpin est intégralement régulé à l'exception d'un petit segment et se trouve donc dans un état morphologique insatisfaisant voire mauvais à certains endroits. Ses rives sont généralement consolidées par des enrochements et, sur son cours aval, parfois même par des blocs encastrés et des structures maçonnées qui n'offrent plus aucune couverture naturelle pour les poissons. Les anciens affluents du Rhin ont presque tous été regroupés en 5 canaux intérieurs et dirigés avec le Rhin ou directement vers le lac de Constance. Les zones alluviales, qui s'étendaient jadis sur de larges surfaces, ont presque toutes disparu aujourd'hui. À ceci s'ajoutent les lourdes pressions du régime en éclusées de plus de 20 barrages de centrales à accumulation dans le bassin. La continuité est perturbée au niveau de nombreux barrages (cf. Plan directeur 'Poissons migrateurs' : truite lacustre). On relève d'autres déficits comme les tronçons court-circuités et les carences de charriage. Les répercussions de la régulation et de l'exploitation hydroélectrique sur les poissons sont analysées en détail (Frangez & Eberstaller 2020 ; Rey et al. 2016). Une obligation d'assainissement s'applique en Suisse aux déficits graves imputables aux usines hydroélectriques. Les programmes de remise en état correspondants doivent être achevés d'ici 2030.

Ces déficits font que l'ancien fleuve épipotamal, qui était bordé d'un champ alluvial de plus de 800 m de large, n'héberge plus aujourd'hui qu'une ichtyocénose appauvrie et une faible biomasse de poissons estimée, selon les analyses les plus récentes, à moins de 5 kg/ha en moyenne (Frangez & Eberstaller 2020).

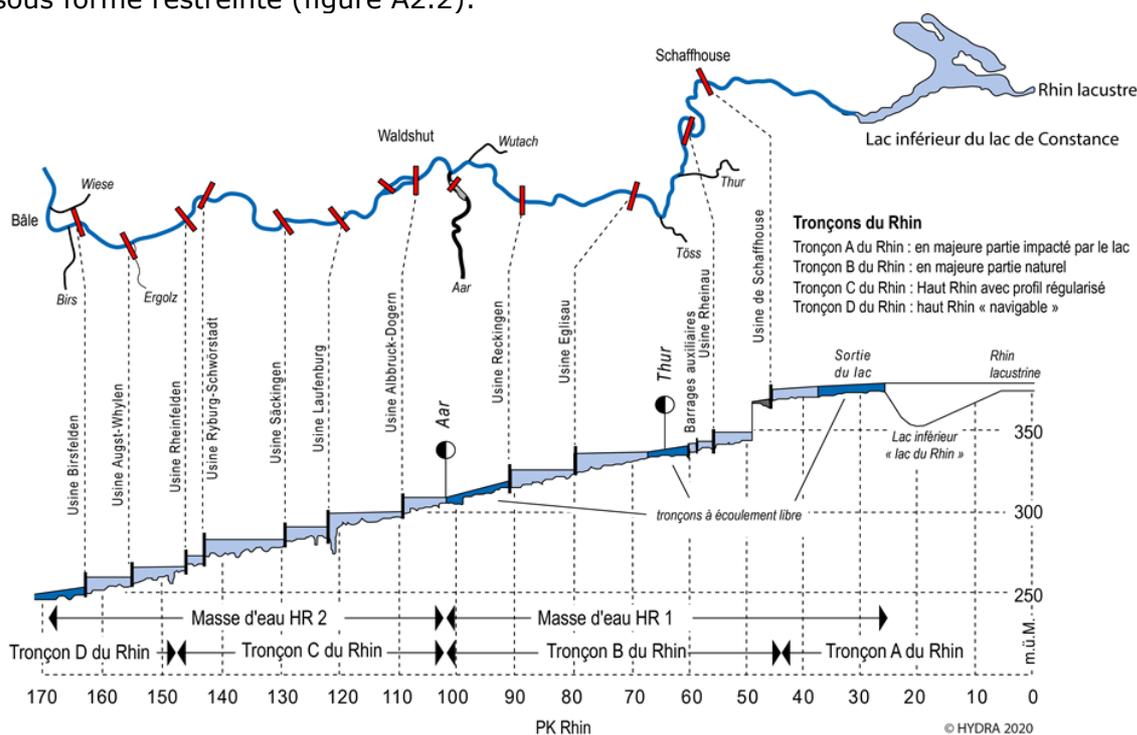




**Figure A 2.1** : déficits morphologiques et dus à l'exploitation hydroélectrique dans le Rhin alpin. En haut à gauche : conduite de retour d'une usine en éclusée dans le Rhin antérieur ; en haut à droite : Rhin régulé faisant frontière entre l'Autriche et la Suisse avec enrochements et blocs encastrés, avec le canal de correction du Rhin alpin à côté. En bas : débouché du Rhin alpin dans le lac de Constance avec canal d'embouchure (Rheinvorstreckung). Photos : Hydra.

### Haut Rhin (avec 'Seerhein' ou Rhin lacustre)

L'ichtyocénose du haut Rhin en aval du lac de Constance est morcelée en plusieurs sous-populations du fait de la présence des ouvrages transversaux et des zones de retenue de 11 usines hydroélectriques, et les échanges entre individus y sont uniquement possibles sous forme restreinte (figure A2.2).



**Figure A2.2** : usines hydroélectriques et secteurs de travail dans le haut Rhin. Source : OFEV & Hydra 2006.

Les analyses de la migration des poissons entre les barrages réalisées dans le cadre de deux programmes étendus de marquage et de comptage ont globalement montré que la continuité était encore insuffisante (Guthruf & Dönni 2020 ; Schwewers & Adam 2020). Entre la sortie du lac de Constance et le débouché de l'Aar, le haut Rhin possède encore de longs segments fluviaux proches de l'état naturel et renfermant des habitats centraux qui disposent encore de hautes potentialités de reproduction pour de nombreuses espèces de poissons. On y trouve encore des peuplements significatifs d'espèces menacées telles que le chabot, l'ombre commun, le barbeau, le hotu, le spirlin, et

également la lotte de rivière à certains endroits. On y rencontre aussi le blageon (Chucholl et al. 2019). Avec le débouché de l'Aar, le caractère du fleuve change radicalement. Un profil trapézoïdal et des berges stabilisées par des enrochements caractérisent le cours du Rhin. Ce substrat artificiel offre désormais dans la partie aval du haut Rhin des conditions optimales d'implantation pour le gobie à taches noires, espèce envahissante, et encourage ainsi sa propagation en direction de l'Aar et du lac de Constance. Le trafic fluvial international s'arrête à hauteur de Rheinfelden. À partir de là et vers l'aval, les installations portuaires et les ports industriels sont des vecteurs d'importation d'espèces exotiques et des sources de pollution du Rhin à mesure qu'augmentent les rejets ponctuels de substances.

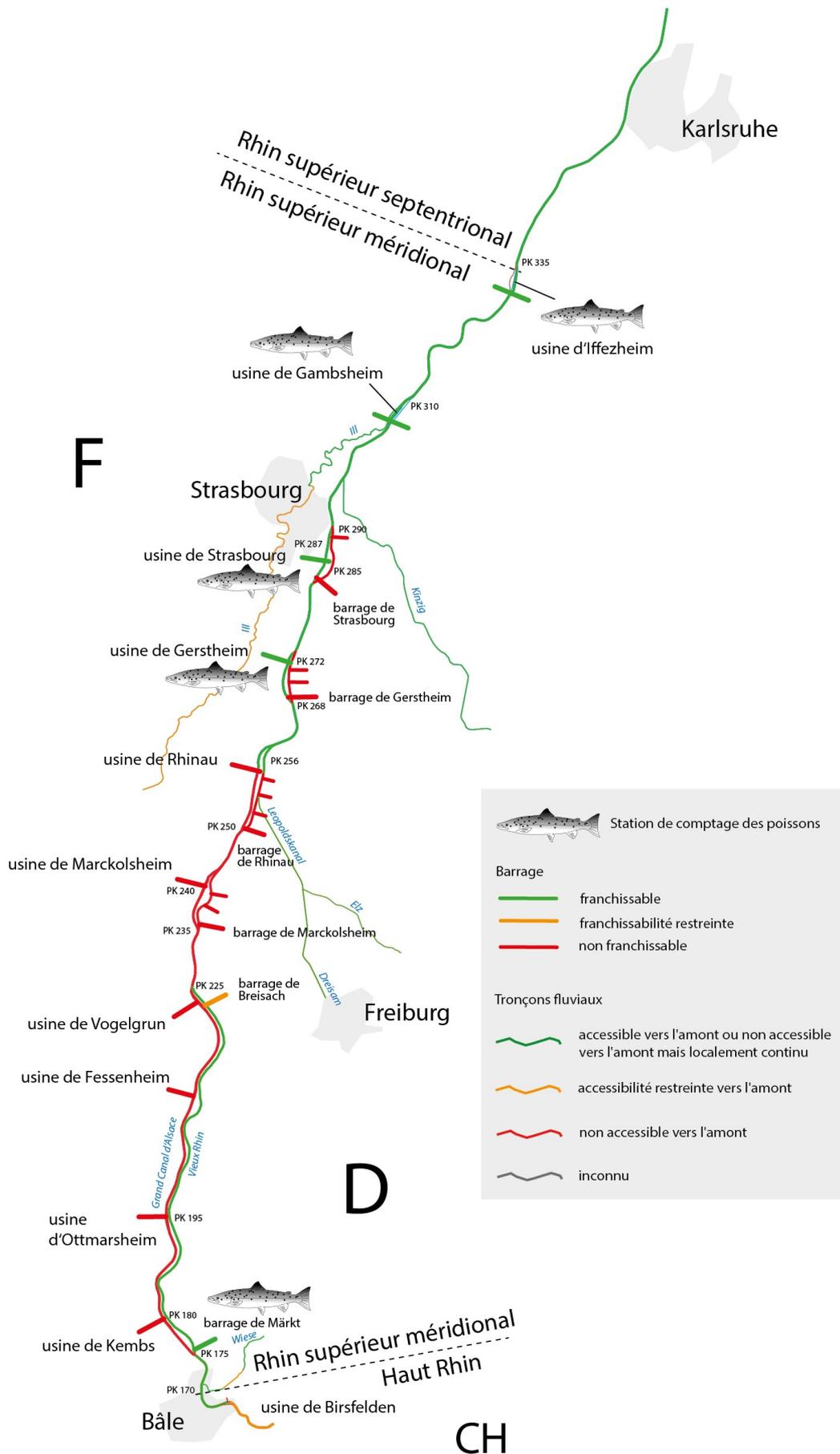
On a constaté que les températures élevées de l'eau en 2017 et 2019 avaient eu un impact négatif majeur sur les populations locales d'ombres, tout particulièrement dans les segments les plus en amont du haut Rhin et dans le Rhin lacustre (Seerhein) à hauteur de Constance (segment d'un peu moins de 5 km reliant les deux parties du lac de Constance) (p. ex. Mosberger & Stoll 2018). Dans ces mêmes segments, le cormoran gagne progressivement en importance comme prédateur.

### **Rhin supérieur méridional**

Là où commence le Rhin supérieur méridional (du coude du Rhin à Bâle jusqu'à Iffezheim), le fleuve est entrecoupé de barrages hydroélectriques avec d'un côté le cours initial du Vieux Rhin et de l'autre le cours parallèle du Grand Canal d'Alsace, voie navigable internationale (figure A2.3).

Pour les poissons qui viennent de la mer du Nord ou des tronçons du Rhin plus en aval et qui désirent migrer plus en amont dans le bassin, la libre continuité longitudinale s'arrête aujourd'hui encore au niveau du barrage de l'usine hydroélectrique de Rhinau (cf. figure A2.3).

Iffezheim (depuis l'an 2000), Gamsheim (depuis 2006), Strasbourg (depuis 2016) et Gerstheim (depuis 2019) sont équipés de dispositifs de montaison. Les barrages d'Iffezheim, de Gamsheim, de Strasbourg, de Gerstheim et de Kembs disposent chacun d'une station de contrôle installée pour le suivi des poissons dont remontent de précieuses données sur la migration des poissons dans le Rhin supérieur. La mise en place de passes à poissons à Rhinau, Marckolsheim et Vogelgrun est en cours de planification (CIPR 2020). Étant donné que le barrage de Kembs dispose d'un tel dispositif depuis 2016 et que l'accès au Vieux Rhin, où la libre continuité existe, est également possible par franchissement du barrage agricole de Breisach (équipé d'une passe depuis 2008), la montaison des poissons grands migrateurs dans le haut Rhin devrait être très probablement possible dans les prochaines années (figure A2.3). Malgré la présence de passes à poissons sur les usines hydroélectriques d'Iffezheim jusqu'à Gerstheim, l'hydrosystème Elz-Dreisam reste pratiquement inaccessible en raison des obstacles que représentent les seuils agricoles placés dans les festons rhénans de Gerstheim et de Rhinau. Des mesures de rétablissement de la continuité sur ces seuils sont en préparation et leur mise en œuvre est prévue, par décision de la Conférence ministérielle sur le Rhin de 2020, dans le courant des prochaines années.



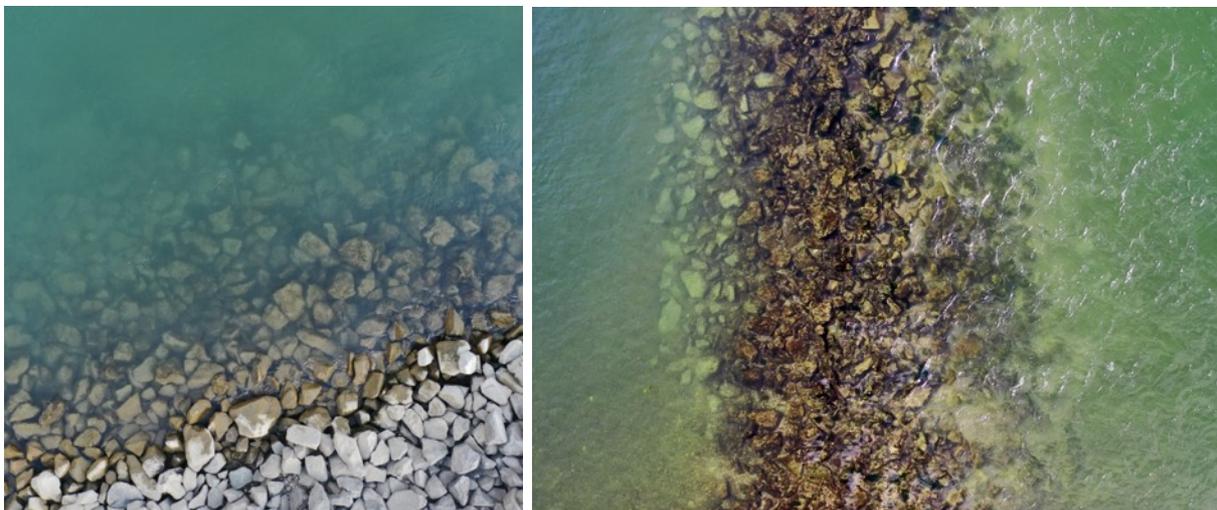
**Figure A2.3** : ouvrages transversaux dans le Rhin supérieur et statut de franchissabilité à la montaison. Source : CIPR, graphique : Hydra.

De manière générale, la morphologie du Vieux Rhin, moins anthropisé que le Grand Canal d'Alsace, offre des potentialités de reproduction et d'implantation de poissons. Ces potentialités sont à l'étude sur le Vieux Rhin à travers un programme génétique. On y trouve entre autres « ... des habitats d'alimentation et de reproduction d'importance suprarégionale pour le hotu et le barbeau ... » (Chucholl et al. 2019) Les connexions hydrauliques avec les précieux vestiges du champ alluvial favorisent une diversité de poissons correspondant en grande partie à celle de l'ichtyocénose de référence. Comme le Vieux Rhin est aujourd'hui un tronçon de dérivation pour les usines hydroélectriques, son débit reste insuffisant, notamment pendant les périodes d'étiage. Les conséquences en sont l'assèchement de surfaces potentielles de reproduction et le réchauffement relativement important des eaux pendant les phases de canicule. Les conditions ichtyobiologiques du Grand Canal d'Alsace, masse d'eau artificielle parallèle au Vieux Rhin, restent insuffisantes, ce qui est dû à la fois aux déficits morphologiques et aux perturbations provoquées par le trafic fluvial et la gestion des écluses.

Ici, les bras latéraux du Rhin ont aussi une importance ichtyobiologique majeure (entre Wittenweier et Kehl et dans l'hydrosystème du Taubergiessen ; Chucholl et al. 2019). La prédation par les cormorans se ressent également sur les peuplements de plusieurs espèces de poissons du Rhin supérieur méridional (Blasel 2004 et autres). Les néozoaires invertébrés représentent plus de 90 % du total de la faune benthique, c'est-à-dire de la nourriture potentielle des poissons.

### Rhin supérieur septentrional (d'Iffezheim à Mayence)

À partir du Rhin supérieur septentrional (d'Iffezheim à Mayence) et jusqu'au delta du Rhin, le fleuve n'est plus interrompu par les barrages des usines hydroélectriques et est franchissable sans perturbation par tous les poissons grands migrateurs. Comme dans la plupart des autres tronçons du Rhin, on note l'absence de berges graveleuses plates remplacées par les enrochements sur le profil du fleuve. Les blocs de pierre stabilisant les berges favorisent en outre la propagation envahissante des gobies à taches noires (figure A2.4).



**Figure A2.4** : à gauche : les sites de poissons formés par les nombreux interstices des berges artificialisées du Rhin supérieur septentrional (blocs de pierre irréguliers déversés jusqu'à env. 4 m de profondeur sous la ligne d'eau) sont principalement occupés par les gobies à taches noires et les gobies demi-lune. À droite : les remblais en enrochement des épis longitudinaux n'ont qu'une profondeur de 1 à 2 m. Les fluctuations de la ligne d'eau en aval des écluses d'Iffezheim et le batillage font que les structures colonisables dans les épis et entre eux tombent régulièrement à sec. Photos : Hydra.

Dans le périmètre de Rastatt et entre Germersheim et Oppenheim, de même que dans la partie méridionale du Rhin supérieur - dans la plaine du Taubergießen et en aval de celle-ci - plusieurs connexions hydrauliques et rigoles d'évacuation des crues (manœuvrables par des vannes) reliées à d'anciennes boucles du Rhin et zones alluviales ont été

conservées et apportent des espèces alluviales à l'éventail ichtyologique du cours principal du Rhin. On trouve cependant aussi des deux côtés du Rhin des grands ports de fret et de production industrielle. Ces activités et la présence du chenal de navigation imposent des dispositifs rigides de consolidation des berges qui restreignent la qualité des sites de poissons et des habitats de reproduction près de berges. Entre le Rhin et ses grands affluents Neckar et Main, le trafic fluvial de personnes et de biens est intense. Depuis 1992, le Main est une porte d'entrée de nombreuses espèces de poissons exotiques (gobies à taches noires, brème du Danube, vimbe) et d'autres organismes aquatiques allochtones originaires du bassin du Danube et de la mer Noire et transitant via le canal Main-Danube. Dans le large tronçon du bassin de Mayence, le Rhin change de caractère et se ramifie autour de grandes îles fluviales. La ligne de berge y est donc relativement longue et la morphologie des rives est de plus en plus naturelle à mesure que l'on s'approche de Bingen. Les néozoaires invertébrés, alimentation potentielle des poissons, représentent ici plus de 90 % de la faune benthique.

### **Rhin moyen (de Mayence à Bad Honnef)**

En entrant dans le massif schisteux rhénan, le cours du Rhin devient plus étroit. Jusqu'à Coblenche, la navigation rhénane perturbe fortement l'écologie car elle accapare à elle seule une grande part du profil fluvial. En raison des pressions hydrauliques de cet usage et de la présence d'autres infrastructures de trafic toujours proches du fleuve, on retrouve à nouveau des aménagements principalement rigides des berges qui restreignent la zone de transition entre les surfaces aquatiques et les surfaces terrestres et amoindrisent les habitats proches de berges. Pourtant, de nombreuses îles (appelées ici « Werthe ») parsèment le fleuve et offrent des berges et des annexes hydrauliques proches de l'état naturel. En été, de grands bancs de poissons juvéniles d'espèces diverses séjournent dans leurs baies peu profondes. À partir de Coblenche, les enrochements font progressivement place aux épis et aux berges plates. Les débouchés des affluents Lahn et Moselle sont précieux sous l'angle ichtyobiologique et favorisent les échanges d'individus entre ichtyocénoses potamales et hyporithrales, également dans le cas des poissons migrateurs potamodromes. Les néozoaires invertébrés, alimentation potentielle des poissons, représentent ici plus de 90 % de la faune benthique.

### **Rhin inférieur (de Bad Honnef à Bimmen/Lobith)**

Dans le Rhin inférieur, le fleuve se transforme radicalement à mesure que la pente s'amenuise, passant d'un fleuve graveleux (type LAWA 10) à un fleuve sablonneux (type LAWA 20). Cette transition a « officiellement » lieu au PK 700 du Rhin (à hauteur de Leverkusen), bien que celle-ci s'étende sur un long tronçon fluvial. Plus le substrat du lit devient fin, plus la morphologie fluviale anthropisée change également. Les enrochements des berges sont progressivement remplacés par des épis (figure A2.5) et des dépôts d'alluvions sont à nouveau nettement visibles sur les berges convexes. Sur ces structures de berges plates à nouveau reliées avec le lit du fleuve, le battillage et le ressac des vagues formées par le passage des bateaux font cependant naître de larges zones où le débit varie en permanence, ce qui expose les larves de poissons au risque d'échouer sur les berges. La quasi-inexistence de macrophytes dans le Rhin inférieur est également un signe de pauvreté morphologique et de présence de formes alluviales anthropisées dans un milieu fortement impacté par la navigation. L'absence de macrophytes met notamment en évidence les déficits que rencontrent les espèces de poissons frayant sur des supports végétaux.

Le changement de substrat modifie également les conditions de reproduction et d'alimentation des poissons. Les néozoaires invertébrés, alimentation potentielle des poissons, représentent ici plus de 90 % de la faune benthique. Aux pressions des sources de pression plus en amont s'ajoutent celles apportées par la région industrielle de la Ruhr et par l'impact de grands ports du Rhin situés entre Neuss et Duisbourg.

Par rapport au Rhin supérieur, de caractère similaire, les connexions aux rivières latérales et au champ alluvial proches de l'état naturel sont beaucoup plus rares.



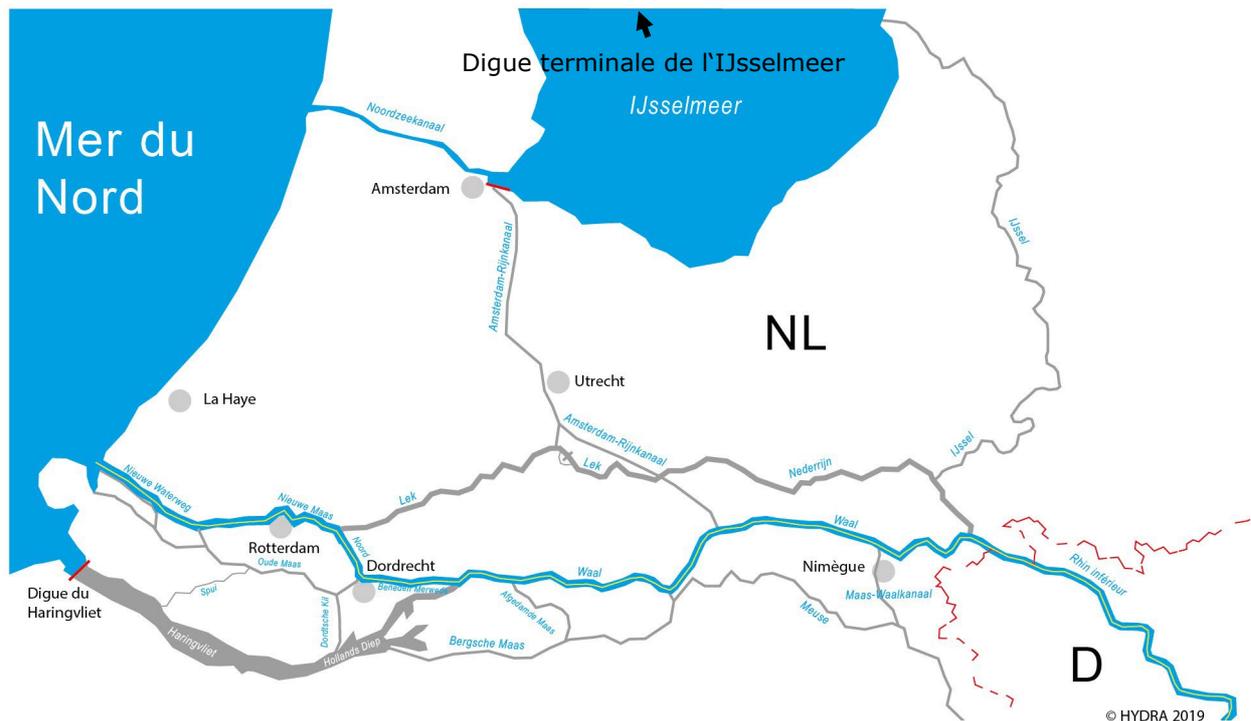
**Figure A2.5 :** Sur le Rhin inférieur, les enrochements et les champs d'épis se succèdent. Dans les larges zones de fluctuation du débit entre les épis, le risque d'échouement des alevins est grand quand se produit un effet de batillage. Source : GoogleEarth.

### **Delta du Rhin (de Bimmen/Lobith à l'embouchure)**

Juste après la frontière germano-néerlandaise au niveau de Lobith, le Rhin inférieur se divise en deux bras principaux, le Waal et le Nederrijn (qui devient le Lek par la suite). 2/3 de des eaux s'écoulent d'abord dans le Waal, 2/9<sup>e</sup> dans le Lek et 1/9<sup>e</sup> dans l'IJssel, qui se sépare du Nederrijn. Un réseau de voies de navigation, de canaux et d'anciens chenaux s'étend entre ces principaux embranchements et offrent des conditions plus ou moins bonnes d'habitat aux poissons d'eaux douces et d'eaux saumâtres.

L'effet des marées se fait ressentir sur le Waal jusqu'à Werkendam (PK 960 du Rhin). Jusqu'en 2018, les seuls accès possibles pour les poissons remontant dans le Rhin à partir de la mer du Nord étaient celui du Nieuwe Waterweg au niveau de Rotterdam et du Waal (voie navigable) (voir figure A2.6) et une « entrée secondaire » via le Nederrijn-Lek et les passes à poissons/rivières de contournement de Driel, Amerongen et Hagestein. (Plan directeur 'Poissons migrants' Rhin 2018 - CIPR). Le Waal déverse en outre 1/3 de son débit, voire plus (en cas de crue), via le Hollands Diep, dans le Haringvliet, ancien bras marin séparé de la mer du Nord par la digue de fermeture du Haringvliet, le plus grand barrage de marée d'Europe. La digue est longtemps restée (pratiquement) infranchissable pour les poissons remontant depuis la mer du Nord, car les portes des écluses restaient fermées à marée haute et n'étaient ouvertes qu'à marée basse. Quand les portes étaient ouvertes, les vitesses de courant dans les écluses de chasse étaient très élevées et la franchissabilité était pour le moins très limitée. Avec la mise en œuvre du projet « Kier », une ou plusieurs portes des écluses de la digue du Haringvliet sont ouvertes depuis novembre 2018 à marée haute, en fonction des conditions de débit, pendant des intervalles de temps plus ou moins longs. L'eau de mer afflue ainsi dans le Haringvliet, permettant aux poissons d'y entrer. Les poissons remontant dans les fleuves depuis la mer, comme p. ex. le saumon atlantique, la truite de mer et la grande alose, peuvent désormais atteindre en plus grand nombre l'hydrosystème du Rhin via le Haringvliet. Il existe aussi aux Pays-Bas depuis 2016 des dispositifs d'aide à la migration sur la digue terminale de l'IJsselmeer et, de ce fait, une liaison indirecte entre le Rhin et

la Mer du Nord par le biais de l'IJsselmeer et de l'IJssel (figure A2.6).



**Figure A2.6 :** situation des voies d'eau et franchissabilité par les poissons des bras du Rhin dans le delta. Tracé fluvial en bleu : voie de migration principale des poissons migrateurs amphihalins à la montaison et à la dévalaison dans le Rhin. En gris : voies de migration secondaire.

Malgré les efforts importants fournis ces derniers temps pour améliorer la migration des poissons au niveau des barrages, des écluses (de chasse) (CIPR 2019), les échanges entre espèces et poissons individuels dans le milieu marin, saumâtre et dulçaquicole restent fortement limités par rapport à ceux s'effectuant dans les estuaires fluviaux naturels et ouverts. La morphologie de différents tronçons fluviaux semble favoriser en outre l'implantation de gobies originaires de la mer Noire (sauf le gobie de Kessler). On suppose donc, au moins dans les parties du Rhin où le monitoring de la CIPR a permis d'identifier une densité d'individus élevée ou très élevée de ces espèces, que les gobies occupent une place significative dans le réseau alimentaire, en raison - entre autres - de la pression prédatrice et concurrentielle qu'ils exercent, et également comme source d'alimentation de plus grands poissons et d'oiseaux piscivores.

### A3 Espèces de poissons du Rhin

Toutes les espèces de poissons a) présentes historiquement dans l'hydrosystème du Rhin et b) identifiées jusqu'à présent dans le cadre des analyses régulières et spéciales de l'ichtyofaune du Rhin effectuées dans le cadre de la CIPR sont listées dans le tableau A3.1 ci-dessous.

**Tableau A3.1 :** vue synoptique des noms des espèces de poissons présentes dans le Rhin. Les espèces dont les noms sont en rouge sont classées exotiques dans le bassin du Rhin (également celles originaires du bassin du Danube), celles dont les noms sont en bleu ne sont pas considérées comme des espèces au sens biologique du terme (\*le statut de sous-espèce est considéré obsolète ; il s'agit de formes écologiques<sup>1</sup> : Espèces listées comme exotiques dans les différents tronçons du Rhin. La subdivision affichée par la suite correspond à la classification adoptée par les services compétents :

Wissenschaftlicher Name Scientific name wetenschappelijke naam nom scientifique	Deutsch	Nederlands	Français	English
<i>Abramis brama</i>	Brachsen	brasem	brème	common bream
<i>Acipenser sturio</i>	Europäischer Stör	Europese steur	esturgeon européen	european sturgeon
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Schneider	gestippelde alver	spirlin	spirlin
<i>Alburnus alburnus</i>	Ukelei	alver	ablette	bleak
<i>Alosa alosa</i>	Maifisch	elft	grande alose	allis shad
<i>Alosa fallax</i>	Finte	fint	alose feinte	twaité shad
<i>Ameiurus sp.</i>	Katzenwels	bruine dwergmeerwal	poisson chat	catfish
<i>Anguilla anguilla</i>	Aal	aal	anguille	eel
<i>Aspius aspius</i> <sup>1</sup>	Rapfen	roofblei	aspe	asp
<i>Ballerus sapa</i>	Zobel	donaubrasem	brème du Danube	zobel
<i>Barbatula barbatula</i>	Schmerle	bermpje	loche franche	stone loach
<i>Barbus barbus</i>	Barbe	barbeel	barbeau	barbel
<i>Blicca bjoerkna</i>	Blicke	kolblei	brème bordelière	white (silver) bream
<i>Carassius auratus</i>	Goldfisch	goudvis	poisson rouge	goldfish
<i>Carassius carassius</i>	Karausche	kroeskarper	carassin commun	crucian carp
<i>Carassius gibelio</i> <sup>1</sup>	Giebel	giebel	carassin argenté	Prussian carp
<i>Chondrostoma nasus</i>	Nase	sneep	hotu	nase
<i>Clupea harengus</i>	Hering	haring	hareng	atlantic herring
<i>Cobitis bilineata</i>	Italienischer Steinbeißer	Italiaanse modderkruiper	loche italienne	italian loach
<i>Cobitis taenia</i>	Steinbeißer	kleine modderkruiper	loche de rivière	spined loach
<i>Coregonus oxyrinchus</i>	Nordseeschnäpel	houting	houting	houting
<i>Coregonus sp.</i>	Felchen	Coregonus	corégone	whitefish
<i>Cottus gobio</i>	Groppe	donderpad	chabot commun	sculpin
<i>Cottus perifretum</i>	Stachelgroppe	rivierdonderpad	chabot fluviatile	bullhead
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Graskarpfen	graskarper	amour blanc	grass carp
<i>Cyprinus carpio</i> <sup>1</sup>	Karpfen	karper	carpe	carp
<i>Dicentrarchus labrax</i>	europäischer Wolfsbarsch	Europese zeebaars	bar commun	european seabass
<i>Esox lucius</i>	Hecht	snoek	brochet	pike
<i>Gasterosteus gymnurus/aculeatus</i> <sup>1</sup>	Westl. Stichling	dried. stekelbaars	epinoche	stickleback
<i>Gobio gobio</i>	Gründling	riviergrondel	goujon commun	gudgeon

<b>Wissenschaftlicher Name</b> <b>Scientific name</b> <b>wetenschappelijke naam</b> <b>nom scientifique</b>	<b>Deutsch</b>	<b>Nederlands</b>	<b>Français</b>	<b>English</b>
<i>Gymnocephalus cernuus</i> <sup>1</sup>	Kaulbarsch	pos	grémille	ruffe
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Marmorkarpfen	grootkopkarper	carpe à grosse tête	bighead carp
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flussneunauge	rivierprik	lamproie fluviatile	lampern, river lamprey
<i>Lampetra planeri</i>	Bachneunauge	beekprik	lamproie de planer	brook lamprey
<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch	zonnebaars	perche-soleil	sunfish
<i>Leucaspis delineatus</i>	Moderlieschen	vetje	ible de Heckel	sunbleak
<i>Leuciscus idus</i> <sup>1</sup>	Aland	winde	ide mélanote	orfe, ide
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Hasel	serpeling	vandoise	dace
<i>Liza ramada</i>	Dünnlipp. Meeräsche	dunlipharder	mulet porc	thinlip mullet
<i>Lota lota</i>	Quappe/Trüsche	kwabaal	lotte de rivière	burbot
<i>Neogobius fluviatilis</i>	Flussgrundel	Pont. stroomgrondel	gobie fluviatile	pontian monkey goby
<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzgrundel	zwartbekgrondel	gobie à taches noires	round goby
<i>Misgurnus fossilis</i>	Schlammpeitzger	Grote modderkruiper	loche d'étang	weatherfish
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle	regenboogforel	truite arc en ciel	rainbow trout
<i>Osmerus eperlanus</i>	Stint	spiering	eperlan	smelt
<i>Petromyzon marinus</i>	Meerneunauge	zeeprik	lamproie marine	sea lamprey
<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch	baars	perche fluviatile	perch
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritze	elrits	vairon commun	minnow
<i>Platichthys flesus</i>	Flunder	bot	flet	flounder
<i>Pomatoschistus microps/minutus</i>	Strandgrundel	strandgrondel	gobie commun	common goby
<i>Ponticola kessleri</i>	Kessler-Grundel	Kesslers grondel	gobie de Kessler	pontian bighead goby
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Marmorierte Grundel	marmergroundel	gobie demi-lune	western tubenose goby
<i>Pseudorasbora parva</i>	Blaubandbärbling	blauwband	goujon asiatique	pseudorasbora
<i>Pungitius pungitius</i> <sup>1</sup>	Zwergstichling	tiendoornige stekelbaars	epinochette	ten-spined stickleback
<i>Rhodeus amarus</i>	Bitterling	bittervoorn	bouvière	bitterling
<i>Romanogobio belingi</i> <sup>1</sup>	Stromgründling	witvingrondel	goujon d'Ukraine	North. whitefin gudeon
<i>Rutilus rutilus</i>	Rotaue	blankvoorn	gardon	roach
<i>Salmo salar</i>	Atlantischer Lachs	zalm	saumon	salmon
<i>Salmo trutta</i>	Forelle	beekforel	truite fario	brown trout
<i>Salmo trutta trutta</i> *	Meerforelle	zeeforel	truite de mer	sea trout
<i>Salmo trutta lacustris</i> *	Seeforelle	meerforel	truite lacustre	lake trout
<i>Salvelinus alpinus</i>	Seesaibling	trekzalm	omble Chevalier	arctic char
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Bachsaibling	bronforel	omble de fontaine	N.- American brook trout
<i>Sander lucioperca</i>	Zander	snoekbaars	sandre	pikeperch
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotfeder	ruisvoorn	rotengle	rudd
<i>Scardinius hesperidicus</i>	Südliche Rotfeder	scardinius hesperidicus	scardinius hesperidicus	Italian rudd
<i>Silurus glanis</i> <sup>1</sup>	Wels	meerval	silure	wels
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprotte	sprot	sprat	sprat
<i>Squalius cephalus</i>	Döbel	kopvoorn	chevesne	chub
<i>Telestes souffia</i>	Strömer	sufia-voorn	blageon	rifle dace
<i>Thymallus thymallus</i>	Äsche	vlagzalm	ombre commun	grayling

<b>Wissenschaftlicher Name</b> <b>Scientific name</b> <b>wetenschappelijke naam</b> <b>nom scientifique</b>	<b>Deutsch</b>	<b>Nederlands</b>	<b>Français</b>	<b>English</b>
<i>Tinca tinca</i>	Schleie	zeelt	tanche	tench
<i>Umbra pygmaea</i>	Kleiner Hundsfisch	Amerikaanse hondsviis	umbre pygmée	eastern mudminnow
<i>Vimba vimba</i>	Zährte/Rußnase	blauwneus	vimbe	vimba bream

## B Résultats

Ce volet présente tout d'abord dans ses chapitres B1.1 à B1.7 et dans le sens de l'écoulement les résultats des analyses des sites de prélèvement CIPR échantillonnés à rythme régulier. Les sites de prélèvement sont fixés par la CIPR - excepté ceux du Rhin alpin - et sont répartis sur les tronçons du Rhin suivants : Rhin alpin (chap. B1.1), haut Rhin (chap. B1.2), Rhin supérieur méridional (chap. B1.3), Rhin supérieur septentrional (chap. B1.4), Rhin moyen (chap. B1.5), Rhin inférieur (chap. B1.6) et delta du Rhin (chap. B1.7).

Ensuite, le chapitre B2 complète cette vue avec les résultats complémentaires d'analyses spéciales : chapitre B2.1 Rhin alpin (Suisse et Liechtenstein), B2.2 haut Rhin (Suisse), B2.3 Rhin supérieur méridional.

Les poissons sont classés dans les graphiques selon l'ordre alphabétique des noms latins de leurs espèces, ce qui permet de maintenir le même ordre d'apparition, quelle que soit la version linguistique. Pour une meilleure compréhension, on trouvera dans le tableau A3.1 la liste des espèces en latin et les traductions correspondantes en allemand, néerlandais, français et anglais.

Un des problèmes rencontrés est celui du manque de comparabilité des pourcentages 0+. Les fournisseurs de données n'ont, pour la plupart, pas introduit de catégorie 0+ dans leurs tableaux, ce qui a contraint à reconstruire le pourcentage 0+ à partir des indications de taille.

### B1 Résultats des sites de prélèvement CIPR

Les opérations de pêche réalisées dans les sites et tronçons de prélèvement de la CIPR se réfèrent aux analyses des années 2016 à 2019. Elles représentent donc pratiquement toute la période écoulée depuis le dernier rapport de la faune du Rhin. On trouvera également dans le tableau comparatif du chap. C1.1 des espèces identifiées et des nombres totaux d'espèces qui ne figurent pas dans le présent chapitre, car ils ont été recensés en dehors des sites de prélèvement de la CIPR. Par ailleurs, les densités d'individus des différents sites de prélèvement et tronçons du Rhin ne sont pas directement comparables, car il n'a pas été possible de calculer les *catch-per-unit-effort* en raison notamment des différences entre les méthodes de pêche et également par manque d'informations sur certaines campagnes de pêche. Les nombres d'individus sont donc uniquement indiqués à titre de référence pour les classes de fréquence et de dominance.

