



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

Restauration de la continuité écologique du Rhin supérieur pour la faune piscicole

Rapport de synthèse sur les résultats de l'étude de faisabilité

1. Cadre thématique de l'étude

La continuité écologique du Rhin et d'affluents rhénans sélectionnés est un volet essentiel des programmes de la CIPR en cours sur la réintroduction des poissons migrateurs jusqu'à Rheinfelden (région de Bâle) et sur la mise en place souhaitée d'un réseau de biotopes depuis le lac de Constance jusqu'à l'embouchure du Rhin en mer du Nord. Aux termes de la Directive Cadre sur la politique de l'Eau (DCE), la continuité des cours d'eau est en outre un élément important dans l'identification du bon état des eaux superficielles.

Les poissons migrateurs venant de la mer peuvent s'engager dans le bassin du Rhin en empruntant le Waal et le Lek, dont les trois barrages sont équipés de dispositifs de montaison. Grâce à une modification de la commande des écluses, les conditions de remontée des poissons sont déjà améliorées au niveau de la digue terminale de l'IJsselmeer et le seront probablement en 2008 au niveau des écluses de Haringvliet également.

Depuis l'entrée en service des deux grandes passes à poissons installées à Iffezheim (juin 2000) et à Gamsheim (avril 2006), les poissons amphihalins remontant en direction de Bâle peuvent atteindre Strasbourg et avoir ainsi accès à deux affluents importants du Rhin supérieur : l'Ill et la Kinzig. Depuis l'entrée en service de la nouvelle passe à poissons de Gamsheim, plus de 45.000 poissons ont emprunté celle-ci jusqu'à fin juin 2006. Jusqu'à une date récente, il n'existait pas de projets visant à rétablir la continuité à hauteur des huit autres barrages installés plus en amont sur la partie méridionale du Rhin supérieur jusqu'à Bâle. La CIPR a donc décidé en 2001 de faire réaliser une étude de faisabilité pour combler cette lacune.

Plus en amont encore, sur le tronçon du haut Rhin compris entre Bâle et les chutes de Schaffhouse, on compte 10 barrages avec usines hydroélectriques dont neuf équipés de passes à poissons plus ou moins efficaces pour la faune piscicole. D'autres mesures d'amélioration de la continuité piscicole sont en cours de réalisation ou sont prévues sur le haut Rhin. Ce tronçon n'entre toutefois pas dans le cadre prospectif de la présente étude.

La continuité écologique se réfère à la montaison et à la dévalaison de l'ensemble des espèces piscicoles du Rhin. On part également du principe que les autres organismes benthiques rhénans tireront également en grande partie profit de la restauration de la continuité pour les poissons. Au regard des enjeux et des objectifs écologiques visés, l'étude de faisabilité a eu pour objet de définir les objectifs qualitatifs et quantitatifs permettant d'assurer le plus largement possible la continuité écologique pour les différentes espèces piscicoles et d'examiner les solutions possibles et nécessaires offertes par le génie biologique pour atteindre ces objectifs.

L'**étude de faisabilité** doit mettre en évidence et évaluer les possibilités relevant du génie biologique pour rétablir la continuité écologique. Elle porte sur le Rhin et ses affluents entre Iffezheim et Bâle, et plus précisément sur le **secteur situé entre Gamsheim et Vogelgrun/Breisach** pour ce qui concerne la **montaison** des espèces piscicoles et sur **l'ensemble des ouvrages situés entre Kembs-Märkt et Iffezheim** pour ce qui concerne la **dévalaison piscicole**.

L'étude a porté dans une première phase sur l'identification des conditions actuelles de montaison et de dévalaison des poissons dans le Rhin supérieur. Les conclusions tirées de cette première phase ont amené à préciser le mandat sous forme de trois scénarios devant déboucher sur autant de solutions. Dans une deuxième phase, des solutions

relevant du génie biologique sont présentées, accompagnées d'estimations de coûts de réalisation pour ces différents scénarios.

Le bureau d'études Stucky s'est vu confier la mise au point de cette étude.

En outre, un groupe de suivi a été mis en place par la CIPR pour accompagner l'étude. Il s'est composé de délégations des Etats riverains du Rhin supérieur, c'est-à-dire de la France, de la Suisse et de l'Allemagne (représentée elle-même par le Land de Bade-Wurtemberg).

