

**Programme de mesure biologique Rhin  
2006/2007, partie A**

**Rapport de synthèse  
sur les éléments de qualité  
phytoplancton, macrophytes/  
phytobenthos, macrozoobenthos,  
poissons**



Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport n° 168*



**Editeur:**

Comission 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, téléfax +49-(0)261-94252-52  
Courrier électronique: sekretariat@iksr.de  
www.iksr.org

**Traduction:** Isabelle Traue, Dominique Falloux

ISBN 3-935324-81-2

© IKSР-CIPR-ICBR 2009



---

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

**Programme de mesure biologique Rhin 2006/2007, partie A**

**Rapport de synthèse sur les éléments de qualité  
phytoplancton, macrophytes/phytobenthos,  
macrozoobenthos, poissons**



## Programme de mesure biologique Rhin 2006/2007, partie I : rapport de synthèse sur les éléments de qualité phytoplancton, macrophytes/phytobenthos, macrozoobenthos, poissons

### Sommaire sur les rapports partiels

Partie I : Rapport de synthèse sur l'ensemble des éléments de qualité

Partie II : rapports par élément de qualité

II-A : phytoplancton

II-B : macrophytes

II-C : phytobenthos (diatomées benthiques)

II-D : macrozoobenthos

II-E : poissons

### Sommaire partie I

<b>Résumé .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>4</b>
1.1 Le programme de mesure biologique Rhin .....	4
1.2 Détermination de « l'état écologique » à l'aide des éléments de qualité biologiques au titre de la DCE .....	4
1.3 Indication de l'état écologique sur la base des différents éléments de qualité .....	5
1.4 Caractérisation des tronçons du Rhin .....	5
<b>2. Programme d'analyse .....</b>	<b>8</b>
2.1 Compétences .....	8
2.2 Base de données.....	8
2.3 Stations de prélèvement .....	9
2.4 Méthodes.....	9
<b>3. Résultats des différents rapports sur les éléments de qualité     biologique .....</b>	<b>10</b>
3.1 Phytoplancton.....	10
3.2 Macrophytes.....	11
3.3 Phytobenthos (diatomées benthiques).....	12
3.4 Macrozoobenthos (invertébrés benthiques) .....	13
3.5 Poissons .....	15
<b>4. Perspectives.....</b>	<b>17</b>
<b>5. Bibliographie.....</b>	<b>18</b>

## Résumé

Dans le cadre du programme « Rhin 2020 », les éléments de qualité biologique ont été analysés en 2006 et 2007 sur l'ensemble du cours du Rhin selon des critères comparables et, entre autres, sur la base des dispositions de la directive cadre sur l'eau. Le « programme de mesure biologique Rhin » a pour objectif de dresser un état des lieux, d'identifier les changements survenus dans les biocénoses et d'évaluer globalement l'état écologique des tronçons du cours principal du Rhin.

Grâce à la bonne qualité actuelle de l'eau et aux mesures déjà réalisées pour améliorer la continuité et accroître la diversité morphologique, les biocénoses du cours principal du Rhin ont connu des améliorations sensibles. De nombreuses espèces sont revenues. L'éventail des espèces piscicoles est presque complet. La concentration de certains nutriments et substances augmente toutefois fortement sur le profil longitudinal du Rhin. L'absence d'habitats diversifiés fait que de nombreuses espèces font encore défaut ou ne sont présentes qu'en nombre très faible ou uniquement localement.

La qualité du haut Rhin est jugée « très bonne » sur la base du phytoplancton et du phytobenthos et « bonne » sur celle du macrozoobenthos, ce qui reflète la bonne qualité de l'eau alors que ce tronçon (tout comme le Rhin alpin) présente des lacunes pour la faune piscicole à cause des nombreuses retenues et du manque d'accessibilité et de continuité. Le Rhin supérieur méridional entre Bâle et Iffezheim est également canalisé. La continuité est assurée à partir du Rhin supérieur septentrional jusqu'à la côte (IJsselmeer inclus) et les poissons profitent de ce tronçon à écoulement libre. Les éléments morphologiques et les connexions avec les affluents font toutefois défaut en grande partie.