#### B1.1 Rhin alpin

La seule station d'analyse DCE du Rhin alpin se trouve dans la coupure du méandre du Rhin à proximité de Fußach en Autriche. Il s'agit ici d'une station du contrôle de surveillance dans un espace d'assainissement prioritaire où les analyses sont effectuées tous les 6 ans. Les résultats de cette station ne sont pas présentés séparément mais en combinaison avec celles du programme de monitoring des poissons de l'IRKA (Commission intergouvernementale du Rhin alpin) (voir chap. B2.1). Les résultats de ce programme sont recensés de manière transfrontalière en Autriche, au Liechtenstein et en

Suisse (Frangé & Eberstaller 2020). Bien qu'elle dépasse en grande partie le champ d'application de la DCE, la liste des résultats contient de cette manière toutes les informations sur le Rhin alpin et sur les deux fleuves qui l'alimentent, le Rhin antérieur et Rhin postérieur.

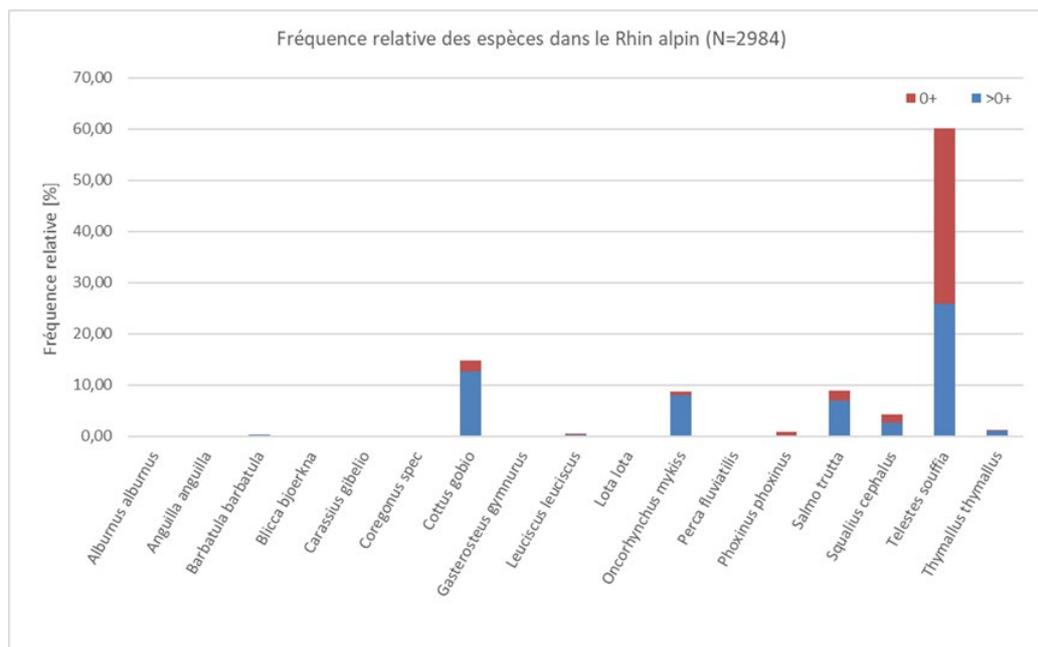
Au total, 2 984 individus répartis sur 18 espèces ont été capturés dans les 11 sites de prélèvement du Rhin alpin, du Rhin antérieur et du Rhin postérieur (tableau B1.1).

**Tableau B1.1** : monitoring ichtyobiologique du Rhin alpin 2019 (y compris site de prélèvement CIPR de Fußach). Liste des espèces de poissons dans le Rhin alpin, le Rhin antérieur et le Rhin postérieur (espèces listées comme exotiques en rouge). \*La truite fario et la truite lacustre sont comptées comme une seule espèce.

Tronçons	Rhin antérieur				Rhin postérieur				RHE 1	RHE 2	RHE 3	RHE 4	RHE 5	RHE 6	RHE 7
	débouché Rabiusa - Rhin alpin	Rothenbrunnen - Rhin alpin	Rhazünser Au	Aue Bonaduz	de Reichenau au débouché Plessur	Mastrils	débouché Landquart - seuil d'Eilhorn	seuil d'Eilhorn - seuil de Buchs	seuil de Buchs - débouché de l'III	Débouché de l'III - aval du pont ferroviaire Lustenau	pont ferroviaire de Lustenau au lac de Constance (= site de prélèvement DCE de Fußach)				
<i>Alburnus alburnus</i>															
<i>Anguilla anguilla</i>															
<i>Barbatula barbatula</i>															
<i>Blicca bjoerkna</i>															
<i>Carassius gibelio</i>															
<i>Coregonus spec.</i>															
<i>Cottus gobio</i>															
<i>Gasterosteus gumnurus</i>															
<i>Leuciscus leuciscus</i>															
<i>Lota lota</i>															
<i>Oncorhynchus mykiss</i>															
<i>Perca fluviatilis</i>															
<i>Phoxinus phoxinus</i>															
<i>Salmo trutta (truite fario)*</i>															
<i>Salmo trutta (truite lacustre)*</i>															
<i>Squalius cephalus</i>															
<i>Telestes souffia</i>															
<i>Thymallus thymallus</i>															
<b>Espèces de poissons par site</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>10</b>				

Le blageon (60 %) est la seule espèce surdominante dans les captures. Arrive ensuite le chabot (14,7 %). On trouve comme espèces sous-dominantes la truite fario et la truite lacustre (8,8 % ensemble), la truite arc-en-ciel, espèce considérée exotique, (8,6 %) et le chevesne (4,2 %). L'ombre commun est classée espèce peu fréquente (1,1 %). Les abondances relatives de toutes les autres espèces annexes détectées vont de très peu fréquentes à sporadiques (< 1 %).

Des preuves de reproduction (poissons 0+) existent pour 8 espèces : sur le total des pêches, les pourcentages de juvéniles les plus élevés sont relevés chez le blageon (34,4 %), le chabot (2,0 %), le chevesne (1,5 %), le vairon (0,7 %), et la truite arc-en-ciel (0,6 %). Des juvéniles de truites fario et lacustres ont certes été capturés (1,9 % de poissons 0+) mais ils peuvent également provenir pour une grande part d'alevinages. Le frai d'ombres communs n'est plus identifié que dans les canaux intérieurs, à parti desquels les juvéniles peuvent ensuite dériver vers le fleuve.



**Figure B1.1** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin alpin.

## B1.2 Haut Rhin

Au total, 9 452 individus répartis sur 29 espèces ont été capturés dans les quatre sites de prélèvement CIPR du haut Rhin (figure B1.2).

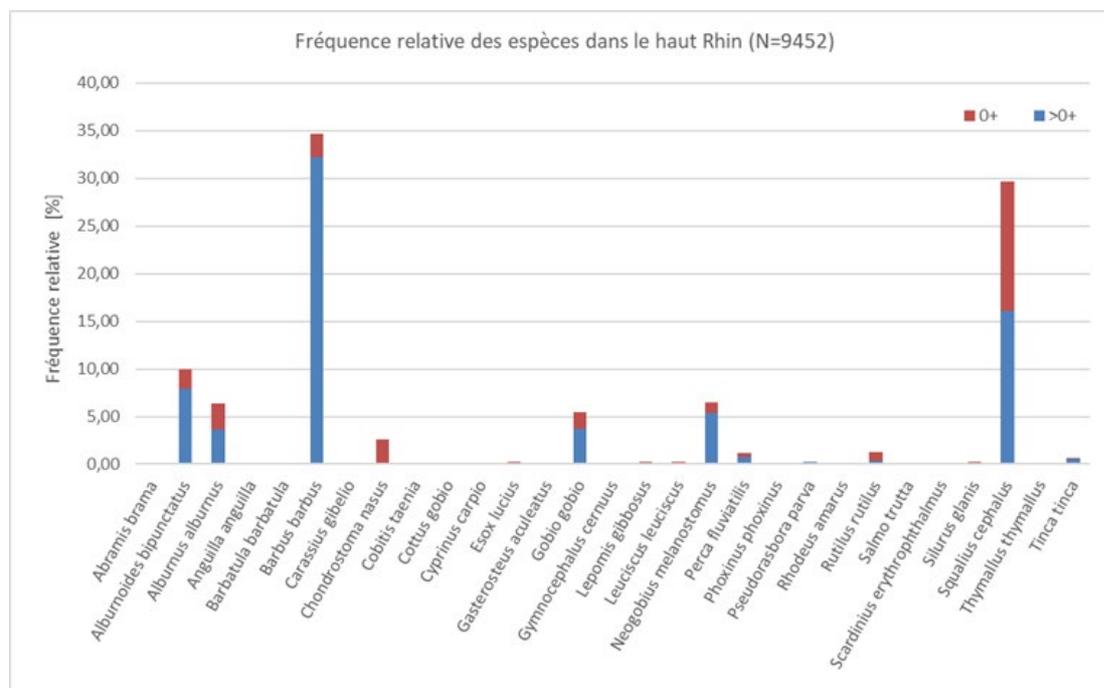
**Tableau B1.2** : Liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du haut Rhin (espèces exotiques en rouge). \* Les exemplaires plusieurs fois identifiés dans le haut Rhin et l'Aar comme *C. taenia* ont été corrigés après réidentification comme l'espèce exotique *C. bilineata* à partir de photographies.

Espèce / site de prélèvement	Hohentengen	Kadelburg	en amont de Rheinfelden	en aval de Rheinfelden	en amont de Bad Säckingen
<i>Abramis brama</i>					
<i>Alburnoides bipunctatus</i>					
<i>Alburnus alburnus</i>					
<i>Barbatula barbatula</i>					
<i>Barbus barbus</i>					
<i>Carassius gibelio</i>					
<i>Chondrostoma nasus</i>					
<i>Cobitis bilineata*</i>					
<i>Cottus gobio</i>					
<i>Cyprinus carpio</i>					
<i>Esox lucius</i>					
<i>Gasterosteus gumnurus</i>					
<i>Gobio gobio</i>					
<i>Gymnocephalus cernuus</i>					
<i>Lepomis gibbosus</i>					
<i>Leuciscus leuciscus</i>					
<i>Neogobius melanostomus</i>					
<i>Perca fluviatilis</i>					
<i>Phoxinus phoxinus</i>					
<i>Pseudorasbora parva</i>					
<i>Rhodeus amarus</i>					
<i>Rutilus rutilus</i>					
<i>Salmo trutta</i>					
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>					
<i>Silurus glanis</i>					
<i>Squalius cephalus</i>					
<i>Thymallus thymallus</i>					
<i>Tinca tinca</i>					
<b>Espèces par site de prélèvement</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>22</b>

Dans les captures, le barbeau (34,6 %) et le chevesne (29,7 %) sont les espèces dominantes. Suivent comme espèces sous-dominantes le spirin (10,0 %), le gobie à taches noires (6,5 %), l'ablette (6,5 %), le goujon (5,4 %), le hotu (2,6 %), le gardon (1,3 %) et la perche fluviatile (1,1 %). Les abondances relatives des autres espèces annexes détectées vont de très peu fréquentes à sporadiques (< 1 %).

La capture de juvéniles 0+ permet de démontrer la reproduction de 17 espèces dans le haut Rhin. Sur le total des pêches, les pourcentages de juvéniles les plus élevés sont observés pour le chevesne (13,6 %), l'ablette (2,7 %), le barbeau (2,4 %), le hotu (2,4 %), le spirin (2,1 %), le goujon (1,7 %) et le gobie à taches noires (1,1 %).

Les données obtenues dans le cadre du monitoring de poissons juvéniles réalisé par l'OFEV en 2017/2018 font apparaître des fréquences relatives s'écartant de ces pourcentages (analyses spéciales, voir chap. B2.2). Sur les 136 000 individus détectés au total, de nombreuses espèces présentent des densités élevées. Seul le chevesne est classé surdominant avec un total de 91 000 individus (66,9 %).



**Figure B1.2** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du haut Rhin.

### B1.3 Rhin supérieur

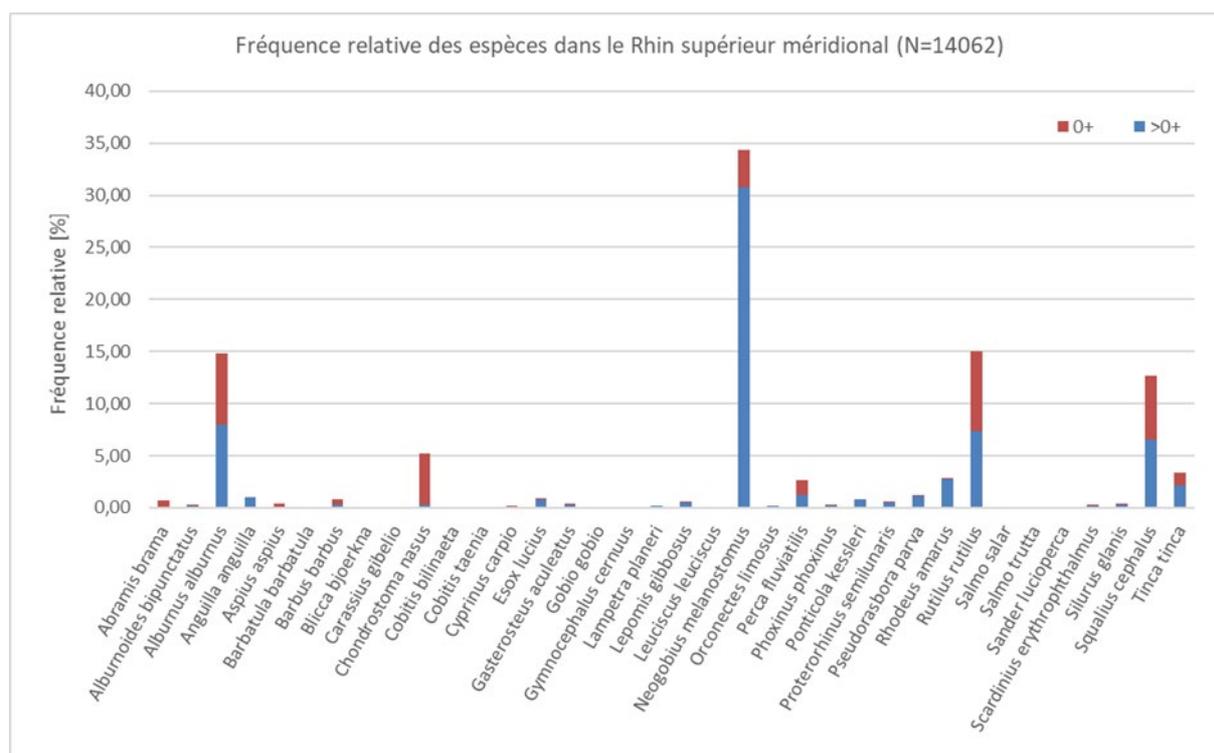
Des échantillons ont été prélevés sur 26 sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur. Pour l'évaluation, le Rhin supérieur est subdivisé en deux tronçons : le Rhin supérieur méridional canalisé et le Rhin supérieur septentrional à écoulement libre.

#### Rhin supérieur méridional

14 062 individus et 36 espèces sont détectés dans 10 sites de prélèvement du Rhin supérieur méridional, qui englobe les masses d'eau 1 à 3 (tableau B1.3).

**Tableau B1.3 :** Liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur méridional (espèces exotiques en rouge). \**C. taenia* sous réserve de contrôle taxonomique ultérieur (cf. remarque au tableau B1.2).

Tronçon du Rhin	Rhin supérieur 1			Rhin supérieur 2				Rhin supérieur 3		
	Griesheim	Kembs	Steinstadt	Jechtingen	Ottenheim	Rhinau	en aval du canal Léopold	Gambsheim	Greffen	en amont de Gambsheim
<i>Abramis brama</i>										
<i>Alburnoides bipunctatus</i>										
<i>Alburnus alburnus</i>										
<i>Anguilla anguilla</i>										
<i>Aspius aspius</i>										
<i>Barbatula barbatula</i>										
<i>Barbus barbus</i>										
<i>Blicca bjoerkna</i>										
<i>Carassius gibelio</i>										
<i>Chondrostoma nasus</i>										
<i>Cobitis bilineata</i>										
<i>Cobitis taenia</i> *										
<i>Cyprinidae indet.</i>										
<i>Cyprinus carpio</i>										
<i>Dicentrarchus labrax</i>										
<i>Esox lucius</i>										
<i>Gasterosteus gummurus</i>										
<i>Gobio gobio</i>										
<i>Gymnocephalus cernuus</i>										
<i>Lampetra planeri</i>										
<i>Lepomis gibbosus</i>										
<i>Leuciscus leuciscus</i>										
<i>Neogobius melanostomus</i>										
<i>Perca fluviatilis</i>										
<i>Phoxinus phoxinus</i>										
<i>Ponticola kessleri</i>										
<i>Proterorhinus semilunaris</i>										
<i>Pseudorasbora parva</i>										
<i>Rhodeus amarus</i>										
<i>Rutilus rutilus</i>										
<i>Salmo salar</i>										
<i>Salmo trutta</i>										
<i>Sander lucioperca</i>										
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>										
<i>Silurus glanis</i>										
<i>Squalius cephalus</i>										
<i>Tinca tinca</i>										
<b>Espèces / site de prélèvement</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>19</b>



**Figure B1.3** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur méridional.

Dans ce tronçon analysé, l'espèce de poissons de loin la plus fréquente est le gobie à taches noires, avec un pourcentage surdominant de 34,4 %. Le gobie de Kessler, qui était encore l'espèce arrivant en deuxième place en termes de fréquence dans les prélèvements de 2012/2013, ne représente plus que 0,8 % dans les actuelles captures. Dans l'ordre de fréquence, le gardon est actuellement la seconde espèce (15,1 %), suivi de près par l'ablette (14,9 %) et le chevesne (12,7 %). La fréquence relative des espèces sous-dominantes se répartit comme suit : hotu (5,32 %), tanche (3,3 %), bouvière (2,8 %), perche fluviatile (2,6 %), goujon asiatique (1,1 %). Les autres espèces n'atteignent que des pourcentages de l'ordre de ceux d'espèces annexes très peu fréquentes ou sporadiques (figure B1.3).

Des individus 0+ sont détectés pour 25 espèces, ce qui prouve des activités de reproduction durant l'année d'analyse. Les espèces affichant le plus grand nombre de juvéniles sont le gardon (7,7 %), l'ablette (6,8 %), le chevesne (6,1 %), le hotu (4,9 %), le gobie à taches noires (3,6 %), la perche fluviatile (1,4 %) et la tanche (1,2 %). Les pourcentages de juvéniles des espèces restantes sont inférieurs à 1 %.

On soulignera la capture d'un exemplaire de la loche italienne (*Cobitis bilineata*) à hauteur de Kembs et qu'on ne trouve sinon dans les sites de prélèvement que dans le haut Rhin (voir chap. B2.2).

### Rhin supérieur septentrional

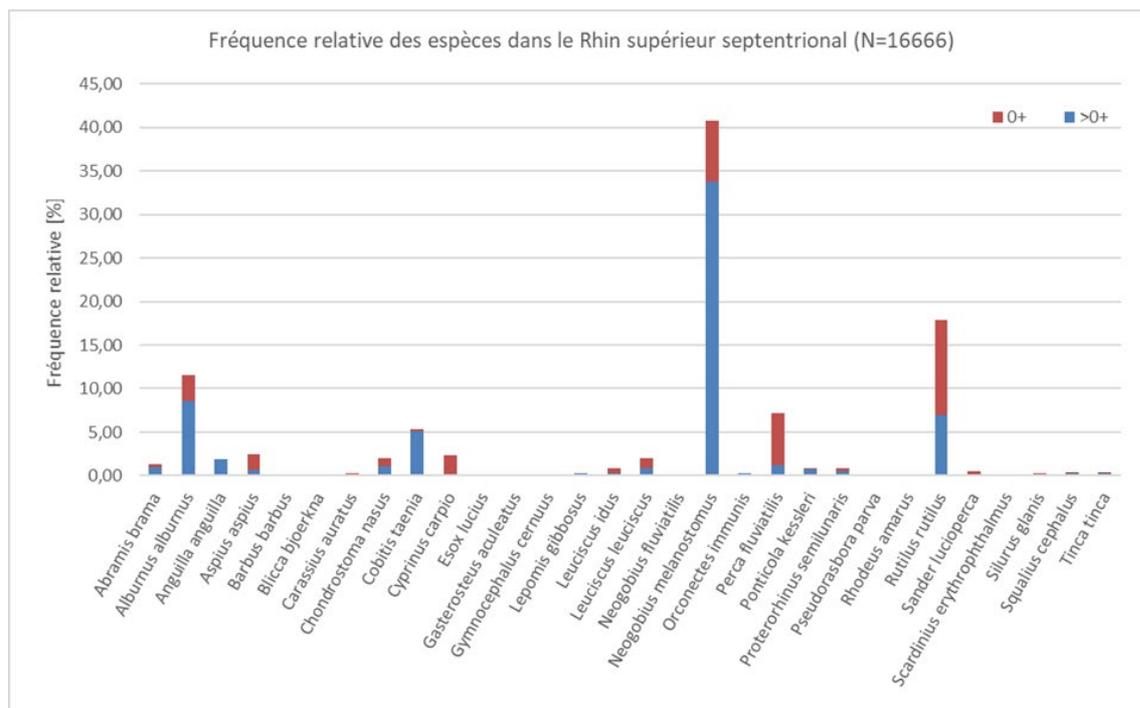
16 666 individus et 29 espèces sont détectés dans 16 (+4) sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur septentrional, qui englobe les masses d'eau 4 à 7 (tableau B1.4).

**Tableau B1.4** : Liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur septentrional (espèces exotiques en rouge). \**C. taenia* sous réserve de contrôle taxonomique ultérieur (cf. remarque au tableau B1.2).

Tronçon du Rhin	OR4	Rhin supérieur 5					Rhin supérieur 6		Rhin supérieur 7									
		en amont du débouché de la Murg	Lauterbourg-Karlsruhe	Neuburgweiler	Linkenheim	Ketsch	Mannheim-Sandhofen	ancien bras de Nordheim	Astheim, rive droite	Kasteller-Arm	Eltville	Mariannaue	Oestrich-Winkel	Rüdesheim	Nordheim près de Worms (11300)	Erfelden (10008)	Erfelden (12464)	Ginsheim-Gustavsburg (10578)
<i>Abramis brama</i>																		
<i>Alburnus alburnus</i>																		
<i>Anguilla anguilla</i>																		
<i>Aspius aspius</i>																		
<i>Barbus barbus</i>																		
<i>Blicca bjoerkna</i>																		
<i>Carassius auratus</i>																		
<i>Chondrostoma nasus</i>																		
<i>Cobitis taenia</i> *																		
<i>Cyprinus carpio</i>																		
<i>Esox lucius</i>																		
<i>Gasterosteus gummurus</i>																		
<i>Gymnocephalus cernuus</i>																		
<i>Lepomis gibbosus</i>																		
<i>Leuciscus idus</i>																		
<i>Leuciscus leuciscus</i>																		
<i>Neogobio fluviatilis</i>																		
<i>Neogobius melanostomus</i>																		
<i>Perca fluviatilis</i>																		
<i>Ponticola kessleri</i>																		
<i>Proterorhinus semilunaris</i>																		
<i>Pseudorasbora parva</i>																		
<i>Rhodeus amarus</i>																		
<i>Rutilus rutilus</i>																		
<i>Sander lucioperca</i>																		
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>																		
<i>Silurus glanis</i>																		
<i>Squalius cephalus</i>																		
<i>Tinca tinca</i>																		
<b>Espèces / site de prélèvement</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	

Pour la plupart, les poissons capturés sont de loin des gobies à taches noires (40,8 %). Cette espèce est donc surdominante. Suivent le gardon avec une abondance dominante (18,0 %) et l'ablette (11,6 %) puis, comme espèces sous-dominantes, la perche fluviatile (7,2 %) et la loche de rivière (5,4 %). On compte parmi les espèces peu fréquentes l'aspe (2,5 %), la carpe (2,3 %), le hotu (2,0 %), la vandoise (2,0 %) et l'anguille (1,9 %). Les pourcentages des autres espèces sont inférieurs à 1 % et se situent dans l'ordre de ceux d'espèces annexes très peu fréquentes ou sporadiques.

Des individus 0+ sont détectés pour 25 espèces. Les pourcentages de juvéniles les plus élevés dans le total des captures sont observés pour le gardon (10,9 %), le gobie à taches noires (6,9 %) et la perche fluviatile (5,9 %). Les pourcentages de juvéniles des autres espèces sont inférieurs à 3 % (tableau B1.4).



**Figure B1.4** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur septentrional.

## B1.4 Rhin moyen

36 861 individus répartis sur 35 espèces ont été capturés au total dans les sept sites de prélèvement CIPR du Rhin moyen (figure B1.5).

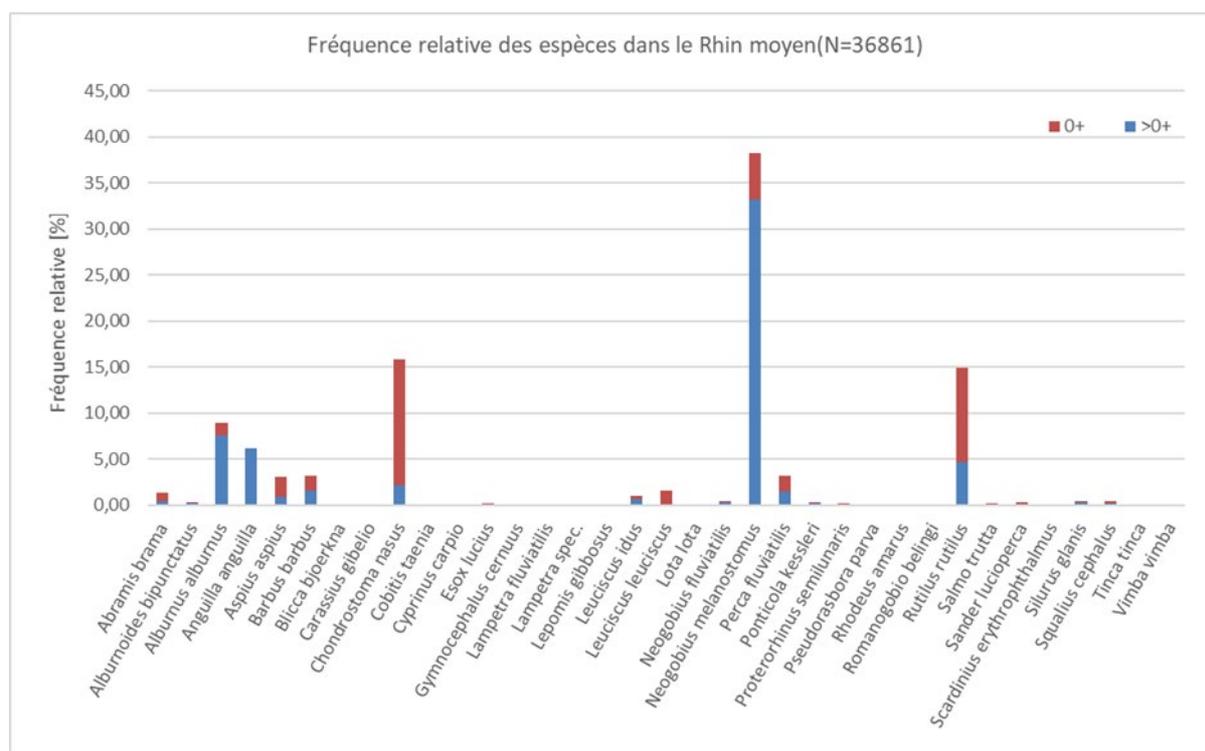
**Tableau B1.5** : Liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin moyen (espèces exotiques en rouge). \**C. taenia* sous réserve de contrôle taxonomique ultérieur (cf. remarque au tableau B1.2).

RHIN MOYEN Espèce / site de prélèvement	Klemensgrund	Lorcher Werth	Oberwesel-St.Goar	Hammerstein/ Anderna ch	Rhin 6, 7 & 8	Rhin 2n, 4 & 5n	Rhin 1 & 3
<i>Abramis brama</i>							
<i>Alburnoides bipunctatus</i>							
<i>Alburnus alburnus</i>							
<i>Anguilla anguilla</i>							
<i>Aspius aspius</i>							
<i>Barbus barbus</i>							
<i>Blicca bjoerkna</i>							
<i>Carassius gibelio</i>							
<i>Chondrostoma nasus</i>							
<i>Cobitis taenia</i> *							
<i>Cyprinidae indet.</i>							
<i>Cyprinus carpio</i>							
<i>Dicentrarchus labrax</i>							
<i>Esox lucius</i>							
<i>Gymnocephalus cernuus</i>							
<i>Lampetra fluviatilis</i>							
<i>Lampetra planeri</i>							
<i>Lepomis gibbosus</i>							
<i>Leuciscus idus</i>							
<i>Leuciscus leuciscus</i>							
<i>Lota lota</i>							
<i>Neogobio fluviatilis</i>							
<i>Neogobius melanostomus</i>							

<i>Perca fluviatilis</i>							
<i>Ponticola kessleri</i>							
<i>Proterorhinus semilunaris</i>							
<i>Pseudorasbora parva</i>							
<i>Rhodeus amarus</i>							
<i>Romanogobio belingi</i>							
<i>Rutilus rutilus</i>							
<i>Salmo trutta</i>							
<i>Sander lucioperca</i>							
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>							
<i>Silurus glanis</i>							
<i>Squalius cephalus</i>							
<i>Tinca tinca</i>							
<i>Vimba vimba</i>							
<b>Espèces par site de prélèvement</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>13</b>

Les gobies à taches noires (38,3 %) sont là aussi nettement surdominants dans les captures. Suivent, avec une abondance dominante, le hotu (15,8 %) et le gardon (15,0 %), puis les espèces sous-dominantes ablette (8,9 %), anguille (6,2 %), perche fluviatile (3,2 %) et barbeau (3,2 %). Toutes les autres espèces n'atteignent que des abondances relatives de l'ordre de celles d'espèces annexes.

La détection d'individus 0+ a permis de démontrer que 26 espèces se sont reproduites. Les pourcentages de juvéniles les plus élevés dans le total des captures sont observés pour le hotu (13,6 %), le gardon (10,22 %), le gobie à taches noires (5,1 %), l'aspe (2,1 %), la perche fluviatile (1,8 %), le barbeau (1,6 %), la vandoise (1,6 %) et l'ablette (1,4 %). Les pourcentages de juvéniles des autres espèces sont inférieurs à 1 % (figure B1.5).



**Figure B1.5** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin moyen.

## B1.5 Rhin inférieur

5 011 exemplaires et 22 espèces ont été détectés au total dans 32 sites de prélèvement CIPR du Rhin inférieur (tableau B1.6).

**Tableau B1.6** : Liste des espèces de poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin inférieur 1 à 4 (espèces exotiques en rouge) : masses d'eau définies au titre de la DCE.

Tronçon du Rhin	Rhin inférieur 1								Rhin inférieur 2								Rhin inférieur 3				Rhin inférieur 4													
	Bonn-Mehlern, rive gauche	Bonn-Ramersdorf, rive droite	en amont du débouché de la Sieg,	Niederkassel-Rheidt, rive droite	Cologne-Langel, rive droite	Cologne-Zündorf, rive droite	Cologne-Westhoven, rive droite	Cologne-Stammheim, rive droite	Cologne-Deutz, rive droite	Leverkusen-Wiesdorf, rive droite	en aval du débouché de la Wupper,	Monheim-Oedstein, rive droite	Monheim-Baumberg, rive droite	Düsseldorf-Bennath, rive droite	Düsseldorf-Himmelsgeist, rive droite	Düsseldorf-Volmerswerth, rive	Düsseldorf-Oberkassel, rive droite	Düsseldorf-Lohnhausen, rive droite	Düsseldorf-Kaiserwerth, rive droite	Duisbourg-Ehingen, rive droite	en aval du débouché de la Ruhr,	Duisbourg-Bruckhausen, rive droite	Duisbourg-Alt Walsum, rive droite	Voerde-Mehrhum, (Lange Ward), rive	en amont du débouché de la Lippe,	Wesel-Bislich, rive droite	Rees-Lohnwardt, rive droite	Rees, rive droite	Kalkar-Hönnepel	Rees-Grietherort, rive droite	Emmerich, rive droite	Clèves-Keken, rive gauche		
<i>Abramis brama</i>																																		
<i>Alburnus alburnus</i>																																		
<i>Anguilla anguilla</i>																																		
<i>Aspius aspius</i>																																		
<i>Barbus barbus</i>																																		
<i>Chondrostoma nasus</i>																																		
<i>Cyprinidae indet.</i>																																		
<i>Cyprinus carpio</i>																																		
<i>Leuciscus idus</i>																																		
<i>Leuciscus leuciscus</i>																																		
<i>Lota lota</i>																																		
<i>Neogobius melanostomus</i>																																		
<i>Perca fluviatilis</i>																																		
<i>Platichthys flesus</i>																																		
<i>Ponticola kessleri</i>																																		
<i>Proterorhinus semilunaris</i>																																		
<i>Pseudorasbora parva</i>																																		
<i>Rutilus rutilus</i>																																		
<i>Salmo trutta</i>																																		
<i>Sander lucioperca</i>																																		
<i>Scardinius erythrophth.</i>																																		
<i>Silurus glanis</i>																																		
<i>Sprattus sprattus</i>																																		
<i>Squalius cephalus</i>																																		
<i>Vimba vimba</i>																																		
<b>Espèces / site de prélèvement</b>	10	10	12	10	13	12	13	10	8	10	9	11	12	13	11	9	13	9	9	11	12	12	10	9	9	9	10	11	8	11	9			

Le gobie à taches noires est également identifié dans ce tronçon du Rhin comme l'espèce principale, avec un pourcentage de capture de 25,6 %, mais il n'occupe ici que le rang d'espèce dominante. Comptent également parmi les espèces dominantes l'ablette (18,8 %), l'ide mélanote (16,3 %) et le gardon (12,1 %). Suivent la perche fluviatile (7,8 %), le hotu (6,2 %) et l'anguille (4,7 %) avec des fréquences sous-dominantes. Les pourcentages des autres espèces sont inférieurs à 3,2 %. Elles sont donc à classer comme espèces annexes.

La détection d'individus de la cohorte 0+ permet de démontrer que 14 espèces se sont reproduites. Sur le total des captures, les pourcentages de juvéniles les plus élevés sont observés pour l'ide mélanote (10,7 %) et le gardon (10,2 %). On relève par ailleurs la présence des espèces suivantes avec un pourcentage 0+ supérieur à 1 % : perche fluviatile (5,2 %), ablette (3,7 %), aspe (2,4 %), hotu (2,1 %), sandre (1,9 %) et vandoise (1,4 %). Les pourcentages de juvéniles des autres espèces sont plus faibles (figure B1.6).

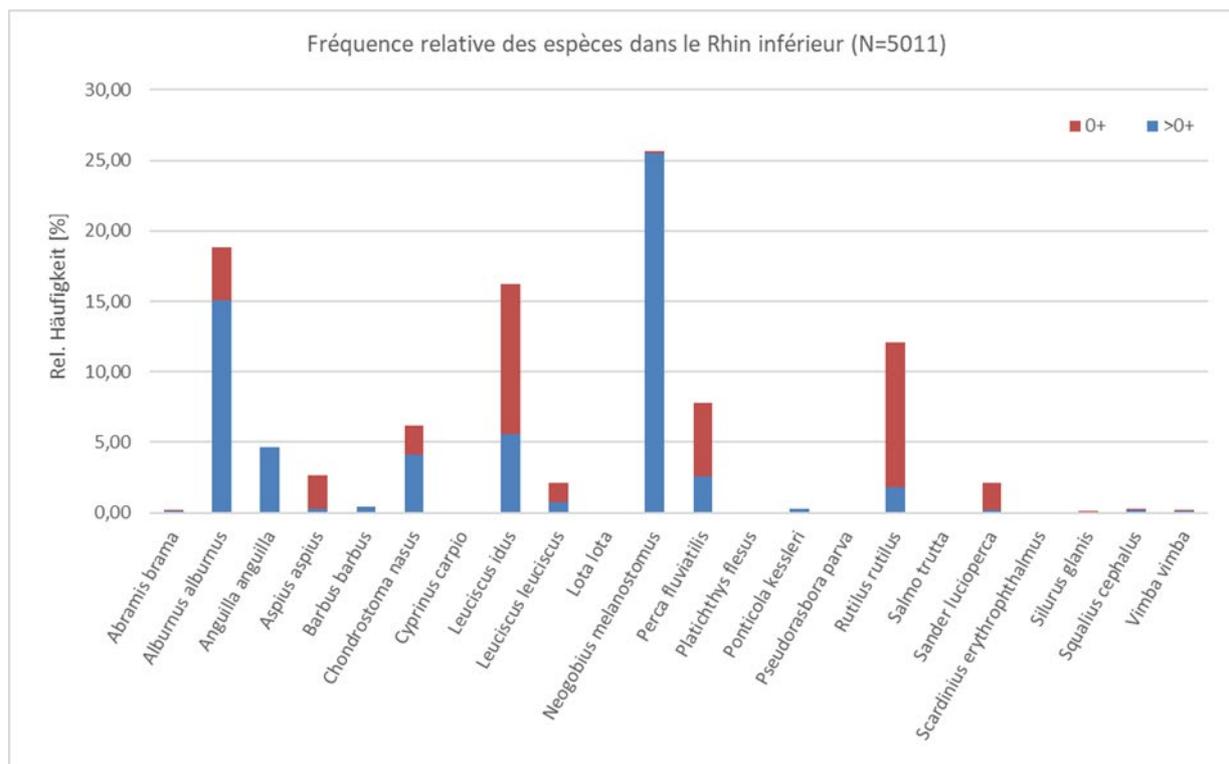


Figure B1.6 : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin inférieur.

## B1.6 Delta du Rhin

Les sites d'analyse du tronçon 'Delta du Rhin' se trouvent dans le Waal, le Lek, et dans d'autres tronçons du Rhin en amont de Rotterdam. Les données sur les pêches englobent en parallèle également les résultats de l'IJssel, de l'IJsselmeer et des zones lacustres périphériques (tableaux B1.7 et B1.8). Le delta du Rhin affiche 434 698 exemplaires répartis sur 41 espèces capturées dans 24 sites de prélèvement CIPR, ce qui représente, comme dans la période correspondante du rapport antérieur (CIPR 2015), le nombre le plus élevé d'individus et d'espèces par rapport aux autres tronçons du Rhin.

Tableau B1.7 : Liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du delta du Rhin, partie 1 (espèces exotiques en rouge).