Le Groupe de projet a rédigé la présente synthèse où sont rassemblés et évalués les principaux résultats de l'étude de faisabilité (phases 1 et 2) réalisée par le bureau d'études Stucky. Les informations accompagnées de tableaux et d'illustrations sont tirées de ces deux rapports de phases 1 et 2 qui peuvent être consultés sur le site de la CIPR (www.iksr.org) au même titre que le présent rapport de synthèse.

2. Informations et résultats de l'étude de faisabilité sur la base des recherches du bureau d'études Stucky

2.1 Présentation des obstacles à la migration piscicole sur le Rhin supérieur

La correction du Rhin effectuée à partir de 1840 (Tulla) 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. Depuis cette date, 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.

Quatre autres barrages ont été construits entre 1961 et 1970. 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 : Plus en aval, le Rhin même a été canalisé et deux barrages supplémentaires avec usine au fil de l'eau ont été installées en 1975 et 1977, bloquant le fleuve sur toute sa largeur.

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.

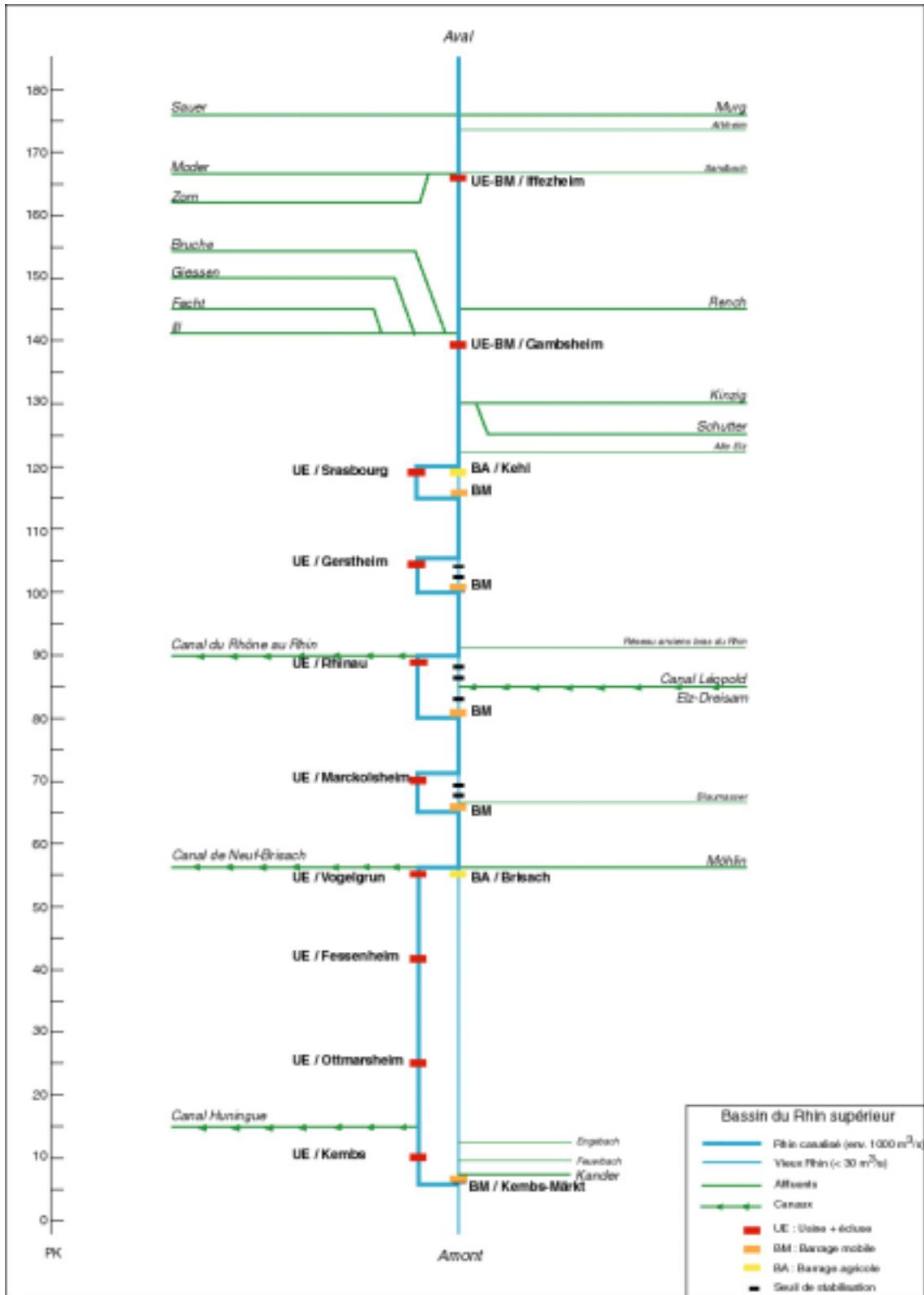
Tableau 1 : Caractéristiques générales des 10 usines hydroélectriques du Rhin supérieur