Le phytoplancton présente une « bonne » qualité dans le Rhin navigable entre Bâle et la côte et une qualité écologique parfois « moyenne » dans le Rhin inférieur et le delta du Rhin. Le phytobenthos, quant à lui, tend à se détériorer vers un état « moyen » vers aval à partir du Rhin supérieur. On note également dans ce tronçon une altération des peuplements macrophytiques généralement bien développés dans le Rhin supérieur et le Rhin moyen. Les tronçons sont pauvres en espèces et strates végétales dans le Rhin inférieur et le delta du Rhin (IJsselmeer inclus), ce qui reflète le manque de diversité hydromorphologique des tronçons aval du Rhin. Le manque de diversité hydromorphologique a également des impacts sur le macrozoobenthos fortement uniformisé et impacté par les néozoaires ; le macrozoobenthos affiche un état « moyen » et « médiocre » entre le Rhin supérieur et la côte (IJsselmeer comprise) et un « bon » état uniquement dans la mer des Wadden. Au niveau des « macrophytes », la mer des Wadden est jugée en « mauvais » état, les zostères typiques de ce milieu faisant en grande partie défaut. Les données sur le phytoplancton montrent que l'état est moyen dans la mer des Wadden. Dans les eaux côtières, la qualité de l'eau varie sensiblement selon les années entre « très bon » et « médiocre ».

## 1. Introduction

Le présent rapport de synthèse rassemble les résultats de la surveillance biologique du Rhin réalisée conformément au programme « Rhin 2020 » avec l'évaluation de « l'état écologique » au titre de la directive communautaire sur l'eau (DCE). Les données sur les éléments de qualité biologiques phytoplancton, macrophytes, phytobenthos, macrozoobenthos et poissons ont été soumis à une analyse globale pour le cours principal du Rhin.

### 1.1 Le programme de mesure biologique Rhin

Le « Programme de mesure biologique Rhin » (CIPR 2006) fixe pour chaque élément de qualité biologique les détails concernant les stations de prélèvement sur le cours principal du Rhin, les méthodes et l'évaluation. Dans les Etats membres de l'UE, il est axé sur les dispositions de la DCE.

Les principaux objectifs du programme de mesure biologique Rhin sont les suivants :

- (1) dresser un inventaire aussi complet et représentatif que possible des éléments de qualité biologique (recensement des espèces – listes globales d'espèces) dans le Rhin entre le lac de Constance et l'embouchure dans la mer compte tenu de la subdivision géographique du Rhin ; quelques résultats pour le Rhin alpin et les grands lacs (lac de Constance, IJsselmeer) viennent compléter ces analyses
- (2) identifier les évolutions des peuplements en comparant les données actuelles avec les données historiques et celles provenant d'analyses récentes (recensements dans le cours principal du Rhin depuis la sortie du lac de Constance jusqu'au débouché dans la mer du Nord en 1990, 1995 et 2000)
- (3) identifier les éventuelles modifications significatives des rapports de dominance entre les espèces
- (4) prendre en compte les résultats d'analyses de la migration piscicole à certains endroits du Rhin (passes à poissons d'Iffezheim et de Gamsheim et dans les affluents, par ex. au débouché de la Sieg, de l'Agger, de la Moselle, etc.).
- (5) procéder à une première évaluation globale de l'état écologique des tronçons du cours principal du Rhin

### 1.2 Détermination de « l'état écologique » à l'aide des éléments de qualité biologiques au titre de la DCE

En vertu de la directive cadre communautaire sur la politique de l'eau (DCE), il convient d'évaluer l'état ou le potentiel écologique des rivières dans le cadre du processus de mise au point de programmes de mesures et de plans de gestion de districts hydrographiques. Les éléments biocénotiques retenus sont ici le phytoplancton, les macrophytes, le phytobenthos, le macrozoobenthos et la faune piscicole (voir 1.3).

La DCE a pour objectif, après détermination de l'état actuel, la prise éventuelle de mesures nécessaires pour atteindre un bon état écologique des eaux à l'horizon 2015. Pour les masses d'eau fortement modifiées, on vise à atteindre un bon potentiel écologique. Les méthodes d'évaluation à mettre au point dans les Etats contractants s'accompagnent en parallèle d'un processus d'inter-étalonnage engagé au niveau communautaire et dont le but est de rendre comparables les résultats des évaluations (voir 2.4).

Les Etats riverains ont classé le Rhin comme masse d'eau fortement modifiée sur presque tout son linéaire.

