



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Etude de faisabilité du rétablissement de la continuité écologique du Rhin supérieur pour la faune piscicole

Synthèse de l'inventaire établi dans le cadre de la phase 1

1. Termes de référence de l'étude et procédure

Le cahier des charges de l'étude présente comme suit le contenu de l'étude à réaliser : La continuité écologique est un volet essentiel du programme en cours sur la réintroduction des poissons migrateurs et sur la mise en place du réseau de biotopes souhaité sur le Rhin dans le cadre de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR). En outre, selon la Directive Cadre sur la politique de l'Eau 2000/60/CE (DCE) de l'Union Européenne (UE), entrée en vigueur le 22 décembre 2000, la continuité des cours d'eau est un élément important pour le bon état des eaux superficielles.

La migration piscicole est possible de la mer du Nord au Rhin par le biais de deux bras du Rhin : le Waal et, depuis la mi-2004, le Lek dont les trois barrages ont été équipés de dispositifs de montaison. Au niveau des écluses de Haringvliet et de la digue terminale de l'IJsselmeer, les conditions de remontée des poissons ont été améliorées ou le seront grâce à une modification de la commande des écluses.

A l'heure actuelle, les poissons peuvent migrer dans le cours principal du Rhin jusqu'à la chute de Gamsheim installée sur le Rhin supérieur, depuis que la passe à poissons d'Iffezheim est entrée en service en l'an 2000. Une passe à poissons est en cours de construction à Gamsheim depuis le printemps 2004. Il n'existe pas encore de projets visant à rétablir la continuité à hauteur des 8 barrages installés plus en amont sur le Rhin supérieur. La CIPR a donc décidé en 2001 d'engager pour ce tronçon une étude de faisabilité de la continuité écologique sur le Rhin supérieur.

Plus en amont encore, sur le tronçon du haut Rhin compris entre Bâle et les chutes de Schaffhouse, on compte en outre 10 barrages avec usines hydroélectriques dont 9 équipés de passes à poissons. Ce tronçon n'entre toutefois pas dans le cadre de la présente étude.

La continuité écologique se réfère ici à la montaison et à la dévalaison de l'ensemble des espèces piscicoles du Rhin, étant admis que les autres organismes benthiques rhénans tireront également profit de la restauration de la continuité pour les poissons. L'étude est destinée dans ces conditions à définir les objectifs qualitatifs et quantitatifs qui permettent de considérer que la continuité écologique est assurée pour les différents poissons considérés et à examiner et à évaluer les possibilités offertes par le génie biologique pour atteindre ces objectifs dans le Rhin supérieur régulé (entre Iffezheim et Bâle) et dans ses principaux affluents.

Dès lors, si l'étude porte sur le Rhin et ses affluents entre Iffezheim et Bâle, c'est principalement, pour ce qui concerne la montaison des espèces piscicoles sur le secteur situé entre Gamsheim et Vogelgrun/Breisach que l'étude de faisabilité doit porter. Pour ce qui concerne la dévalaison, l'étude s'intéressera à l'ensemble des ouvrages situés entre Kembs-Märkt et Iffezheim.

L'étude se décompose en deux phases :

- Dans un premier temps, elle doit mettre en évidence, sur la base principalement de la littérature scientifique et technique existante sur le sujet, les problématiques propres à chacune des espèces piscicoles du Rhin et proposer des objectifs qualitatifs et quantitatifs à atteindre en terme de montaison et de dévalaison pour ces dernières pour considérer que la continuité écologique est assurée sur les secteurs considérés. Des regroupements entre espèces, s'ils s'avèrent pertinents, pourront être opérés. Les propositions en terme d'objectifs seront discutées avec les instances de pilotage de l'étude et devront faire l'objet d'une validation par ces dernières avant l'engagement de la seconde phase.
- Dans un second temps, elle doit identifier les solutions possibles relevant du génie biologique pour assurer tant la continuité longitudinale du Rhin que la continuité latérale (continuité entre le Rhin et ses principaux affluents) telles qu'elles se déduisent des objectifs définis dans la première phase. Pour finir, l'étude devra procéder à une évaluation globale du rétablissement opérationnel de la continuité écologique (longitudinale et latérale) du tronçon régulé du Rhin supérieur entre Iffezheim et Bâle pour les poissons et les lamproies (en se référant à chaque espèce spécifique, aux groupes fonctionnels et à l'ichtyofaune dans son ensemble).