Espèces / site de prélèvement	OR_NL92_IJsselmeer	OR_NL92_Kettelmeer-Vossemeer	OR_NL92_Markermeer	OR_NL92_Randmeren_Oost	OR_NL92_Randmeren_Zuid	OR_NL92_Zwartemeer	OR_NL93_7_Nederrijn/Lek	OR_NL93_8_Bovenrijn/Waal	OR_NL93_IJssel	OR_NL94_2_Dordtse Biesbosch	OR_NL94_4_Oude Maas	OR_NL94_7_Hollandse IJssel	OW_NL92_IJsselmeer	OW_NL92_Kettelmeer_Vossemeer	OW_NL92_Markermeer
<i>Abramis brama</i>															
<i>Alburnus alburnus</i>															
<i>Anguilla anguilla</i>															
<i>Aspius aspius</i>															
<i>Ballerus sapa</i>															
<i>Barbus barbus</i>															
<i>Blicca bjoerkna</i>															
<i>Carassius auratus</i>															
<i>Chondrostoma nasus</i>															
<i>Clupea harengus</i>															
<i>Cobitis taenia</i>															
<i>Coregonus oxyrinchus</i>															
<i>Cottus gobio</i>															
<i>Cyprinidae indet.</i>															
<i>Cyprinus carpio</i>															

Espèces / site de prélèvement																
	OR_NL92_IJsselmeer	OR_NL92_Ketelmeer-Vossemeer	OR_NL92_Markermeer	OR_NL92_Randmeren_Oost	OR_NL92_Randmeren_Zuid	OR_NL92_Zwartemeer	OR_NL93_7_Nederrijn/Lek	OR_NL93_8_Bovenrijn/Waal	OR_NL93_IJssel	OR_NL94_2_Dordtse Biesbosch	OR_NL94_4_Oude Maas	OR_NL94_7_Hollandse IJssel	OW_NL92_IJsselmeer	OW_NL92_Ketelmeer_Vossemeer	OW_NL92_Markermeer	
<i>Dicentrarchus labrax</i>																
<i>Esox lucius</i>																
<i>Gasterosteus gummurus</i>																
<i>Gobio gobio</i>																
<i>Gymnocephalus cernuus</i>																
<i>Leucaspius delineatus</i>																
<i>Leuciscus idus</i>																
<i>Liza ramada</i>																
<i>Neogobio fluviatilis</i>																
<i>Neogobius melanostomus</i>																
<i>Osmerus eperlanus</i>																
<i>Perca fluviatilis</i>																
<i>Platichthys flesus</i>																
<i>Ponticola kessleri</i>																
<i>Proterorhinus semilunaris</i>																
<i>Pungitius pungitius</i>																
<i>Rhodeus amarus</i>																
<i>Romanogobio belingi</i>																
<i>Rutilus rutilus</i>																
<i>Sander lucioperca</i>																
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>																
<i>Silurus glanis</i>																
<i>Squalius cephalus</i>																
<i>Tinca tinca</i>																
<b>Espèces par site de prélèvement</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	

**Tableau B1.8 :** liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du delta du Rhin, partie 2 (espèces exotiques en rouge).

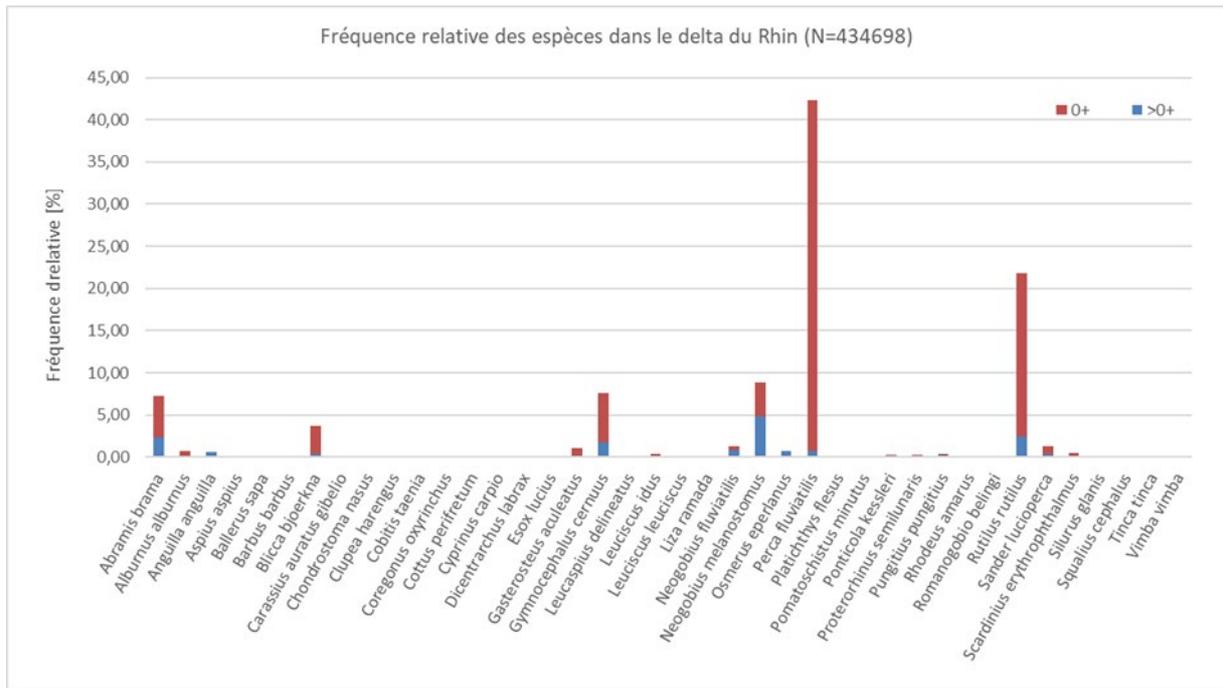
Espèces / site de prélèvement									
	OW_NL92_Randmeren_Oost	OW_NL92_Randmeren_Zuid	OW_NL92_Zwartemeer	OR_NL93_7_Nederrijn/Lek	OR_NL93_8_Bovenrijn/Waal	OR_NL93_IJssel	OR_NL94_2_Dordtse Biesbosch	OR_NL94_4_Oude Maas	OR_NL94_7_Hollandse IJssel
<i>Abramis brama</i>									
<i>Alburnus alburnus</i>									
<i>Anguilla anguilla</i>									
<i>Aspius aspius</i>									
<i>Ballerus sapa</i>									
<i>Barbus barbus</i>									
<i>Blicca bjoerkna</i>									
<i>Carassius auratus</i>									
<i>Chondrostoma nasus</i>									
<i>Clupea harengus</i>									
<i>Cobitis taenia</i>									
<i>Coregonus oxyrinchus</i>									
<i>Cottus gobio</i>									
<i>Cyprinidae indet</i>									
<i>Cyprinus carpio</i>									
<i>Dicentrarchus labrax</i>									
<i>Esox lucius</i>									
<i>Gasterosteus gummurus</i>									
<i>Gymnocephalus cernuus</i>									
<i>Leucaspius delineatus</i>									

Espèces / site de prélèvement	OW_NL92_Randmeren_Oost	OW_NL92_Randmeren_Zuid	OW_NL92_Zwartemeer	OR_NL93_7_Nederrijn/Lek	OR_NL93_8_Bovenrijn/Waal	OR_NL93_IJssel	OR_NL94_2_Dordtse Biesbosch	OR_NL94_4_Oude Maas	OR_NL94_7_Hollandse IJssel
<i>Leuciscus idus</i>									
<i>Leuciscus leuciscus</i>									
<i>Neogobio fluviatilis</i>									
<i>Neogobius melanostomus</i>									
<i>Osmerus eperlanus</i>									
<i>Perca fluviatilis</i>									
<i>Platichthys flesus</i>									
<i>Pomatoschistus microps</i>									
<i>Ponticola kessleri</i>									
<i>Proterorhinus semilunaris</i>									
<i>Pungitius pungitius</i>									
<i>Rhodeus amarus</i>									
<i>Romanogobio belingi</i>									
<i>Rutilus rutilus</i>									
<i>Sander lucioperca</i>									
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>									
<i>Silurus glanis</i>									
<i>Tinca tinca</i>									
<i>Vimba vimba</i>									
<b>Espèces par site de prélèvement</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>13</b>

La perche fluviatile est actuellement l'espèce surdominante dans le delta du Rhin avec une part de 42,3 %. Il convient ici de signaler que cette position dominante vient seulement de la présence d'individus 0+, ce qui est éventuellement uniquement dû à une année de reproduction particulièrement bonne pour cette espèce. Elle est suivie du gardon comme espèce dominante (21,8 %) et du gobie à taches noires (8,8 %), de la grémille (7,6 %), de la brème (7,2 %) et de la brème bordelière (3,7 %) comme espèces sous-dominantes. Les espèces annexes peu fréquentes sont le sandre et le gobie fluviatile (respectivement 1,3 %), de même que l'épinoche (1,1 %). Les autres espèces n'atteignent que de faibles pourcentages correspondant aux ordres de grandeur des espèces annexes très peu fréquentes ou sporadiques.

Par rapport au rapport antérieur, on note en particulier la nette régression des captures de grémilles et la hausse des chiffres de capture de gobies à taches noires. Cependant, cette chute brutale constatée chez la grémille peut venir tout particulièrement du plus grand nombre de sites de prélèvement.

La détection d'individus 0+ permet de démontrer que 28 espèces se sont reproduites. Comme indiqué précédemment, le pourcentage de poissons juvéniles sur le total des pêches est de loin le plus élevé pour la perche fluviatile (41,6 %). En outre, on relève des pourcentages relativement importants de juvéniles de gardons (19,3 %), de grémilles (5,9 %), de brèmes (4,9 %), de gobies à taches noires (4,0 %), de brèmes bordelières (3,3 %) et d'épinoches (1,1 %). Les pourcentages de juvéniles des autres espèces sont inférieurs à 1 % (figure B1.7).



**Figure B1.7 :** fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du delta du Rhin.



**Figure B1.8 :** localisation des masses d'eau dans le delta du Rhin. La carte fait état de tous les sites de prélèvement nationaux dans le cadre du monitoring des poissons réalisé aux Pays-Bas (points noirs). Les données de 24 sites de prélèvement ont été évaluées dans le cadre du présent rapport.

## **B2 Etudes spéciales du monitoring des poissons**

Les analyses spéciales présentées dans ce chapitre complètent les résultats des sites de la CIPR dans le temps comme dans l'espace. Par ailleurs, elles donnent un aperçu des sujets ichtyobiologiques plus spécifiques traités, comme celui de la continuité fluviale pour les poissons au niveau des usines hydroélectriques ou celui des potentialités de reproduction de différentes espèces de poissons.

Le chapitre B2.1 évoque plus en détail les résultats des pêches de l'IRKA déjà mentionnés plus haut (Suisse et Liechtenstein) ainsi que d'autres analyses réalisées sur le Rhin alpin. À l'exemple du Rhin alpin, des résultats sont présentés par ailleurs à partir des programmes de soutien de la truite du lac de Constance et du hotu.

Le chapitre B2.2 traite les programmes spéciaux effectués dans le haut Rhin côté suisse, comme le monitoring des juvéniles de l'OFEV (Office fédéral de l'Environnement en Suisse) et ses résultats, ainsi que les comptages coordonnés réalisés dans les nasses placées au niveau d'usines hydroélectriques sélectionnées. De plus, il expose les mesures de protection de l'ombre commun dans le tronçon du Rhin compris entre la sortie du lac de Constance et le débouché de la Thur.

Le chapitre B2.3 traite le Rhin supérieur méridional et les résultats des comptages effectués sur ce tronçon dans les stations des contrôle de montaison des poissons au droit des usines d'Iffezheim et de Gamsheim.

### **B2.1 Rhin alpin (Autriche, Suisse, Liechtenstein)**

#### **Monitoring des poissons effectué par l'IRKA**

Étant donné que le Rhin alpin ne se trouve sur territoire de l'UE que dans sa partie aval, le monitoring des poissons réalisé par l'IRKA remplace les campagnes de pêche effectuées sur les autres tronçons rhénans dans les sites de prélèvement de la CIPR au titre de la DCE.

Des inventaires ichtyobiologiques sont réalisés tous les six ans dans le Rhin alpin sous l'égide de la Commission intergouvernementale du Rhin alpin (Frangé & Eberstaller 2020). Les méthodes de pêche et les évaluations suivent les prescriptions du règlement autrichien sur la surveillance de l'état des eaux (GZÜV). En outre, à un rythme décalé de trois ans, des campagnes de pêche de l'ichtyocénose des juvéniles ont lieu dans le cadre d'un monitoring dit 'de base' pour déterminer la qualité morphologique des cours d'eau (Rey & Hesselschwerdt 2016).

Les opérations de pêche sont effectuées sur de longues bandes fluviales à l'aide de bateaux. Les analyses effectuées dans les deux cours d'eau à la naissance du Rhin alpin, à savoir le Rhin antérieur et le Rhin postérieur, ont eu lieu dans les mêmes conditions.

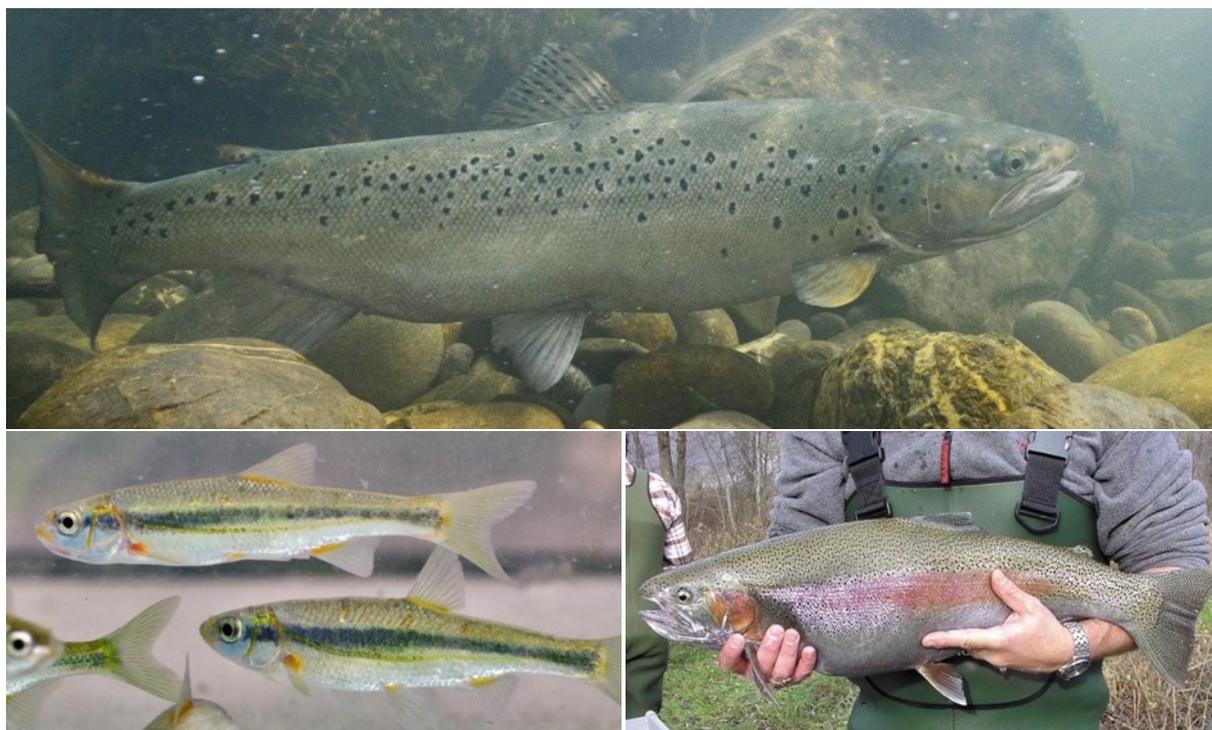
Les résultats du monitoring des poissons ont déjà été présentés au chapitre B1.1.

Les recensements des analyses d'orientation de 2005 et ceux du premier monitoring des poissons de 2013 avaient déjà montré que le Rhin alpin était, de tous les tronçons rhénans, celui accusant les déficits ichtyoécologiques de loin les plus importants. Les raisons en sont la pauvreté morphologique et plus encore les impacts prononcés du régime en éclusées. L'ichtyocénose du Rhin alpin a encore régressé par rapport aux valeurs extrêmement faibles déjà enregistrées en 2013. Avec 1,8 à 6,7 kg/ha, la biomasse du Rhin alpin est très nettement inférieure à celle de fleuves fortement anthropisés comparables (Frangé & Eberstaller 2020).

Sur les 17 espèces de poissons capturées en 2019 (2013 : 19 espèces), qui n'atteignent même pas 3 000 individus au total, seul le blageon, espèce extrêmement rare dans les autres tronçons du Rhin, atteint une densité de peuplement qui indique une bonne reproduction naturelle. Avec un peu moins de 1 800 individus, la part tenue par cette espèce dans le total des pêches est supérieure à 60 % (surdominance). Les raisons de

l'abondance de cette espèce considérée par ailleurs comme très exigeante ne sont pas clarifiées. Les autres espèces phares, truite fario et ombre commun, ne jouent pratiquement plus aucun rôle dans l'ichtyocénose. Le chabot, qui était encore un espèce surdominante jusqu'en 2013, a également nettement régressé.

Les espèces de poissons migrateurs telles que la truite lacustre et le hotu utilisent surtout le Rhin alpin comme corridor migratoire pour rejoindre les canaux annexes alimentés par les eaux souterraines du côté du canton de Saint-Gall comme du côté du Liechtenstein. On y trouve encore une ichthyofaune relativement riche en individus et espèces avec un bon potentiel de reproduction. Voici une trentaine d'années, une souche migratrice riche en individus s'est développée à partir d'une population de truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) issue du Rhin alpin et de ses canaux annexes, et les poissons de cette souche se déplacent entre-temps entre le lac de Constance et l'extrémité amont du Rhin alpin (figure B2.1). Son potentiel de reproduction était très dynamique mais il s'est un peu affaibli depuis 2010 environ.



**Figure B2.1** : en haut : truite lacustre, en bas à gauche : blageon ; en bas à droite : truite arc-en-ciel laitée, dont la migration se déroule entre le lac de Constance et le Rhin alpin. Photos : Hydra.

### Opérations de pêche reliées à des projets concrets

Dans le cadre des mesures actuellement mises en œuvre par la Commission pour la régularisation internationale du Rhin (IRR) pour améliorer la morphologie du canal d'embouchure (Rheinvorstreckung) du Rhin alpin, des contrôles de l'impact ichtyobiologique de ces mesures sont réalisés depuis 2019.

Parallèlement aux campagnes de pêche électrique, des contrôles par nasses sont effectués devant le passage couvert pour capter les poissons remontant à partir du lac. On a ainsi pu démontrer la montaison de quelques truites fario et lacustres, de corégones, d'ablettes, de hotus, de loches franches, de vandoises, de chevesnes, de tanches et de brèmes bordelières (Schmieder, communication personnelle). On a détecté de nouveau en nombre croissant de jeunes ombres communs et loches franches dans le cadre d'opération de pêche réalisées sur les 30 derniers kilomètres du Rhin alpin en 2020 (Rey, communication personnelle).

## B2.2 Haut Rhin (Suisse)

### Analyses biologiques coordonnées sur le haut Rhin - Monitoring des juvéniles

Après ceux des années 2006/2007 et 2011/2012, un monitoring des juvéniles a été effectué à nouveau dans le haut Rhin entre la sortie du lac de Constance et Bâle pour le compte de l'Office fédéral suisse de l'environnement (OFEV) (Hydra 2020, en préparation). Les pêches doivent donner une vue d'ensemble du potentiel de reproduction de différentes espèces de poissons et des lamproies de Planer dans le haut Rhin. Les pêches, dont les résultats sont en relation avec l'hydromorphologie en place, ont été converties en unités de capture (CPUE) par 100 m de tronçon échantillonné par opération de pêche. La présence identifiée de juvéniles 0+ doit donner des indications sur le potentiel de reproduction et sur les habitats de reproduction de différentes espèces.

À l'heure actuelle, seules quelques rares espèces de poissons sont en mesure de constituer des peuplements appropriés sur tout le cours du haut Rhin (tableau B2.2). Ceci est dû à la fragmentation du haut Rhin et aux obstacles anthropiques (11 barrages) ou naturels (chutes du Rhin) qui restreignent la continuité ichtyobiologique (cf. figure A2.2).—De plus, le monitoring des juvéniles ne permet d'identifier que des espèces rivulaires.

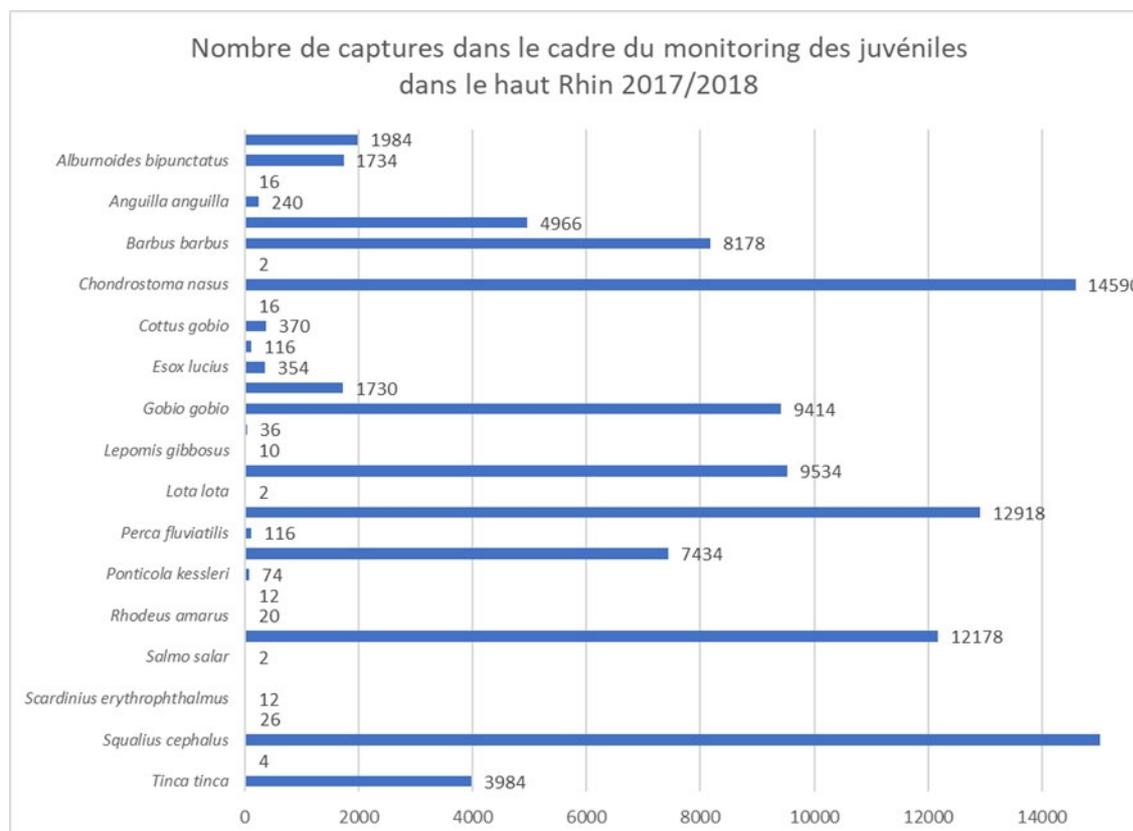
Dans le cadre du monitoring de 2017/2018, plus de 136 000 individus couvrant 30 espèces (et une espèce agnathe) ont été enregistrés. Par rapport à 2011/2012, on note l'absence de jeunes ombres, grémilles, ables de Heckel, aspes et sandres dans les captures par pêche électrique. Le chevesne est la seule espèce de poissons surdominante avec plus de 91 000 individus et une part de 66,9 %. Ne sont sous-dominants que les juvéniles de hotus (5,4 %), de gobies à taches noires (4,8 %), de gardons (4,5 %), de vandoises (3,5 %) et de goujons (3,5 %). Si l'on ne considère que les sites de prélèvement les plus en aval dans l'aire de distribution des gobies à taches noires, cette espèce domine de loin la biocénose des juvéniles avec déjà 81 %. Seul le chevesne est encore une espèce dominante avec 13 % du total. Toutes les autres espèces de poissons n'atteignent plus la barre des 1 %.

**Tableau B2.1** : résultats du monitoring des juvéniles réalisé par l'OFEV dans le cadre des analyses biologiques coordonnées du haut Rhin en 2017/2018. Caractères en rouge : espèces exotiques. Source : Hydra 2020, en préparation. Pourcentages relatifs des différentes espèces par rapport au total des peuplements.

Espèce / site de prélèvement	Hemishofen, rive droite	Rheinau, rive gauche	Ellikon/ rive gauche	Tössegg, rive gauche	Riethelm	Waldshut/Felsenau, rive gauche	Sissein, rive gauche	Schweizerhalle, rive gauche	Bâle, rive droite	Parts relatives (%)
<i>Abramis brama</i>										0,73
<i>Alburnoides bipunctatus</i>										0,64
<i>Alburnus alburnus</i>										0,01
<i>Anguilla anguilla</i>										0,09
<i>Barbatula barbatula</i>										1,82
<i>Barbus barbus</i>										3,0
<i>Carassius gibelio</i>										0,01
<i>Chondrostoma nasus</i>										5,36
<i>Cobitis bilineata</i>										0,01
<i>Cottus gobio</i>										0,14
<i>Cyprinus carpio</i>										0,04
<i>Esox lucius</i>										0,13
<i>Gasterosteus gumnurus</i>										0,64
<i>Gobio gobio</i>										3,46
<i>Lampetra planeri</i>										0,01
<i>Leuciscus leuciscus</i>										3,50
<i>Lota lota</i>										0,01
<i>Neogobius melanostomus</i>										4,75

Espèce / site de prélèvement	Hemishofen, rive droite	Rheinau, rive gauche	Ellikon/ rive gauche	Tössegg, rive gauche	Rietheim	Waldshut/Felsenau, rive gauche	Sissein, rive gauche	Schweizerhalle, rive gauche	Bâle, rive droite	Parts relatives (%)
<i>Perca fluviatilis</i>										0,04
<i>Phoxinus phoxinus</i>										2,73
<i>Ponticola kessleri</i>										0,02
<i>Pseudorasbora parva</i>										0,01
<i>Rhodeus amarus</i>										0,01
<i>Rutilus rutilus</i>										4,47
<i>Salmo salar</i>										0,01
<i>Salmo trutta</i>										0,02
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>										0,01
<i>Silurus glanis</i>										0,01
<i>Squalius cephalus</i>										66,89
<i>Telestes souffia</i>										0,01
<i>Tinca tinca</i>										1,46
<b>Espèces de poissons par site</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	

Par rapport à la dernière campagne de 2011/2012, les résultats montrent des décalages très marquants dans l'ichtyocénose juvénile. Spirlins et loches franches accusent des baisses notables de densité des peuplements juvéniles et de part relatives dans l'ichtyocénose du haut Rhin. Les chiffres en hausse sont ceux des juvéniles de chevesnes, barbeaux, hotus et vandoises, ainsi que ceux de gobies à taches noires, dont uniquement quelques individus avaient atteint le haut Rhin en 2012.



**Figure B2.2** : chiffres de captures des différentes espèces de poissons dans le cadre du monitoring de juvéniles réalisé par l'OFEV en 2017/2018 dans le haut Rhin

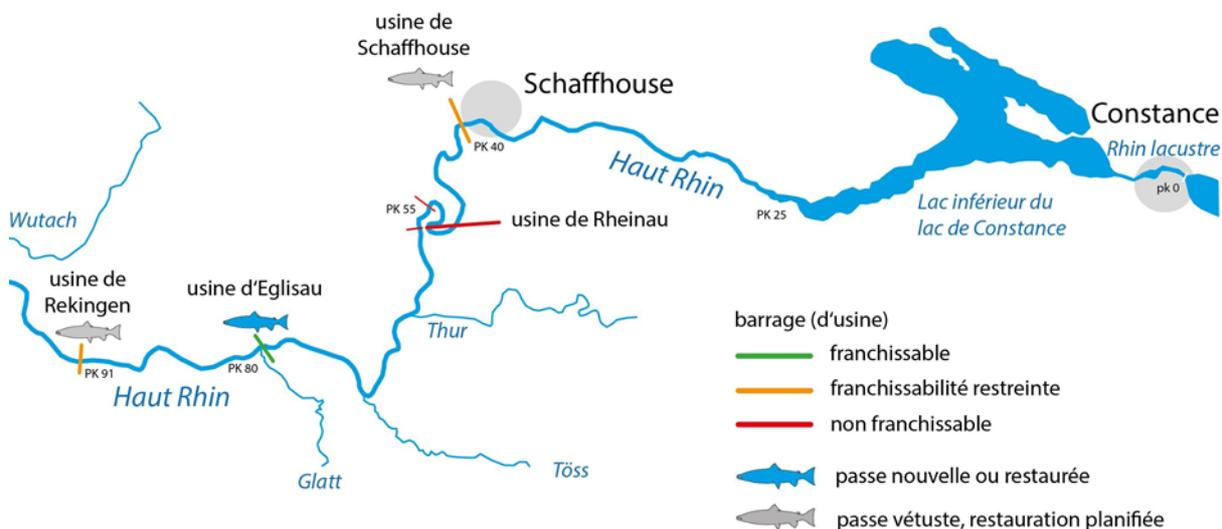


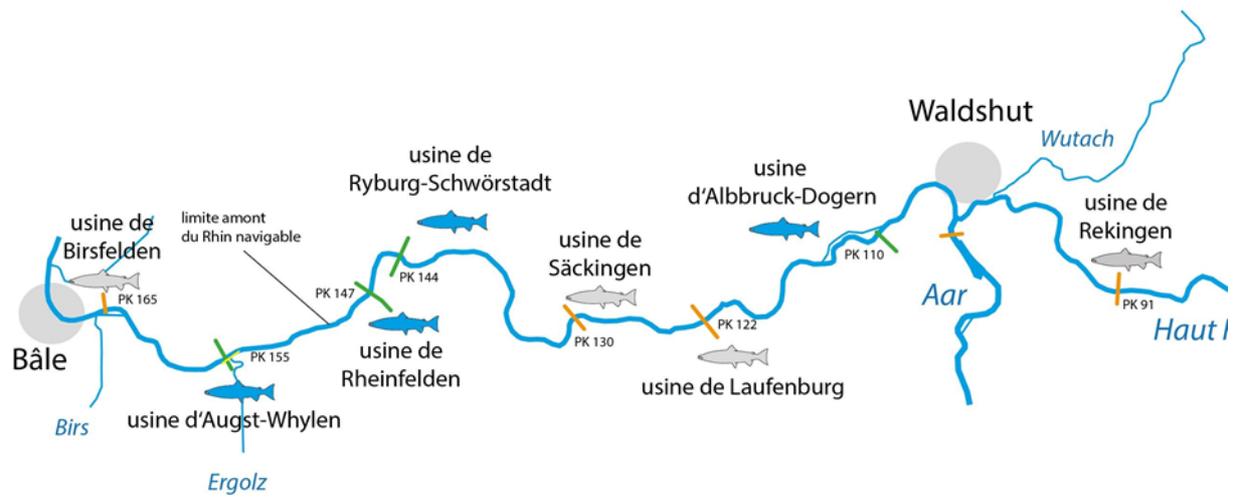
**Figure B2.3** : observations effectuées dans le cadre du monitoring des juvéniles intégré dans les analyses biologiques coordonnées du haut Rhin en 2017/2018. À gauche : densités élevées de poissons juvéniles dans le tronçon à écoulement libre près d'Ellikon ; à droite : un gobie de Kessler avalant un gobie à taches noires. Photos : Hydra.

### Comptages coordonnés des montaisons de poissons 2016-2017

La législation suisse amendée sur la protection des eaux exige entre autres de rétablir la libre migration vers l'amont et vers l'aval des poissons au droit des usines hydroélectriques d'ici 2030 au plus tard. Des comptages coordonnés de poissons sont effectués depuis les années 1980 tous les 10 ans. Plusieurs usines hydroélectriques installées sur le haut Rhin ont construit ces dernières années de nouveaux ouvrages de franchissement (Albruck-Dogern, Ryburg-Schwörstadt, Rheinfelden) ou ont amélioré les installations en place (Augst-Wyhlen) et le bon fonctionnement de ces systèmes et des dispositifs de comptage a été analysé dans le cadre de suivis et des plans stratégiques cantonaux de rétablissement de la libre-circulation des poissons (figure B2.4). Le dernier comptage coordonné de poissons a eu lieu de 2016 à 2017. Il a été réalisé à l'aide de nasses et de sas de comptage.

Le nombre de poissons en cours de montaison donne une indication de l'ordre de grandeur des poissons pouvant franchir les usines hydroélectriques. Comme les chiffres de montaison accusent souvent de fortes variations saisonnières, il est nécessaire de les compter sur une longue période d'au moins un an et d'en tirer une moyenne journalière (N/jour). Cette remarque vaut tout particulièrement pour les grands tronçons fluviaux comme celui du haut Rhin avec ses nombreuses espèces migrant vers l'amont à différentes périodes de l'année.





**Figure B2.4 :** barrages et fonctionnalité des ouvrages de franchissement à la montaison dans le haut Rhin. En haut : du lac de Constance au débouché de la Wutach ; en bas : de l'usine de Rekingen jusqu'à Bâle. Tous les ouvrages de franchissement doivent être réhabilités à la dévalaison.

**Tableau B2.2** : comptages coordonnés réalisés dans le cadre des contrôles de remontée des poissons dans le haut Rhin en 2016/2017. Données : Guthruf et al. 2020. Pour la localisation des barrages, voir figure B2.4. Caractères en rouge : espèces exotiques.

Espèce / barrage	Schaffhouse	Rekingen	Albbruck-Dogern	Laufenburg	Bad Säckingen	Ryburg-Schwörstadt	Rheinfelden	August-Wyhlen	Birsfelden
<i>Abramis brama</i>									
<i>Alburnoides bipunctatus</i>									
<i>Alburnus alburnus</i>									
<i>Anquilla anquilla</i>									
<i>Aspius aspius</i>									
<i>Barbatula barbatula</i>									
<i>Barbus barbus</i>									
<i>Blicca bjoerkna</i>									
<i>Carassius carassius</i>									
<i>Carassius gibelio</i>									
<i>Chondrostoma nasus</i>									
<i>Cobitis bilineata</i>									
<i>Coregonus spec.</i>									
<i>Cottus gobio</i>									
<i>Cyprinus carpio</i>									
<i>Esox lucius</i>									
<i>Gasterosteus gumnurus</i>									
<i>Gobio gobio</i>									
<i>Gymnocephalus cernuus</i>									
<i>Lampetra planeri</i>									
<i>Lepomis gibbosus</i>									
<i>Leucaspis delineatus</i>									
<i>Leuciscus idus</i>									
<i>Leuciscus leuciscus</i>									
<i>Neogobius melanostomus</i>									
<i>Oncorhynchus mykiss</i>									
<i>Perca fluviatilis</i>									
<i>Phoxinus phoxinus</i>									
<i>Ponticola kessleri</i>									
<i>Pseudorasbora parva</i>									
<i>Rhodeus amarus</i>									
<i>Rutilus rutilus</i>									
<i>Salmo salar</i>									
<i>Salmo trutta</i>									
<i>Salvelinus fontinalis</i>									
<i>Sander lucioperca</i>									
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>									
<i>Scardinius hesperidicus</i>									
<i>Silurus glanis</i>									
<i>Squalius cephalus</i>									
<i>Telestes souffia</i>									
<i>Thymallus thymallus</i>									
<i>Tinca tinca</i>									
<b>Espèces de poissons par barrage</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>23</b>	<b>22</b>

### Transpondeurs passifs (PIT-Tagging) dans le haut Rhin

Les résultats des comptages coordonnés de poissons réalisés dans le haut Rhin depuis 1980 débouchent sur des évaluations principalement médiocres des différents dispositifs d'aide à la montaison. Les raisons en sont indéterminées, car il est impossible de faire la distinction entre les déficits dus à une mauvaise réparabilité et ceux dus à une mauvaise franchissabilité des ouvrages de franchissement. Un monitoring conventionnel ne permet pas non plus jusqu'à présent de représenter les migrations sur de grandes distances et passant par plusieurs barrages.

À la suite d'un avant-projet mené avec succès en 2016, l'OFEV a mandaté en 2017 une étude de grande ampleur. Dans le cadre de cette étude, environ 20 000 poissons ont été marqués à l'aide de transpondeurs pour animaux (PIT-Tags), afin de capter leurs déplacements d'avril 2017 à décembre 2019 au moyen de 48 antenne HDX au total installées dans les 8 dispositifs de franchissement des barrages d'Augst-Wyhlen, Rheinfelden, Ryburg-Schwörstadt et Säckingen sur le haut Rhin (Schwewers & Adam 2020).

Seuls 257 des poissons relâchés dans le bief aval du barrage d'Augst-Wyhlen (sans gobies), c'est-à-dire 4,8 % du total, ont franchi les quatre barrages analysés et atteint le bief amont du barrage de Säckingen. On ne peut donc en aucun cas parler à l'heure actuelle d'une continuité totale du haut Rhin dans cette zone (Schwewers & Adam 2020).

Pour évaluer comparativement la fonctionnalité des dispositifs d'aide à la montaison testés, on a déterminé la meilleure valeur de chacun des paramètres analysés (taux de repérabilité, temps de repérabilité, taux de passage, temps de passage, vitesse de passage et efficacité) ainsi que les écarts (en %) par rapport à cette valeur pour chacun des ouvrages. Après calcul des moyennes, on obtient un rang de fonctionnalité (Schwewers & Adam 2020). Seuls les dispositifs de montaison des usines de Ryburg-Schwörstadt, de Rheinfelden et de Whylen obtiennent de bonnes notes pour tous les paramètres.

Au regard de ces évaluations, les données des comptages coordonnés de poissons (Guthruf et al. 2020) doivent éventuellement être réinterprétées.

## **B2.3 Rhin supérieur méridional**

### **Comptages de poissons par vidéo dans les barrages de Gamsheim et d'Iffezheim**

Les passes à poissons d'Iffezheim et Gamsheim (Rhin supérieur) sont toutes deux placées côté usine et ont pour fonction d'améliorer la migration des poissons vers l'amont. Iffezheim est opérationnelle depuis juin 2000 ; Gamsheim est entrée en service en 2006.

Les passes à bassins sont plus ou moins sélectives pour divers poissons de petite taille, de nombreux juvéniles et les espèces stagnophiles. Mais pour le hotu également, espèce rhéophile, la repérabilité de la passe d'Iffezheim semble avoir été problématique, du moins jusqu'en 2015 (Pardela & Blasel 2016). On suppose ici que les chiffres de montaison affichés dépendent de la capacité de bancs importants de poissons à trouver les entrées et de la fréquence des passages.

Le suivi au droit des passes à poissons se fait par enregistrement vidéo continu et en partie par contrôle de nasses. Les poissons enregistrés par vidéo ne peuvent pas tous être identifiés au niveau de l'espèce ; il y a donc double sélectivité : l'une imputable au dispositif de montaison en soi et l'autre due à la méthode de monitoring appliquée. À ceci s'ajoute, du moins dans le cas de l'installation d'Iffezheim, le fait que la méthode d'observation ne soit pas restée constante au fil des ans, mais qu'elle ait été améliorée au cours des 5 dernières années. Il a ainsi été possible d'identifier beaucoup plus aisément des espèces telles que l'ablette, l'ide mélanote et la brème bordelière à partir de 2014 (Pardela & Blasel 2016). Il faut rappeler par ailleurs que toute forme d'observation visuelle est dépendante des conditions de turbidité de l'eau. Cette méthode de monitoring touche surtout à ses limites lorsqu'elle est appliquée pour différencier des classes de taille de poissons juvéniles et recenser les espèces de petits poissons migrant près du fond (p. ex. les gobies à taches noires, les chabots, de même que les petites lamproies marines).

Une cinquième turbine est entrée en service à Iffezheim en 2013. Pendant le chantier de construction et la phase d'adaptation des systèmes de franchissement, la passe à poissons ou l'une ou l'autre de ses trois entrées sont temporairement restées hors service. Le courant d'attrait a également dû être stoppé à intervalles fréquents. À l'aide de poissons marqués par des transpondeurs passifs, des contrôles de fonctionnement des

différentes entrées et de la passe dans son ensemble ont lieu parallèlement depuis 2019 aux comptages de poissons dans les nasses (Hesselschwerdt, J., communication orale).