Nom	Début de la concession	Expiration de la concession	Type	Concession
Kembs	1932	2007	sur le Grand Canal	EDF (F)
Ottmarsheim	1956	2028	sur le Grand Canal	EDF (F)
Fessenheim	1956	2032	sur le Grand Canal	EDF (F)
Vogelgrun	1959	2032	sur le Grand Canal	EDF (F)
Marckolsheim	1961	2037	en festons	EDF (F)
Rhinau	1963	2040	en festons	EDF (F)
Gerstheim	1967	2044	en festons	EDF (F)
Strasbourg	1970	2048	en festons	EDF (F)
Gambsheim	1974	2049	aménagement en ligne	CERGA (F)
Iffezheim	1977	2052	aménagement en ligne	RKI (D)

Ces dix aménagements hydrauliques constituent des obstacles à la migration de l'ichtyofaune. Le schéma (voir figure 1) positionne les différentes usines ainsi que d'autres ouvrages sur le Rhin supérieur méridional et les affluents du Rhin. Le tableau 2 présente l'équipement de ces ouvrages en **dispositifs de remontée pour les poissons et leur fonctionnement** en se fondant sur les sources bibliographiques.

L'objectif global est de rétablir une certaine continuité écologique pour la remontée et la dévalaison piscicole sur le cours longitudinal ainsi que sur les liaisons transversales avec les affluents. Dans les deux cas, cette continuité n'existe pas actuellement.

Figure 1
Schéma des principaux affluents et des barrages du Rhin supérieur



Tab. 2: Equipement en passes à poissons des barrages du Rhin supérieur (pour la montaison uniquement)

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 : passé 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)	Gambsheim	Ecluse Borland et tube à anguilles (au barrage mobile)	Gambsheim : Ecluse Borland : faible efficacité temporaire (2) Passé à bassins à l'usine opérationnelle depuis 2006
	Iffezheim		Iffezheim : Ecluse Borland inefficace (2) Passé à bassins à l'usine (réalisée et efficace)
2 Barrages agricoles (4 m à 5 m)	Brisach	Passé à bassins en RD Ecluse à poissons en RG	RD : problème d'attractivité pour les espèces rhéophiles mais fonctionnelle pour certaines espèces (3) Projet nouveau 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)	Passes à bassins en RD Ralentisseurs en RG	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 aval et passe fonctionnelle sur le seuil amont (5) RG : passes a priori fonctionnelles pour le saumon (1)

RD = rive gauche, RD = rive droite – Les mentions bibliographiques sont reprises du rapport intégral.

(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]

Remarque : d'après les sources citées par le bureau d'études, la passe à bassins installée sur le seuil amont du feston de Marckolsheim est inefficace.

Il est fondamentalement fait la distinction entre les groupes piscicoles suivants ayant très vraisemblablement un comportement migrateur plus ou moins prononcé :

Les **espèces diadromes** (cycle de vie impliquant 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 eau douce) :

- **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 : zones d'alimentation, de repos, d'hivernage, de refuge. Cet aspect englobe également des changements de site en vue de compenser la dérive due au courant et celle des déficits d'habitats locaux.

Le passage des juvéniles de saumons ou des anguilles adultes dans les turbines lors de la **dévalaison** vers la mer provoque des taux de mortalité pouvant être catastrophiques pour ces espèces, comme le montre le tableau 3 (avec l'hypothèse pessimiste d'un passage de toute la population dans les turbines sans échappement par les surverses ou les écluses de navigation).

Tableau 3 : Estimation du taux de mortalité des juvéniles de saumon et des anguilles adultes lors de la dévalaison sur le Rhin supérieur de Kembs-Märkt à l'aval d'Iffezheim (avec l'hypothèse d'un passage de toute la population dans les turbines sans échappement par les surverses ou les écluses de navigation). Le taux moyen de mortalité au passage de chaque usine a été estimé à 5% pour les juvéniles de saumon et à 20% pour les anguilles.

	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 %

2.2 Conclusions formulées dans la recherche de solutions

La situation décrite pour le Rhin supérieur méridional montre que la continuité écologique sur le Rhin 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, dont le cours aval est déjà franchissable aujourd'hui pour certains, est également très restreint du fait de la faible continuité du Rhin.