Les résultats de ce rapport synthétique sont intégrés dans le Plan de gestion du district hydrographique international Rhin (partie A).

### 1.3 Indication de l'état écologique sur la base des différents éléments de qualité

Le **phytoplancton** (composition des espèces, biomasse) est un indicateur de la pression des nutriments sur les eaux.

Le **phytobenthos** (notamment des diatomées benthiques) réagit aux modifications de la qualité de l'eau par des décalages caractéristiques de l'éventail et de l'abondance des espèces et fournit des informations sur la pression des nutriments et la pression saline, sur la saprobie et le taux d'acidité des eaux.

Les **macrophytes** aquatiques (plantes aquatiques) peuvent également être utilisés pour évaluer la pression des nutriments sur les rivières ; ils réagissent également aux interventions dans le régime hydrologique (« potamalisation », rétention des eaux) et reflètent les conditions morphologiques dans le cours d'eau (diversité et dynamique du substrat, degré d'aménagement rigide des berges et du lit mineur).

Le **macrozoobenthos** (invertébrés benthiques) est un indicateur de la qualité de l'eau et des conditions hydromorphologiques au travers de la composition des espèces, des rapports de dominance et de la présence de néozoaires.

La diversité des espèces, l'abondance et la structure d'âge des **poissons** sont des indicateurs de dégradations morphologiques étendues, de continuité, de modifications des conditions de débit (par ex. retenues d'eau, prélèvements, dérivations) et de pressions thermiques.

### 1.4 Caractérisation des tronçons du Rhin<sup>1</sup>

Du fait des conditions hydrologiques et géomorphologiques, on trouve dans le Rhin des habitats très diversifiés. Son cours, long de 1320 km depuis les Alpes suisses jusqu'à l'embouchure dans la mer du Nord, est subdivisé en différents tronçons :

Sur les 13 rivières sourcières alimentant le Rhin, les deux principales sont le **Rhin antérieur** et le **Rhin postérieur**. Le Rhin antérieur prend sa source dans le lac de Toma situé à une altitude de 2340 m. Le Rhin postérieur est lui alimenté par le glacier du Rheinwaldhorn au col du San Bernardino. Le Rhin antérieur et le Rhin postérieur, qui s'écoulent en partie au fond de gorges étroites et encaissées (par ex. la Via Mala), sont des torrents alpins caractéristiques au lit rocheux. La température de l'eau est basse, le courant rapide, l'oxygénation bonne et la teneur en nutriments faible. Dans le bassin sourcier du Rhin, les aménagements hydrauliques (bassins de rétention, dérivations) modifient déjà les caractéristiques morphologiques et hydrologiques du cours d'eau. Après environ 70 km de trajet fluvial, le Rhin antérieur et le Rhin postérieur confluent à une altitude de 650 m, donnant ainsi naissance au **Rhin alpin**. Ce tronçon du Rhin, long d'une petite centaine de km, sécoule dans une ancienne vallée glaciaire en forme d'auge, large d'une dizaine de kilomètres à certains endroits. L'exploitation des grosses formations caillouteuses du lit mineur pour l'extraction de gravier a eu pour effet de renforcer l'érosion et d'abaisser la nappe souterraine. Le Rhin alpin dépose également les éboulis caillouteux qu'il transporte dans sa zone d'embouchure dans le lac de Constance (delta intérieur). Les mesures de régulation réalisées le siècle passé pour améliorer la protection contre les inondations ont rectifié le cours du Rhin alpin et l'on coupé de son champ alluvial et de nombreux affluents.

Le **lac de Constance**, d'une superficie de 535 km<sup>2</sup>, est le troisième lac d'Europe centrale par la taille et même le second par le volume d'eau (48 km<sup>3</sup>) qu'il renferme. Son bassin versant s'étend sur 11.500 km<sup>2</sup> et sa profondeur moyenne est de 90 m (avec un

---

<sup>1</sup> Voir également « Typologie (par tronçon) du cours naturel du Rhin » - rapport technique n° 147 – site internet de la CIPR [www.iksr.org](http://www.iksr.org)

maximum de 254 m). Le Rhin alpin lui apporte 62% du total des eaux rejoignant le lac par les affluents. Le lac de Constance en soi est constitué de deux parties aux nombreuses caractéristiques distinctes : d'une part le lac supérieur, large et profond, et d'autre par le lac inférieur, beaucoup plus plat. Les habitats du lac de Constance se divisent en zones de berges et d'eaux peu profondes (zones littorales et sub-littorales), zones benthiques profondes et zones pélagiques. La biocénose du lac de Constance, surface d'eau dormante, se distingue nettement de la biocénose des eaux courantes du Rhin. Les activités anthropiques (rejets d'eaux usées, utilisation des eaux lacustres, pêche, retombées atmosphériques etc.) ont de nombreux impacts sur l'écologie du lac de Constance.