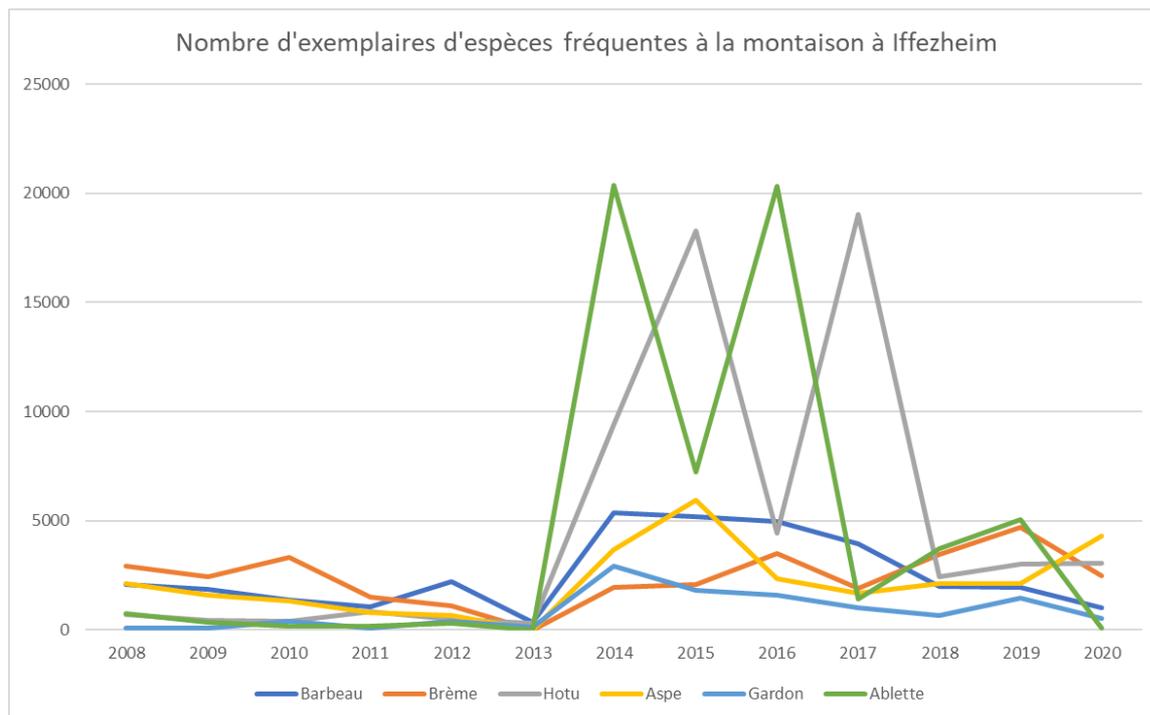
### Iffezheim

À intervalles fréquents, la passe de l'usine d'Iffezheim a été mise hors service pendant la phase de mise en place de la cinquième turbine jusqu'en 2013, pendant différents aménagements de la passe et, en dernier lieu, de fin août à fin novembre 2018. Les chiffres de migration vers l'amont des 10 dernières années ne sont donc pas totalement comparables (tableau B2.3, figures B2.5 et B2.6). Caractères en rouge : espèces exotiques.

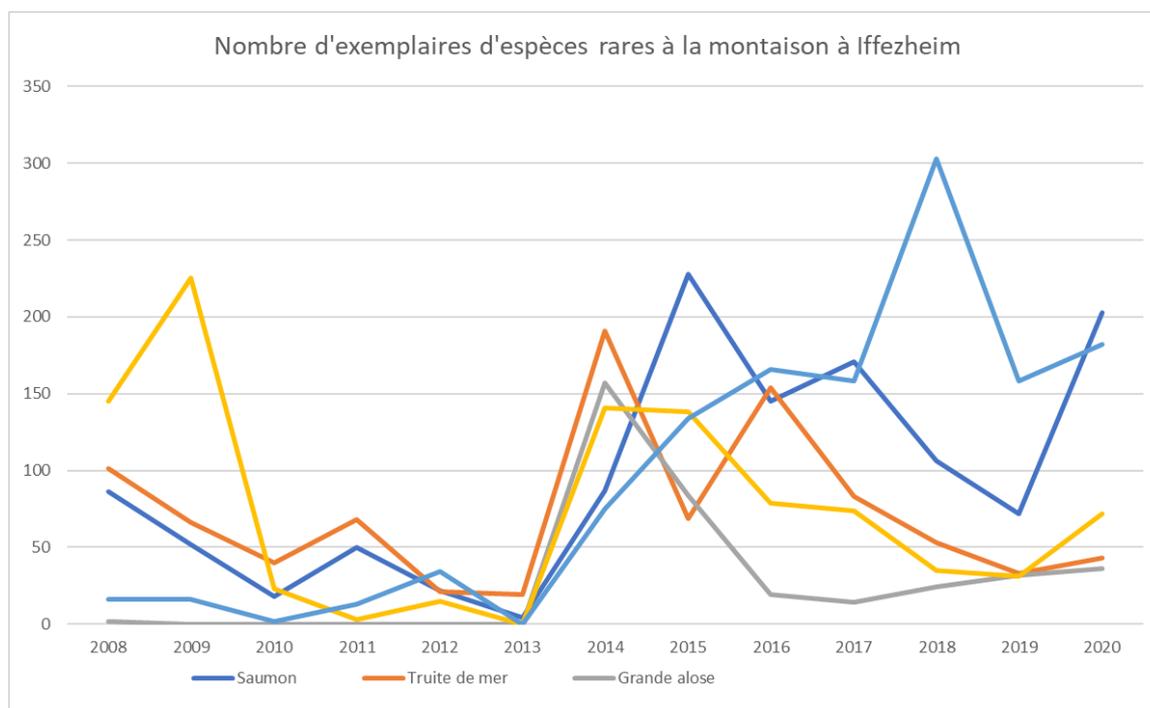
**Tableau B2.3** : comptages annuels de poissons dans la nasse d'Iffezheim.

Espèces / année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Abramis brama</i>												
<i>Alburnus alburnus</i>												
<i>Alosa alosa</i>												
<i>Anguilla anguilla</i>												
<i>Aspius aspius</i>												
<i>Ballerus sapa</i>												
<i>Barbus barbus</i>												
<i>Blicca bjoerkna</i>												
<i>Carassius spec.</i>												
<i>Chondrostoma nasus</i>												
<i>Cottus spec.</i>												
<i>Ctenopharyngodon idella</i>												
<i>Cyprinidae indet.</i>												
<i>Cyprinus carpio</i>												
<i>Esox lucius</i>												
<i>Gobio gobio</i>												
<i>Leuciscus idus</i>												
<i>Leuciscus leuciscus</i>												
<i>Perca fluviatilis</i>												
<i>Petromyzon marinus</i>												
<i>Rutilus rutilus</i>												
<i>Salmo salar</i>												
<i>Salmo trutta (truite fario)</i>												
<i>Salmo trutta (truite de mer)</i>												
<i>Sander lucioperca</i>												
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>												
<i>Silurus glanis</i>												
<i>Squalius cephalus</i>												
<i>Thymallus thymallus</i>												
<i>Tinca tinca</i>												
« gobies à taches noires »												
<b>Espèces de poissons par an</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>

Il convient globalement de signaler que les modifications survenues dans le prolongement de l'installation de la 5<sup>e</sup> turbine à partir de 2014 env. et les adaptations constructives réalisées en 2018 semblent pouvoir améliorer les conditions de montaison des poissons.



**Figure B2.5 :** évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique d'Iffezheim. Partie 1 : espèces fréquentes sélectionnées (sans l'anguille). 04/2009 – 10/2013 : fermeture partielle de la passe à poissons ; 06/2018 : pas de monitoring ; 08/2018 - 11/2018 : travaux sur la passe à poissons



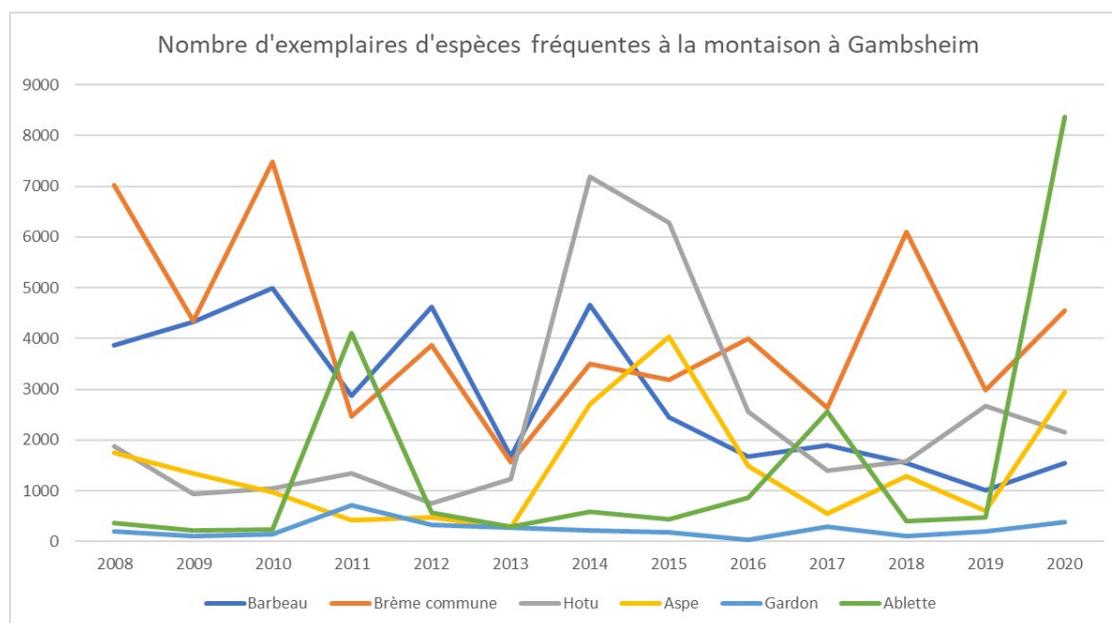
**Figure B2.6 :** évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique d'Iffezheim. Partie 2 : espèces rares sélectionnées. 04/2009 – 10/2013 : fermeture partielle de la passe à poissons ; 06/2018 : pas de monitoring ; 08/2018 - 11/2018 : travaux sur la passe à poissons

## Gamsbheim

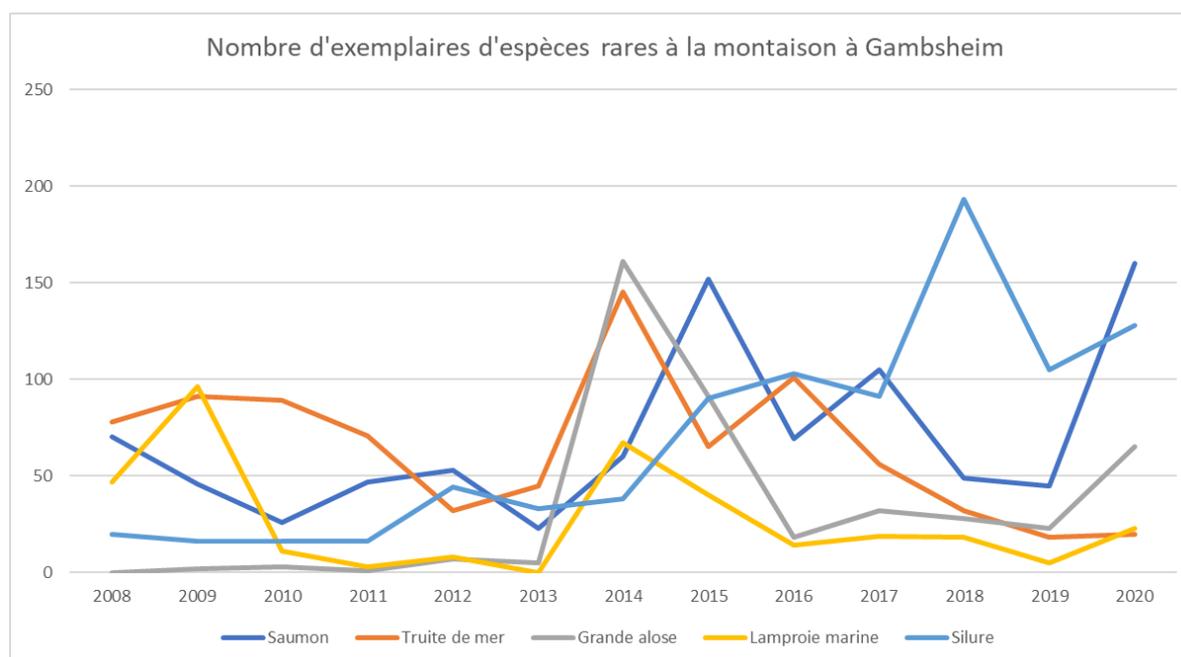
Au cours de la période d'analyse (2014-2020), le total des poissons recensés est dominé par les espèces anguille, barbeau, brème, hotu, aspe et ablette (tableau B2.4, figures B2.7 et B2.8).

**Tableau B2.4** : comptages annuels de poissons dans la nasse de Gamsbheim Caractères en rouge : espèces exotiques.

Espèces / année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Abramis brama</i>												
<i>Alburnus alburnus</i>												
<i>Alosa alosa</i>												
<i>Anguilla anguilla</i>												
<i>Aspius aspius</i>												
<i>Barbus barbus</i>												
<i>Blicca bjoerkna</i>												
<i>Carassius spec.</i>												
<i>Chondrostoma nasus</i>												
<i>Coregonus spec.</i>												
<i>Ctenopharyngodon idella</i>												
<i>Cyprinus carpio</i>												
<i>Esox lucius</i>												
<i>Gobio gobio</i>												
<i>Lampetra fluviatilis</i>												
<i>Oncorhynchus mykiss</i>												
<i>Perca fluviatilis</i>												
<i>Petromyzon marinus</i>												
<i>Phoxinus phoxinus</i>												
<i>Platichthys flesus</i>												
<i>Rutilus rutilus</i>												
<i>Salmo salar</i>												
<i>Salmonidae indet.</i>												
<i>Salmo trutta (truite fario)</i>												
<i>Salmo trutta (truite de mer)</i>												
<i>Silurus glanis</i>												
<i>Squalius cephalus</i>												
<i>Thymallus thymallus</i>												
<i>Tinca tinca</i>												
<b>Espèces de poissons par an</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>19</b>



**Figure B2.7** : évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique de Gamsbheim. Partie 1 : espèces fréquentes sélectionnées (sans l'anguille).



**Figure B2.8** : évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique de Gamsheim. Partie 2 : espèces rares sélectionnées.

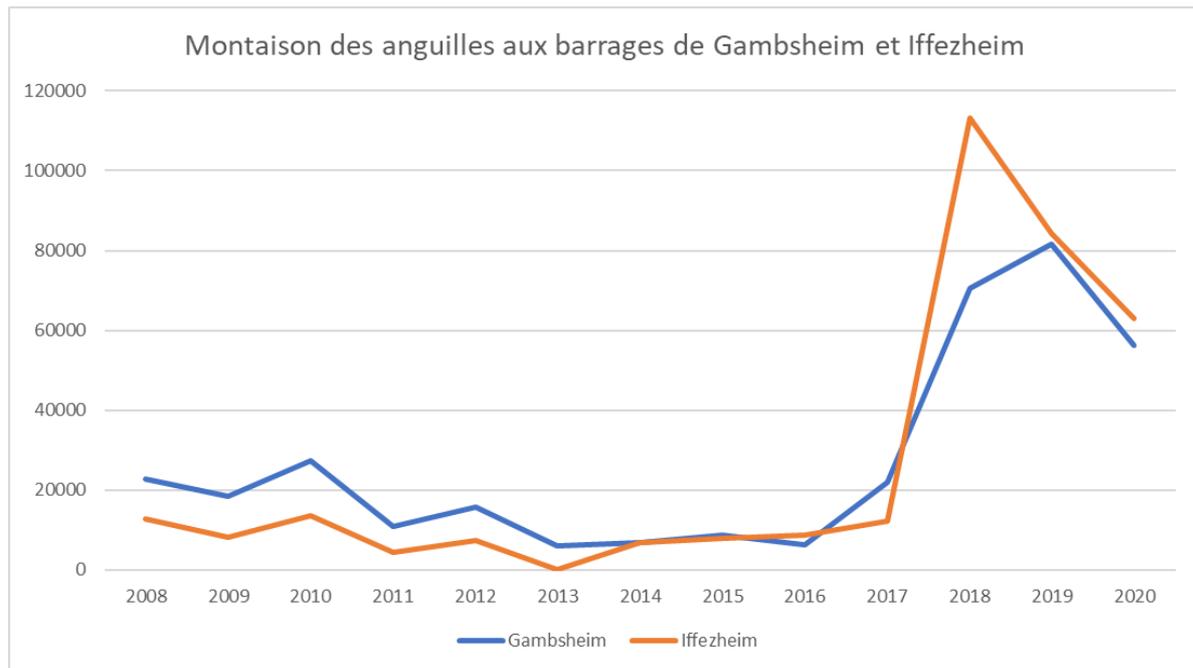
### Discussion sur les résultats obtenus au droit des usines hydroélectriques d'Iffezheim et de Gamsheim

Les chiffres de remontée sont globalement à la baisse en tendance jusqu'en 2013 pour la plupart des espèces de poissons (CIPR 2015) et cette régression reflète à peu près l'état des peuplements dans le bassin du Rhin. Dans l'interprétation des données, il a également été tenu compte du fait que les travaux de construction à Iffezheim entre 2009 et 2013 avaient fortement, voire très fortement, perturbé la montaison.

Depuis 2013, le nombre de remontées à hauteur des barrages de Gamsheim et d'Iffezheim s'est stabilisé, affichant même des records pour plusieurs espèces avant de rebaisser légèrement ou de varier fortement. Ce constat vaut pour la plupart des espèces fréquentes, mais aussi pour les espèces plus rares. Des observations similaires ont également été faites sur les barrages du haut Rhin les plus en aval, sans atteindre toutefois cette ampleur (Guthruf & Dönni 2020).

Le meilleur exemple illustrant cette évolution du nombre de remontées est l'anguille. Bien que l'espèce soit menacée partout, les remontées d'anguilles ont très fortement augmenté depuis 2017 à hauteur des barrages de Gamsheim et d'Iffezheim, après avoir connu entre-temps elles aussi une forte régression. Des chiffres records ont été atteints à Gamsheim en 2019 (N = 81 508) et à Iffezheim en 2018 (N = 113 297) (figure B2.9).

Le nombre plus élevé d'aloses détectées à Gamsheim par rapport à Iffezheim laisse penser que les poissons de montaison qui manquent dans le comptage à Iffezheim (et qui doivent franchir tout d'abord le barrage d'Iffezheim situé en aval de Gamsheim) empruntent les écluses. Le nombre de truites de mer est également plus élevé à Gamsheim qu'à Iffezheim entre 2009 et 2012 ; en 2012, c'est également le cas pour le saumon. Pendant la période de restriction ou d'absence de continuité au niveau de la passe à poissons d'Iffezheim (mise en place de la 5<sup>e</sup> turbine entre 2009 et 2013), les aloses ainsi que les saumons et les truites de mer ont été enregistrés en quantités nettement plus importantes à Gamsheim qu'à Iffezheim. On peut donc globalement se demander si et dans quel ordre de grandeur et/ou dans quelles conditions de débit certains individus empruntent les écluses de navigation pour remonter et ne sont donc pas recensés et quelle est la contribution des écluses à la remontée des poissons. Toujours est-il qu'il n'existe pas d'autre explication pour les saumons détectés dans le haut Rhin au cours des dernières années.



**Figure B2.9 :** évolution du nombre de remontées d'anguilles au droit des barrages de Gamsheim et d'Iffezheim.

Il semble que les gobies de la mer Noire ne puissent que difficilement être identifiés et différenciés selon les espèces dans les installations de comptage des barrages. Les analyses avec transpondeurs passifs (Pit Tag) sur le haut Rhin laissent toutefois penser que les gobies ne jouent qu'un rôle secondaire dans la montaison, utilisent la passe à poissons plus comme habitat que comme corridor migratoire et empruntent manifestement plutôt les écluses pour remonter.

## B2.4 Rhin inférieur

### Plan de gestion ichtyobiologique pour le Rhin en NRW et dans son champ alluvial

Des recensements étendus de poissons ont été effectués de 2016 à 2018 sur le tronçon rhénan de Rhénanie-du-Nord-Westphalie (essentiellement Rhin inférieur et petit segment du Rhin moyen) à l'aide de différentes méthodes (RhFV 2019). Dans ce cadre, 41 espèces de poissons ont été identifiées et les espèces suivantes sont venues s'ajouter à l'éventail issu des campagnes de pêche réalisées sur les sites de prélèvement de la CIPR (chap. B1.5) : ombre commun, saumon atlantique, bouvière, épinoche, vairon, gobie fluviatile, carassin argenté, chabot, goujon, brème bordelière, brochet, grémille, able de Heckel, tanche, loche franche, spirilin, perche-soleil, loche de rivière et goujon à nageoires blanches.

Dans le cadre de ces analyses, les recensements ont également porté sur les ichtyocénoses de juvéniles dans les habitats proches de berges et dans le champ alluvial du Rhin. Par rapport à une étude de référence en date de l'an 2000, on a constaté un recul dramatique des densités de juvéniles d'espèces indigènes dans le Rhin, celles-ci n'atteignant plus qu'env. 6 % des anciennes valeurs et les espèces rhéophiles frayant sur gravier étant les plus touchées. Les juvéniles identifiés dans les eaux alluviales étaient surtout des représentants d'espèces non rhéophiles. Les résultats de reproduction dans les rivières alluviales non reliées au fleuve en permanence dépendent grandement des conditions de connexion hydraulique au printemps. Les espèces rhéophiles dépendent fondamentalement, pour leur part, des habitats longeant les berges du Rhin et qui ont presque tous perdu leur caractère naturel aujourd'hui.

Les analyses ont également englobé la cartographie de la morphologie des berges et des eaux alluviales et il a donc été possible de modéliser par calcul, sur la base des données obtenues, la production des juvéniles pour l'ensemble du paysage fluvial du Rhin en NRW. Il en est ressorti une production de juvéniles 11 fois supérieure dans le milieu alluvial par rapport aux zones riveraines du Rhin, bien que les eaux alluviales ne représentent ici dans leur totalité qu'un quart de la surface aquatique du Rhin. Cette énorme production potentielle de juvéniles dans les eaux alluviales lors d'années favorables ne se répercute pas cependant sur l'ichtyofaune adulte du cours principal du Rhin, ce qui est mis sur le compte des conditions médiocres de raccordement de nombreuses rivières alluviales et de la mortalité élevée qui en est la conséquence.

Globalement, la perte de cours d'eau alluviaux est d'env. 85 % dans le Rhin inférieur et les reliquats d'habitats alluviaux sont menacés en permanence car le cours principal se creuse progressivement, ce processus étant jugé pratiquement irréversible. Par conséquent, le plan de gestion ichtyobiologique souligne la nécessité de réhabiliter le paysage alluvial tant en superficie qu'en qualité. Cette revendication prévoit premier lieu la création d'habitats alluviaux en interaction quasi-naturelle avec le Rhin dans les conditions en présence.

Des mesures sont également exigées pour les berges du cours principal dans l'objectif prioritaire d'atténuer efficacement les impacts de la navigation (batillage, flux et reflux) et de donner ainsi naissance à des habitats de juvéniles appropriés.

### **B3 Espèces sélectionnées**

Les chapitres ci-dessous présentent des espèces dignes de mesures de soutien aux peuplements (notamment les poissons migrateurs) ou des espèces jugées invasives et entraînant de ce fait des évolutions dans la composition de l'ichtyofaune.

#### **B3.1 Ombres communs**

##### **Monitoring des ombres communs en Suisse**

Les tronçons longeant la berge argovienne du haut Rhin et abritant des habitats propices pour les larves d'ombres communs sont analysés tous les ans de 2011 à 2017 (Breitenstein et al. 2018). Il a été constaté à cet effet que les ombres communs se reproduisaient fondamentalement dans quelques secteurs mais que les densités de larves d'ombres étaient le plus souvent faibles. On peut citer comme facteurs susceptibles d'impacter la reproduction une densité trop faible des populations de géniteurs (et par là même tous les facteurs ayant un impact sur les ombres communs comme la température de l'eau, la prédation exercée par les cormorans, etc.), la quantité et la qualité des habitats de frai, la quantité et la qualité des habitats de grossissement des larves, le régime hydrologique durant la période critique entre le frai et la fin du stade larvaire. Le monitoring a permis de démontrer directement l'impact de débits plus élevés à partir de l'émergence des larves d'ombres communs. Un aspect important est que de nombreux habitats potentiels de larves n'existent qu'en présence de débits faibles ou moyens ; lorsque les débits augmentent, de nombreux habitats existants perdent complètement cette fonction. En présence de débits élevés, les larves d'ombres communs sont entraînées par le courant. On doit alors s'attendre à une mortalité élevée.

##### **Plan de sauvetage « Ombre » dans le haut Rhin**

Selon Kirchofer & Guthruf (2002), le haut Rhin suisse entre Stein et l'usine de Schaffhouse abritait il y a une vingtaine d'années encore la population d'ombres de loin la plus importante en Europe centrale avec plus de 18 000 poissons en moyenne par an. Elle compte en Suisse parmi les « populations d'ombres d'intérêt national ».

Une forte mortalité d'ombres a été constatée durant l'été caniculaire 2003. En l'espace d'une semaine et demie, environ 50 000 ombres ont péri, pour la plupart des adultes de plus 30 cm (Herrmann & Gründler 2003). La population d'ombres n'a pas eu le temps de

se rétablir jusqu'en 2018 où un nouvel été chaud et sec a provoqué à nouveau une nouvelle vague de décès d'ombres par milliers. Dans les deux cas, les poissons sensibles aux températures avaient été préalablement stressés pendant une longue période de températures élevées de l'eau > à 23 °C et qui ont ensuite atteint des valeurs supérieures à 25 °C, critiques et chroniquement létales, et ont même dépassé ultérieurement la barre des 27 °C.

Les observations faites en 2003 et 2018 ont également montré que les ombres communs recherchaient des secteurs aux eaux plus fraîches dans le fleuve ou dans des lacs voisins lorsque les températures passaient au-dessus de 24 °C à 25 °C. Les mesures figurant dans le « Plan de sauvetage 'Ombre commun' » mis au point en 2003 (Herrmann & Gründler 2003) s'orientent sur ce comportement instinctif des poissons. Durant les étés caniculaires 2018 et 2019, le plan de sauvetage a été appliqué sur plusieurs tronçons du haut Rhin (Mosberger & Stoll 2018).

Les mesures temporaires ont consisté p. ex. à :

- déblayer des résurgences d'eaux souterraines connues dans le Rhin,
- ouvrir l'accès aux cours d'eau latéraux bloqués en situation d'étiage,
- fermer et ombrager les zones d'eau froide, p. ex. les débouchés de ruisseaux et les petites zones portuaires,
- sauver et déplacer si possible à un stade précoce les ombres préalablement stressés vers des secteurs dans lesquels il est possible de pomper des eaux de ruisseau ou des eaux souterraines fraîches.

Ces mesures ont permis à plusieurs milliers d'ombres de différentes cohortes de survivre en 2018. En 2019, les pertes ont été très faibles. Lorsque les températures de l'eau ont baissé, les ombres ont quitté d'eux-mêmes les zones fluviales plus fraîches.

## **B3.2 Hotu**

### **Soutien du hotu dans le lac de Constance**

Un projet visant à promouvoir le hotu dans le bassin du lac de Constance a été mis sur pied en 2018 pour la Conférence internationale des plénipotentiaires de la pêche dans le lac de Constance (IBKF). Les informations connues jusqu'à présent ont été rassemblées dans un rapport de base (Rey 2019). Une souche de hotus se différenciant génétiquement de tous les hotus en aval des chutes du Rhin vit probablement dans le bassin du lac de Constance et du haut Rhin. Les différentes populations sont toutefois très petites (< 30 à < 300 géniteurs). Des analyses génétiques plus poussées sont réalisées actuellement pour tenter de déterminer la reproduction potentielle. Un programme de soutien international doit permettre de protéger et de valoriser les populations récentes de hotus et leurs habitats et de créer ainsi la base d'une reproduction naturelle pérenne des hotus dans le bassin du lac de Constance.

## **B3.3 Gobies exotiques**

### **Éventail des espèces et distribution générale**

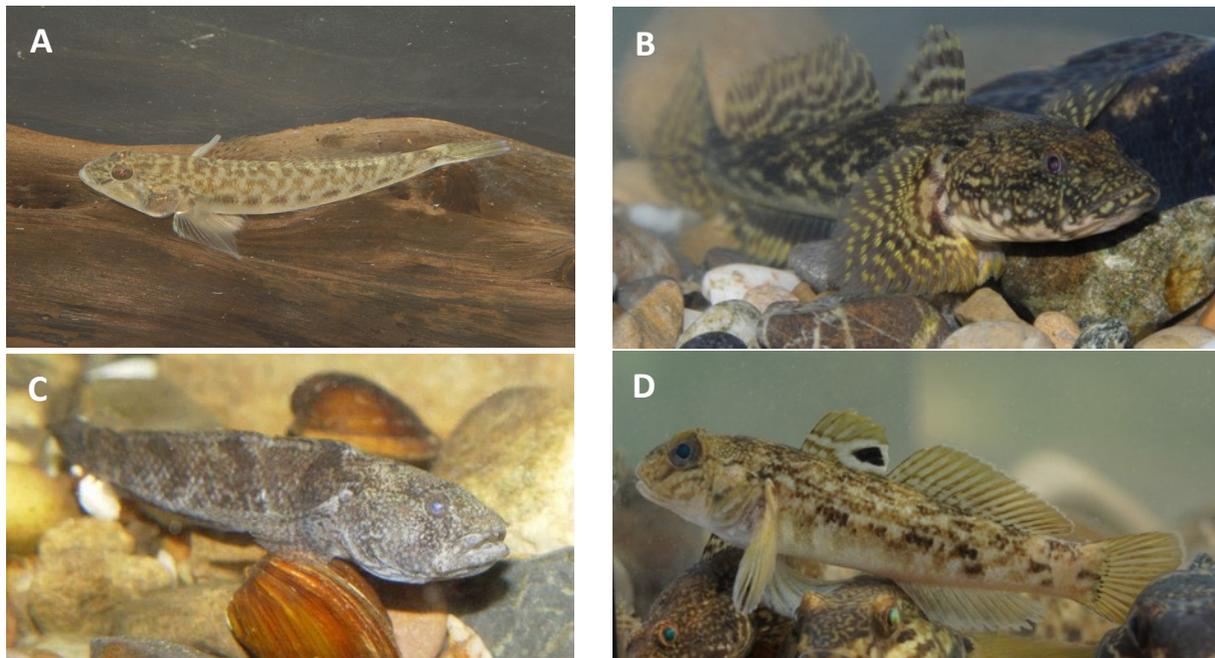
Quatre des cinq espèces de gobies détectées dans le Rhin sont des espèces exotiques originaires du bassin ponto-caspien (CIPR 2013b) ; pour cette raison, on les regroupe sous la désignation « gobies de la mer Noire ». Seul le gobie commun (*Pomatoschistus microps*) fait partie de l'inventaire naturel du tronçon le plus aval du Rhin, son aire de distribution englobant également le littoral de la mer du Nord.

Depuis les derniers inventaires de l'ichtyofaune dans le Rhin (CIPR 2015), le gobie à taches noires au moins a encore élargi son champ de colonisation dans le bassin et affiche à nouveau des peuplements massifs à l'échelle locale. Cette espèce est actuellement si fréquente qu'il est réellement difficile de détecter d'autres gobidés dans le cadre de pêches de routine. On peut donc partir du principe que les autres espèces de

gobies - le gobie de Kessler, le gobie demi-lune et le gobie fluviatile - sont nettement plus rares que les gobies à taches noires ; il est toutefois probable qu'ils soient globalement sous-estimés. Entre-temps, le gobie à taches noires a été détecté en grandes quantités dans les affluents du Rhin jusqu'au-delà du cours aval du haut Rhin (Scarselli, M., communication orale). Les premiers exemplaires du gobie à taches noires ont également été détectés dans l'hydrosystème Elz-Dreisam, affluent du Rhin de seconde catégorie dans la plaine du Rhin supérieur (Pfeiffer, M. & Becker, A. - communication orale).

Le gobie de Kessler et le gobie à taches noires sont manifestement très compétitifs et profitent probablement de la profusion de frayères et de refuges que leur offrent partout les enrochements, notamment sur les voies navigables jusque dans le haut Rhin.

En outre, il est possible que les gobies aient un avantage concurrentiel sur les autres espèces en raison de leur ventouse ventrale, élément caractéristique de leur famille. Ainsi solidement arrimés aux pierres, ils semblent moins perturbés par les fortes fluctuations du niveau d'eau dues au trafic fluvial, car ils sont en mesure de résister à la dérive (CIPR 2015). Les peuplements de gobies profitent certainement aussi de l'alimentation abondante que leur apportent les espèces de mollusques - également allochtones - telles que la moule quagga (*Dreissena rostriformis*), la dreissène polymorphe (*Dreissena ssp.*) et la palourde asiatique (*Corbicula ssp.*) (CIPR 2015 et autres).



**Figure B3.1** : espèces exotiques de gobies dans l'hydrosystème du Rhin. A) Gobie fluviatile (*Neogobius fluviatilis*) ; B) Gobie de Kessler (*Ponticola kessleri*) ; C) Gobie demi-lune (*Proterorhinus semilunaris*) et D) Gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*). Photo A : Jost Borchering, photos B et D : Hydra, photo C : BfG

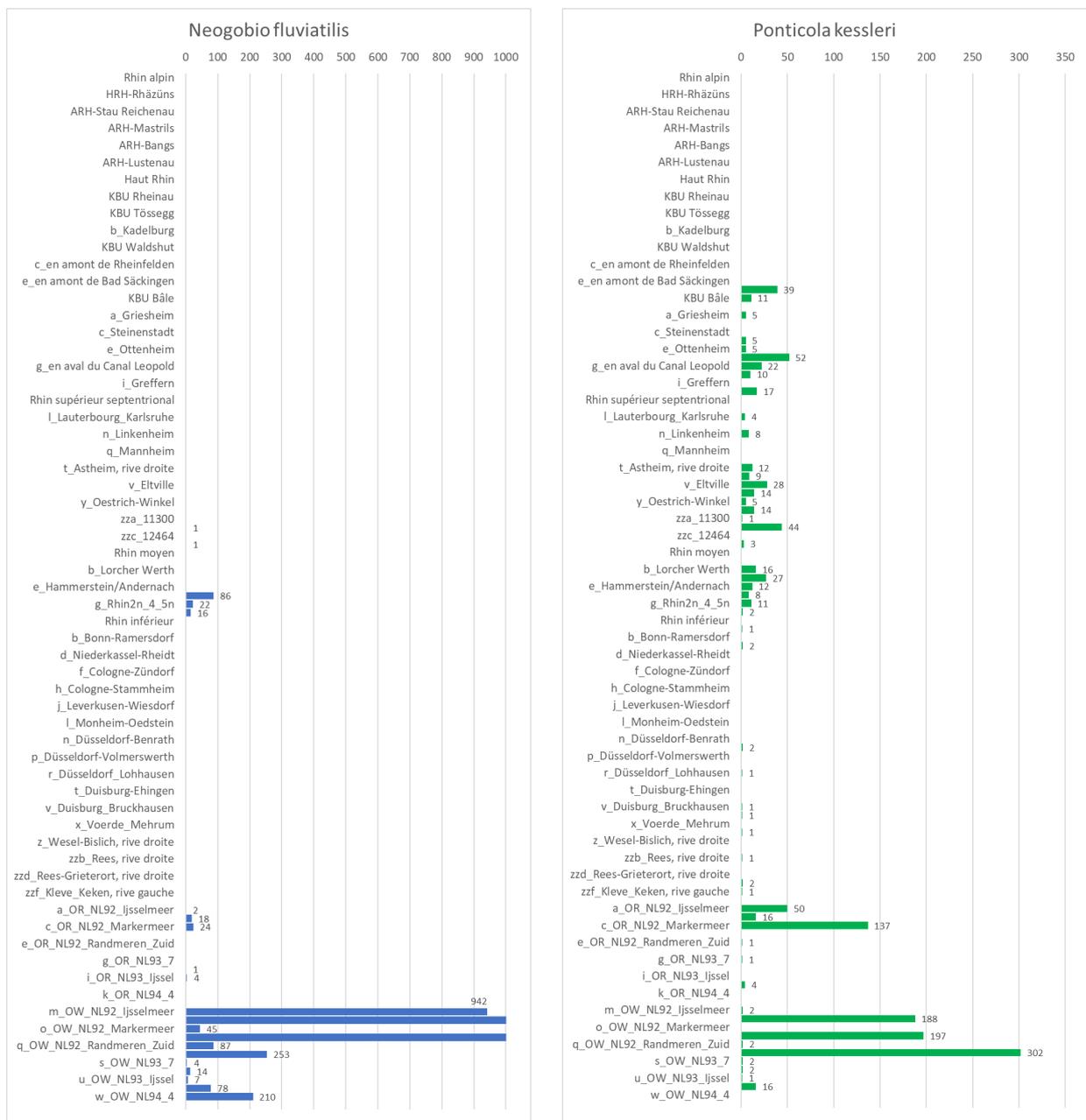
#### Gobie fluviatile (*Neogobius fluviatilis*)

Comme déjà constaté en 2012/2013, cette espèce présente des densités élevées, principalement dans le delta du Rhin. Elle n'a pas été détectée dans le Rhin inférieur lors des deux derniers programmes de monitoring. On l'a identifiée cependant, à certains endroits en grand nombre, dans le cadre de pêches réalisées dans le cadre d'une étude sur le Rhin inférieur (Borchering & Gertzen 2016). Le gobie fluviatile est réapparu à trois endroits dans le Rhin moyen et quelques individus sont relevés dans le Rhin supérieur septentrional. Il est largement répandu dans le delta du Rhin et a été capturé, parfois en grand nombre, dans 16 des 24 sites de prélèvement.

Contrairement au gobie de Kessler et au gobie à taches noires, cette espèce n'est que rarement observée dans les enrochements des berges consolidées mais plus fréquemment sur des substrats sablonneux (Miller 2004 ; Kottelat & Freyhof 2007 ; Borcharding & Gertzen 2016).

Gobie de Kessler (*Ponticola kessleri*)

Selon les données récentes du monitoring des juvéniles effectué par l'OFEV, le point de détection du gobie de Kessler le plus proche de la source est dans la zone de Schweizerhalle et l'espèce n'est pas détectée actuellement dans le haut Rhin dans le cadre des pêches de la CIPR. La première détection a eu lieu dans le haut Rhin en 2012 dans le cadre du monitoring des juvéniles réalisé par l'OFEV (Hydra 2013) sur le site de prélèvement de Bâle. Le gobie de Kessler est actuellement présent dans tous les tronçons du Rhin en aval du haut Rhin, sachant toutefois que le nombre de captures disponible est relativement faible pour le Rhin moyen et surtout pour le Rhin inférieur. Dans le Rhin supérieur, des gobies de Kessler ont été détectés dans 18 des 26 sites de prélèvement, dans 6 des 7 sites du Rhin moyen et dans 15 des 24 sites dans le delta du Rhin. En revanche, des gobies de Kessler n'ont été capturés que dans 10 des 32 sites de prélèvement du Rhin inférieur. Ceci représente une régression par rapport aux recensements réalisés en 2013/2014 : À l'époque, cette espèce a été détectée sur 17 sites de prélèvement.



**Figure B3.2 :** distribution du gobie fluviatile (*Neogobio fluviatilis*) et du gobie de Kessler (*Ponticola kessleri*) dans l'hydrosystème du Rhin. Le nombre de captures respectives figure derrière les colonnes. Mise à jour de 2019.