Pour présentation au Groupe de coordination, il est procédé dans les chapitres suivants à une brève synthèse du rapport intégral du bureau d'études intitulé « Etude de faisabilité du rétablissement de la continuité écologique du Rhin supérieur pour la faune piscicole – Phase 1 – Analyse de la situation actuelle et proposition d'objectifs ». Les tableaux et illustrations sont tirés de ce rapport intégral.

2. Présentation des obstacles à la migration piscicole sur le Rhin supérieur

La correction du Rhin effectuée par Tulla à partir de 1840 et la régulation consécutive du Rhin ont été suivies par la canalisation du Rhin supérieur pour la production d'hydroélectricité. Cet aménagement visait également à améliorer localement la protection contre les inondations et les conditions de navigation. Les travaux d'aménagement ont commencé en 1930 avec la construction du Grand Canal d'Alsace en aval de Bâle. Quatre usines hydroélectriques ont suivi jusqu'en 1959 sur un tronçon de 52 km ; le Rhin naturel, appelé « Vieux Rhin », n'a plus qu'un débit réservé de 20 m³/s en hiver et 30 m³/s en été.

En regard de l'accélération de l'érosion du lit et de l'abaissement de la nappe souterraine, on a choisi pour les travaux en aval un aménagement en festons : quatre autres barrages sont construits entre 1961 et 1970. Plus en aval, le Rhin même est canalisé et deux autres barrages bloquant le fleuve sur toute sa largeur sont construits en 1975 et 1977.

Les caractéristiques des 10 aménagements hydrauliques entre Kembs et Iffezheim figurent dans le tableau 1. Le débit d'équipement des centrales est de 1 100 à 1 500 m³/s. La hauteur de chute varie entre 11 et 16 m.

Tableau 1 : Caractéristiques générales des 10 aménagements hydroélectriques du Rhin supérieur

Nom	Début de la concession	Type	Concession
Kembs	1932	Sur le Grand Canal	EDF (F)
Ottmarsheim	1952	Sur le Grand Canal	EDF (F)
Fessenheim	1956	Sur le Grand Canal	EDF (F)
Vogelgrun	1959	Sur le Grand Canal	EDF (F)
Marckolsheim	1961	En feston	EDF (F)
Rhinau	1963	En feston	EDF (F)
Gerstheim	1967	En feston	EDF (F)
Strasbourg	1970	En feston	EDF (F)
Gambsheim	1974	Aménagement en ligne	CERGA (F)
Iffezheim	1977	Aménagement en ligne	RKI (D)

Ces 10 aménagements hydrauliques constituent des obstacles à la migration de l'ichtyofaune. Le schéma présente les différentes usines ainsi que d'autres ouvrages sur le Rhin supérieur méridional et les affluents du Rhin. Le tableau 2 présente les sources bibliographiques attestant l'équipement de ces ouvrages en **dispositifs de remontée pour les poissons et leur fonctionnement**.

L'objectif global est de rétablir la continuité écologique pour la remontée et la dévalaison piscicole sur le cours longitudinal ainsi que sur les liaisons transversales avec les affluents dans leur zone de débouché. Cette continuité n'existe pas actuellement.