A hauteur de Stein, le Rhin quitte le lac inférieur. Le tronçon allant jusqu'à Bâle, appelé **haut Rhin**, était initialement caractérisé par une forte pente, des tronçons à fond de substrat grossier ou rocheux et des cascades et rapides (chutes de Schaffhouse, rapides de Laufenbourg). Aux fins de production d'énergie hydraulique, on a construit à partir de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle 11 usines hydro-électriques et quelques barrages auxiliaires qui ont sensiblement modifié le caractère du haut Rhin. Sur de longues distances, notamment dans les tronçons de remous entre les usines hydroélectriques, le haut Rhin est devenu un cours d'eau lent dans lequel se déposent des sédiments sablonneux et vaseux. Le haut Rhin navigable commence en aval du pont de Rheinfelden. On trouve encore sporadiquement entre le lac de Constance et l'embouchure de la Thur, ainsi qu'en amont de l'Aar, des segments rapides et turbulents à caractère quasi naturel avec des mosaïques de substrat caillouteux diversifiées.

Au début du 19<sup>ème</sup> siècle, le **Rhin supérieur méridional** (Bâle – Karlsruhe) était encore un fleuve sauvage naturel composé de nombreux bras (zone de ramification) parcourant une zone alluviale pouvant atteindre une largeur de 6 km et remodelant le cours après chaque crue. A la suite de la correction du Rhin supérieur par Tulla (1817 – 1874), on a confiné le Rhin dans un lit étroit pour des raisons ayant trait à l'occupation des sols et l'aménagement du territoire. Ce phénomène a multiplié par vingt l'érosion du fond du fleuve, notamment en aval de Bâle, et fait descendre la nappe souterraine au-dessous de la zone radiculaire des arbres.

Le Grand Canal d'Alsace (1927 – 1959), qui est parallèle au tronçon appelé **Vieux Rhin**, a été construit entre Bâle et Vieux-Brisach afin qu'il soit possible de produire de l'énergie et d'améliorer la navigation. Le Vieux Rhin, qui n'est pas navigable, est le dernier tronçon de fleuve à eaux courantes sur le Rhin supérieur méridional. Pour soutenir le niveau de la nappe souterraine, on a renoncé à poursuivre, contrairement à ce qui avait été prévu à l'origine, la construction du canal parallèle entre Vieux-Brisach et Strasbourg mais on l'a remplacée par un aménagement dit 'en festons', c'est-à-dire où des dérivations canalisées débouchent à nouveau dans l'ancien lit. Dans les autres tronçons du Vieux Rhin, le niveau des eaux est soutenu par des seuils. En aval de Strasbourg, le Rhin est totalement canalisé jusqu'à Iffezheim, dernier barrage sur le Rhin. Le lit du Rhin supérieur méridional se compose de matériaux grossiers, et même de rochers à hauteur du seuil d'Istein (Vieux Rhin). Des sédiments fins se déposent dans les biefs. Dans les tronçons du Vieux Rhin, les rives sont relativement naturelles alors que dans les autres secteurs elles sont consolidées par des enrochements et du béton.

Dans le **Rhin supérieur septentrional** (Karlsruhe – Bingen), la pente s'affaiblit. Initialement, le fleuve formait des méandres de 2 à 7 km en changeant fréquemment de lit, phénomène dû aux conditions morphologiques en présence. Depuis le siècle passé, le cours du Rhin a été fixé par la construction d'épis et sensiblement raccourci par la coupure de plusieurs méandres du Rhin. Le Rhin supérieur septentrional est caractérisé aujourd'hui par de nombreux vieux bras (en partie dégravoyés) qui ne sont que partiellement raccordés au Rhin et alimentés par ce dernier (lors de crues). Sur le tronçon entre Oppenheim et Bingen (Rheingau), les processus de sédimentation dominant du fait de la faible pente et entraînent la formation d'îles étirées.