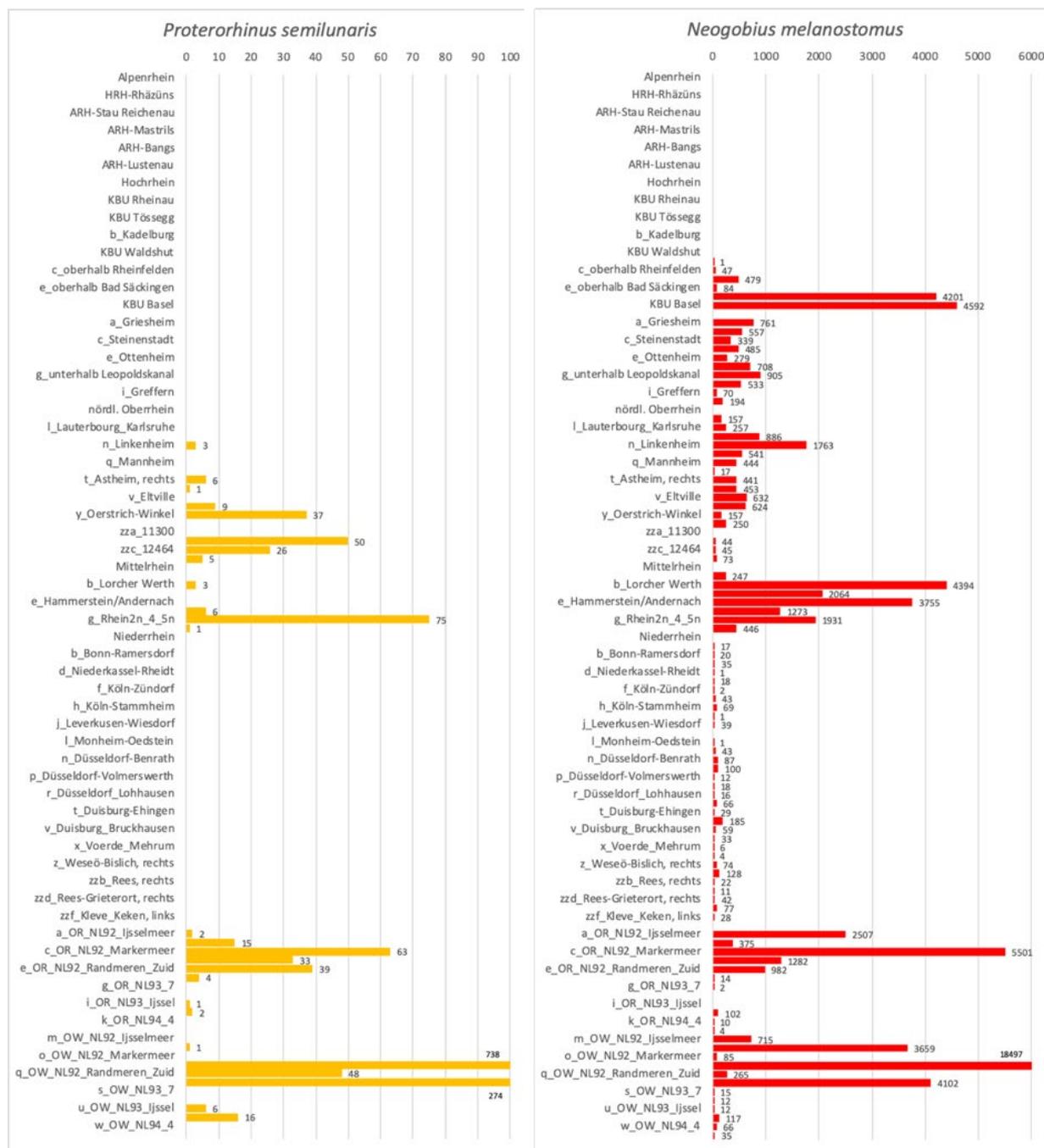
### Gobie demi-lune (*Proterorhinus semilunaris*)

Avant 2010 env., cette espèce était le gobie exotique le plus fréquent dans le Rhin supérieur septentrional et dans le Neckar ; elle a ensuite été remplacée par le gobie à taches noires. Ceci laisse penser que cette espèce a formé la première vague de colonisation des gobies avec les gobies en provenance de la mer Noire, au moins dans le bassin du Rhin supérieur.

Au stade actuel, le gobie demi-lune est capturé dans le Rhin supérieur septentrional et méridional, dans le Rhin moyen et surtout dans le delta du Rhin. Aucun exemplaire n'est détecté dans le haut Rhin, même dans le cadre d'analyses spéciales.

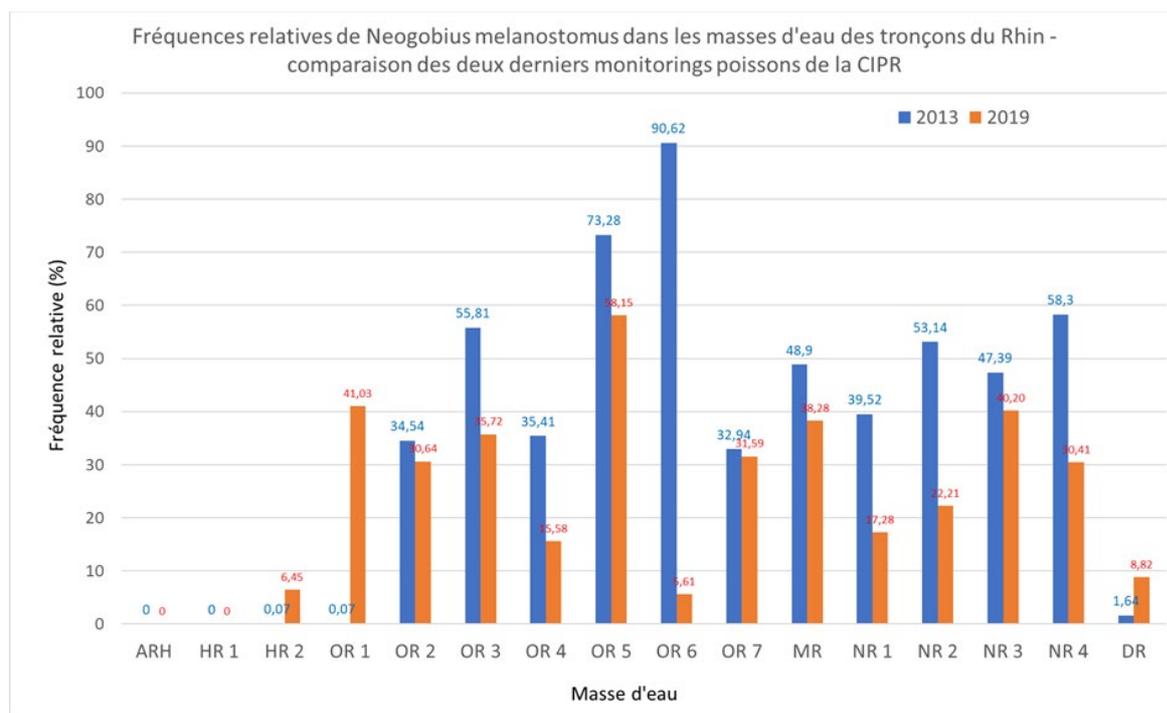
### Gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*)

Dans le cadre des pêches de la CIPR, le gobie à taches noires a pu être identifié presque partout à partir du site de prélèvement sur le haut Rhin en amont de Bad Säckingen et vers l'aval jusqu'au delta du Rhin : 3 dans le haut Rhin, 10 dans le Rhin supérieur méridional, 16 dans le Rhin supérieur septentrional, 7 dans le Rhin moyen, 31 dans le Rhin inférieur et 22 dans le delta du Rhin. Des individus isolés sont rarement détectés. La comparaison avec les recensements de 2012/2013 ne fait pas ressortir d'augmentation de la densité à certains endroits, mais une extension de son aire de distribution vers l'amont.



**Figure B3.3 :** distribution du gobie demi-lune (*Proterorhinus semilunaris*) et du gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) dans l'hydrosystème rhénan. Le nombre de captures respectives figure derrière les colonnes. Mise à jour de 2019.

Depuis le dernier monitoring de la CIPR (CIPR 2015), *Neogobius melanostomus* a continué à progresser vers le haut Rhin. Les fréquences relatives de cette espèce augmentent nettement dans le haut Rhin, le delta du Rhin et plus encore dans le Rhin supérieur méridional (figure B3.4). Il semble que les fréquences relatives aient faiblement ou fortement diminué dans toutes les autres masses d'eau du Rhin. On y voit dans le Rhin inférieur le signe d'une tendance régressive dans l'évolution des peuplements (RhFV 2019). À l'opposé, on estime plutôt dans le Rhin supérieur français que les captures d'autres espèces de poissons augmentent à nouveau et que le pourcentage relatif des gobies à taches noires baisse en conséquence (Manné, S., communication orale).



**Figure B3.4 :** abondance relative du gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) dans les tronçons du Rhin et pourcentage global dans les captures dans les sites de prélèvement de la CIPR. Comparaison des campagnes de pêches 2012/2013 et 2018/2019.

### Propagation des gobies exotiques dans le haut Rhin

Le gobie de Kessler a été détecté pour la première fois en 2011 (Hydra 2013) et le gobie à taches noires en 2012 (Holm et al. 2016) à Bâle. Dès 2014, plus de la moitié des poissons capturés dans le canton de Bâle-Ville étaient des gobies envahissants. On a observé dans le port de Kleinhüningen à hauteur de Bâle que le gobie de Kessler, qui y était initialement le gobidé le plus envahissant, avait presque complètement disparu en 2015 (Holm et al. 2016) ou que son extension était stoppée dans l'espace tout comme en nombre (Hydra 2020, en cours de préparation). Le gobie à taches noires s'est imposé à sa place. La densité de ces poissons connus pour leur reproduction fulgurante baisse vers l'aval sur le Rhin. En 2017, le gobie à taches noires atteint la retenue de l'usine de Ryburg-Schwörstadt (Dönni & Ninck-Spaling 2019) et un exemplaire est identifié en 2018 en aval du barrage de Laufenburg (Thiel-Egeter, C. & A. Gousskov 2019). Comparés à d'autres espèces de poissons, les gobies ne semblent pas utiliser, ou uniquement dans une faible mesure, les dispositifs de remontée sur les barrages (Schwewers & Adam 2020).

Un groupe de chercheurs de l'Université de Bâle réalise depuis 2013 un monitoring de grande ampleur des gobies (Holm et al. 2016) et travaille actuellement en priorité sur la propagation des gobies en provenance de la mer Noire dans les affluents du haut Rhin. Le Groupe de travail suisse 'Gobies' de l'AGIN (groupe de travail sur les espèces

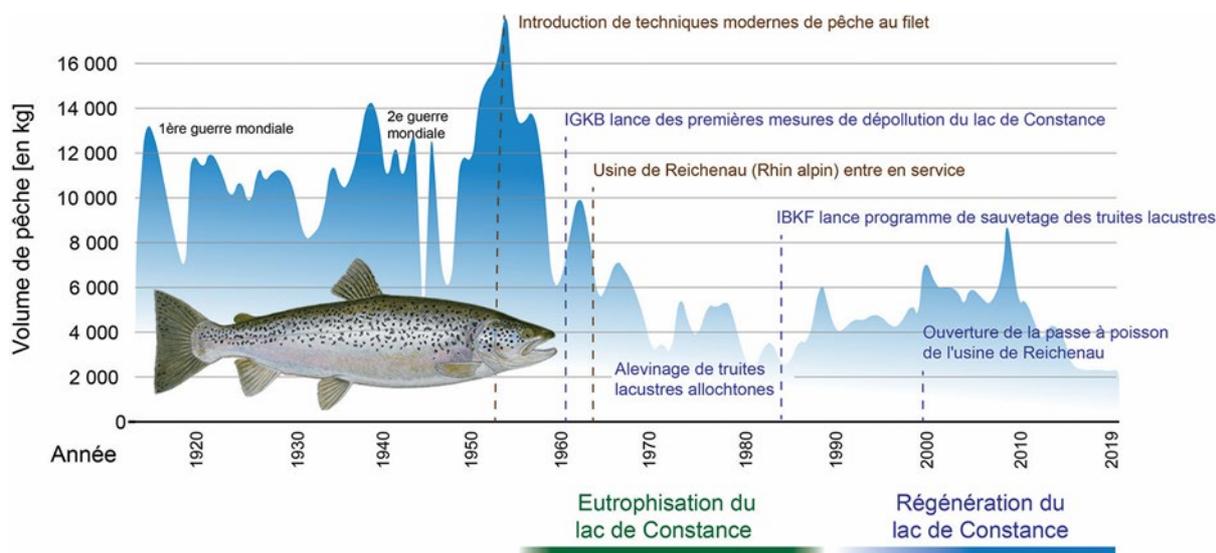
néobiotiques envahissantes) a mis au point un plan stratégique de lutte contre les gobidés envahissants (Stratégie sur les gobies en provenance de la mer Noire en Suisse) et élaboré un faisceau de mesures (Dönni & Schwendener 2016). Par ailleurs, l'Office fédéral de l'Environnement (OFEV) a fait réaliser une analyse des risques liés à la propagation des gobies de la mer Noire dans les rivières suisses (Thiel-Egeter, C. & A Gousov 2019). On discute également de l'emploi illégal avéré de gobies de la mer Noire comme appâts vivants en pêche à la ligne, une pratique soupçonnée d'être une source d'introduction de ces espèces dans différents cours d'eau. Le canton d'Argovie réalise depuis 2015 un monitoring des gobies à l'aide de nasses en amont et en aval de l'usine de Rheinfelden.

## B4 Poissons migrateurs

### B4.1 Truite lacustre

Depuis que le premier de trois programmes de restauration de la truite lacustre de la Conférence internationale des plénipotentiaires de la pêche dans le lac de Constance (IBKF) a démarré ([www.ibkf.org](http://www.ibkf.org)) en 1983, les peuplements de truites lacustres se sont rétablis dans le bassin du Rhin alpin et le lac de Constance au point que l'on enregistre une reproduction naturelle régulière (figure 2.19). Les alevinages, qui sont encore intensifs, sont réalisés séparément par bassin au sein d'unités individuelles de gestion.

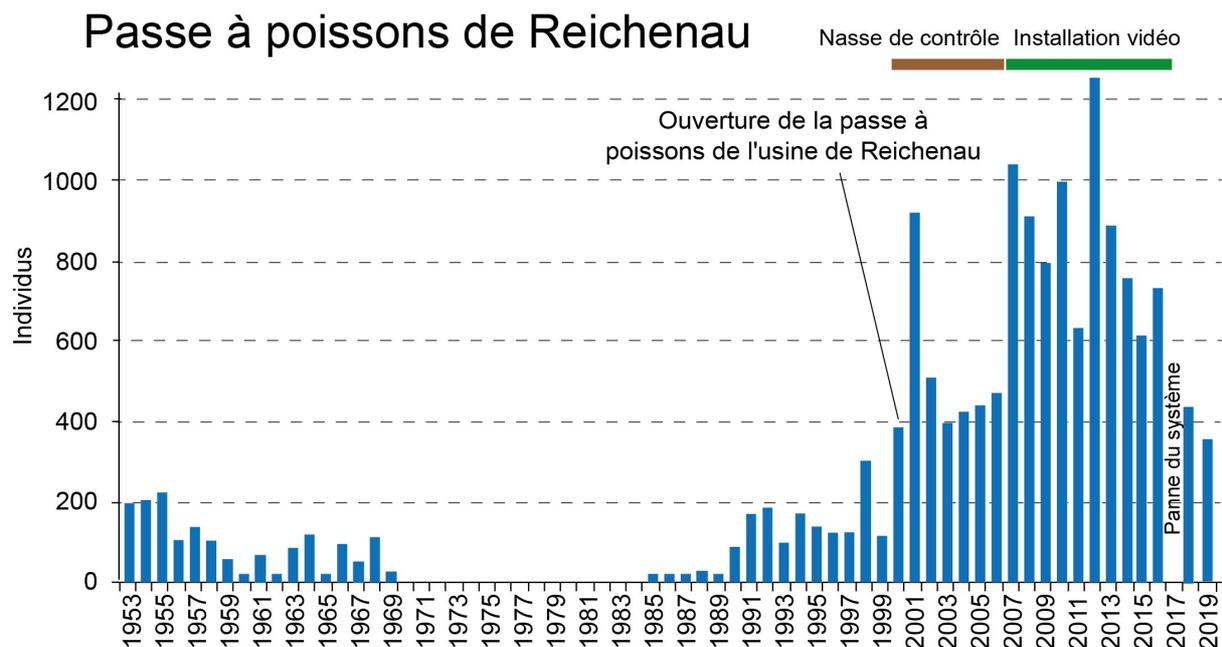
Les captures de la pêche professionnelle (figure B4.1) ainsi que le nombre de remontées au droit des stations de contrôle à Reichenau dans le Rhin alpin (figure B4.2) baissent à nouveau depuis 2010.



**Figure B4.1** : évolution des captures de truites lacustres par les pêcheurs professionnels (1914-2019) dans le contexte des programmes de restauration de la truite lacustre de l'IBKF et d'autres programmes de soutien. Mise à jour de février 2020, graphique : Rey/Vecsei.

Les causes en sont actuellement analysées (Basen, communication orale). L'analyse se focalise sur les éventuels facteurs déterminants, à savoir la fréquence plus élevée des crues hivernales et les températures maximales croissantes en été dans les affluents frayères. On suppose également une augmentation de la PKD (*proliferative kidney disease*).

Des cartographies de grande ampleur des frayères potentielles sont réalisées dans le cadre d'un nouveau programme de soutien mis en route à la demande des services de pêche et de l'IBKF dans le bassin du Rhin alpin et du reste du lac de Constance. Il sera ainsi possible de réaliser de manière plus ciblée les mesures de génie hydraulique visant à lever les perturbations au niveau de la continuité dans les affluents frayères.



**Figure B4.2 :** Comptages de géniteurs de truites lacustres en cours de montaison à hauteur de l'usine de Reichenau / Grisons sur le Rhin alpin. Ouverture de la passe à poissons sur l'usine hydroélectrique de Reichenau en 2001. 2001-2006 captures par nasse, installation vidéo depuis 2007

## B4.2 Saumon

Avec le programme « Saumon 2000 », la CIPR s'est donné l'objectif ambitieux de combler la lacune dans l'inventaire des espèces du Rhin et de promouvoir simultanément le retour d'autres espèces de poissons grands migrateurs en faisant du saumon son espèce phare. Des mesures concrètes sont proposées dans le « Plan directeur 'Poissons migrateurs' Rhin » remis à jour en 2018 (CIPR 2009 & 2018). Les résultats présentés ici ont été réactualisés par rapport au Plan directeur 'Poissons migrateurs' de 2018.

### Reproduction naturelle de saumons dans l'hydrosystème rhéan<sup>1</sup>

La reproduction naturelle des saumons peut être estimée à l'aide des alevins détectés sur la période 1994-2018. Il est cependant difficile d'évaluer ces résultats car il n'a pas été réalisé dans les cours d'eau mentionnés d'analyses ciblées basées sur une systématique commune pour la plupart des années.

- Les détections proviennent pour la plupart de l'hydrosystème de la Sieg, quelques-unes d'entre elles, peu denses, datent de 1994. Le nombre de détections augmente à partir de l'an 2000. Les densités d'alevins les plus élevées ont été observées en 2007, 2008, 2009 et 2015. Bien que l'accessibilité des zones de frayères se soit globalement améliorée, aucune tendance positive claire ne peut être identifiée au cours des dernières années.
- Dans l'Ahr et le Saynbach (ainsi que le Brexbach), l'amélioration de l'accessibilité en 2000/2001 a entraîné une hausse sensible des densités d'alevins. Les densités baissent à nouveau à partir de 2011/2012 dans le Saynbach (y compris Brexbach). Les densités relativement élevées n'ont été atteintes dans l'Ahr qu'en 2015 et 2017.
- La présence d'alevins de saumons est constatée depuis 2001 dans la Nette bien qu'aucune mesure d'alevinage y ait été effectuée. Une nette tendance n'est pas reconnaissable.

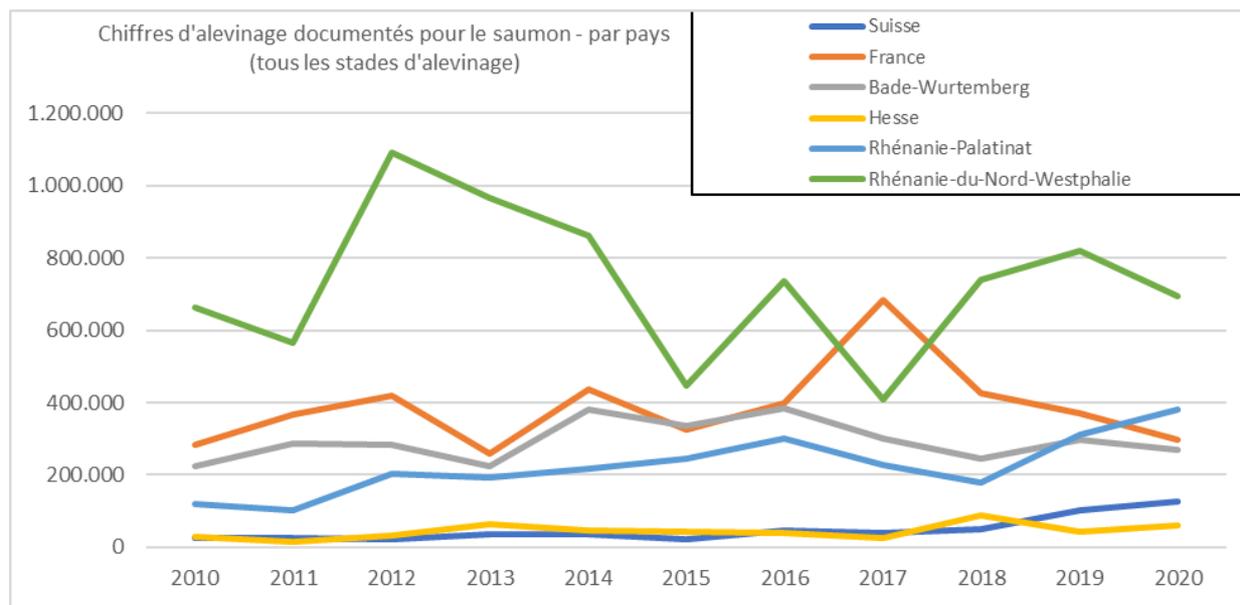
<sup>1</sup> Dans des conditions naturelles, il n'existe pas de zones de frai de saumons dans l'hydrosystème du delta du Rhin.

- Les détections sont très rares dans les hydrosystèmes de la Moselle, de la Lahn, de la Nahe et du Main. On constate avec surprise des preuves de reproduction de saumons dans l'Elzbach (hydrosystème mosellan) depuis 2015, bien que les conditions d'accès aux frayères restent inchangées et toujours aussi mauvaises.
- Les frayères de la Wisper sont accessibles depuis 2002. On note en 2008 et en 2016 une densité élevée d'alevins mais plus aucune détection n'est relevée depuis 2017.
- Les frayères dans le Speyerbach sont toujours considérées comme non accessibles ou accessibles uniquement à titre exceptionnel. Des analyses qualitatives de présence ont eu lieu en 2016 et 2018 et une analyse quantitative a révélé une faible densité d'alevins en 2017.
- Différents résultats sont disponibles pour les affluents français : des détections qualitatives sont documentées en continu dans la Bruche depuis 1995 et, depuis 2009, des détections quantitatives font apparaître une faible densité. L'Ill et la Fecht font l'objet d'analyses depuis 2010. Des preuves qualitatives de présence ont été relevées pour quelques années individuelles. Les autres cours d'eau ont été en partie analysés à intervalles irréguliers depuis 2011. Ici aussi, la présence d'alevins a pu être démontrée (sous forme qualitative) sans que soit reconnaissable toutefois une véritable tendance.
- Les frayères sont analysées depuis 2008 en continu dans la Lauter (Rhénanie-Palatinat/France). Des détections, toujours qualitatives, ont eu lieu depuis 2017 et on a également pu démontrer quantitativement une faible densité d'alevins en 2018.
- Les détections se sont limitées jusqu'à présent à des résultats qualitatifs dans les cours d'eau bade-wurtembergeois, par exemple dans l'Alb (de 2011 à 2016), la Murg (de 2005 à 2007 & de 2011 à 2015), la Kinzig (2004, de 2010 à 2012, de 2014 à 2018), l'Elz (2016) et dans la plaine rhénane (2015 & 2018).

Pour améliorer l'évaluation des détections d'alevins à l'avenir, il faudrait échantillonner tous les ans avec des moyens comparables tous les cours d'eau considérés et notamment les tronçons accessibles ou partiellement accessibles.

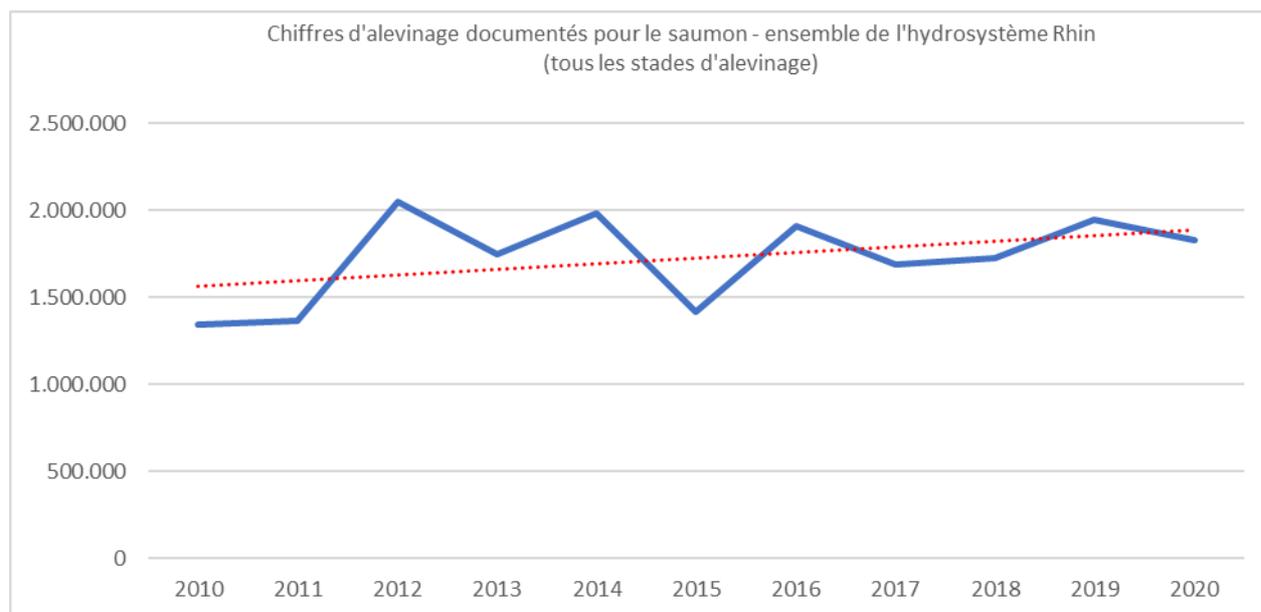
### **Alevinage de saumons dans l'hydrosystème du Rhin**

Les données disponibles sur les alevinages dans les différents cours d'eau entre 2010 et 2020 ne sont à proprement parler pas directement comparables, les stades d'alevinage utilisés étant différents. Nous présentons cependant brièvement ici (figures B4.3 et B4.4) les chiffres cumulés, sachant qu'il faudrait convertir les données d'alevinage en une variable uniforme (comme celle d'équivalents smolts) pour obtenir une évaluation plus précise. Cette analyse très générale montre que les alevinages les plus nombreux sont observés, dans cet ordre, dans les cours d'eau en Rhénanie-du-Nord-Westphalie, en France, au Bade-Wurtemberg et en Rhénanie-Palatinat.



**Figure B4.3** : évolution des alevinages de saumons dans l'hydrosystème rhénan par État et par Land fédéral.

Pris sur l'ensemble du bassin du Rhin, le nombre d'alevinages est assez constant sur la période 2010-2020. La courbe de tendance linéaire est légèrement en hausse.



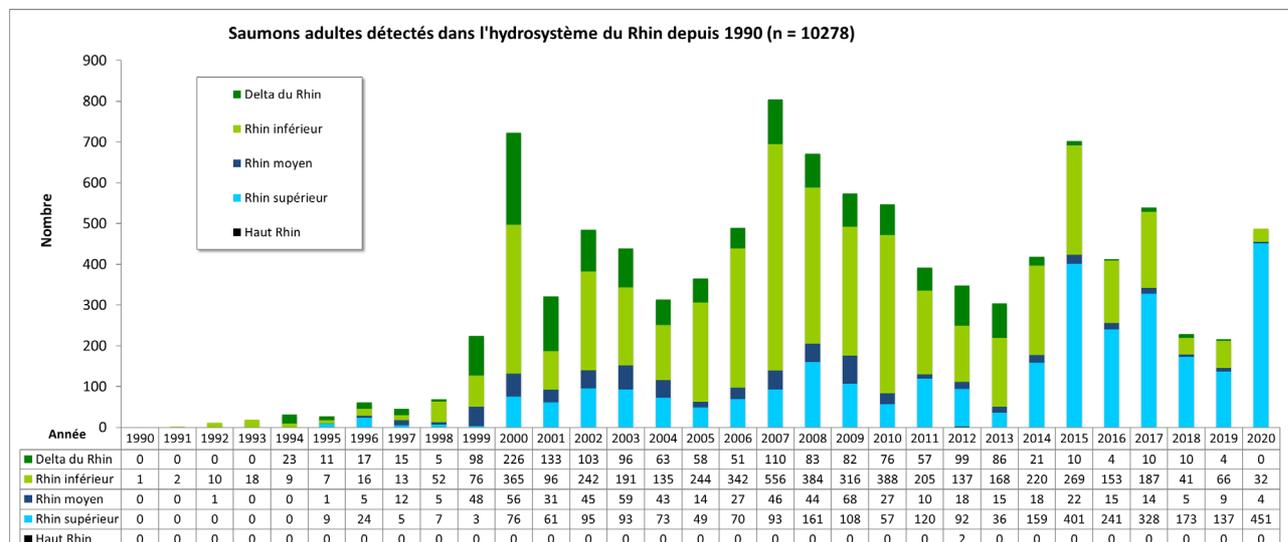
**Figure B4.4** : évolution de l'alevinage total de saumons dans l'hydrosystème du Rhin. Il a été inséré en pointillés une courbe de tendance linéaire.

### Saumons adultes de retour

La documentation de saumons de retour se fait à l'aide de différentes méthodes, p. ex. pêche électrique, captures par nasse ou observation visuelle dans les stations de contrôle des passes à poissons. Les résultats des stations de contrôle d'Iffezheim et de Gamsheim nous apportent ici des indications plus fiables. Les saumons en cours de montaison pouvant franchir les deux stations successivement, on ne peut cependant pas exclure un certain nombre de doubles comptages. Pour cette raison, les évolutions observées aux stations de contrôle sont considérées séparément dans les paragraphes suivants.

On peut identifier des tendances générales d'évolution pour différentes périodes sur la base de ces données. On observe pour l'hydrosystème du Rhin dans son ensemble une

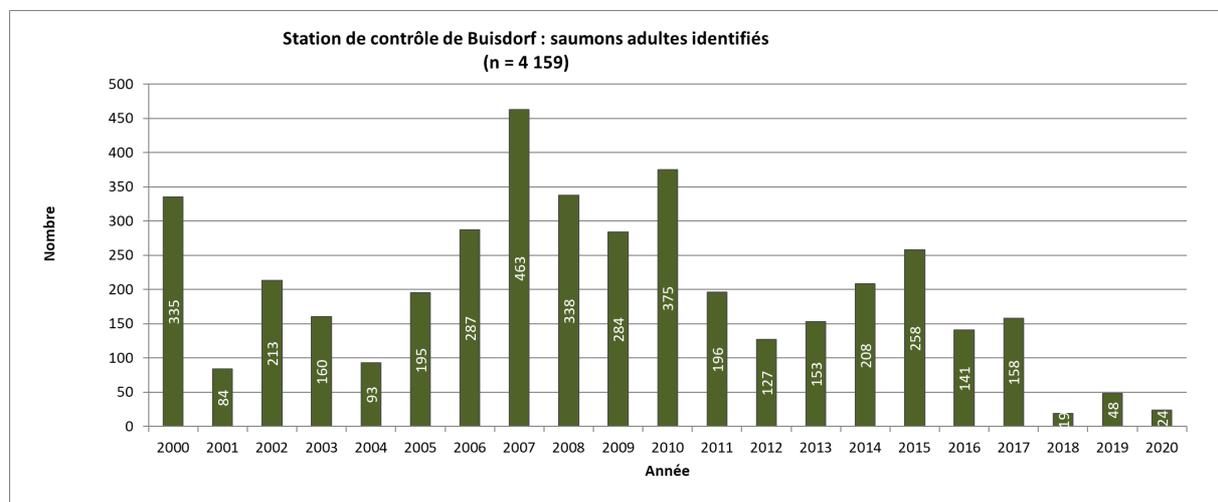
hausse des saumons de retour, lente dans un premier temps, puis plus marquée par la suite (figure B4.5). Avec l'entrée en service des stations de comptage d'Iffezheim (2000) et de Gamsheim (2006), les chiffres augmentent nettement à partir de l'an 2006, mais varient fortement les années suivantes. Une tendance à la baisse était observée dans le dernier rapport de la CIPR sur l'ichtyofaune du Rhin (CIPR 2015). Les chiffres sont ensuite remontés en 2015 et 2017 avant de régresser en 2018 et 2019 (épisodes d'étiage dans le Rhin). On compte à nouveau un nombre relativement important de saumons en 2020.



**Figure B4.5 :** Saumons détectés dans l'hydrosystème du Rhin (Rhin, y compris les rivières salmonicoles prioritaires) de 1990 à 2020. Nota : Pour des raisons méthodologiques, les chiffres ne sont pas comparables entre tronçons du Rhin. Le nombre indiqué pour chaque tronçon correspond au total des chiffres de plusieurs stations de contrôle (en partie successives sur le Rhin supérieur) et aux pêches électriques. En outre, les moyens de détection de passage à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013. En raison de l'arrêt de la pêche à la nasse aux Pays-Bas, les chiffres de saumons adultes de retour dans le Rhin étayés par détection ont baissé depuis 2011. La CIPR travaille sur les résultats des mesures et les possibles interprétations qui en résultent.

**Station de contrôle de Sieg / Buisdorf :**

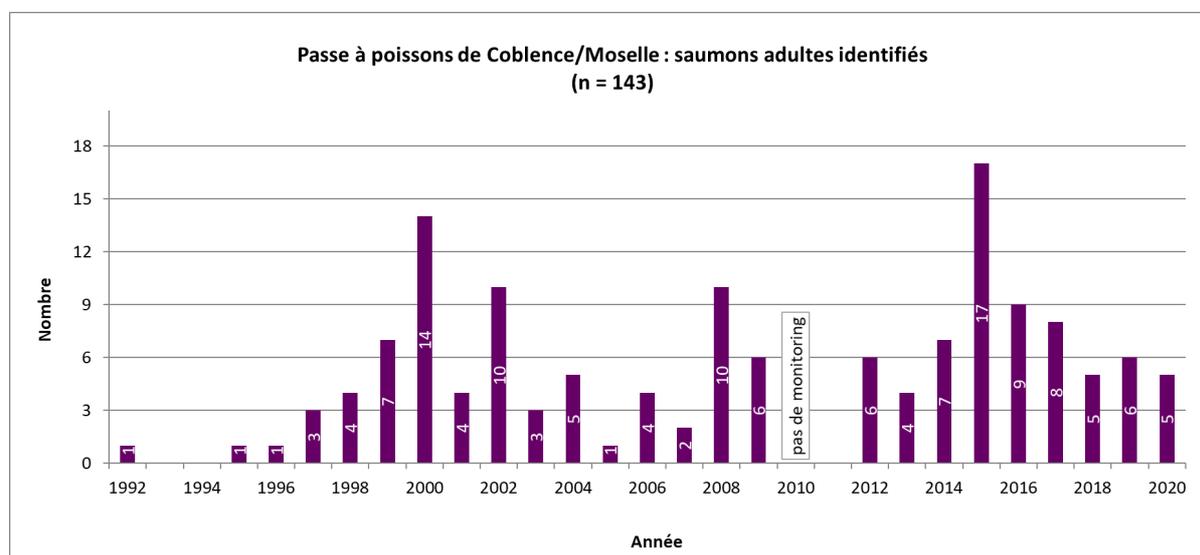
Les valeurs les plus élevées sont recensées en 2007 (463 saumons), 2008 (338) et 2010 (375) (figure B4.6). Depuis la dernière période de rapportage, on ne dépasse la barre des 200 saumons identifiés qu'en 2014 et 2015. Le nombre d'adultes de retour est tombé à moins de 50 poissons par an depuis 2018.



**Figure B4.6 :** saumons identifiés dans la station de contrôle de Buisdorf sur la Sieg à partir de l'an 2000 et jusqu'en 2020)

### Station de contrôle de Coblenz sur la Moselle :

Le nombre le plus élevé de saumons de retour a été constaté en 2015 avec 17 individus (figure B4.7). Globalement, le nombre de retours augmente entre la mise en service de la station en 1992 et l'an 2000. Les valeurs ont ensuite fortement varié. Depuis, aucune tendance claire n'est reconnaissable.

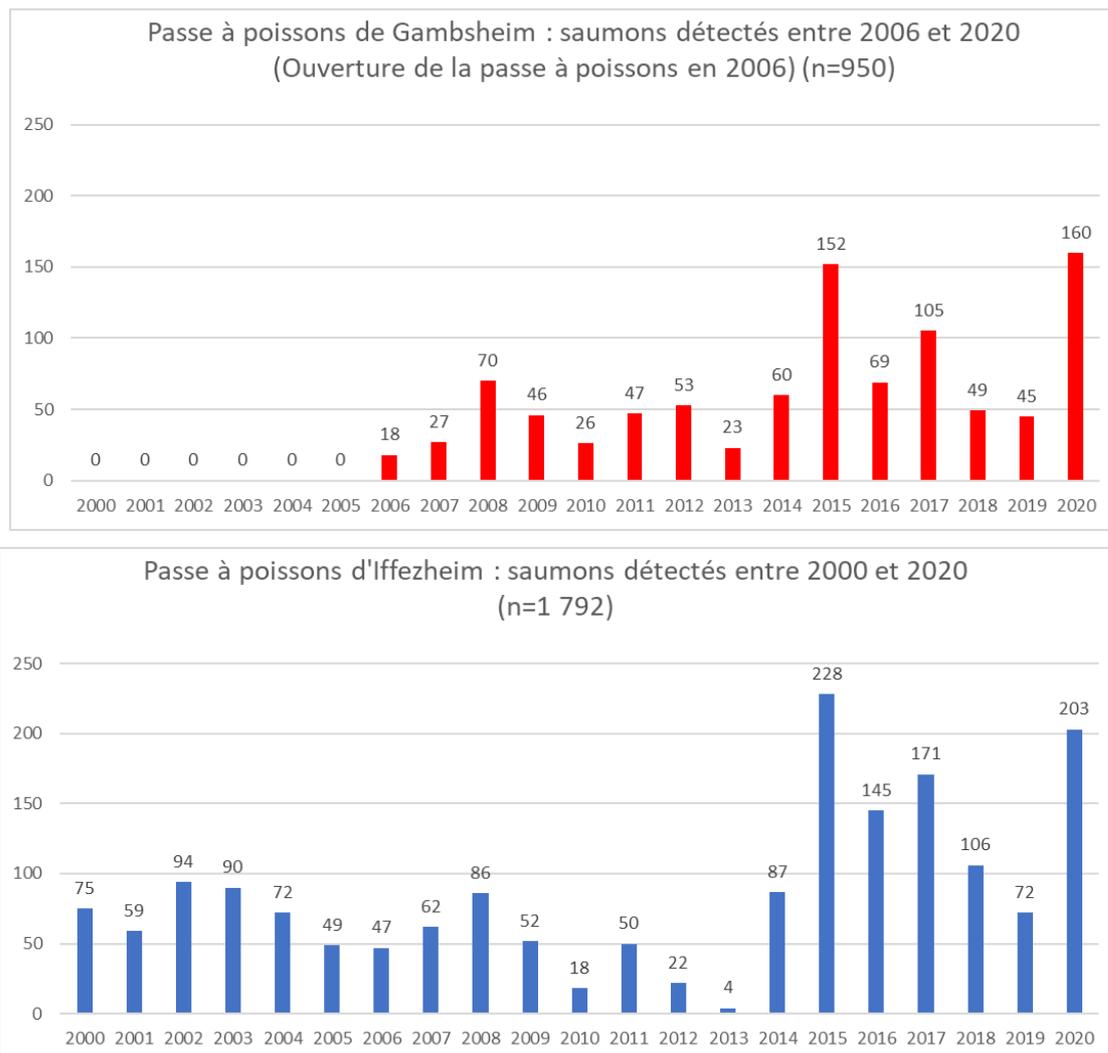


**Figure B4.7 :** Saumons identifiés dans la station de contrôle de Coblenz/Moselle entre 1992 et 2020 (« ancienne » passe à poissons entre 1992 et 2009 ; pas de recensement en 2010 à cause de la construction de la nouvelle passe)

### Stations de contrôle d'Iffezheim et de Gamsheim :

Les deux stations du Rhin supérieur sont distantes d'env. 24 km de linéaire. Entre Iffezheim et Gamsheim, les saumons peuvent remonter dans les affluents Ill (côté français) et Rench (côté bade-wurtembergeois). On suppose cependant que les saumons observés à Iffezheim empruntent aussi en grand nombre la station de Gamsheim. De nombreuses rivières salmonicoles prioritaires sont en amont du barrage de Gamsheim, p. ex. la Kinzig et l'hydrosystème Elz-Dreisam. Il est donc fort probable qu'un « saumon Iffezheim » soit également enregistré à Gamsheim. Le fonctionnement restreint de la passe à poissons d'Iffezheim ayant montré que le nombre d'adultes de retour était parfois supérieur à celui de Gamsheim (2010, 2012, 2013), il est possible que des saumons empruntent l'écluse de navigation pour poursuivre leur montaison.