Schéma des principaux affluents et des barrages du Rhin supérieur

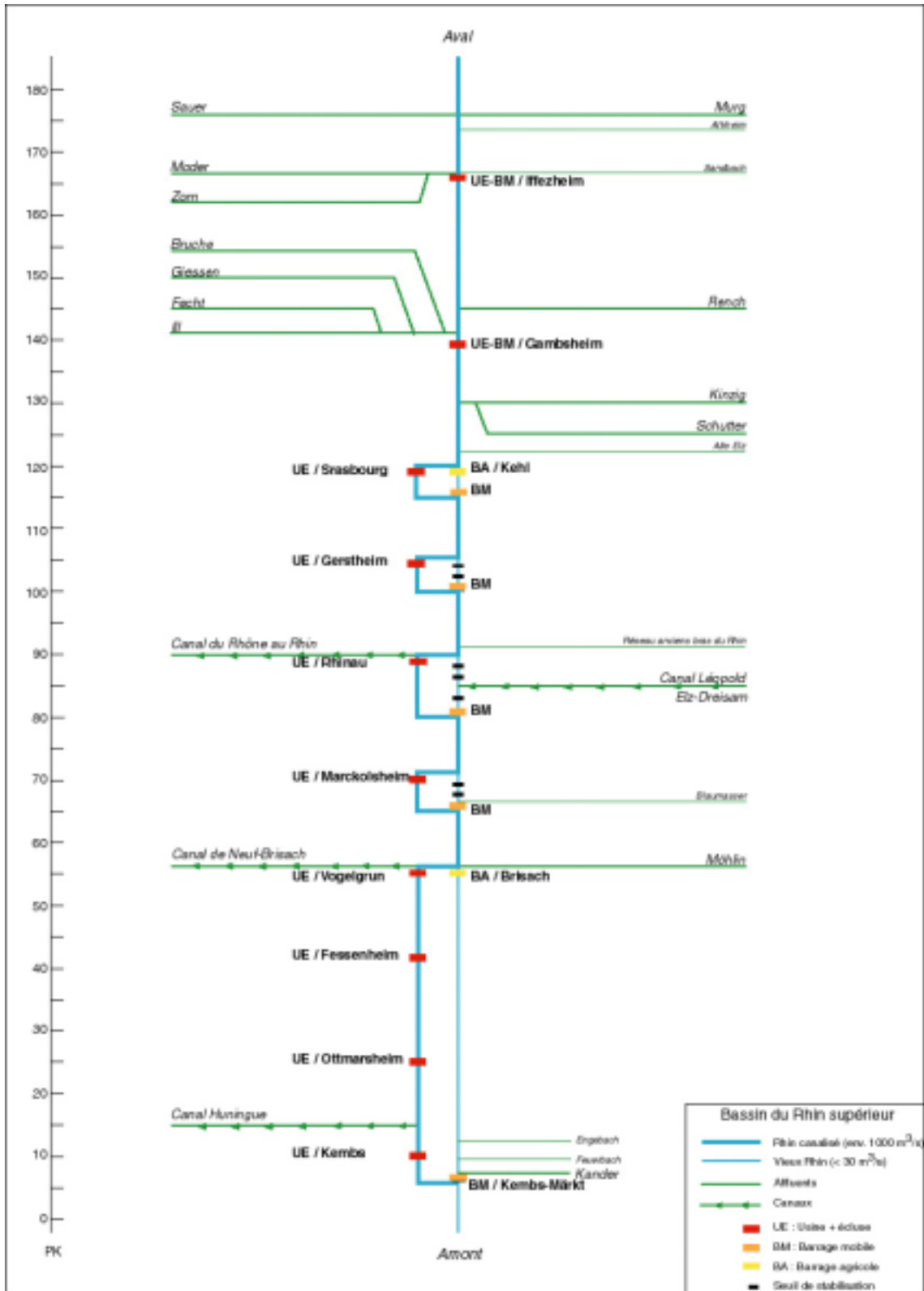


Tableau 2 : équipement en passes à poissons des barrages du Rhin supérieur

RD = rive droite, RG = rive gauche

Les mentions bibliographiques sont reprises du rapport intégral

Ouvrages		Equipement lors de la construction	Observations
5 Barrages mobiles (10,5 m à 15,7 m)	Kembs-Märkt	Passé à bassins en RG	Efficace pour le saumon (1)
	Marckolsheim	Ecluse Borland en RG Tube à anguilles en RG	Efficacité : inconnue pour l'écluse Borland et le tube à anguilles (absence de suivis) Ecluses Borland en service de mars à juin
	Rhinau		
	Gerstheim		
	Strasbourg		
8 Centrales (11,8 m à 15,7 m)	Kembs	Aucun équipement	Il existe des écluses de navigation, pourtant la très grande majorité du débit passe par ces centrales Strasbourg : passe à bassins vers un ancien bras du Rhin à l'aval de la centrale en rive droite (Ile Rohrschollen) permettant d'accéder au Rhin court-circuité
	Ottmarsheim		
	Fessenheim		
	Vogelgrun		
	Marckolsheim		
	Rhinau		
	Gerstheim		
	Strasbourg		
2 Ouvrages en ligne (11,4 m et 12,5 m)	Gamsheim	Ecluse Borland et tube à anguilles (au barrage mobile)	Gamsheim : Ecluse Borland : faible efficacité temporaire (2) Passé à bassins à l'usine (en cours de construction)
	Iffezheim		Iffezheim : Ecluse Borland inefficace (2) Passé à bassins à l'usine (réalisée et efficace)
2 Barrages agricoles (4 m à 5 m)	Brisach	RD : Passé à bassins	RD : problème d'attractivité pour les espèces rhéophiles mais fonctionnelle pour certaines espèces (3)
		RG : Ecluse à poissons	RG : fermée car inefficace
	Kehl	Ecluse à poissons en RD	Problème d'attractivité pour les espèces rhéophiles mais fonctionnelle pour certaines espèces (4)
7 Seuils dans l'ancien lit (1 m à 2 m)	Gerstheim (2 seuils)	RD : Passes à bassins RG : Ralentisseurs	Gerstheim : RD : efficacité limitée aux espèces à forte capacité de nage (5) RG : passes a priori fonctionnelles pour le saumon (1)
	Rhinau (3 seuils)		Rhinau : RD : efficacité limitée des passes à bassins sur les seuils amont et aval, fonctionnalité très limitée sur le seuil intermédiaire (5) RG : passes a priori fonctionnelles pour le saumon (1)
	Marckolsheim (2 seuils)		Marckolsheim : RD : efficacité limitée des passes à bassins sur le seuil amont et passe non fonctionnelle sur le seuil aval (5) RG : passes a priori fonctionnelles pour le saumon (1)