Si l'on vise un objectif d'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 4) :

Tableau 4 : Dévalaison et retour des adultes de saumon sur les frayères

	Saumoneaux au départ Production potentielle des habitats	Taux de mortalité à la dévalaison (1)	Saumoneaux en mer	Taux de retour	Adultes sur frayères	Saumoneaux potentiels Production potentielle des adultes
Bassin de l'III	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'III 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 limitant la reconstitution de populations de saumons est la difficulté d'accès aux frayères. Pour les bassins versants de l'III et de la Rench, de gros progrès ont été accomplis avec la construction de la passe à poissons d'Iffezheim ; la même évolution favorable est également à signaler depuis avril 2006 pour la Kinzig (entrée en service de la passe à poissons de Gamsheim).

Le problème subsiste néanmoins pour 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 cours d'eau.

Un autre problème de taille est celui de la protection des saumoneaux lors de la dévalaison¹. Vient s'ajouter au problème posé par les grandes usines hydroélectriques

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.

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.

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 effectifs observés de **truites de mer** et la réapparition de nombreuses **lamproies marines et fluviatiles** tout en permettant à d'autres espèces piscicoles migratrices de favoriser leur cycle biologique. 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 de quelques **grandes aloses** dans ce secteur du Rhin. Toutes les espèces migratrices ont jusqu'à présent profité dans une grande mesure de l'élargissement des habitats accessibles suite à l'ouverture de la passe à poissons d'Iffezheim. On attend un impact positif de même nature avec l'ouverture de la passe à poissons de Gamsheim.

Pour l'**anguille**, espèce menacée au niveau européen, il convient d'améliorer la continuité écologique en optimisant les conditions de la remontée et de la dévalaison.

Pour toutes les **autres 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 est rarement possible, la continuité écologique ne peut être rétablie que partiellement par l'installation de dispositifs de franchissement au niveau des différents obstacles. 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 de l'équipement d'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 et lamproies,
- passes à salmonidés, lamproies, espèces rhéophiles d'eau douce et aloses,
- passes multi-espèces (espèces potamodromes comprises),
- dispositifs assurant à la fois une certaine continuité et la création de petits habitats courants (« natural bypass chanel »),
- passes à anguilles.

Pour les **ouvrages de dévalaison**, on peut distinguer en première analyse :

- des dispositifs spécifiques à une ou plusieurs espèces destinés 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 etc.) destinés à faire passer les poissons dévalants par des organes existants autres que les turbines (vannes de crue, seuils déversants etc).

Le mandat a été précisé sur la base de ces connaissances. Le bureau d'étude a été chargé d'élaborer et de présenter pour chaque ouvrage trois scénarios de rétablissement de la montaison des poissons ainsi qu'un module complémentaire relatif au rétablissement des conditions de dévalaison.

Ces scénarios portent sur les éléments suivants:

1. Scénario minimal

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 (Rhin supérieur et ses affluents : Sauer, Zorn, Ill, , Rench, Kinzig, Elz, Möhlin, Kander).

(Remarque : ce scénario correspond à des équipements de type Iffezheim.)

2. Scénario intermédiaire

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.

(Remarque : ce scénario correspond à des équipements de type Iffezheim avec une hauteur de chute entre les bassins de 20 cm au lieu de 30 cm.)

3. Scénario maximal

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.

(Remarque : ce scénario correspond à des équipements de type « rivière artificielle ».)

4. Module complémentaire « Dévalaison piscicole »

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

2.3 Aperçu général des propositions de solutions du bureau d'études Stucky pour les scénarios sélectionnés

2.3.1. Dispositifs de montaison

Le tableau 5 présente les aménagements proposés dans l'étude de faisabilité sur l'ensemble du Rhin supérieur et leur coût (investissement, fonctionnement et perte de productible capitalisé à 4 %).

Le coût total de chaque scénario est le suivant :

- **Scénario 1 : 95 millions d'euros, dont 5 % de perte de productible**
- **Scénario 2 : 101 millions d'euros, dont 4 % de perte de productible**
- **Scénario 3 : 126 millions d'euros, dont 15 % de perte de productible**

On peut noter les points suivants :

- pour rejoindre le Vieux Rhin à partir de Vogelgrün, l'aménagement d'un téléphérique a été considéré dans le cadre des 3 scénarios comme seule solution de « piégeage-transfert automatique » envisageable. Cette solution représente un coût important (25 % du montant des scénarios 1 et 2),
- les aménagements proposés pour répondre au scénario 3 sont significativement pénalisés par la perte de productible (débit plus important pour l'alimentation des rivières artificielles),
- les aménagements prévus pour répondre au scénario 2 impliquent un surcoût relativement faible (6 %) par rapport à ceux du scénario 1 et offrent des possibilités de franchissement bien supérieures.