Le nombre d'adultes de retour à Iffezheim et Gamsheim varie fortement, mais on note une hausse en 2015, 2016 et 2017 (figure B4.8). 2018 et 2019 font apparaître des chiffres de montaison plus bas, mais 2020 affiche en revanche un nombre à nouveau relativement élevé de saumons de retour (année record à Gamsheim).

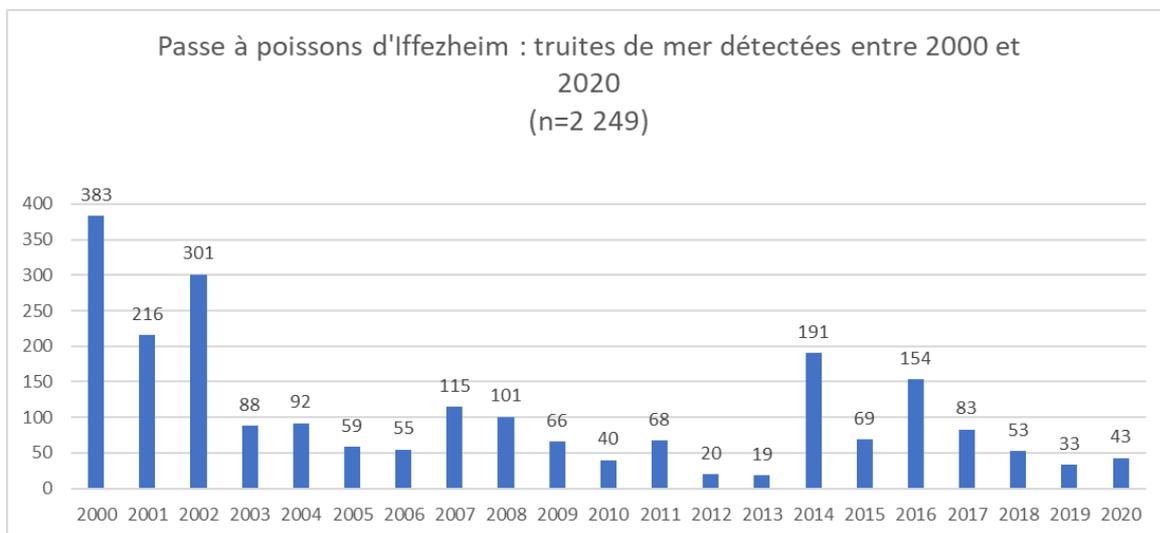
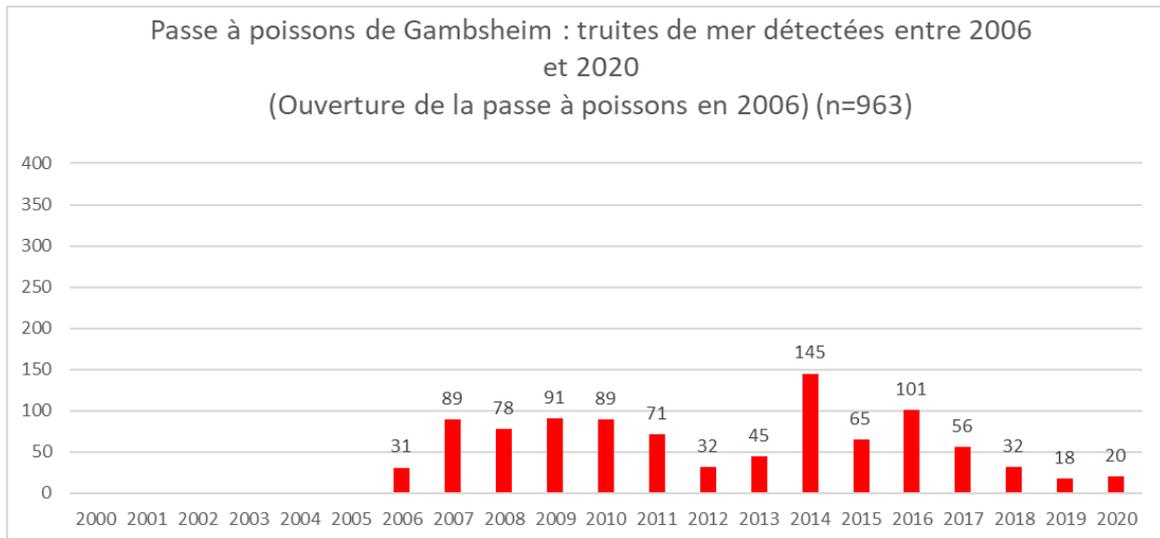


**Figure B4.8** : saumons identifiés dans les stations de contrôle de Gamsheim (à partir de 2006) et d'Iffezheim (à partir de 2000). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013, voir chap. 6.2.

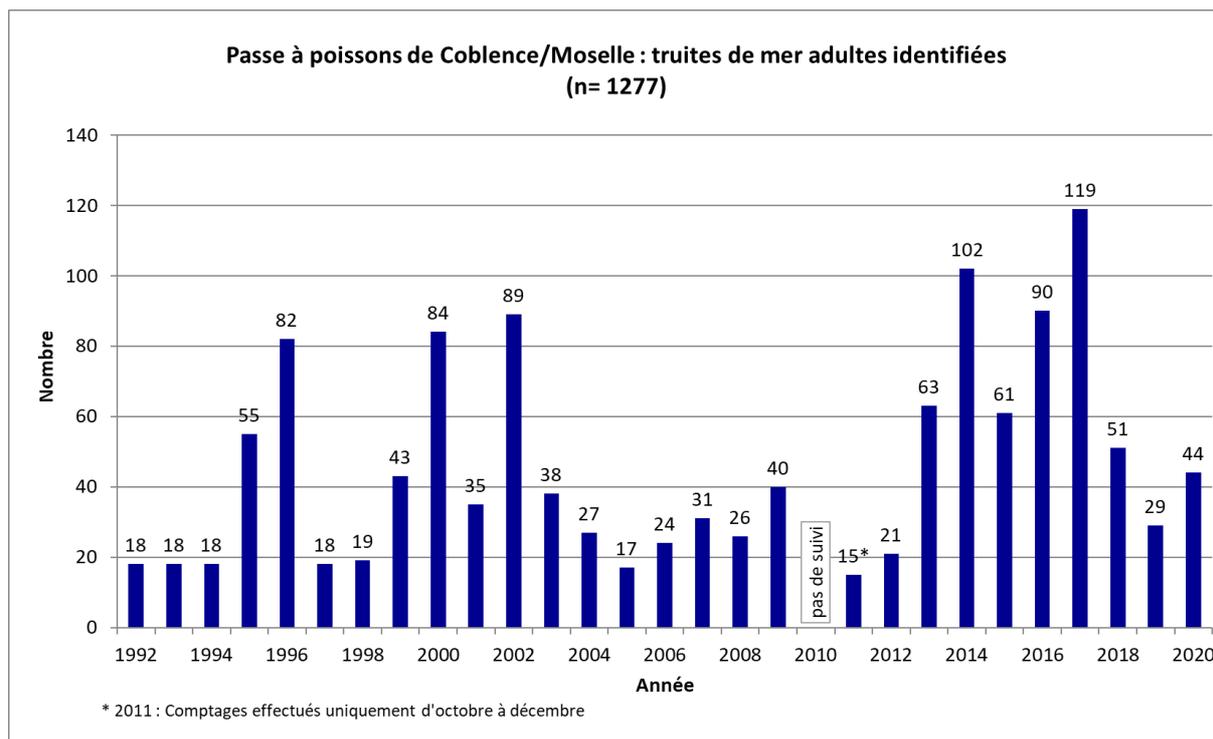
## B4.3 Truite de mer

### Adultes de retour

Exception faite des valeurs relativement élevées en 2014 et 2016, le nombre de géniteurs varie depuis 2006 dans les deux passes à poissons, en restant toutefois à un faible niveau (figure B4.9). Comme pour le saumon, on note sur quelques années un nombre plus élevé de géniteurs à Gamsheim (2011 à 2013), ce qui laisse penser que quelques poissons empruntent l'écluse pour leur migration. À la station de contrôle de Coblenz (figure B4.10) par contre, le nombre d'adultes de retour détectés est relativement élevé sur la période 2013 à 2017. Au cours des années précédentes, plus de 40 individus ont été détectés en quelques années seulement. Cette légère tendance à la hausse se manifeste également dans les chiffres globaux des Länder de Hesse et de Rhénanie-Palatinat (CIPR 2018).



**Figure B4.9** : truites de mer identifiées à Iffezheim (à partir de 2000) et à Gamsheim (à partir de 2006). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013.



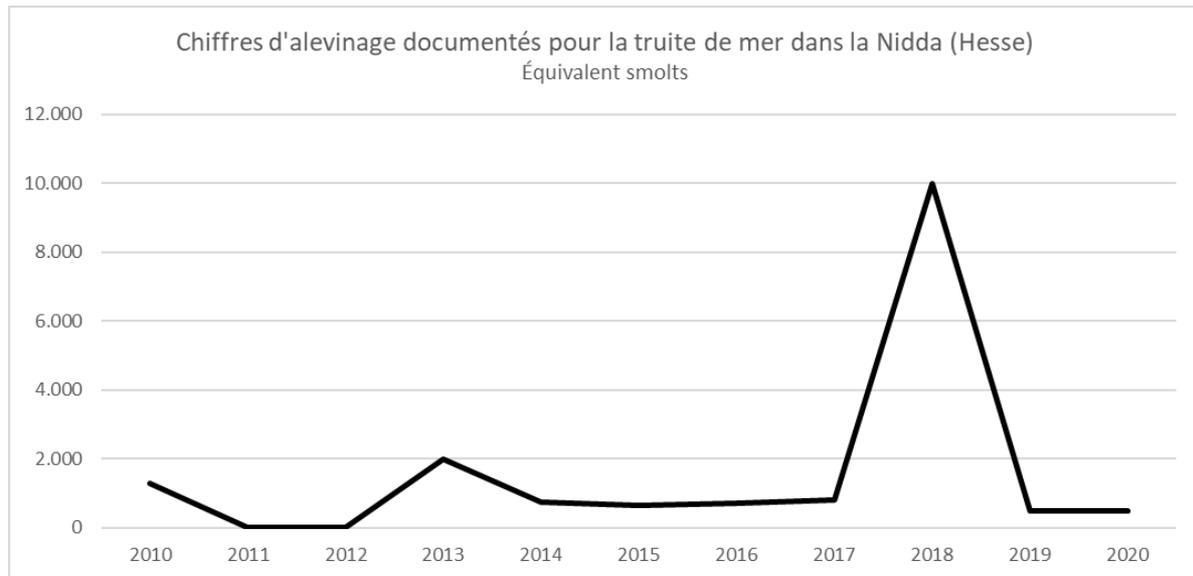
**Figure B4.10 :** Truites de mer identifiées dans la Moselle, passe à poissons de Coblenze de 1992 à 2020 (données : Bundesanstalt für Gewässerkunde - BfG). 2010/2011 Construction d'une nouvelle passe à poissons à Coblenze

## Reproduction

On ne dispose pas de connaissances détaillées sur la réussite de la reproduction de la truite de mer, car il est impossible de distinguer les juvéniles des « truites fario » potamotoques et les deux formes sont en général présentes conjointement. Ses habitats concordant aussi en grande partie avec ceux du saumon, la truite de mer est soumise pratiquement aux mêmes restrictions que celui-ci quand la continuité et la qualité des habitats sont médiocres. La reproduction naturelle est probablement élevée dans les rivières où le saumon se reproduit avec succès.

## Alevinage de truites de mer

Selon les informations dont dispose la CIPR, les alevinages de truites de mer dans le bassin du Rhin entre 2010 et 2020 se sont limités à la Nidda, affluent hessois du Main. Ces alevinages se sont faits pour l'essentiel à partir de poissons au stade de tacons, en 2015 également avec des truitelles. La tendance n'est pas homogène après conversion en équivalents smolts (figure B4.11). Excepté en 2011 et 2012, années au cours desquelles l'alevinage a été suspendu, les efforts de repeuplement sont le plus souvent inférieurs à 1 000 équivalents smolts. En 2018, l'alevinage a plus que décuplé, s'établissant à 10 000 équivalents smolts.



**Figure B4.11** : nombre d'alevins de truites de mer déversés dans la Nidda en Hesse de 2010 à 2020.

## B4.4 Lamproie marine et lamproie fluviatile

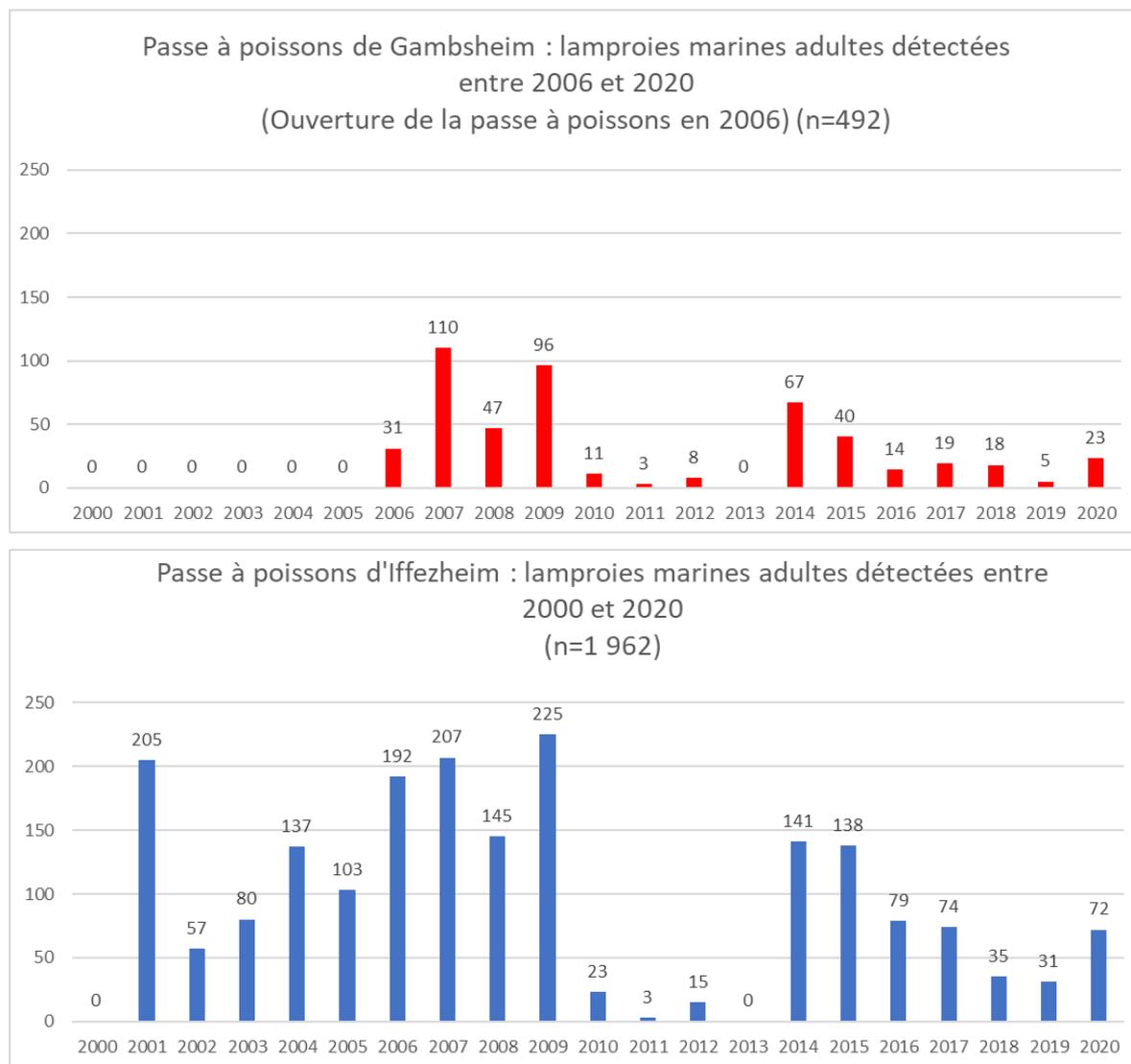
### Adultes de retour

Les lamproies marines sont bien détectables dans les stations de contrôle d'Iffezheim et de Gamsheim. Vu leur taille nettement plus faible et leur comportement migratoire benthique, il est beaucoup plus difficile d'identifier les lamproies fluviatiles. Dans le cadre des détections de reproduction naturelle et des pêches effectuées dans les affluents du Rhin, les lamproies marines sont aussi détectées plus souvent que les lamproies fluviatiles. Pour ces raisons, il n'est pas possible d'évaluer actuellement les peuplements de lamproies fluviatiles sur la base de données fiables. Les deux espèces ayant des exigences similaires, on suppose que l'évolution des peuplements de lamproies fluviatiles est semblable à celle des lamproies marines.

À Gamsheim et Iffezheim, le nombre le plus élevé de retours de lamproies marines a été observé avant 2010 (figure B4.12). Durant les travaux d'aménagement à Iffezheim (2009-2013), le nombre de lamproies marines détectées à Iffezheim et à Gamsheim est resté très faible. À partir de 2014, les chiffres se sont établis à nouveau autour des valeurs observées avant 2010. En revanche, le nombre d'adultes de retour a régressé de 2016 à 2019 avant de remonter légèrement en 2020.

### Reproduction

La lamproie marine se reproduit sur l'ensemble du bassin du Rhin accessible (à l'exception du tronçon néerlandais). Des nids de ponte et parfois aussi des ammocètes sont relevés entre autres dans l'hydrosystème de l'Ill, dans la Wieslauter, dans la Murg et sur le Rhin moyen dans la Wisper, le Saynbach, la Nette et l'Ahr. L'hydrosystème de la Sieg et celui de la Wupper-Dhünn comptent également parmi les récentes zones de reproduction.



**Figure B4.12 :** lamproies marines détectées à Gamsheim (à partir de 2006) et à Iffezheim (à partir de l'an 2000). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013.

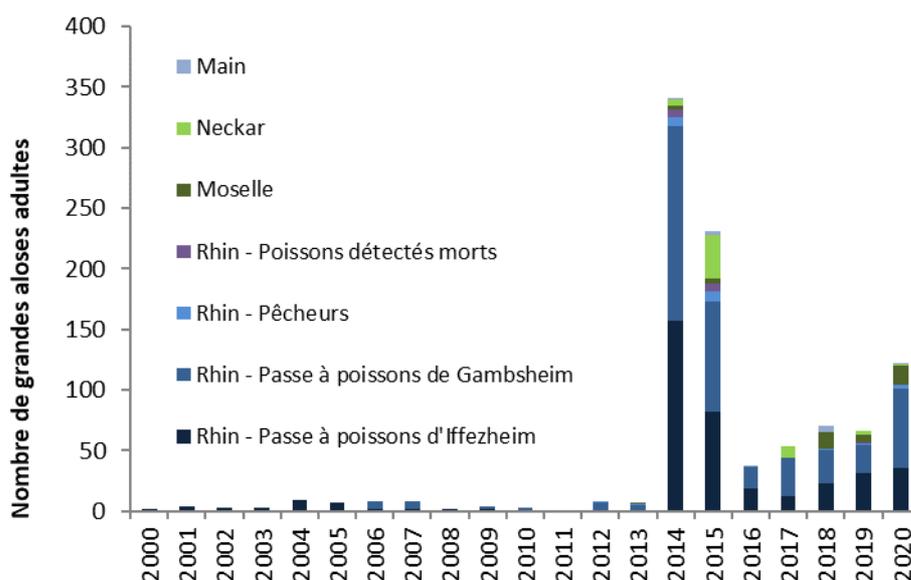
Une étude spéciale réalisée en Hesse entre les PK 487,8 et 492,6 du Rhin indique que les habitats dans les champs d'épis du Rhin navigable sont plutôt inaptes à accueillir des lamproies marines au stade larvaire (ammocètes) (Korte & Kalbhenn 2018). Dans le Rhin supérieur septentrional notamment, des analyses de grilles ont cependant permis de détecter des lamproies marines, des lamproies fluviatiles et des ammocètes non identifiées plus précisément, parfois en nombre étonnamment élevés :

Selon ces chiffres, il est probable que les lamproies amphihalines sont plus nombreuses dans le Rhin que ne le montrent les pêches et les comptages effectués au droit de stations de contrôle. On peut également considérer que les lamproies se reproduisent naturellement dans le Rhin même, du moins dans le bassin du Rhin supérieur. Des éléments morphologiques se prêtant à la reproduction naturelle se trouvent également dans le haut Rhin où la reproduction de la lamproie de Planer est bien documentée. Comme mentionné ci-dessus, des reproductions naturelles ont également été observées dans de nombreux affluents, de sorte que l'on peut partir globalement de peuplements se reproduisant naturellement dans le Rhin.

## B4.5 Grande alose

Le projet européen LIFE « Réintroduction de la grande alose dans le Rhin<sup>2</sup> (2007-2010) et le projet LIFE+ « *Alosa alosa*<sup>3</sup> » (2011-2015) ont permis de réaliser des opérations de repeuplement de grande ampleur dans le Rhin supérieur hessois et dans le Rhin inférieur en Rhénanie-du-Nord-Westphalie à partir de 2008. Les alevinages se sont poursuivis par la suite. Jusqu'en fin 2018, environ 13 millions de larves d'aloses ont été déversés dans l'hydrosystème rhénan, soit quelque 1,25 million par an en moyenne.

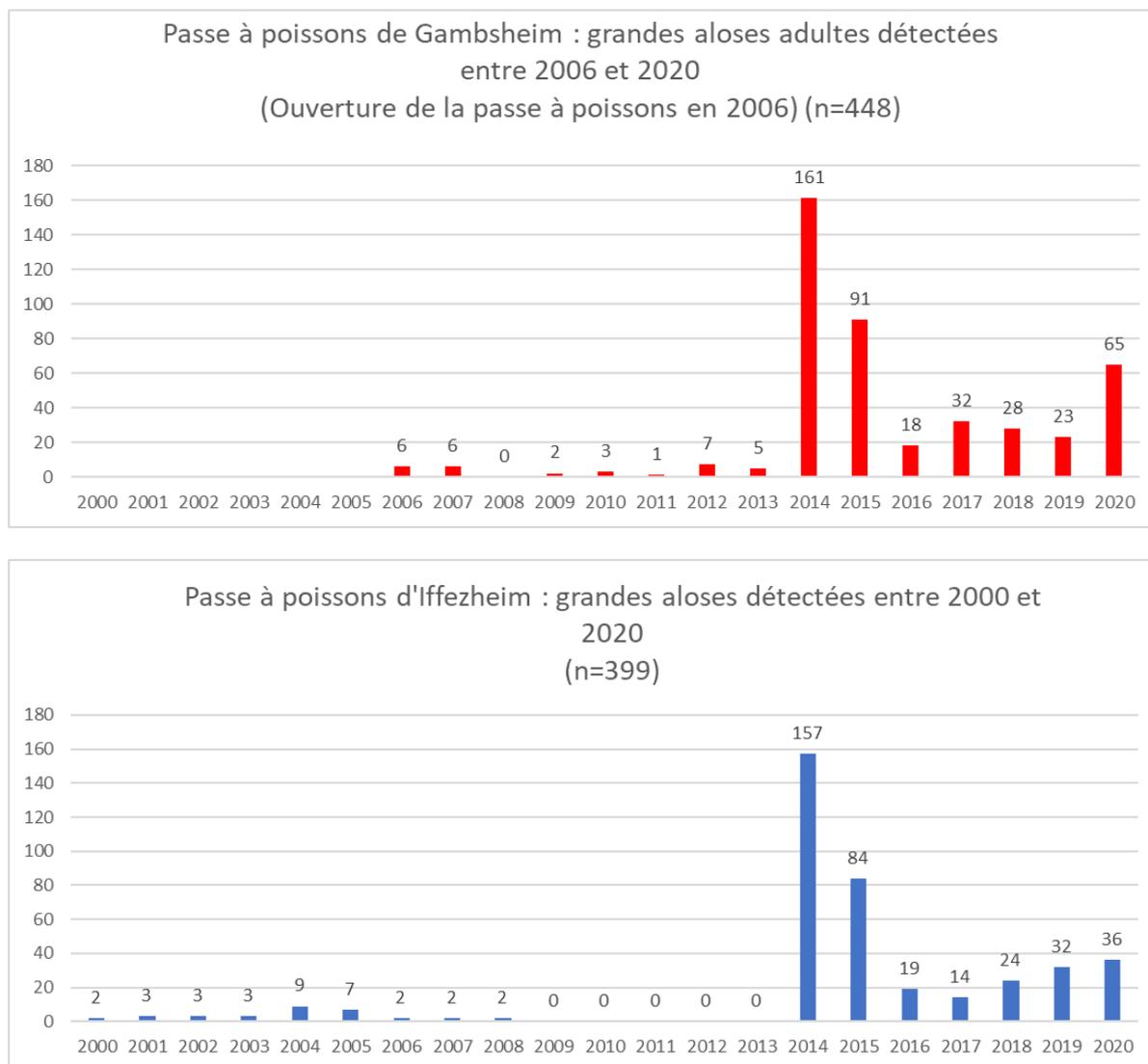
Les poissons dévalant en septembre grandissent bien et atteignent déjà une longueur de 12 cm. Les détections d'alosons montrent que les grandes aloses provenant d'alevinages peuvent aujourd'hui encore grandir dans le Rhin, malgré l'hydromorphologie fortement altérée, et dévaler vers la mer à la fin de l'été et en automne. Ce projet a déjà porté ses fruits dès 2014. Des géniteurs ont été observés même à Iffezheim et Gambsheim, soit bien en amont des régions alevinées. Globalement, les détections de grandes aloses adultes affichent une hausse très marquée depuis 2014. En 2015 également, le nombre de grandes aloses identifiées est relativement élevé, même si les détections se stabilisent ensuite à un niveau nettement plus faible. Ces chiffres sont toutefois nettement plus élevés que les rares détections antérieures à 2014. Par ailleurs, on note à nouveau une légère hausse sur l'ensemble du bassin du Rhin et à hauteur de la station de contrôle d'Iffezheim depuis 2017 (figures B4.13 et B4.14).



**Figure B4.13 :** Grandes aloses adultes détectées dans l'hydrosystème rhénan entre 2000 et 2020 (graphique : A Schabert, modifié).

<sup>2</sup> Subventionné par l'Union Européenne ; entité responsable : Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) ; autres partenaires de cofinancement : HIT-Umweltstiftung, Rheinfischereigenossenschaft NRW, ministère hessois de l'Environnement, Sportvisserij Nederland et partenaires de recherche en France

<sup>3</sup> LIFE09 NAT/DE/000008



**Figure B4.14** : grandes aloses détectées à Gamsheim (à partir de 2006) et à Iffezheim (à partir de 2000). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013.

## B4.6 Anguille

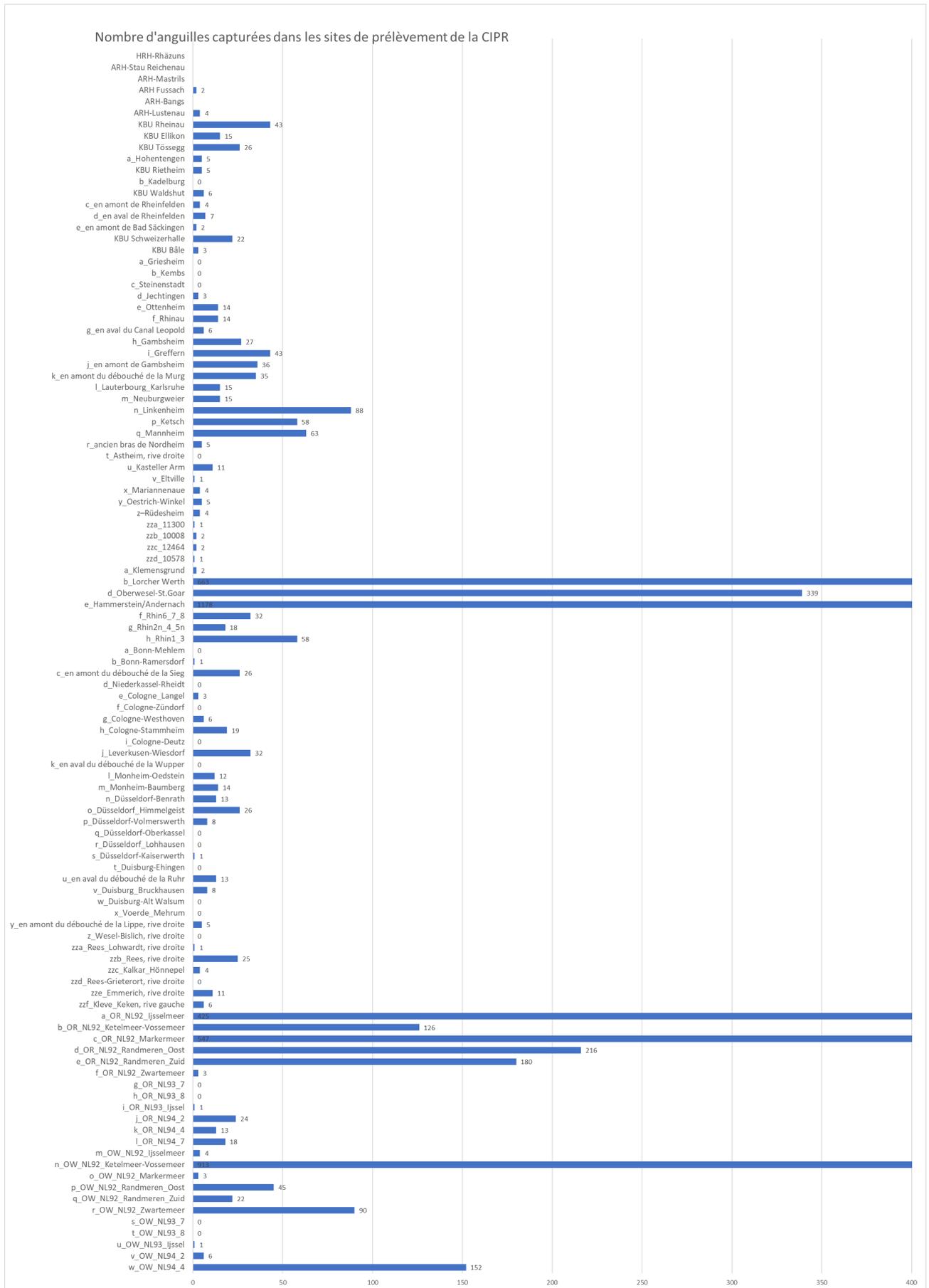
Les peuplements d'anguilles européennes ont fortement diminué et se situent sous les limites biologiques raisonnables (ICES 2013). Dès 2007, l'UE a émis un règlement visant à protéger cette espèce (cf. règlement CE n° 1100/2007 du conseil du 18 septembre 2007 et mesures visant à reconstituer les stocks d'anguilles européennes).

Depuis le début des années 80, la présence des civelles sur les côtes européennes ne représente plus que quelques pour cent de la moyenne pluriannuelle. Après une légère hausse en 2013 et 2014, les chiffres sont retombés à nouveau à un faible niveau (CIPR 2018). Les causes de la forte régression des civelles sont probablement multiples. Les principaux facteurs sont la perte d'habitats due à l'aménagement des rivières, la remontée perturbée par les ouvrages transversaux, la perte d'anguilles argentées dévalant au droit des usines hydroélectriques, les parasites (*Anguillicoloides crassus*), la pêche des civelles, anguilles jaunes, anguilles argentées, la prédation exercée par le cormoran, etc. Les femelles atteignent leur maturité à 12 - 15 ans. On ne peut donc exclure l'impact d'une contamination des anguilles adultes par des substances nuisibles représentant aujourd'hui encore des pollutions historiques dans les sédiments du Rhin. Les suites de ces rejets historiques peuvent avoir eu ou avoir encore des impacts sur la santé et/ou la fertilité, notamment des femelles. Il convient également de tenir compte

d'éventuelles modifications dans le milieu marin, notamment d'une modification des courants océaniques, engendrées peut-être par le changement climatique.

Les pêches électriques permettent de recenser relativement bien les anguilles rhénanes, ce qui fait que cette espèce a été détectée dans la majorité des sites de prélèvement malgré la régression des stocks à l'échelle européenne (figure B4.15).

En amont du barrage de Gerstheim et plus particulièrement encore en amont des chutes du Rhin à Schaffhouse, les anguilles identifiées sont très probablement toutes à mettre sur le compte des alevinages. Les anguillettes, anguilles jaunes et anguilles argentées séjournent volontiers dans des blocs sur les berges consolidées et réagissent fortement au champ électrique. À l'opposé de la tendance générale, la présence d'anguillettes aux stations de contrôle d'Iffezheim et de Gamsheim a fortement augmenté en 2018 et est encore à un niveau relativement très élevé en 2019 (voir chap. B2.3). On verra au cours des prochaines années si ces résultats peuvent être évalués comme effet des efforts déployés jusqu'à présent dans le cadre des plans nationaux de gestion de l'anguille et si un renversement de tendance s'annonce au niveau des peuplements d'anguilles, du moins dans le Rhin supérieur.



**Figure B4.15 :** nombre d'anguilles capturées dans les sites de prélèvement CIPR sur le linéaire du Rhin en 2018/2019.

## C Comparaisons

### C1 Espèces de poissons

#### C1.1 L'ichtyocénose du Rhin

Avec l'amélioration de la qualité de l'eau du Rhin, les conditions de vie et l'état sanitaire des poissons rhénans se sont sensiblement améliorés depuis le lancement des programmes de protection du Rhin, laissant penser les obstacles à une reproduction naturelle fonctionnelle des espèces rhénanes dans l'hydrosystème s'amenuisent au fil du temps.

71 espèces de poissons ont pu être détectées au cours des 25 dernières années dans le cadre du monitoring 'poissons' de la CIPR. Seul l'esturgeon européen (*Acipenser sturio*), qui remontait jadis jusque dans le haut Rhin, manque encore à l'appel (tableau C1.1). Il faut encore soutenir certaines espèces comme le saumon atlantique (*Salmo salar*) et la truite de mer (*Salmo trutta*) à l'aide de programmes d'aide afin qu'ils puissent refaire du Rhin et son bassin leur espace de vie, de reproduction et de croissance des juvéniles. D'autres espèces, telles que la grande alose (*Alosa alosa*), dont les peuplements sont également soutenus par des opérations d'alevinage, et la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) sont revenues « spontanément » jusque dans le Rhin supérieur méridional.

Les espèces observées sur différents sites au cours de différentes années, telles que listées dans le tab. C1.1, ne peuvent toutefois pas reproduire l'ichtyofaune rhénane dans son intégralité. Ceci s'explique par des raisons méthodologiques :

- Dans le cadre des données collectées dans les États riverains, il manque les données d'analyses spécifiques qui n'ont pas été remises aux services techniques faitiers.
- Il manque des données de différents contrôles de nasses au droit des barrages des usines hydroélectriques et des sites de captage d'eau de refroidissement.
- Les poissons grands migrateurs ne sont souvent détectés que dans les stations de contrôle installées sur les barrages des usines hydroélectriques. En général, ils ne sont pas détectés dans les tronçons du Rhin qu'ils ont traversés auparavant.
- L'éventail des espèces dans les bassins reliés au Rhin et les annexes hydrauliques n'est pas encore totalement analysé et/ou ne figure pas encore dans les informations sur l'ichtyofaune du Rhin.
- L'éventail des espèces dans le lac de Constance, qui est relié directement aux tronçons voisins du Rhin, ne figure pas dans le relevé. Il existe ici au moins des détections individuelles d'autres espèces de poissons exotiques telles que différentes espèces d'esturgeons, le black-bass, le black-bass à petite bouche, différents hybrides de cyprinidés, et autres.
- Les hybrides de cyprinidés (p. ex. des genres *Cyprinus*, *Carassius* et *Leuciscus*) ainsi que les hybrides de salmonidés non reproductifs (p.ex. l'omble alsacien) qui apparaissent p. ex. dans les captures des pêcheurs à la ligne, ne sont pas mentionnés ici.
- Les espèces qui ne peuvent pas (encore) se reproduire dans le système font également défaut. Leurs détections sont uniquement aléatoires.

**Tableau C1.1** : tableau des espèces de poissons du Rhin - comparaison des cinq campagnes d'analyse (y compris analyses spéciales prises en compte) effectuées jusqu'à présent dans le cadre de la CIPR sur l'ichtyofaune du Rhin. (en rouge : espèces exotiques,<sup>1</sup> : espèces listées comme exotiques dans les différents tronçons du Rhin.