Dès qu'il quitte le Rheingau pour entrer dans le Massif schisteux rhénan par le biais de la « Binger Pforte », le **Rhin moyen** (Bingen – Bonn) passe soudainement d'un fleuve au courant lent et accusant une part élevée de sédiments fins à un fleuve montagneux au courant rapide et au fond rocheux. Les interventions morphologiques se limitent ici aux dynamitages de rochers et à la consolidation des rives par le biais d'enrochements. De nombreux épis ont été construits et quelques îles raccordées aux berges par des digues transversales dans le cadre de la régulation du débit moyen.

Le **Rhin inférieur** (Bonn – Bimmen) présente une certaine similitude avec le Rhin supérieur septentrional du fait de la pente comparable. Toutefois, les méandres sont beaucoup plus larges en raison du débit plus élevé des hautes eaux. Depuis le Moyen Age, le Rhin inférieur est resserré par des digues ; les rives ont été consolidées, les bras latéraux aménagés et les îles raccordées aux rives. Au siècle passé, les eaux moyennes ont été régularisées par des épis. Par ailleurs, le Rhin inférieur est caractérisé par des zones dégravoyées en avant des digues et en partie raccordées au Rhin. L'éventail des matériaux composant le lit du Rhin inférieur va du gravier au sable.

A hauteur de la frontière germano-néerlandaise à Lobith, le **delta du Rhin** se subdivise en deux bras principaux orientés vers l'ouest. Le bras principal méridional formé du Waal, puis de la Merwede, de la Noord et de la Nieuwe Maas est l'axe fluvial le plus important du delta et charrie les 2/3 du débit du Rhin. Le kilométrage du Rhin suit également ce bras principal. Le bras situé plus au nord – Nederrijn, puis Lek – se jette dans la Noord et la Nieuwe Maas. L'IJssel (Geldersche) se sépare du Nederrijn et s'oriente vers le nord. Dans la zone d'embouchure Rhin-Meuse, les cours inférieurs de ces bras sont souvent reliés entre eux et avec la Meuse – de manière naturelle ou artificielle.

Les eaux du Rhin débouchent à 3 endroits dans la mer du Nord : le Haringvliet par le biais du Nieuwe Merwede et Hollands Diep), le Nieuwe Waterweg (Noord/Nieuwe Maas) et l'**IJsselmeer** (par le biais de l'IJssel), un grand lac d'eau douce d'une superficie de 1100 km<sup>2</sup>, issue de l'ancienne Zuidersee, une baie marine endiguée en 1932.

Les canaux dans la zone d'embouchure étaient initialement encore plus nombreux et plus reliés les uns aux autres. La ligne côtière se composait de nombreuses îles. Afin de conquérir des terres sur la mer, on a commencé à partir du 8<sup>ème</sup> siècle à endiguer les îles, à assécher et dessaler les régions marécageuses et à ériger des digues intérieures et terminales équipés d'écluses en utilisant des techniques de plus en plus efficaces. Les rives du delta du Rhin sont consolidées par des épis et des enrochements, le lit du fleuve se compose de sable ou de limon.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE, les zones côtières et la mer des Wadden font également partie du district hydrographique international Rhin.

## 2. Programme d'analyse

### 2.1 Compétences

Le programme de mesure biologique Rhin a été réalisé sur demande des services suivants :

#### **Autriche :**

- Lebensministerium, Vienne
- Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit du Land Voralberg, Bregenz

**Liechtenstein :** Amt für Umweltschutz, Vaduz

**Suisse :** Office fédéral de l'Environnement (OFEV), Berne

**Lac de Constance :** Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)

#### **Allemagne :**

- Bade-Wurtemberg: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Karlsruhe
- Rhénanie-Palatinat : Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG), Mayence
- Hesse : Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie ((HLUG), Wiesbaden)
- Rhénanie-du-Nord-Westphalie : Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), Recklinghausen
- Fédération : Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Coblenz

#### **France :**

- Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Metz
- DIREN Alsace, Strasbourg
- Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), Marly