(1) Roche, 1997-a [92]

(2) Contrôles effectués en novembre et décembre 1989 [89]

(3) Contrôles effectués de mai à octobre 1994 et de mai à juin 1995 (Troschel et Bartl, 1996) [107]

(4) Contrôles effectués en avril 1992 et décembre 1993 (Bartl et Troschel, 1994) [7]

(5) Gebler, 1992 [50]

Le passage des juvéniles de saumons ou des anguilles dans les turbines lors de la **dévalaison** vers la mer provoque des taux de mortalités pouvant être catastrophiques pour l'espèce, comme le montre le tableau ci-dessous (avec l'hypothèse pessimiste d'un passage de toute la population dans les turbines sans échappement par les surverses).

Estimation du taux de mortalité des juvéniles de saumon et des anguilles lors de la dévalaison sur le Rhin supérieur de Kembs-Märk à l'aval d'Iffezheim (avec l'hypothèse d'un passage de toute la population dans les turbines sans échappement par les surverses)

	Juvéniles de saumon	Anguilles
Pour une population empruntant le Vieux Rhin (6 usines)	26 %	74 %
Pour une population empruntant le Grand canal d'Alsace (10 usines)	40 %	90 %

Nous distinguons donc les catégories suivantes :

les grands migrateurs (espèces diadromes : le cycle de vie implique une phase en eau douce et une phase en eau de mer) :

- **salmonidés : saumon et truite de mer**
- **grande alose, lamproie marine et lamproie fluviatile**
- **anguille**

les espèces potamodromes (espèces effectuant la totalité de leur cycle de vie en rivière) :

- **espèces rhéophiles A** : espèces qui aiment le courant et dont le cycle de vie entier se déroule dans le fleuve,
- **espèces rhéophiles B** : espèces privilégiant les zones à courant prononcé mais qui ont besoin de séjourner par périodes dans des tronçons fluviaux plus calmes,
- **espèces eurytopes** : espèces capables de s'adapter et dont le comportement face au courant est indifférent (large éventail d'habitats),
- **espèces limnophiles** : espèces dont le cycle de vie entier a lieu dans des eaux stagnantes et riches en végétation.

La continuité écologique fait intervenir trois composantes se référant à la possibilité d'effectuer des déplacements, qu'il s'agisse de la remontée ou de la dévalaison :

- le maintien ou le redéploiement des espèces par la possibilité de réalisation du cycle vital,
- le maintien de la diversité génétique pour l'ensemble des populations,
- l'utilisation de toutes les ressources du milieu naturel disponible et de sites adaptés à toutes les phases du cycle de vie, de zones d'alimentation, de repos, d'hivernage, de refuges. Cet aspect englobe également des changements de sites en vue de compenser la dérive due au courant et celle des déficits d'habitats locaux.

3. Conclusions et solutions techniques

La situation décrite pour le Rhin supérieur méridional montre que la continuité écologique sur le fleuve est faible pour la faune piscicole. Il est impossible à certaines espèces, notamment celles de poissons grands migrateurs, de se propager, comme il est impossible aux espèces présentes de se déplacer librement dans le Rhin et les tronçons du Vieux Rhin. Le passage dans les affluents et les bras latéraux est également très restreint du fait de la faible continuité du Rhin.