Espèce / tronçon du Rhin Année	Rhin alpin			Haut Rhin					Rhin supérieur					Rhin moyen					Rhin inférieur					Delta du Rhin				
	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019
<i>Abramis brama</i>																												
<i>Acipenser sp.</i>																												
<i>Alburnoides bipunctatus</i>																												
<i>Alburnus alburnus</i>																												
<i>Alosa alosa</i>																												
<i>Alosa fallax</i>																												
<i>Ameirus sp.</i>																												
<i>Anguilla anguilla</i>																												
<i>Aspius aspius</i> <sup>1</sup>																												
<i>Ballerus sapa</i>																												
<i>Barbatula barbatula</i>																												
<i>Barbus barbus</i>																												
<i>Blicca bjoerkna</i>																												
<i>Carassius auratus</i>																												
<i>Carassius carassius</i>																												
<i>Carassius gibelio</i> <sup>1</sup>																												
<i>Chondrostoma nasus</i>																												
<i>Clupea harengus</i>																												
<i>Cobitis bilinaeta</i> *																												
<i>Cobitis taenia</i> **																												
<i>Coregonus oxyrinchus</i>																												
<i>Coregonus sp.</i>																												
<i>Cottus gobio</i>																												
<i>Cottus gobio</i>																												
<i>Ctenopharyngodon idella</i>																												
<i>Cyprinus carpio</i> <sup>1</sup>																												
<i>Dicentrarchus labrax</i>																												
<i>Esox lucius</i>																												
<i>Gasterosteus gymn./aculeatus</i> <sup>1</sup>																												
<i>Gobio gobio</i>																												
<i>Gymnocephalus cernuus</i>																												
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>																												
<i>Lampetra fluviatilis</i>																												
<i>Lampetra planeri</i>																												
<i>Lepomis gibbosus</i>																												
<i>Leucaspis delineatus</i>																												

Espèce / tronçon du Rhin Année	Rhin alpin			Haut Rhin					Rhin supérieur					Rhin moyen					Rhin inférieur					Delta du Rhin				
	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019	1996	2000	2007	2013	2019
<i>Leuciscus idus</i> <sup>1</sup>																												
<i>Leuciscus leuciscus</i>																												
<i>Liza ramada</i>																												
<i>Lota lota</i>																												
<i>Neogobio fluviatilis</i>																												
<i>Neogobius melanostomus</i>																												
<i>Oncorhynchus mykiss</i>																												
<i>Osmerus eperlanus</i>																												
<i>Petromyzon marinus</i>																												
<i>Perca fluviatilis</i>																												
<i>Phoxinus phoxinus</i>																												
<i>Platichthys flesus</i>																												
<i>Pomatoschistus minutus</i>																												
<i>Ponticola kessleri</i>																												
<i>Proterorhinus semilunaris</i>																												
<i>Pseudorasbora parva</i>																												
<i>Pungitius pungitius</i> <sup>1</sup>																												
<i>Rhodeus amarus</i>																												
<i>Romanogobio belingi</i>																												
<i>Rutilus rutilus</i>																												
<i>Salmo salar</i>																												
<i>Salmo trutta</i>																												
<i>Salvelinus alpinus</i>																												
<i>Salvelinus fontinalis</i>																												
<i>Sander lucioperca</i>																												
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>																												
<i>Scardinius hesperidicus</i>																												
<i>Silurus glanis</i> <sup>1</sup>																												
<i>Sprattus sprattus</i>																												
<i>Squalius cephalus</i>																												
<i>Telestes souffia</i>																												
<i>Thymallus thymallus</i>																												
<i>Tinca tinca</i>																												
<i>Umbra pygmea</i>																												
<i>Vimba vimba</i>																												
<b>Nombre d'espèces</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	<b>43</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>57</b>	<b>40</b>	<b>41</b>

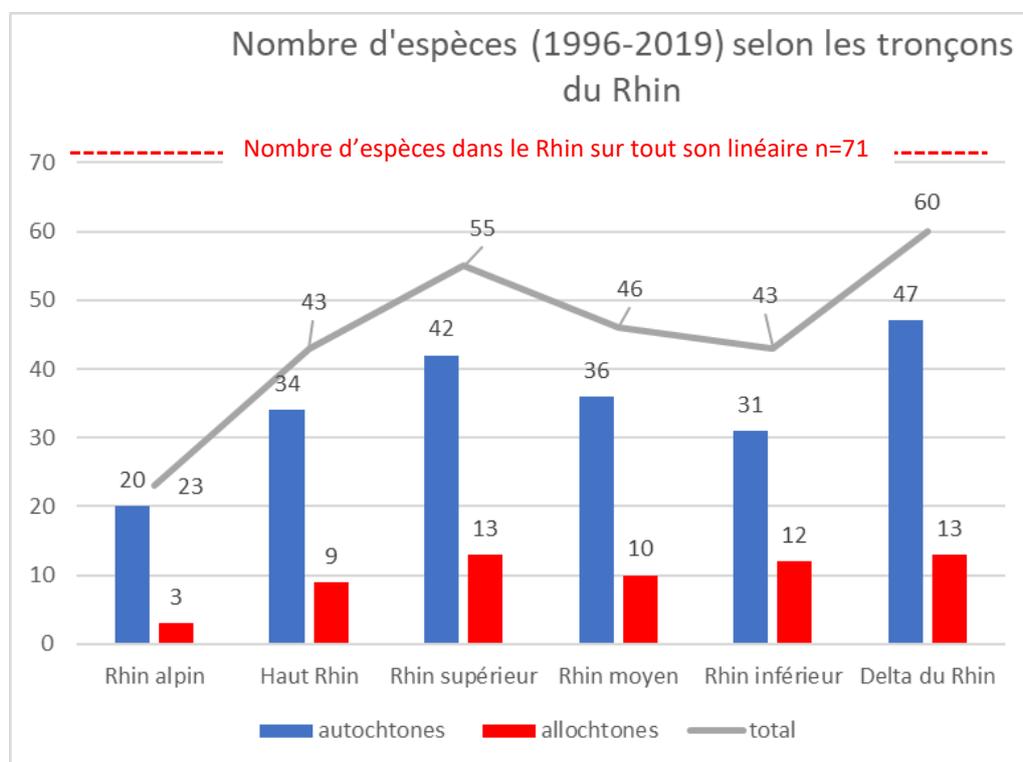
\* Selon les études les plus récentes réalisées dans le haut Rhin, les exemplaires identifiés comme *C. taenia* sont attribués, du moins depuis 2013, à l'espèce *C. bilineata* (Hydra 2020, Guthruf et al. 2020). \*\* Au moins pour le Rhin supérieur méridional, sous réserve d'examen postérieur.

## Nombre d'espèces

Le nombre d'espèces de poissons dans le Rhin est rehaussé par des espèces exotiques. Certaines espèces sont cependant listées comme exotiques dans certains tronçons du Rhin et non dans d'autres ; il manque encore au niveau de la CIPR une répartition uniforme.

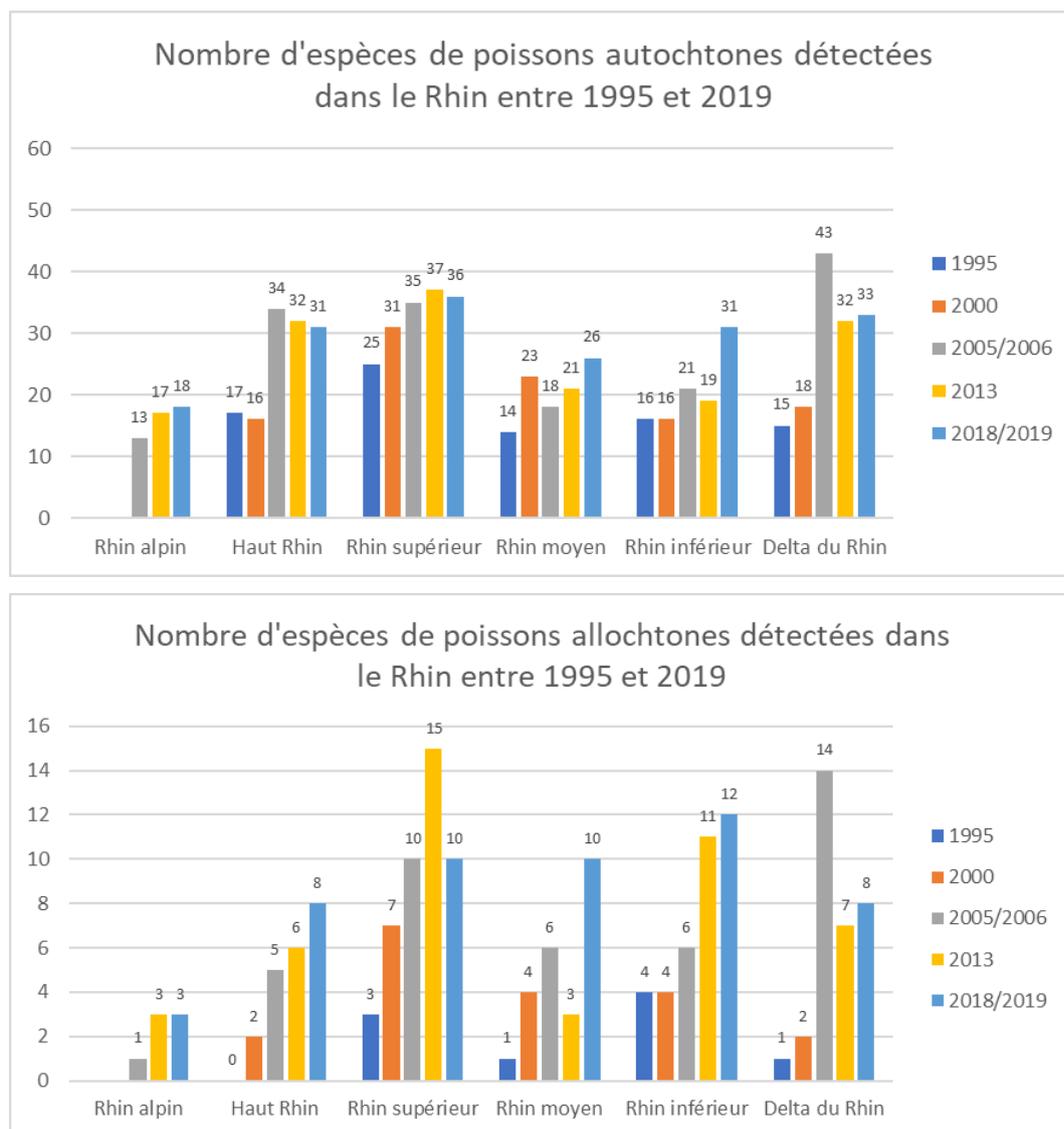
On continue à observer une augmentation naturelle des espèces de poissons sur le linéaire du Rhin - avec des interruptions sur le Rhin moyen et le Rhin inférieur -, ce qui est dû à la continuité du fleuve. Le nombre plus élevé d'espèces dans le delta du Rhin s'explique par ailleurs par l'échange d'individus avec les zones d'eaux saumâtres et la mer du Nord (figure C1.1). Le nombre des espèces locales exotiques est nettement supérieur à celui des espèces immigrées/introduites.

Le faible nombre d'espèces dans le Rhin alpin a son origine dans la régularisation du Rhin qui a débouché sur la disparition de plus d'un tiers de la communauté historique de poissons. En général, il est également possible d'identifier les liens entre le nombre d'espèces et les habitats disponibles sur différents sites de prélèvement des autres tronçons du Rhin.



**Figure C1.1** : comparaison du nombre d'espèces sur les différents tronçons du Rhin. Synthèse de toutes les détections entre 1996 et 2019 (analyses spéciales comprises). Distinction entre espèces indigènes et espèces exotiques.

L'analyse plus détaillée des espèces identifiées fait ressortir des fluctuations sensibles du nombre d'espèces sur les différents tronçons du Rhin entre les campagnes effectuées sur la période 1996 - 2019 (figure C1.2).



**Figure C1.2 :** Comparaison du nombre d'espèces sur les différents tronçons du Rhin, selon les campagnes d'analyse et selon les espèces indigènes (graphique en haut) et exotiques (graphique en bas). Il est tenu compte à la fois des sites CIPR et des analyses spéciales.

Comme déjà noté dans le dernier rapport sur la faune rhénane (CIPR 2015), ceci est imputable à des fluctuations réelles au niveau des peuplements et à des raisons méthodologiques (différentes méthodes de pêche, meilleure densité de données, etc.). Mais la raison principale en est que les espèces sporadiques ne peuvent pas être identifiées partout et avec le même succès (efficacité des captures, niveaux d'eau, etc.).

Si les premières campagnes se limitaient encore à évaluer les inventaires de poissons au titre du programme d'analyse biologique 'Rhin' et de la surveillance DCE, la prise en compte d'analyses spéciales supplémentaires s'est traduite par un gain important de connaissances sur les peuplements de différentes espèces (CIPR 2015). Les stations de contrôle sur les barrages des usines hydroélectriques de Gamsheim et d'Iffezheim disposent de chroniques de données sur les remontées de toutes les espèces différenciables jusqu'à l'actuelle campagne. Sont détectées ici des espèces migratrices qui ne peuvent être identifiées ou seulement exceptionnellement par pêche électrique, comme le saumon, la grande alose et la lamproie marine. Dans les autres stations de contrôle sur le Neckar, le Main, la Moselle et la Sieg, les recensements de données ont hélas été suspendus entre-temps (Neckar, Main) ou limités à des espèces sélectionnées (Moselle, Sieg).

On notera que le recul constaté du nombre d'espèces du Rhin supérieur peut également avoir des causes méthodologiques (Manné, communication orale).

## Fréquences relatives (classes de dominance) de différentes espèces

La taille du fleuve, son courant et la grande mobilité des poissons (réflexe de fuite lors de la pêche électrique) rendent pratiquement impossible le calcul de peuplements de poissons du Rhin. Même le calcul d'un CPUE (*catch-per-unit effort*) dans le cadre de pêches à proximité des berges avec une bande d'une largeur définie (voir monitoring des juvéniles dans le haut Rhin au paragraphe B2.2) ne fournit que des densités de poissons approximatives et permet uniquement des comparaisons entre sites présentant des caractéristiques comparables et dans lesquels les prélèvements se sont faits avec la même méthode. Ceci n'est cependant pas le cas sur le linéaire du Rhin ; il n'est donc pas possible de donner d'indications fiables sur les peuplements et sur les densités de poissons dans le cadre du monitoring piscicole de la CIPR.

Il est cependant possible de comparer

- les résultats entre les différentes années sur les mêmes tronçons analysés
- les fréquences relatives (rapports de dominance) des différentes espèces par rapport à la capture totale sur un site.

Les deux indications sont en principe indépendantes de la méthode de pêche et du tronçon du Rhin considéré.

Mais même l'évaluation des rapports de dominance est affectée d'incertitudes, car le nombre de captures varie aussi en fonction de la date de l'analyse et du fait que toutes les méthodes (nasses, pêche électrique, filets) sont sélectives pour des espèces données (CIPR 2015).

Les fréquences relatives des espèces par rapport au nombre total d'espèces fournissent des informations importantes sur la qualité des habitats sur les sites analysés sur le Rhin. Différentes dominances sont souvent en corrélation avec différentes structures morphologiques du fleuve et exigences respectives des espèces. Elles indiquent dans quel ordre de grandeur et pour quelle espèce les formes de couverture paysagère et d'habitat proposées sont de meilleure ou de plus mauvaise qualité. Les gobies, et plus particulièrement le gobie à taches noires, sont pour cette raison très souvent dominants dans les zones riveraines avec enrochements (Rhin supérieur, Rhin moyen et Rhin inférieur). Les gobies sont en mesure de coloniser de manière optimale des habitats artificiels qui leur offrent des structures propices à tout leur cycle de vie. Dans les tronçons morphologiquement appauvris du Rhin, les espèces aptes à s'adapter à d'autres conditions écologiques et/ou moins exigeantes telles que le gardon, la brème, le chevesne, la perche fluviatile et l'ablette sont dominantes par rapport aux espèces exigeantes pénalisées par l'absence ou le manque de qualité ou d'étendue d'habitats partiels importants dans les écotopes disponibles. En dehors des zones de retenue dans le haut Rhin ainsi que dans le Rhin moyen, le barbeau et le hotu, espèces rhéophiles, auxquels vient s'ajouter le spirilin dans le haut Rhin, affichent des classes de dominance plus élevées qu'ailleurs.

Les rapports de dominance de la faune rhénane en 2018/2019 sont indiqués selon l'espèce et selon le tronçon du Rhin dans le tableau C1.2. Y est également mentionnée le total des captures auquel se réfèrent les pourcentages d'espèces. Le nombre élevé de captures dans le delta du Rhin s'explique par :

- le grand nombre de points de pêche individuels (voir fig. B1.7) qui ont été regroupés en zones plus importantes,
- les méthodes de capture (captures par nasse et par filet en plus des captures par pêche électrique) qui permettent généralement de capturer plus de poissons et de mieux recenser les peuplements massifs de certaines espèces. Ceux-ci ne sont que rarement pris en compte quand la technique de pêche est exclusivement électrique (protection de bancs de juvéniles, réflexes de fuite) (voir fig. B2.3).

**Tableau C1.2** : fréquences relatives des espèces de poissons sur les différents tronçons du Rhin et capture globale avec et sans delta du Rhin (données tirées des pêches effectuées sur les sites de prélèvement de la CIPR). Les détections effectuées dans le cadre de programmes spéciaux sont signalées par un x. Catégories de dominance selon le tableau A1.1.

Espèce / tronçon du Rhin	Rhin alpin*	Haut Rhin	Rhin supérieur méridional	Rhin supérieur septentrional	Rhin moyen	Rhin inférieur	Delta du Rhin	Total des captures n (tous les tronçons)	Total des captures n (sans le delta du Rhin)
<i>Abramis brama</i>		0,1	0,7	1,3	1,3	0,2	7,2	32135	834
<i>Acipenser sp</i>									
<i>Alburnoides bipunctatus</i>		10,0	0,2		0,2			1051	1051
<i>Alburnus alburnus</i>	0,3	6,3	14,8	11,6	8,9	18,8	0,8	12238	8854
<i>Alosa alosa</i>			x	x					
<i>Alosa fallax</i>									
<i>Ameirus sp.</i>									
<i>Anguilla anguilla</i>	0,2	0,2	1,0	1,9	6,2	4,7	0,6	5820	3001
<i>Aspius aspius</i>		x	0,4	2,5	3,0	2,7	< 0,1	1859	1734
<i>Ballerus sapa</i>			x				< 0,1	11	0
<i>Barbatula barbatula</i>	0,3	< 0,1	< 0,1					14	14
<i>Barbus barbus</i>		34,6	0,8	0,1	3,2	0,4	< 0,1	4611	4604
<i>Blicca bjoerkna</i>	< 0,1		< 0,1	< 0,1	< 0,1		3,7	16170	11
<i>Carassius auratus</i>				0,3			< 0,1	104	50
<i>Carassius carassius</i>			x						
<i>Carassius gibelio</i>	0,1	< 0,1	< 0,1		< 0,1			8	8
<i>Chondrostoma nasus</i>	x	2,6	5,2	2,0	15,8	6,2	< 0,1	7460	7443
<i>Clupea harengus</i>							< 0,1	11	0
<i>Cobitis bilinaeta</i>		< 0,1	< 0,1					1	1
<i>Cobitis taenia</i>			< 0,1	5,4	< 0,1		0,1	1 380	898
<i>Coregonus oxyrinchus</i>							< 0,1	44	0
<i>Coregonus sp.</i>	0,1								
<i>Cottus gobio</i>	14,7	< 0,1						442	442
<i>Cottus gobio</i>							< 0,1	24	0
<i>Ctenopharyngodon idella</i>									
<i>Cyprinus carpio</i>		0,1	0,1	2,3	0,1	0,0	0,1	883	429
<i>Dicentrarchus labrax</i>							< 0,1	4	0
<i>Esox lucius</i>		0,2	0,9	0,1	0,1		0,1	769	198
<i>Gasterosteus</i>	< 0,1	0,1	0,3	< 0,1			1,1	4776	58
<i>Gobio gobio</i>		5,4	< 0,1	< 0,1				514	514
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	x	0,1	< 0,1	0,1	< 0,1		7,6	33205	25
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>									
<i>Lampetra fluviatilis</i>			< 0,1		< 0,1			1	1
<i>Lampetra planeri</i>		x	0,1		0,1			45	45
<i>Lepomis gibbosus</i>		0,1	0,6	0,3	0,0			152	152
<i>Leucaspis delineatus</i>							< 0,1	90	0
<i>Leuciscus idus</i>				0,8	1,0	16,3	0,4	3150	1311
<i>Leuciscus leuciscus</i>	0,5	0,3	0,1	2,0	1,6	2,2	< 0,1	1070	1067
<i>Liza ramada</i>							< 0,1	5	0
<i>Lota lota</i>	< 0,1	x			< 0,1	< 0,1		4	4
<i>Neogobio fluviatilis</i>				< 0,1	0,3		1,3	5925	126
<i>Neogobius melanostomus</i>		6,5	34,4	40,8	38,3	25,7	8,8	65980	27621
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	8,6							258	258
<i>Osmerus eperlanus</i>							0,7	3096	0
<i>Petromyzon marinus</i>		x	x						
<i>Perca fluviatilis</i>	< 0,1	1,1	2,6	7,2	3,2	7,8	42,3	187093	3258
<i>Phoxinus phoxinus</i>	0,7	0,1	0,2					66	66
<i>Platichthys flesus</i>						0,1	0,2	867	4
<i>Pomatoschistus</i>							< 0,1	6	0
<i>Ponticola kessleri</i>		x	0,8	0,9	0,2	0,3	0,2	1268	347
<i>Proterorhinus semilunaris</i>			0,6	0,8	0,2		0,3	1557	313
<i>Pseudorasbora parva</i>		0,2	1,1	0,0	< 0,1	< 0,1		183	183

Espèce / tronçon du Rhin	Rhin alpin*	Haut Rhin	Rhin supérieur méridional	Rhin supérieur septentrional	Rhin moyen	Rhin inférieur	Delta du Rhin	Total des captures n (tous les tronçons)	Total des captures n (sans le delta du Rhin)
<i>Pungitius pungitius</i>							0,3	1376	0
<i>Rhodeus amarus</i>		0,1	2,8	< 0,1	< 0,1		0,1	818	413
<i>Romanogobio belingi</i>					< 0,1		< 0,1	80	4
<i>Rutilus rutilus</i>	0,7	1,3	15,1	18,0	15,0	12,1	21,8	106038	11335
<i>Salmo salar</i>		x	< 0,1					2	2
<i>Salmo trutta</i>	8,8	< 0,1	< 0,1		0,1	0,1		301	301
<i>Salmo trutta trutta*</i>			x	x				204	204
<i>Salmo trutta lacustris*</i>	x							60	60
<i>Salvelinus alpinus</i>									
<i>Salvelinus fontinalis</i>		x							
<i>Sander lucioperca</i>		x	< 0,1	0,5	0,3	2,1	1,3	6072	291
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5	2205	42
<i>Scardinius hesperidicus</i>		x							
<i>Silurus glanis</i>		0,2	0,4	0,3	0,4	0,1	< 0,1	274	259
<i>Squalius cephalus</i>	4,2	29,7	12,7	0,4	0,4	0,2	< 0,1	4824	4821
<i>Telestes souffia</i>	60,1	x						1796	1796
<i>Thymallus thymallus</i>	1,1	< 0,1						37	37
<i>Tinca tinca</i>	x	0,6	3,3	0,3	< 0,1		0,2	1333	592
<i>Vimba vimba</i>					< 0,1	0,1	< 0,1	18	8
<b>Nombre d'espèces / captures globales</b>	<b>21</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>41</b>	519524	84826

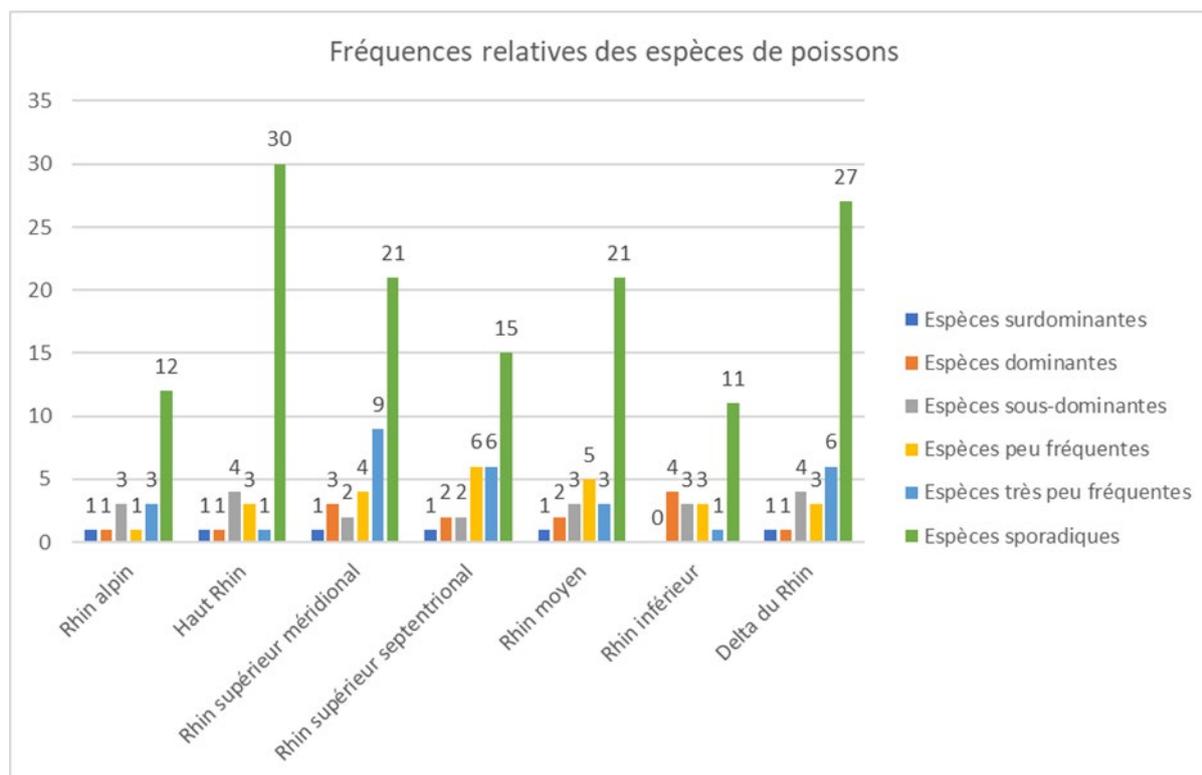
Sur les espèces surdominantes, dont le nombre d'individus représente plus de 32 % de la colonisation globale (intégrée sur des tronçons entiers du Rhin), 4 sont encore indigènes. Ce sont le blageon (*Telestes souffia*) dans le Rhin alpin, le barbeau (*Barbus barbus*) et (compte tenu du monitoring des juvéniles effectué par l'OFEV) le chevesne (*Squalius cephalus*) dans le haut Rhin ainsi que la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*) dans le delta du Rhin. Il convient cependant de s'interroger sur la surdominance de la perche fluviatile constatée dans le delta du Rhin car les densités élevées se basent uniquement sur les juvéniles (cf. chap. B1.6). Dans les captures effectuées sur tout le Rhin supérieur, le Rhin moyen et le Rhin inférieur, ainsi que dans le tronçon le plus aval du haut Rhin (non indiqué séparément ici), seul le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) est surdominant et devance également de loin les trois autres espèces de gobies. Dans les communautés composées de nombreuses espèces, la surdominance dans des tronçons fluviaux potamaux est toutefois un indice de perturbation de l'ichtyocénose. Les espèces indicatrices classiques ont une densité de référence qui est toujours inférieure à 30 % (p. ex. Dußling 2019).

Parmi les principales espèces dominantes et sous-dominantes, on citera :

- le gardon dominant partout à partir du Rhin supérieur méridional et plus en aval,
- la perche fluviale au moins sous-dominante à partir du Rhin supérieur septentrional,
- l'ablette au moins sous-dominante entre le haut Rhin et le Rhin inférieur.

Cette dernière espèce est certes courante dans le delta du Rhin (3 384 individus), mais est classée très peu fréquente du fait du nombre très élevé de captures.

Les espèces annexes relevées correspondent pour la plupart à la catégorie « sporadique » (tableau C1.2 et figure C1.3). La fréquence relative de < 0,32 % attribuée à cette catégorie peut cependant être attribuée à des chiffres absolus très différents en fonction du tronçon considéré. La même fréquence relative de 0,1 % pour le brochet (*Esox lucius*) est déterminée par exemple dans le Rhin supérieur septentrional à partir de 18 individus capturés, mais à partir de 571 dans le delta du Rhin.



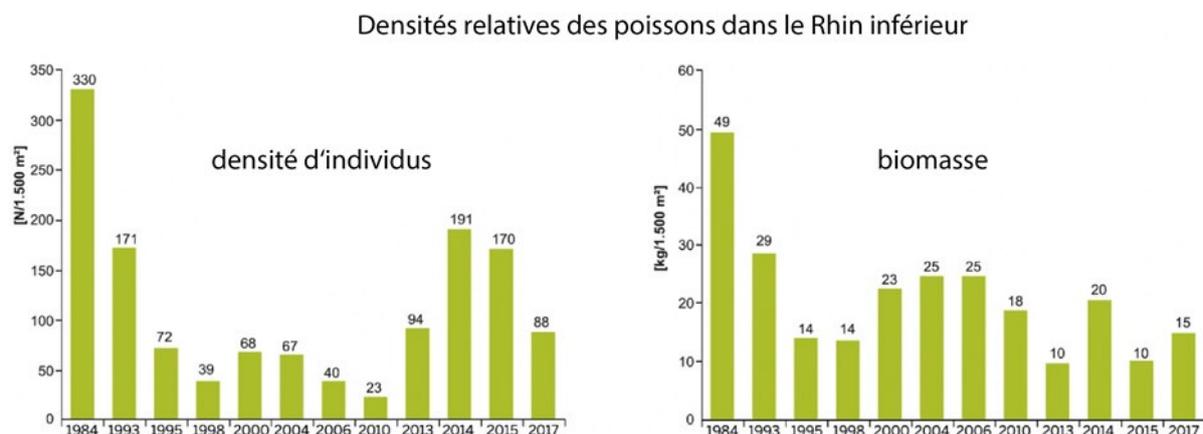
**Figure C1.3** : nombre d'espèces de poissons entrant dans différentes classes de dominance dans les tronçons du Rhin. Source : données des sites de prélèvement CIPR dans le cadre de la campagne 2018/2019

### Densités de poissons

La dominance permet certes de déterminer l'importance de l'espèce dans l'ichtyocénose considérée, mais n'indique pas si les peuplements de l'espèce sont denses et s'ils assurent une reproduction naturelle et durable.

Des indices d'évolution des peuplements (à partir de densités relatives) ressortent des captures réalisées dans le Rhin inférieur (LANUV 2019). On y voit que les densités d'individus régressent fortement dans un premier temps depuis 1984 (figure C1.4). Cette évolution s'explique entre autres par le recul des gardons, que l'on rencontrait en masse jusque-là, et que l'on met en relation, entre autres, avec la baisse des concentrations de nutriments. Les densités fluctuent par la suite à un bas niveau, avant qu'une hausse soit constatée à nouveau en 2013 et 2014. De nouvelles rechutes de densité moyennes d'individus réapparaissent en 2015 et 2017. En termes statistiques, les points marquants sont la régression massive en 1984, le point le plus bas atteint en 2010 et la remontée en 2013 et 2014.

Si l'on observe les peuplements en termes de biomasse, la vue est différente : au départ, l'évolution est similaire à celles des densités d'individus. La biomasse augmente un peu après 1998 pour retomber à nouveau après 2006. Les deux valeurs les plus basses sont constatées en 2013 et 2015. Les évolutions distinctes des densités d'individus et de la biomasse ces dernières années à partir de 2013 sont principalement mises sur le compte de la présence massive des gobies à taches noires, poissons relativement petits et légers (LANUV 2019). Le recul dramatique des densités de juvéniles d'espèces indigènes constaté dans le Rhin inférieur entre les analyses de l'an 2000 et celles de 2018 s'intègrent bien dans cette hypothèse (RhFV 2019).



**Figure C1.4** : Régression des densités de poissons dans le Rhin. Indications en densités moyennes (individus/500 m<sup>2</sup> (à gauche) et biomasse /500 m<sup>2</sup> (à droite)) tirées du suivi effectué de 1984 à 2017 sur 31 tronçons (jusqu'en 2004) et 32 tronçons (depuis 2006) de prélèvement dans le Rhin en NRW. Source : LANUV (2019).

### Régularité de la répartition des espèces rhénanes

Seules quelques espèces de poissons qui ne se déplacent pas sur de longues distances peuvent se maintenir au niveau de peuplements dans des secteurs limités si elles ne sont pas largement distribuées ailleurs. La préservation d'une espèce dépend non seulement du nombre d'individus que compte un peuplement, mais aussi de la présence régulière d'une espèce dans les tronçons du Rhin et dans le Rhin dans son ensemble.

Seuls le gardon, l'ablette et le chevesne ont été détectés dans tous les tronçons du Rhin et leurs densités sont le plus souvent relativement élevées. La perche fluviatile, le hotu et la vandoise sont également évalués ubiquistes, même si leur détection est restée vaine respectivement en 2018/2019 dans les tronçons du Rhin analysés.

Le hotu et l'anguille sont deux espèces présentes régulièrement dans l'ensemble du Rhin, bien que leurs peuplements doivent être classés au moins « menacés » en Europe centrale. Cela souligne d'une part l'importance du Rhin en tant qu'habitat écosystémique, les valeurs relativement faibles de dominance des deux espèces montrant d'autre part la nécessité déjà soulignée à plusieurs reprises de les protéger et de les promouvoir. Les densités élevées de hotus juvéniles dans le haut Rhin montrent qu'il existe un potentiel de reproduction assez élevé non seulement dans les tronçons à écoulement libre dans le haut Rhin, mais aussi dans quelques affluents.

Il est également nécessaire de protéger fortement le barbeau qui est certes encore répandu, mais qui ne joue un rôle dominant que dans le haut Rhin dans la région à ombres et barbeaux.

Mis à part quelques sites à densité élevée (p. ex. dans le cours amont du haut Rhin), les peuplements d'ombres communs se sont également effondrés dans les zones où ils étaient autrefois principalement répandus. Il en est de même pour la truite fario. Les alevinages de soutien réalisés jusqu'à présent à certains endroits semblent ne plus avoir d'effet sur le peuplement dans son ensemble.

Quelques autres espèces dont les peuplements étaient jadis denses et largement répandus ne sont plus présentes régulièrement dans le Rhin. On compte parmi ces espèces

- la lotte de rivière
- les poissons de petite taille tels que le chabot, la loche franche, le goujon, le spirin et le blageon.

## **C2 Déficits subsistants et menaces pesant sur les poissons du Rhin**

### **C2.1 Absence de continuité et d'habitats pour les poissons migrateurs**

L'évolution des populations de poissons migrateurs dépend directement des possibilités d'accès aux rivières de reproduction et de la franchissabilité des ouvrages. Le saumon est le meilleur indicateur du degré de continuité rétablie jusqu'à présent dans l'hydrosystème rhénan. D'autres grands migrateurs comme la truite de mer, la lamproie marine et la grande alose jouent entre-temps un rôle similaire. En amont des chutes du Rhin à Schaffhouse-Neuhausen (dans le bassin du Rhin alpin/lac de Constance), cette fonction d'indicateur est assumée par la truite lacustre.

Le nombre de remontées au barrage de Gamsheim montre combien cet indicateur est en relation étroite avec la fonctionnalité de la passe à poissons située sur le barrage d'Iffezheim plus en aval. Pour les 11 barrages du haut Rhin, il a pu être démontré (Schwewers & Adam 2020, Guthruf & Dönni 2020) que même des petits déficits de franchissabilité de dispositifs d'aide à la migration des poissons pénalisaient les fonctions de l'écosystème et entravaient la continuité dans leur globalité.

La régression des grands salmonidés constatée ces dernières années dans les secteurs recolonisés entre-temps ne peut probablement plus être attribuée au manque de continuité. Les raisons évoquées depuis longtemps comme la pêche (illégale), la forte prédation (d'autres poissons et du cormoran) sur les smolts et les taux de mortalité élevés au passage des installations hydroélectriques dans les années marquées par de faibles débits printaniers (CIPR 2015) n'ont toujours pas pu être identifiées comme des causes évidentes. La franchissabilité autrefois restreinte des écluses du Haringvliet a entre-temps été améliorée.

Bien que les peuplements de hotus et de barbeaux, poissons frayant sur le gravier, se soient visiblement reconstitués dans une certaine mesure, ce que montre notamment le nombre de remontées à hauteur des barrages de Gamsheim et d'Iffezheim, leur potentiel de reproduction dans le Rhin même est encore fortement limité. Ceci est dû d'une part à la franchissabilité encore absente ou perturbée du Rhin supérieur méridional et du haut Rhin. D'autre part, la reproduction et le développement des juvéniles dans les affluents du Rhin sont limités par l'absence de sous-habitats importants.

Pour le Rhin supérieur au moins, l'accès aux zones de reproduction devrait s'améliorer sensiblement pour les espèces migratrices lorsque les obstacles à la migration encore existants dans le Rhin supérieur auront été rendus franchissables dans le cadre du programme « Rhin 2040 » (CIPR 2020, cf. chap. C2.1).

#### **Problématique de la dévalaison**

L'absence de dispositifs de dévalaison et de protection adéquats sur les usines hydroélectriques du Rhin et dans son bassin est actuellement l'un des thèmes ichtyobiologiques les plus urgents. Alors que des mesures appropriées de rétablissement de la migration des poissons (p. ex. exutoires de contournement) sont requis sur toutes les usines du haut Rhin d'ici 2030 selon les dispositions suisses relatives à la « Restauration de la migration des poissons », on s'efforce d'améliorer avant tout la protection des poissons sur les autres usines hydroélectriques sous concession.

Après parution du rapport de la DWA<sup>4</sup> sur le dimensionnement, la conception et le contrôle de fonctionnement d'installations de protection et de dévalaison des poissons en 2005, quelques autres directives et guides sur cette thématique ont été rédigés en Allemagne. Les propositions initiales y ont été développées et spécifiées pour différentes espèces de poissons comme le saumon, la truite lacustre et l'anguille. Les risques auxquels sont exposés les poissons lors de leur dévalaison par les usines hydroélectriques se concentrent sur les périodes de dévalaison spécifiques à l'espèce et

<sup>4</sup> DWA : Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

varient selon les espèces de poissons. Dans un premier temps, tous les poissons qui réussissent à rejoindre les grilles de protection des turbines placées sur les voies de migration sont menacés. Si l'espace libre inter-barreaux est supérieur à 20 mm ou si n'est en place qu'une grille grossière de retenue des matériaux dérivants (pratique appliquée jusqu'à présent), la plupart des espèces de poissons souhaitant dévaler sont menacés toutes tailles confondues.

## C2.2 Carence de zones alluviales et de connectivité

Comme dans le dernier rapport sur l'ichtyofaune rhénane (CIPR 2015), les nouvelles données de pêche ne donnent guère d'information sur la situation des espèces vivant dans les eaux alluviales et calmes. Y font exception les résultats relativement détaillés de pêches effectuées dans des vieux bras du bassin hessois du Rhin supérieur.

Les problèmes fondamentaux auxquels sont confrontées les espèces alluviales sont

- l'absence totale de cours d'eau à caractère alluvial dans de nombreux tronçons du Rhin (p. ex. dans le Rhin alpin et presque tout le haut Rhin),
- les déficits morphologiques du cours principal avec ses aménagements de berges rigides, la dynamique d'inondation modifiée et limitée ainsi que la connectivité absente ou insuffisante entre le Rhin et les zones alluviales restantes. Il manque ainsi les habitats de nombreuses espèces alluviales phytophiles et psammophiles (p. ex. le rotengle, le brochet, la loche de rivière, le carassin), mais aussi les habitats de grossissement (alevins, juvéniles) des poissons frayant sur le gravier dans le Rhin et dans le cours aval des affluents.

Ce problème n'est pas uniquement crucial dans le Rhin inférieur (RhFV 2019), il l'est aussi dans le Rhin supérieur (Korte, 1999, Korte & Hartmann, 2010) ainsi que dans le haut Rhin et le Rhin alpin (Hydra 2013, Rey & Hesselschwerdt 2016). La loche de rivière (à laquelle s'ajoute ici aussi toutefois l'espèce exotique *C. bilineata*) et la bouvière, qui se propagent actuellement et sont inhabituellement fréquentes dans certains tronçons du Rhin supérieur, illustrent une recolonisation réussie à ces endroits.

Les espèces alluviales hautement spécialisées telles que la loche d'étang et le carassin ne sont guère capturées lors de pêches dans le Rhin et sont également difficiles à recenser dans les affluents rhénans typiques de ces espèces. Ceci ne veut toutefois pas dire automatiquement qu'elles ont déjà complètement disparu de l'hydrosystème rhénan. Des études et évaluations relativement récentes semblent indiquer que ces deux espèces de poissons ne sont plus présentes qu'en peuplements isolés et donc fortement menacés, du moins dans la plaine du Rhin supérieur (Dußling et al. 2018, Haberbosch 2017, HMUKLV & Hessen-Forst FENA 2014, Rudolph 2013).

Les mesures appropriées pour promouvoir ces espèces spécialisées, mais également d'autres espèces vivant d'eaux calmes, devraient avant tout passer par une amélioration des habitats. On peut citer ici la restauration d'habitats alluviaux et la remise en connexion du milieu alluvial et du fleuve. Le faisceau de mesures figurant dans le nouveau programme Rhin 2040, assorties de consignes et d'objectifs concrets (CIPR 2020, cf. chap. C2.1) offre de telles améliorations nécessaires dans les zones alluviales et, plus généralement, dans le réseau de biotopes.