**Pays-Bas :** RWS Waterdienst, Lelystad

### 2.2 Base de données

Dans le cadre du programme de mesure biologique Rhin, des recensements biologiques détaillés ont été réalisés en 2006 et 2007 sur la base de critères comparables. Les analyses s'inscrivent dans le prolongement des recensements biologiques du « Programme d'Action Rhin » de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) sur le Rhin entre le lac de Constance et la mer, réalisés de 1985 à 2000 à un rythme quinquennal. On dispose pour cette période de données de comparaison qualitatives et quantitatives pour les poissons, les invertébrés benthiques (macroinvertébrés) et le plancton (phytoplancton et zooplancton). Est venu s'y ajouter sur la base des obligations de la directive cadre sur l'eau (DCE) le compartiment Phytobenthos/macrophytes (voir 1.3). Les données disponibles sur le Rhin antérieur, le Rhin postérieur et le Rhin alpin ont également été évaluées. Les prélèvements dans le lac de Constance et l'IJsselmeer ont été effectués dans le cadre de programmes distincts. Dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE, des échantillons ont également été prélevés dans les eaux côtières et la mer des Wadden. Les biocénoses des eaux salées se démarquant fortement de celles des eaux douces, les données néerlandaises ont été évaluées séparément et les résultats intégrés aux rapports.

## 2.3 Stations de prélèvement

Le tab. 1 (en annexe) fait état des stations et tronçons de prélèvement dans le cours principal du Rhin et des éléments de qualité biologique analysés au cours des différentes années.

Les stations de prélèvement désignées provisoirement dans le « programme de mesure biologique Rhin » (CIPR 2006) ont été en partie remplacées par d'autres stations comparables placées dans le même tronçon du Rhin. On a également évalué en partie des données issues de points d'analyse supplémentaires dans les Etats riverains du Rhin.

## 2.4 Méthodes

Les **méthodes de prélèvement** sont décrites dans un document de la CIPR (2006) et suivent en partie les dispositions nationales supplémentaires (voir rapports individuels partie II, A à E, chap. 2).

Pour chaque type de masses d'eau/de rivière et pour chaque élément de qualité pertinent, les Etats membres, Länder ou régions ont défini les critères d'évaluation de l'état écologique en conformité avec l'annexe V de la DCE. Ces **méthodes d'évaluation** nationales sont décrites au chap. 4 des rapports individuels. Une comparaison au sein de la CIPR montre qu'elles sont tout à fait cohérentes pour le cours principal du Rhin. La comparaison détaillée des méthodes d'échantillonnage et d'évaluation des affluents se fait dans le cadre du processus d'inter-étalonnage au niveau européen qui n'est pas encore tout à fait achevé.

Début 2009, les Etats riverains du Rhin ont finalisé leur évaluation nationale. Il a donc été possible de rassembler les résultats des évaluations pour le cours principal du Rhin.

### 3. Résultats des différents rapports sur les éléments de qualité biologique

Les paragraphes suivants présentent un diagnostic global des résultats des analyses coordonnées pour chaque élément de qualité biologique dans les différents tronçons du Rhin. Il s'agit donc d'une évaluation rapportée au tronçon du Rhin.

L'évaluation du Rhin par masse d'eau et par élément de qualité biologique figure dans les cartes respectives du Plan de gestion du district hydrographique international Rhin, partie A. Le Plan de gestion sera finalisé d'ici le 22 décembre 2009 et publié sur le site internet [www.iksr.org](http://www.iksr.org).

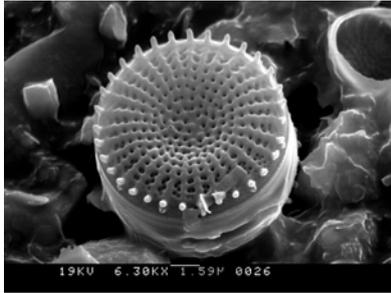
#### 3.1 Phytoplancton

La masse bioplanctonique est très largement dominée, à certains endroits pour plus de 90%, par les diatomées centriques, mais l'on relève également comme groupes algaux importants les cryptomonades et les chlorophycées. Les autres groupes ne sont que temporairement ou localement significatifs. Le zooplancton, qui n'a été analysé que sur le Rhin moyen et le Rhin inférieur, augmente également vers l'aval. Les protozoaires et les rotifères occupent une place quantitative importante, de même que les larves de bivalves en libre suspension à certaines périodes. Les crustacés ont une importance secondaire et l'impact de leur broutage sur le phytoplancton est estimé faible et se limite essentiellement aux peuplements étendus de grands mollusques bivalves.