(Remarque d'EdF sur les coûts susmentionnés : En ce qui concerne le turbinage du débit d'attrait, il n'a été chiffré ni les travaux ni les pertes de production, considérant que la production de la mini-usine permettra d'équilibrer son investissement et son fonctionnement (cf. page 12 du rapport). La validité de cette hypothèse reste à démontrer. Ainsi, si le turbinage du débit d'attrait ne se justifie pas économiquement, comme cela est probable, il y aurait lieu de revenir à la solution de base du pompage de ce débit à partir de l'aval (sur env. 1 à 2 m). Dans ce cas, les coûts d'investissement et de fonctionnement seraient à majorer en conséquence.

Tableau 5 : Indications générales sur les aménagements de montaison proposés

* Coût inv+ft = coût d'investissement et de fonctionnement (actualisé à 4 %)

Coût prod. = coût de la perte de production (actualisée à 4 %)

	Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3		
	Type aménagement	Coût inv+ft (M€)*	Coût prod (M€)*	Type aménagement	Coût inv+ft (M€)*	Coût prod (M€)*	Type aménagement	Coût inv+ft (M€)*	Coût prod (M€)*
Strasbourg – Usine	Passe à bassins (chutes 0,30 cm)	10.1	0.8	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	11.5	0.6	Rivière artificielle	13.5	2.7
Strasbourg – Barrage mobile	Idem scénario 2	4.2	0.3	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	4.2	0.3	Rivière artificielle	4.9	1.8
Gerstheim – Usine	Passe à bassins (chutes 0,30 cm)	11.8	0.8	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	13.1	0.6	Rivière artificielle	14.0	2.5
Gerstheim – Barrage mobile	Idem scénario 2	4.4	0.3	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	4.4	0.3	Rivière artificielle	6.7	2.0
Gerstheim – Seuil en rivière n°1 (aval)	Idem scénario 2	0.6	0.0	Passe à bassins à fentes (0,20 cm)	0.6	0.0	Passe à bassins à fentes (0,15 cm)	0.8	0.0
Gerstheim – Seuil en rivière n°2 (amont)	Idem scénario 2	0.5	0.0	Passe à bassins à fentes (0,20 cm)	0.5	0.0	Passe à bassins à fentes (0,15 cm)	0.7	0.0
Rhinau – Usine	Passe à bassins (chutes 0,30 cm)	10.5	0.9	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	12.4	0.7	Rivière artificielle	12.7	2.9
Rhinau – Barrage mobile	Idem scénario 2	3.7	0.2	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	3.7	0.2	Rivière artificielle	4.2	1.6
Rhinau – Seuil en rivière n°1 (aval)	Idem scénario 2	0.8	0.0	Passe à bassins à fentes (0,20 cm)	0.8	0.0	Passe à bassins à fentes (0,15 cm)	1.1	0.0
Rhinau – Seuil en rivière n°2 (moyen)	Idem scénario 2	1.0	0.0	Passe à bassins à fentes (0,20 cm)	1.0	0.0	Passe à bassins à fentes (0,15 cm)	1.3	0.0
Rhinau – Seuil en rivière n°3 (amont)	Idem scénario 2	0.8	0.0	Passe à bassins à fentes (0,20 cm)	0.8	0.0	Passe à bassins à fentes (0,15 cm)	1.1	0.0
Marckolsheim – Usine	Passe à bassins (chutes 0,30 cm)	10.8	0.9	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	13.0	0.7	Rivière artificielle	14.0	2.9
Marckolsheim – Barrage mobile	Idem scénario 2	4.8	0.3	Passe à bassins (chutes 0,20 cm)	4.8	0.3	Rivière artificielle	5.5	2.2
Marckolsheim – Seuil en rivière n°1 (aval)	Idem scénario 2	1.0	0.0	Passe à bassins à fentes (0,20 cm)	1.0	0.0	Passe à bassins à fentes (0,15 cm)	1.4	0.0
Marckolsheim – Seuil en rivière n°2 (amont)	Idem scénario 2	0.5	0.0	Passe à bassins à fentes (0,20 cm)	0.5	0.0	Passe à bassins à fentes (0,15 cm)	0.6	0.0
Vogelgrun – Usine	Idem scénario 3	24.0	0.7	Idem scénario 3	24.0	0.7	Téléphérique	24.0	0.7
TOTAL		89.5	5.2		96.3	4.4		106.5	19.3
		94.7			100.7			125.8	