Si l'on part d'un objectif visant une migration piscicole sans obstacle vers l'amont et vers l'aval, il faudrait soit démanteler les obstacles existants soit les rendre franchissables. Le rétablissement plus ou moins complet de la continuité est à adapter en fonction des exigences des différents groupes d'espèces piscicoles. Quelques espèces sont considérées plus spécifiquement ci-dessous :

La réintroduction prévue du **saumon en tant qu'espèce indicatrice** dans le Rhin supérieur méridional et le haut Rhin, basée sur les habitats connus mais seulement accessibles en partie, est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Dévalaison et retour des adultes de saumon sur les frayères

	Smolts au départ Production potentielle des habitats	Taux de mortalité à la dévalaison (1)	Smolts en mer	Taux de retour	Adultes sur frayères	Smolts potentiels Production potentielle des adultes
Bassin de l'Ill	49 000	17 %	40 000	1,5 %	600	60 000
Bassin de la Rench, de la Kinzig et Elz/Dreisam	140.000	60 %	56.000	1,25%	700	70.000
Vieux Rhin	64 000	27 %	47 000	1 %	470	47 000
Haut Rhin : Wiese, Birs et Ergolz	13 000	40 %	8 000	1 %	80	8 000

(1) Taux de mortalité tenant compte des ouvrages à franchir [87 et 92] : sur l'Ill en fonction des ouvrages de l'axe principal et des affluents ; sur le Vieux Rhin 5 % par ouvrage ; sur la Rench et la Kinzig et Elz/Dreisam 10 % pour les microcentrales (estimations incertaines du fait du manque de données) et 5 % par ouvrage pour l'axe principal du Rhin ; pour le haut Rhin 40 % sur la Birs et la Wiese et 60 % sur l'Ergolz (représentant environ 10 % du potentiel).

L'un des principaux problèmes dans le cadre de la reconstitution de populations de saumons est l'accès aux frayères. Dans le bassin versant de l'Ill et de la Rench, on a déjà fait de gros progrès en construisant la passe à poissons d'Iffezheim ; la même situation s'appliquera bientôt à la Kinzig avec la construction de la passe à poissons de Gamsheim.

Le problème subsiste néanmoins sur le Vieux Rhin, l'hydrosystème Elz-Dreisam et le haut Rhin, les cinq chutes au droit de Strasbourg, Gerstheim, Rhinau, Marckolsheim et Vogelgrün-Breisach (le barrage de Kembs-Märkt est jugé franchissable) bloquant l'accès aux habitats.

Un autre problème important est la protection des saumoneaux lors de la dévalaison¹. Vient s'ajouter au problème posé par les grandes usines hydroélectriques celui des microcentrales dans de nombreux affluents du Rhin (Ill, Kinzig, Rench et autres). De par leurs caractéristiques, les turbines de ces microcentrales entraînent en général une forte mortalité lors de la dévalaison.

¹ Sur cette question, il est fait référence au rapport de la CIPR n° 140 figurant sous la rubrique « Publications » sur le site Internet www.iksr.org.

Les améliorations de la continuité réalisées jusqu'à présent, notamment par la construction de la passe à poissons d'Iffezheim, ont également débouché sur un accroissement des populations de **truites de mer** et la réapparition de nombreuses **lamproies marines et fluviatiles**. Depuis qu'il est possible de contrôler par vidéo la remontée des poissons au droit de la passe d'Iffezheim, on a constaté l'arrivée d'un nombre croissant de **grandes aloses** dans l'hydrosystème du Rhin. Toutes les autres espèces ont jusqu'à présent profité dans une grande mesure de l'élargissement des habitats suite à l'ouverture de la passe à poissons d'Iffezheim. Pour les espèces piscicoles migratrices, l'accès aux frayères est un volet essentiel de leur cycle vital.

Pour l'**anguille**, il convient d'améliorer la continuité écologique en optimisant les conditions de la remontée et de la dévalaison. L'anguille est déjà une espèce menacée dans toute l'Europe.

Pour toutes les **autres espèces piscicoles et groupes d'espèces piscicoles**, le rétablissement de la continuité écologique, permettant l'accès aux habitats appropriés, peut favoriser la préservation et le développement des espèces dans un hydrosystème fortement aménagé et morcelé.

Dès lors que l'on écarte la solution radicale de l'effacement des obstacles, qui n'est que rarement possible, la continuité écologique ne peut être rétablie que par l'installation de dispositifs de franchissement au niveau des différents obstacles, de manière plus ou moins partielle.