## C2.3 Pression thermique et changement climatique

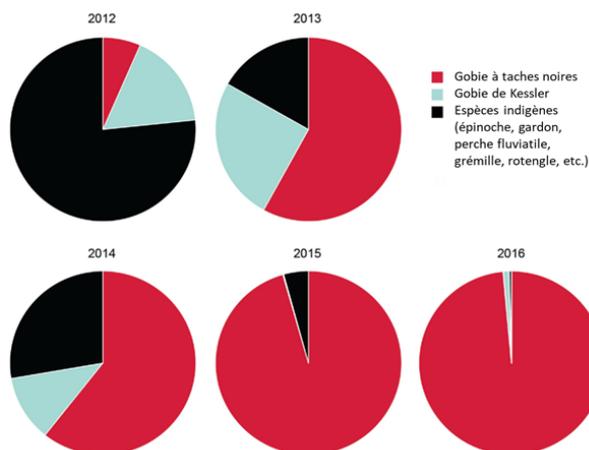
Les températures de l'eau ont augmenté d'environ 1°C à 1,5°C en moyenne entre 1978 et 2011 dans le Rhin (CIPR 2013c). Cette tendance doit à nouveau être corrigée à la hausse après les étés caniculaires 2018 et 2019. Les scénarios d'avenir partent d'une hausse de la température de l'eau d'environ 1,5 °C dans un futur proche (2021-2050) et de quelque 3,5 °C dans un futur éloigné (période de référence : 2001-2010). Par ailleurs, le nombre de jours par an au cours desquels sont dépassés les seuils critiques de température pour les poissons (25 °C en général et 20-23 °C pour les espèces sténothermes froides comme la truite fario et l'ombre commun) a fortement augmenté. Selon les simulations, le nombre de jours consécutifs où la température de l'eau

dépassera les 25 °C augmentera également ((CIPR 2014). En outre, les effets biologiquement critiques des pressions thermiques dues aux prélèvements d'eau de refroidissement augmentent.

Les impacts de ces changements de température sur l'ichtyofaune, notamment sur les espèces ciblées par le programme sur les poissons migrateurs, doivent donc être suivis (pour déterminer par ex. si les poissons amphihalins interrompent leur migration de frai en présence de températures élevées de l'eau).

## C2.4 Gobidés exotiques

Le monitoring des gobies de l'Université de Bâle, en cours depuis 2012, a montré très clairement la pression dynamique avec laquelle les gobies à taches noires refoulaient d'autres espèces de poissons (Holm et al. 2016, figure C2.1).



**Figure C2.1** : refoulement de l'ichtyocénose actuelle et du gobie de Kessler du fait de la reproduction massive des gobies à taches noires dans le port de Kleinhüningen près de Bâle (de 2012 à 2016). Source : Holm et al. 2016.

Pour les Pays-Bas, les données tirées jusqu'à présent du monitoring pluriannuel ne donnent pas encore à penser que la présence massive de gobies envahissants s'est traduite par une nette baisse des peuplements d'espèces indigènes de poissons (LANUV 2019). On a toutefois relevé des signes manifestes de concurrence sur le terrain de l'alimentation avec des espèces benthivores ou d'autres espèces à différents stades de vie (Borcherding & Gertzen 2016).

À l'inverse, tous les gobies néozoaires représentent une nouvelle source d'alimentation pour des espèces exclusivement ou facultativement piscivores telles que le sandre, le brochet, le barbeau, l'aspe, le silure et la perche fluviatile. Le cannibalisme et la prédation interne semblent être répandus (Hydra 2020, en cours de préparation). On peut donc imaginer que des changements sensibles se produiront au cours des prochaines années dans la chaîne alimentaire et qu'ils pourront déboucher sur des changements supplémentaires au sein des peuplements de gobies (cf. Borcherding & Gertzen 2016). Dans les tronçons notamment où les juvéniles d'espèces rhénanes cherchent principalement refuge dans les enrochements, là où les gobies trouvent des conditions de vie idéales, il est probable que ces derniers aient un impact sur l'ichtyocénose du Rhin (Nehrig et al. 2010, Hydra 2020, en cours de préparation). Le retrait d'ouvrages de stabilisation superflus, p. ex. sur les rives convexes (CIPR 2015), et, de manière plus générale, les mesures de restauration de berges naturelles du Rhin sont des mesures efficaces pour renforcer la compétitivité des espèces indigènes et réduire, au moins localement, les densités de peuplements de gobies à taches noires.

## **D Conclusions et perspectives**

### **D1 Conclusions et éléments à clarifier**

#### **D1.1 Ichtyofaune du Rhin**

Les données récentes sur l'ichtyofaune du Rhin ne mettent pas en évidence des changements fondamentaux sur la présence, la fréquence et la composition des espèces par rapport à la dernière campagne (CIPR 2015). Quelques tendances, qui se dessinaient encore cinq ans auparavant, comme celle d'un nouveau recul de différentes espèces de poissons, ne se sont pas confirmées dans la mesure alarmante attendue. En revanche, on ne note de véritable rétablissement pour aucune des espèces indigènes. La régression se poursuit surtout au niveau des espèces de poissons sténothermes froids, p. ex. l'ombre commun, dont les peuplements ont été fortement décimés, en particulier sous l'effet des deux étés caniculaires enregistrés en 2018 et 2019.

Sur les 71 espèces au total, seules neuf d'entre-elles se retrouvent dans tous les tronçons du Rhin, en premier lieu le gardon, l'ablette et le chevesne. Ces espèces sont également celles que l'on retrouve généralement le plus fréquemment dans les captures.

L'impact des différents gobidés exotiques, et surtout du gobie à taches noires, sur l'ichtyocénose indigène se semble pas s'être renforcée à nouveau au cours des cinq dernières années, sauf dans les zones sur le front d'expansion de cette espèce dans le haut Rhin et dans quelques affluents rhénans.

La densité et la qualité des informations sur l'ichtyofaune du Rhin se sont encore améliorées grâce à l'apport renforcé de données issues d'analyses spéciales. Il a été possible, de cette manière, d'identifier d'autres espèces de poissons déjà présentes auparavant dans le Rhin et ses rivières latérales mais que les méthodes standards du monitoring de la CIPR ne permettaient pas, ou tout au plus par hasard, de recenser. Les analyses spéciales contribuent également à améliorer la qualité des déclarations sur les tailles des peuplements des différents espèces et sur leur composition.

#### **D2.2 Déficiences et facteurs environnementaux changeants**

Les déficiences morphologiques, l'absence de connexions entre les habitats et la continuité insuffisante de l'hydrosystème dans son ensemble peuvent être vus comme les principaux responsables de la présence dominante dans l'ichtyocénose d'espèces peu exigeantes vis-à-vis de leur milieu et au cantonnement d'espèces spécialisées aux quelques rares tronçons rhénans proches de l'état naturel où elles peuvent se développer en peuplements stables. Les objectifs et les faisceaux de mesures affichés dans le programme Rhin 2040 sont jugés appropriés pour combler progressivement ces déficiences.

Au sujet de la continuité fluviale au droit des usines hydroélectriques, l'amélioration des dispositifs d'aide à la montaison reste au premier plan des programmes de mesures en cours. Par contre, les pertes élevées de poissons migrateurs devant franchir ces usines sur le Rhin et ses principaux affluents sont dues au manque de dispositifs de dévalaison appropriés. Ici, la CIPR devrait souligner tout particulièrement l'urgence de concrétiser les possibilités techniques déjà existantes.

Le changement climatique, les modifications des conditions de débit qu'il entraîne et la hausse tendancielle de plus en plus marquée des températures de l'eau affectent dès à présent les espèces sténothermes froides comme l'ombre commun et la truite fario. Les mesures de soutien engagées et celles prévues pour ces espèces s'inscrivent dans la durabilité, car elles profitent généralement aux autres espèces dont les exigences sont similaires bien qu'elles soient plus tolérantes aux températures (p. ex. les hotus et les barbeaux).

## D2.3 Éléments à clarifier

Les stations de comptage installées sur les sites hydroélectriques du Rhin supérieur (Iffezheim et Gamsheim), de même que celles placées dans le haut Rhin et quelques grands affluents du Rhin, occupent une place particulière dans le monitoring de la CIPR. Sans les données de grande ampleur qu'elles apportent, il serait vraisemblablement impossible d'estimer l'état ichtyobiologique du Rhin. Ces stations de comptage ne fournissent pas uniquement des informations sur la continuité de l'hydrosystème pour les poissons migrateurs (cf. Plan directeur 'Poissons migrateurs', CIPR 2018), mais elles reproduisent également de manière satisfaisante l'éventail et les densités de peuplement des espèces au rayon d'action plus restreint. Des éléments restent cependant à clarifier et on déplore la perte d'informations due au fait que quelques stations de comptage initiales ne soient plus exploitées systématiquement entre-temps.

Les contrôles effectués aux niveau des grilles des ouvrages de prise d'eau des grandes usines hydroélectriques sont, eux aussi, des sources d'informations très précieuses. Pour les besoins du monitoring, des analyses dans ce sens devraient avoir lieu régulièrement sur plusieurs sites.

## D2.4 Perspectives

De nombreuses évolutions évoquées dans le présent rapport et des tâches restant à accomplir se retrouvent dans les thématiques relevées dans le cadre de la dernière conférence ministérielle du 13 février 2020 à Amsterdam et sont à présent consignées dans le nouveau programme Rhin 2040 (CIPR 2020).

Outre les objectifs du programme Rhin 2020 non atteints jusqu'à présent, de nouvelles étapes majeures ont été déterminées pour les 20 prochaines années. Elles tiennent compte entre autres des nouvelles connaissances acquises et du changement climatique.

Ainsi, la continuité du Rhin supérieur n'est toujours pas rétablie dans sa partie méridionale jusqu'à Bâle.

Les apports de micropolluants (p. ex. de pesticides et de résidus de médicaments) confrontent les acteurs de la protection des eaux à un déficit majeur. Le problème vient du fait que ces substances sont appliquées en grand nombre dans les usages quotidiens et qu'elles peuvent perturber ou endommager les organismes aquatiques même en faibles concentrations. Plusieurs études indiquent clairement que la pression exercée par les pesticides représente un facteur significatif en partie responsable des déficits constatés à grande échelle au niveau de la diversité des espèces dans le milieu fluvial<sup>5</sup>.

L'été 2018, particulièrement chaud et sec, a clairement montré comment le changement climatique et les périodes prolongées de sécheresse qui y sont liées pouvaient également avoir des impacts sur le Rhin.

En conformité avec le « Green Deal » européen et la politique ambitieuse de protection de l'environnement de la Suisse et du Liechtenstein, les ministres ont la ferme volonté de poursuivre leur coopération fructueuse dans le bassin du Rhin au cours des 20 prochaines années. Le programme Rhin 2040 a pour but de concilier les différents usages du Rhin et la protection de son écosystème. Le programme Rhin 2040 se fonde sur les grands principes de solidarité, de gestion durable et résiliente des eaux face aux impacts du changement climatique. Les États du bassin du Rhin poursuivront résolument leurs efforts en coopération avec différents groupes d'intérêts et avec les institutions scientifiques et tireront tous les six ans un bilan de réalisation de leurs travaux.

### Objectif général pour l'état du Rhin en 2040

La fonctionnalité de l'écosystème du Rhin et de ses affluents s'est sensiblement améliorée : la continuité écologique est rétablie et la biodiversité s'est enrichie.

---

<sup>5</sup> [Source : micropolluants dans les cours d'eau \(bafu.admin.ch\)](https://www.bafu.admin.ch)

### **Objectifs concrets pour l'état du Rhin en 2040**

1. La continuité écologique pour les poissons migrateurs est rétablie vers l'amont comme vers l'aval sur le cours principal du Rhin de l'embouchure aux chutes du Rhin, ainsi que dans les rivières prioritaires du Plan directeur 'Poissons migrateurs'.
2. Les habitats typiques du milieu rhénan sont préservés, protégés ou restaurés. Le réseau de biotopes du Rhin s'est nettement amélioré grâce à l'extension de réservoirs de biodiversité et à la connexion de passerelles écologiques adéquates et de taille suffisante.
3. Le régime sédimentaire du Rhin s'est amélioré.
4. Les conditions de température et d'oxygénation ne sont pas perturbées par des rejets thermiques anthropiques.

En établissant régulièrement des inventaires de l'ichtyofaune rhénane et en y intégrant les évolutions constantes de méthodes innovantes d'analyse (par exemple l'ADN environnemental), on contribuera à mieux recenser à l'avenir également les effets des mesures mises en œuvre sur la biocénose.

## Bibliographie

- Baer, J. Blank, S., Chucholl, C., Dußling, U. & Brinker, A. (2014) Die Rote Liste für Baden-Württembergs Fische, Neunaugen und Flusskrebse – Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg.
- Berg, L.S. (1949): Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Acad. Sci. USSR Zool. Inst. (Translated from Russian by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1965).
- Becker, A. & Ortlepp, J. (2019): Fischökologisch funktionsfähige Strukturen in Fließgewässern. Methodik zur Herleitung des notwendigen Maßnahmenbedarfs zur Schaffung von funktionsfähigen Lebensräumen für die Fischfauna in den Gewässern Baden-Württembergs. Im Rahmen der Landesstudie Gewässerökologie Baden-Württemberg. Handreichung im Auftrag der Geschäftsstelle Gewässerökologie des Regierungspräsidiums Tübingen. Erste Version. 116 S.
- Blasel, K. (2004) Einfluss der Kormoran-Prädation auf den Fischbestand im Restrhein. Bericht im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg. 37 Seiten.
- Borcherding, J. & Gertzen, S. (2016) Die aktuelle Fischbestandsdynamik am Rhein uner besonderer Berücksichtigung invasiver Grundeln. Monitoring und adaptives Management für eine nachhaltige Fischerei und Verbesserung des ökologischen Potenzials am Rhein. Fischereiverband Nordrhein-Westfalen e.V.
- Breitenstein, M., Hoppler, L. & Kirchhofer, A. (2018) Äschenlarvenmonitoring Kanton Aargau. Resultate 2011-2017. Bericht im Auftrag des Departments Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau.
- Chucholl, C., Baer, J., Hartmann, F., Bartl, G., Glönkler, F., Künemund, F., Weisser, P., Konrad, M., Dußling, U. & Geray, D. (2019) Fischökologisch bedeutsame Gewässer in Baden-Württemberg. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg.
- CIPR (2006) : Rapport CIPR n° 154 : Réseau de biotopes sur le Rhin
- CIPR (2006) : Rapport CIPR n° 155 : Réseau de biotopes sur le Rhin (atlas)
- CIPR (2013a) : Mesures nationales prises au titre du règlement (CE) n°1100/2007 sur l'anguille dans le bassin du Rhin en 2010-2012, rapport CIPR n° 207, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)
- CIPR (2013b) : Espèces allochtones de gobies dans l'hydrosystème du Rhin, rapport CIPR n° 208, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)
- CIPR (2013c) : Présentation de l'évolution des températures de l'eau du Rhin sur la base de températures mesurées et validées de 1978 à 2011, rapport CIPR n° 209, [www.iksr.org](http://www.iksr.org)
- CIPR (2014) : Estimation - sur la base de scénarios climatiques - des impacts du changement climatique sur l'évolution des futures températures de l'eau - version courte. Rapport CIPR n° 213
- CIPR (2015) : Programme d'analyse biologique Rhin 2012/2013 de la CIPR. Élément de qualité 'Poissons'. Étude réalisée pour le compte du Land de Hesse et de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR). Rapport CIPR n° 228
- CIPR (2017) : Programme d'analyse biologique 'Rhin' 2018/2019. Rapport CIPR n° 241
- CIPR (2018) : Plan directeur 'Poissons migrateurs' Rhin 2018. Mise à jour du Plan directeur 2009. Commission Internationale pour la Protection du Rhin. [www.iksr.org](http://www.iksr.org) & Factsheet.
- CIPR (2019) : Rapport 2015-2019 des résultats du Groupe de projet 'Rhin Supérieur' de la CIPR. Rapport n° 262. Commission Internationale pour la Protection du Rhin. [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

CIPR (2020) : Programme Rhin 2040. Le Rhin et son bassin : un milieu géré durablement et résilient aux impacts du changement climatique. Résultats de la 16<sup>e</sup> Conférence ministérielle sur le Rhin tenue le 13 février 2020 à Amsterdam.

Dieterich A, Schweizer M, Betz S, Prozman V, Tribskorn R, Köhler H-R (2018): Fischgesundheit an der Nidda. KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 11(5): 272-281.

Dönni, W., Schwendener, S. (2016) Schwarzmeergrundeln Schweiz. Eine Strategie von KVV und JFK, erstellt durch die AGIN-D. 8 S.

Dönni, W. & Ninck-Spaling, L. (2019): Management der Fischbestände im Hochrhein. Strategieplan 2025. Internationale Fischereikommission Hochrhein.

Dußling, U., Baer, J., Gaye-Siessegger, J., Schumann, M., Blank, S. & Brinker, A. (2018) Das große Buch der Fische Baden-Württembergs. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg.

Dußling, U. (2006): Fischfaunistische Referenzen für die Fließgewässerbewertung in Baden- Württemberg gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (FischRef BW 1.1), Excel-Anwendung; letztmals aktualisiert 2019.

Dümpelmann, C, U. Kalbhenn & E.Korte (2014): Kesslergrundel (*Neogobius kessleri*). – In: HMUKLV & Hessen Forst FENA (Hrsg.), Atlas der Fische, Rundmäuler, Krebse und Muscheln in Hessen. – FENA Wissen, Band 2: 18 – 25, Wiesbaden

Eberstaller, J., Frangez, C & DiTullio; F. (2014): Monitoring Alpenrhein - Fischökologisches Monitoring 2013. Mit Beiträgen von P. Rey & S. Werner. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie.

EN (2003) Norme européenne EN 14011 : Qualité de l'eau - Échantillonnage des poissons à l'électricité.

Frangez, C., Eberstaller, J. 2020: Fischökologisches Monitoring Alpenrhein 2019. Mit Beiträgen von Peter Rey & John Heselschwerdt. Studie im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA).

Freyhof, J. (2009) Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces). Seiten 291-316 in BfN Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (1) Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands – Band 1: Wirbeltiere.

Gaye-Siessegger, J., Billmann, H.-P., Blank, S. & Brinker, A. (2020) Bericht zur Vergrämung von Kormoranen im Winter 2018/19. Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW) – Fischereiforschungsstelle.

Guthruf, J. & Dönni, W. (2019): Fischaufstieg am Hochrhein, Koordinierte Zählung 2016-17. – BAFU, Umwelt-Wissen ###: 209 S. In Vorbereitung

Haberbosch, R. (2017) Die Fischart Karausche – ein Spezialist für Flussauen. Landesfischereiverband Baden-Württemberg e.V.

Herrmann, P. & Gründler, S. (2003): Das Äschensterben 2003 – Vorschläge zur Erhöhung der Überlebenschancen von Salmoniden namentlich der Äschen im Rhein bei hohen Wassertemperaturen zwischen Stein a. Rhein und EWS. Überarbeitete Version 2009; Stand vom 7.8.2018.

HMUKLV & Hessen-Forst FENA (2014) Atlas der Fische Hessens – Verbreitung der Rundmäuler, Fische, Krebse und Muschel. FENA Wissen Band 2, Gießen, Wiesbaden.

Holm, P., Hirsch, P., Adrian-Kalchhauser, I., N'Guyen, A. (2016): Nichtheimische Grundelarten in der Schweiz. Massnahmen zur Eindämmung und zur Schadensminimierung. Zwischenbericht 2015. Universität Basel.

Hydra AG (2013): Koordinierte Biologische Untersuchungen im Hochrhein 2011/2012. Jungfische, Kleinfische und Rundmäuler. Ergebnisse des Jungfischmonitorings. Studie zuhänden des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) Bern.

Hydra AG (2016): Analyses biologiques coordonnées du haut Rhin et de l'Aar de 2001 à 2013. Résumé du rapport synthétique, Office fédéral de l'Environnement (OFEV), Berne, État de l'environnement n° UZ-1619-F. 2 p.

Hydra AG (2020): Koordinierte Biologische Untersuchungen im Hochrhein 2017/2018. Zusammenfassender Kurzbericht. Studie zuhänden des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) Bern. In Vorbereitung.

Kirchhofer, A. & Guthruf, J. (2002): Populations d'ombres d'importance nationale. Informations concernant la pêche, n° 70. Office fédéral de l'environnement, de la forêt et du paysage, Berne.

Korte, E. & Hartmann, F. (2010): Jungfische des Nördlichen Oberrheins. Verband für Fischerei und Gewässerschutz Baden-Württemberg e.V. 37 S.

Korte, E. & Kalbhenn, U. (2018) Bestandserhebung und Bewertung zum Vorkommen von Meer- und Flussneunauge und zu den bestehenden Gewässerhabitaten für einen Teilbereich (Pilotbereich) Rhein-km 487,8 bis Rhein-km 492,6 des FFH-Gebietes 5914-351 „Wanderfischgebiete im Rhein“ Bericht im Auftrag des Landes Hessen, Regierungspräsidium Darmstadt, Obere Naturschutzbehörde.

Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007): Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany. 646 pp.

Küttel, S., Peter, A., Wüest, A. (2002): Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Rhône-Thur Publikation Nr 1. EAWAG, Kastanienbaum

Ladiges, W. & Vogt, D. (1979): Die Süßwasserfische Europas. Parey, Hamburg und Berlin.

LANUV (2019) Entwicklung und ökologisches Potenzial der Fische des Rheins in NRW. Ergebnisse aus dem Langzeitmonitoring 1984-2017. LANUV-Fachbericht 99. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.

Lelek, A. & Köhler, C. (1989): Zustandsanalyse der Fischgemeinschaften im Rhein (1987-1988). *Fischökologie* 1 (1): 47-64.

Maier D, Blaha L, Giesy J P, Henneberg A, Köhler H-R, Kuch B, Osterauer R, Peschke K, Richter D, Scheurer M, Tribskorn R (2015): Biological Plausibility as a Tool to Associate Analytical Data for Micropollutants and Effect Potentials in Wastewater, Surface Water, and Sediment with Effects in Fishes. *Water Research* 72: 127-144.

Mosberger, B. & Stoll, M. (2018): Äschen Notfallkonzept: Erfahrungen im Hitzesommer 2018

Nehring, S., F. Essl, F. Klingenstein, C. Nowack, W. Rabisch, O. Stöhr, C. Wiesner & C. Wolter (2010): Schwarze Liste invasiver Arten: Kriteriensystem und Schwarze Listen invasiver Fische für Deutschland und für Österreich. *BFN-Sripten* 285, 189 S.

OAB (Ornithologische Arbeitsgemeinschaft Bodensee (2019): Ornithologischer Rundbrief für das Bodenseegebiet Nr. 230 bis Nr. 235. <https://www.bodensee-ornis.de/service/rundbrief-archiv/>.

Pardela, C. & Blasel, K. (2016) Der Fischpass Iffezheim – Jahresbilanz 2015 der Fischzählung an der Staustufe Iffezheim. Bericht im Auftrag des Landesfischereiverbands Baden-Württemberg e.V.

Rey, P. & Hesselschwerdt, J. (2016): Monitoring Alpenrhein - Basismonitoring Ökologie 2015; Benthosbesiedlung, Jungfischhabitate, Besiedlung der Kiesbänke. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. 96 S. & 78 S. Anhang.

- Rey, P. & Becker, A. (2017): Der Kormoran am Bodensee. Evaluation des Handlungsbedarfs, Grundlagen und Möglichkeiten für ein koordiniertes Kormoranmanagement. Studie im Auftrag der Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei IBKF.
- RhFV (2019) Fischökologischer Managementplan für den Rhein in NRW und seine Aue. Abschlussbericht. Rheinischer Fischereiverband von 1880 e.V., Siegburg; LimnoPlan Erfstadt; Planungsbüro Koenzen – Wasser und Landschaft, Hilden.
- Ruf, J., Geiler, N. & Lange, J. (2012): Durchgängigkeit des südlichen Oberrheins und Strategien für Aufwertung. Arbeitspapier mit Unterstützung des WWF Schweiz.
- Schneider, J. (2009) : Analyse ichtyo-écologique globale et évaluation de l'efficacité des mesures en cours et des mesures envisagées dans le bassin du Rhin pour réintroduire les poissons migrateurs. Rapport n° 167, Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR), 165 p.
- Schneider, J., Jörgensen, L., Krau, F. & Fetthauer, M. (2015): WRRL-Qualitätsindikator Fischfauna und Kormoranfraßdruck – wenn trophische Störung Strukturgüte schlägt. Gewässer und Boden 755. Fachbeiträge.
- Schwewers, U. & Adam, B. (2020): Pit-Tagging Hochrhein. Abschlussbericht im Auftrag des Eidgenössischen Bundesamtes für Umwelt, Abt. Fischdurchgängigkeit. In Vorbereitung.
- Schütz, C. (2007) Umsetzung der EG-WRRL in NRW: Bewertung des nordrheinwestfälischen Rheinabschnitts anhand der Fischfauna. - BR Arnsberg, Fischerei und Gewässerökologie in NRW, Albaum (jetzt LANUV); 35 S.
- Stemmer, B. (2008): Flussgrundel im Rhein-Gewässersystem. Natur in NRW 4/08: 57-60.
- Thiel-Egeter, C. & A. Gousskov (2019): Risikoanalyse Schwarzmeergrundeln – Ausbreitung in Schweizer Gewässern. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- Triebskorn R., Schneider-Rapp J. (2015): Aktiv gegen Spurenstoffe und Keime: das Forschungsprojekt SchussenAktivplus. Aquaviva 57(2): 11-15.
- Triebskorn, R. (Hrsg) (2017): Weitergehende Abwasserreinigung – Ein wirksames und bezahlbares Instrument zur Verminderung von Spurenstoffen und Keimen im Wasserkreislauf. Gemeinsamer Schlussbericht der Projekte SchussenAktiv, SchussenAktivplus und SchussenAktivplus+. Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- WFN (2019): Strukturelle Aufwertungsmaßnahmen und Kiesschüttungen am Rheinufer in Basel. Wirkungskontrolle Fischfauna & Fischhabitats. Ausgangszustand 2017/2018
- Yamamuro, M., Komuro, T., Kamiya, H., Kato, T., Hasegawa, H. & Kameda, Y. (2019): Neonicotinoids disrupt aquatic food webs and decrease fishery yields. Science; 366 (6465), 620-623. DOI: 10.1126/science.aax 3442.

## Registre des figures

**Figure A 1.1** : carte des tronçons du Rhin (avec kilométrage des tronçons), principaux affluents et sous-bassins, conformément à la DCE (petit encadré) dans l'hydrosystème du Rhin.

**Figure A 2.1** : déficits morphologiques et dus à l'exploitation hydroélectrique dans le Rhin alpin. En haut à gauche : conduite de retour d'une usine en éclusée dans le Rhin antérieur ; en haut à droite : Rhin régulé faisant frontière entre l'Autriche et la Suisse avec enrochements et blocs encastrés, avec le canal de correction du Rhin alpin à côté. En bas : débouché du Rhin alpin dans le lac de Constance avec canal d'embouchure (Rheinvorstreckung).

**Figure A2.2** : usines hydroélectriques et secteurs de travail dans le haut Rhin.

**Figure A2.3** : ouvrages transversaux dans le Rhin supérieur et statut de franchissabilité à la montaison.

**Figure A2.4** : à gauche : les sites de poissons formés par les nombreux interstices des berges artificialisées du Rhin supérieur septentrional (blocs de pierre irréguliers déversés jusqu'à env. 4 m de profondeur sous la ligne d'eau) sont principalement occupés par les gobies à taches noires et les gobies demi-lune. À droite : les remblais en enrochement des épis longitudinaux n'ont qu'une profondeur de 1 à 2 m. Les fluctuations de la ligne d'eau en aval des écluses d'Iffezheim et le batillage font que les structures colonisables dans les épis et entre eux tombent régulièrement à sec.

**Figure A2.5** : sur le Rhin inférieur (ici en aval de Duisbourg), les enrochements et les champs d'épis se succèdent. Petite photo : dans les larges zones de fluctuation du débit entre les épis, le risque d'échouement des alevins est grand quand se produit un effet de batillage.

**Figure A2.6** : situation des voies d'eau et franchissabilité par les poissons des bras du Rhin dans le delta. Tracé fluvial en bleu : voie de migration principale des poissons migrateurs amphihalins à la montaison et à la dévalaison dans le Rhin. En vert : voies de migration secondaire.

**Figure B1.1** : fréquences relatives des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du haut Rhin.

**Figure B1.2** : fréquences relatives des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du haut Rhin.

**Figure B1.3** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur méridional.

**Figure B1.4** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur septentrional.

**Figure B1.5** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin moyen.

**Figure B1.6** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin inférieur.

**Figure B1.7** : fréquence relative des espèces dans les sites de prélèvement CIPR du delta du Rhin.

**Figure B1.8** : localisation des masses d'eau dans le delta du Rhin. La carte fait état de tous les sites de prélèvement nationaux dans le cadre du monitoring des poissons réalisé aux Pays-Bas (points noirs). Les données de 24 sites de prélèvement ont été évaluées dans le cadre du présent rapport.

**Figure B2.1** : en haut : truite lacustre, en bas à gauche : blageon ; en bas à droite : truite arc-en-ciel laitée, dont la migration se déroule entre le lac de Constance et le Rhin alpin.

**Figure B2.2** : chiffres de captures des différentes espèces de poissons dans le cadre du monitoring de juvéniles réalisé par l'OFEV en 2017/2018 dans le haut Rhin

**Figure B2.3** : observations effectuées dans le cadre du monitoring des juvéniles intégré dans les analyses biologiques coordonnées du haut Rhin. À gauche : densités élevées de poissons juvéniles dans le tronçon à écoulement libre près d'Ellikon ; à droite : un gobie de Kessler avalant un gobie à taches noires.

**Figure B2.4** : barrages et emplacement des ouvrages de franchissement dans le haut Rhin. En haut : du lac de Constance au débouché de la Wutsch ; en bas : de l'usine de Rekingen jusqu'à Bâle.

**Figure B2.5** : évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique de Gambenheim. Partie 1 : espèces fréquentes sélectionnées (sans l'anguille).

**Figure B2.6** : évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique de Gambenheim. Partie 2 : espèces rares sélectionnées.

**Figure B2.7** : évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique d'Iffezheim. Partie 1 : espèces fréquentes sélectionnées (sans l'anguille).

**Figure B2.8** : évolution des chiffres de montaison dans l'usine hydroélectrique d'Iffezheim. Partie 2 : espèces rares sélectionnées.

**Figure B2.9** : évolution du nombre de remontées d'anguilles au droit des barrages de Gamsheim et d'Iffezheim.

**Figure B3.1**: espèces allochtones de gobies dans l'hydrosystème du Rhin. A) Gobie fluviatile (*Neogobius fluviatilis*) ; B) Gobie de Kessler (*Ponticola kessleri*) ; C) Gobie demi-lune (*Proterorhinus semilunaris*) et D) Gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*).

**Figure B3.2** : distribution du gobie fluviatile (*Neogobio fluviatilis*) et du gobie de Kessler (*Ponticola kessleri*) dans l'hydrosystème du Rhin. Le nombre de captures respectives figure derrière les colonnes. Mise à jour de 2019.

**Figure B3.3** : distribution du gobie demi-lune (*Proterorhinus semilunaris*) et du gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) dans l'hydrosystème rhénan. Le nombre de captures respectives figure derrière les colonnes. Mise à jour de 2019.

**Figure B3.4** : abondance relative du gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) dans les tronçons du Rhin et pourcentage global dans les captures dans les sites de prélèvement de la CIPR. Comparaison des campagnes de pêches 2012/2013 et 2018/2019.

**Figure B4.1** : évolution des captures de truites lacustres par les pêcheurs professionnels (1914-2019) dans le contexte des programmes de restauration de la truite lacustre de l'IBKF et d'autres programmes de soutien. Mise à jour de février 2020

**Figure B4.2** : Comptages de géniteurs de truites lacustres en cours de montaison à hauteur de l'usine de Reichenau / Grisons sur le Rhin alpin. Mise à jour de juin 2018

**Figure B4.3** : évolution des alevinages de saumons dans l'hydrosystème rhénan par État et par Land fédéral.

**Figure B4.4** : évolution de l'alevinage total de saumons dans l'hydrosystème du Rhin. Il a été inséré en pointillés une courbe de tendance linéaire.

**Figure B4.5** : saumons identifiés dans l'hydrosystème du Rhin depuis 1990.

**Figure B4.6** : Saumons identifiés dans la station de contrôle de Buisdorf sur la Sieg (à partir de l'an 2000)

**Figure B4.7** : saumons identifiés dans la station de contrôle de Coblenz/Moselle entre 1992 et 2018 (« ancienne » passe à poissons entre 1992 et 2009 ; pas de recensement en 2010 à cause de la construction de la nouvelle passe)

**Figure B4.8** : saumons identifiés dans les stations de contrôle de Gamsheim (à partir de 2006) et d'Iffezheim (à partir de 2000). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013, voir chap. 6.2.

**Figure B4.9** : truites de mer identifiées à Iffezheim (à partir de 2000) et à Gamsheim (à partir de 2006). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013.

**Figure B4.10** : truites de mer identifiées dans la Moselle, passe à poissons de Coblenz de 1992 à 2011.

**Figure B4.11** : nombre d'alevins de truites de mer déversés dans la Nidda en Hesse entre 2010 et 2018.

**Figure B4.12** : lamproies marines détectées à Iffezheim (à partir de l'an 2000) et à Gamsheim (à partir de 2006). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013.

**Figure B4.13** : grandes aloses adultes détectées dans l'hydrosystème rhénan entre 2000 et 2018.

**Figure B4.14** : grandes aloses détectées à Gamsheim (à partir de 2006) et à Iffezheim (à partir de 2000). Données : ASR. Fonctionnement restreint de la passe à poissons à Iffezheim d'avril 2009 à octobre 2013.

**Figure B4.15** : nombre d'anguilles capturées dans les sites de prélèvement CIPR sur le linéaire du Rhin.

**Figure C1.1** : comparaison du nombre d'espèces sur les différents tronçons du Rhin. Synthèse de toutes les détections entre 1996 et 2019. Différenciation entre les espèces autochtones et allochtones.

**Figure C1.2** : comparaison du nombre d'espèces sur les différents tronçons du Rhin, selon les campagnes d'analyse et selon les espèces autochtones (graphique en haut) et allochtones (graphique en bas).

**Figure C1.3** : nombre d'espèces de poissons entrant dans différentes classes de dominance dans les tronçons du Rhin. Source : données des sites de prélèvement CIPR dans le cadre de la campagne 2018/2019.

**Figure C1.4** : Régression des densités de poissons dans le Rhin. Indications en densités moyennes (individus/500 m<sup>2</sup> (à gauche) et biomasse /500 m<sup>2</sup> (à droite)) tirées du suivi effectué de 1984 à 2017 sur 31 tronçons (jusqu'en 2004) et 32 tronçons (depuis 2006) de prélèvement dans le Rhin en NRW.

**Figure C2.1** : refoulement de l'ictyocénose actuelle et du gobie de Kessler du fait de la reproduction massive des gobies à taches noires dans le port de Kleinhüningen près de Bâle (de 2012 à 2016).

## Registre des tableaux

**Tableau A1.1** : Pourcentages des espèces de poissons par rapport au total des captures et classes de dominance correspondantes.

**Tableau A3.1** : vue synoptique des noms des espèces de poissons présentes dans le Rhin. Les espèces dont les noms sont en rouge sont classées allochtones (également celles du bassin du Danube).

**Tableau B1.1** : monitoring ichtyobiologique du Rhin alpin 2019 (y compris site de prélèvement CIPR de Fußach). Liste des espèces de poissons dans le Rhin alpin, le Rhin antérieur et le Rhin postérieur (espèces allochtones en rouge).

**Tableau B1.2** : liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du haut Rhin (espèces allochtones en rouge).

**Tableau B1.3** : Liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur méridional (espèces allochtones en rouge).

**Tableau B1.4** : Liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin supérieur septentrional (espèces allochtones en rouge).

**Tableau B1.5** : liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin moyen (espèces allochtones en rouge).

**Tableau B1.6** : liste des espèces de poissons dans les sites de prélèvement CIPR du Rhin inférieur 1 à 4 (espèces allochtones en rouge) : masses d'eau définies au titre de la DCE.

**Tableau B1.7** : liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du delta du Rhin, partie 1 (espèces allochtones en rouge).

**Tableau B1.8** : liste des poissons dans les sites de prélèvement CIPR du delta du Rhin, partie 2 (espèces allochtones en rouge).

**Tableau B2.1** : résultats du monitoring des juvéniles réalisé par l'OFEV dans le cadre des analyses biologiques coordonnées du haut Rhin en 2017/2018. Caractères en rouge : espèces allochtones. Source : Hydra 2020, en préparation. Pourcentages relatifs des différentes espèces par rapport au total des peuplements.

**Tableau B2.2** : comptages coordonnés réalisés dans le cadre des contrôles de remontée des poissons dans le haut Rhin en 2016. Données : Guthruf et al. 2020.

**Tableau B2.3** : comptages annuels de poissons dans la nasse de l'usine hydroélectrique d'Iffezheim.

**Tableau B2.4** : comptages annuels de poissons dans la nasse de l'usine hydroélectrique de Gamsheim.

**Tableau C1.1** : tableau des espèces de poissons du Rhin - comparaison des cinq campagnes d'analyse effectuées jusqu'à présent dans le cadre de la CIPR sur l'ichtyofaune du Rhin.

**Tableau 1 C1.2** : fréquences relatives des espèces de poissons sur les différents tronçons du Rhin et capture globale avec et sans delta du Rhin (données tirées des pêches effectuées sur les sites de prélèvement de la CIPR). Les détections effectuées dans le cadre de programmes spéciaux sont signalées par un x.

## Glossaire

**adulte** : en âge de se reproduire

**allochtone** : non indigène

**anadrome** : migrant de la mer vers les eaux douces pour y frayer

**autochtone** : indigène

**benthos** : ensemble des organismes vivant à proximité du fond d'un cours d'eau

**benthique** : vivant à proximité du fond d'un cours d'eau

**catadrome** : migrant des eaux douces vers la mer pour y frayer

**diadrome** : vivant alternativement en eau de mer et en eau douce

**eutrophe** : riche en éléments nutritifs, à haute teneur en phosphate et par conséquent à forte production organique

**habitat** : milieu de vie caractéristique d'un organisme végétal, animal ou autre

**homing (anglais)** : instinct de retour de certains poissons (par ex. des saumons, truites de mer, ombres) au stade adulte dans leur cours d'eau d'origine pour y frayer

**hybride** : issu du croisement de différentes espèces

**invasive (espèce)** : espèce exotique dont les impacts sont nuisibles aux espèces autochtones, aux biocénoses ou aux biotopes dans lesquels elle s'établit

**juvénile (stade)** : phase de vie d'un organisme avant sa maturité sexuelle

**macrophytes** : Ensemble des plantes aquatiques visibles à l'œil nu

**poisson laité** : poisson mâle en âge de reproduction

**néozoaie** : espèce animale non indigène

**phytophile** : rapporté au mode de reproduction : frayant sur la végétation aquatique

**plancton** : organismes aquatiques flottants sans capacité de nage et soumis à l'action du courant

**potamodrome** : migrant uniquement en eau douce

**psammophile** : vivant/frayant sur substrat sablonneux

**rhéophile** : espèce qui apprécie le courant

**smolt** : jeune salmonidé (saumon, truite de mer) à robe argentée prêt à dévaler. La dévalaison a lieu le plus souvent au cours de la deuxième ou troisième année de vie

**stagnophile** : favorisant les eaux calmes

**sténotherme froid** : organisme dont la vie dépend de températures basses