2.3.2 Dispositifs de dévalaison

Le dispositif de dévalaison envisageable serait **la mise en place de grilles fines** au niveau de toutes les usines permettant d'évacuer les poissons vers **des exutoires de surface** pour les juvéniles de saumon et vers **des exutoires de fond** pour les anguilles. Au-delà du fait que leur faisabilité technique et leur efficacité sont mal maîtrisées, de tels aménagements consomment d'importants débits et conduisent à des coûts totaux très élevés **de l'ordre de 200 millions d'euros (capitalisés à 4 %)**.

La mise en chômage des usines pendant les périodes de migration, permettant de préserver au maximum l'intégrité des poissons en dévalaison, implique le non-turbinage de débits tel que le coût de cette solution est prohibitif (au moins 880 millions d'euros).

2.3.3 Efficacité

L'efficacité globale des dispositifs de franchissement pour la montaison et la dévalaison peut être évaluée sur l'ensemble de l'axe du Rhin supérieur entre l'amont de Kembs et l'aval d'Iffezheim ou entre le Vieux Rhin, site écologique important, et l'aval d'Iffezheim.

Il ne faut pas oublier les affluents et les annexes hydrauliques se trouvant en connexion avec l'axe principal de migration : cet aspect de la « continuité latérale » est rappelé dans le chapitre suivant.

Montaison

On peut proposer les valeurs d'efficacité suivantes pour les salmonidés :

- **efficacité de 80 % au niveau de chaque passe à poissons,**
- **soit 20 % de grands migrateurs susceptibles de parvenir dans le Vieux Rhin,**
- **et 17 % de grands migrateurs susceptibles de parvenir en amont de Kembs**

Dévalaison

Pour la dévalaison, si l'on obtenait une efficacité de 50 % des dispositifs de dévalaison au niveau de chaque usine (grilles fines et exutoires), on réduirait significativement les mortalités sur l'ensemble du cours :

- de l'amont de Kembs à l'aval d'Iffezheim :
smolts : réduction de la mortalité de **40 % à 22 %**,
anguilles : réduction de la mortalité de **90 % à 65 %**,
- du Vieux Rhin à l'aval d'Iffezheim :
smolts : réduction de la mortalité de **30 % à 16 %**,
anguilles : réduction de la mortalité de **80 % à 52 %**.

2.3.4 Continuité longitudinale et latérale

La restauration de la continuité écologique pour la faune piscicole nécessite la mise en place de dispositifs spécifiques au niveau des ouvrages peu ou pas franchissables sur l'axe du Rhin supérieur (continuité longitudinale). Il convient toutefois de mentionner la connectivité avec la partie basse d'affluents ou d'annexes hydrauliques importantes (continuité latérale) qu'autorise la restauration de la continuité au niveau de chaque grand aménagement hydroélectrique. Cela concerne notamment :

- le feston de Strasbourg avec la connexion aux affluents (Mühlbach) et aux polders,

- le feston de Rhinau où se trouve la connexion avec le Canal Léopold (en connexion avec le réseau de l'Elz-Dreisam),
- la Möhlin en aval de Brisach,
- le Vieux-Rhin en connexion avec de nombreuses annexes hydrauliques.

Ces affluents et annexes hydrauliques, essentiellement situés en rive droite du Rhin, sont accessibles sur une distance d'au moins 1,5 km à partir de leur débouché dans le Rhin pour toutes les espèces piscicoles. L'amélioration des échanges entre ces milieux et le Rhin est considérée comme d'intérêt majeur par les opérateurs en charge de la restauration de ces milieux.

Remarque finale

La présente synthèse de l'étude de faisabilité de la « Restauration de la continuité écologique du Rhin supérieur pour la faune piscicole » est un document de base sur lequel pourront s'appuyer les travaux ultérieurs de préparation de la Conférence ministérielle sur le Rhin de 2007.

Un programme par étapes, échelonné dans le temps, doit être élaboré pour la restauration de la continuité du Rhin supérieur, ce programme devant s'inscrire dans un contexte plus global intégrant la restauration du réseau de biotopes sur le Rhin. L'écosystème dans son ensemble doit profiter des mesures de restauration à engager.