Les dispositifs de franchissement peuvent être de conception très diverse, tant au point de vue des conditions hydrauliques internes, que de l'importance des débits transités ou des critères d'implantation au niveau de l'obstacle.

Le choix sur un site donné dépend avant tout des espèces-cibles (comportement migratoire et capacités de nage), des objectifs visés concernant le degré de continuité écologique recherché, et des contraintes inhérentes à l'obstacle considéré :

- Pour les **ouvrages de montaison**, on peut distinguer à priori cinq familles d'aménagements :
 - passes à salmonidés, lamproies,
 - passes à salmonidés, lamproies, espèces rhéophiles et aloses,
 - passes multi-espèces (espèces potamodromes),
 - dispositif assurant à la fois une certaine continuité et la création de nouveaux habitats courants ("natural bypass channel"),
 - passes à anguilles.

Tous ces équipements peuvent a priori être conçus pour le passage du pied du barrage à l'amont immédiat, ou permettre le passage du pied d'un barrage vers l'amont dans un autre système hydraulique (par exemple du pied d'une usine vers un secteur court-circuité).

- Pour les **ouvrages de dévalaison** on peut distinguer en première analyse :
 - des dispositifs spécifiques à une ou plusieurs espèces destinées au contournement des turbines ; ces dispositifs peuvent parfois utilement être couplés avec des aménagements de montaison ;
 - des dispositifs de gestion des aménagements hydroélectriques (arrêt ou réduction du turbinage, manœuvres de vannes...) destinés à faire passer les poissons dévalants par des organes existants autres que les turbines (vannes de crue, seuils déversants...).

4. Précision du mandat pour la 2^{ème} phase de l'étude de faisabilité

La CIPR a donc chargé le bureau d'étude Stucky, dans le cadre du périmètre d'étude² défini dans le cahier des charges initial, d'élaborer et de présenter les solutions techniques avec les estimations des coûts et les plans schématiques, pour les trois scénarios suivants relatifs au rétablissement de la montaison des poissons et pour le module complémentaire relatif au rétablissement des conditions de dévalaison.

Ces scénarios portent sur les éléments suivants :

Scénario minimal

1. Rétablissement de la montaison des salmonidés, des lamproies et des anguilles afin de leur permettre d'accéder aux rivières considérées dans le programme sur les poissons migrateurs (affluents du Rhin supérieur : Sauer, Zorn, Ill, , Rench, Kinzig, Elz, Möhlin, Kander,).

Scénario intermédiaire

2. Rétablissement de la montaison de tous les grands migrateurs (salmonidés, lamproies, aloses, anguilles) et des autres espèces rhéophiles dans tous les cours d'eau pris en considération au niveau de la zone d'étude.

Scénario maximal

3. Rétablissement de la montaison du plus grand nombre possible d'espèces (grands migrateurs et espèces potamodromes) dans tous les cours d'eau pris en considération au niveau de la zone d'étude.

Module complémentaire « Dévalaison piscicole »

4. Rétablissement de la continuité vers l'aval au niveau de la zone d'étude, notamment pour l'anguille et les smolts de salmonidés.

² Périmètre d'étude (cf. cahier des charges – paragraphe IV.3)

Le périmètre d'étude pour l'étude de faisabilité sur la continuité longitudinale du Rhin supérieur se réfère aux tronçons du Rhin suivants :

- Retenues d'Iffezheim, de Gamsheim, de Strasbourg, Gerstheim, Rhinau, Marckolsheim, y compris barrages de retenue, barrages de turbines, écluses, ainsi que retenue de Vogelgrün en relation avec le barrage agricole de Vieux-Brisach (accessibilité du Vieux-Rhin)
- Tronçons du Vieux-Rhin s'écoulant à l'est des retenues de Strasbourg, Gerstheim, Rhinau et Marckolsheim, y compris barrages agricoles, seuils etc.

Le périmètre d'étude sur la continuité latérale du Rhin est défini comme suit :

- Connexion du Rhin avec ses cours d'eau alluviaux et affluents entre les barrages de Iffezheim et de Vogelgrün
- Zone d'embouchure des principaux affluents de rive droite (Rench, Kinzig, Neuer Mühlbach près de Kehl, ancien bras du Rhin sur toute sa longueur, canal Léopold, Möhlin sur une longueur minimum de 1,5 km
- Connexions latérales entre le Rhin et les cours d'eau alluviaux : affluents existants, prévus et éventuellement autres affluents et annexes hydrauliques dont le raccordement au Rhin est estimé judicieux.