Par rapport aux analyses réalisées six ans plus tôt, on constate que la production phytoplanctonique est restée à un niveau quasiment identique dans une situation de très légère régression des teneurs en nutriments sur l'ensemble du cours principal du Rhin. En l'état actuel des connaissances, l'état du plancton dans le lac de Constance est jugé bon autant dans le lac supérieur que dans le lac inférieur.

A hauteur d'Öhningen, le haut Rhin est estimé de « bonne » qualité et est encore sensiblement caractérisé par le plancton du lac de Constance. Plus en aval, à hauteur de Reckingen, le Rhin a un « très bon » état écologique. Le tronçon amont du Rhin supérieur compris entre Weil et Karlsruhe est également « très bon ». Le tronçon aval du Rhin supérieur et le Rhin moyen sont estimés de « bonne » qualité selon le critère du phytoplancton, alors que la qualité de la partie aval du Rhin inférieur est « moyenne » à hauteur de la frontière germano-néerlandaise. Ce gradient longitudinal de qualité reflète la concentration croissante de nutriments dans le Rhin à mesure que l'on va vers l'aval. Le ralentissement du courant prolonge le temps de séjour des eaux dans le Rhin inférieur et favorise la prolifération du phytoplancton, dont la densité augmente sensiblement sur le Rhin moyen dès Coblenz et atteint son maximum à hauteur de Clèves. Dans le delta du Rhin, les valeurs de chlorophylle a mesurées dans l'IJsselmeer sont similaires à celles du Rhin inférieur, alors qu'elles sont plus faibles à hauteur de Maassluis dans la zone d'embouchure. Le long du littoral et dans la mer des Wadden, la concentration de chlorophylle a varié sensiblement selon les années d'analyse (état variant de très bon à médiocre).

La partie II – A du présent rapport présente les résultats détaillés de l'analyse du phytoplancton.



**Fig. 1** : Phytoplancton : diatomée centrique *Stephanodiscus parvus*, photographiée au microscope électronique à balayage. Photo : V. Burkhardt-Gehbauer, IFS Langenargen

### 3.2 Macrophytes

On a identifié au total 36 espèces de macrophytes aquatiques dans le Rhin. Il s'agit de 23 végétaux supérieurs (et parmi les plus fréquentes *Potamogeton pectinatus* et *Myriophyllum spicatum*), 8 bryophytes et 5 characées.

En tendance, la densité macrophytique, de même que le nombre d'espèces et de strates végétales, s'amenuisent dans le Rhin vers l'aval. Des plantes aquatiques supérieures (spermatophytes et ptéridophytes) sont identifiées dans tous les tronçons du Rhin. Les groupes taxonomiques sensibles à l'eutrophisation (grands potamots et characées submergés) ne sont présents que sur le cours amont jusqu'au Rhin moyen ou se limitent au haut Rhin et à l'IJsselmeer.

Dans le haut Rhin, les trois stations de prélèvement sont riches en espèces et strates végétales (10-14 espèces). Dans le Rhin supérieur et jusqu'au PK 317 du Rhin, ainsi qu'au PK 542 dans le segment le plus en aval, les espèces et strates végétales sont nombreuses (4 à 10 espèces). Les segments intermédiaires affichent un faible nombre d'espèces et sont pauvres en strates végétales. Sur certains tronçons, les macrophytes sont absents. Dans le **Rhin moyen**, l'analyse n'a porté que sur une station de prélèvement riches en espèces et strates végétales. Les quatre sites de prélèvement du Rhin inférieur sont pauvres en espèces et en strates végétales (3 espèces maximum) et le degré de recouvrement est faible. Dans le delta du Rhin, un site de prélèvement présentant un nombre élevé de strates végétales a été classé de « bonne qualité » au niveau national, alors qu'un autre site a été qualifié de « mauvaise qualité » à cause du faible nombre de strates végétales et du faible recouvrement. Malgré la présence de characées indicatrices d'une bonne qualité de l'eau, l'IJsselmeer a également été classée de « mauvaise qualité » à cause du faible recouvrement et du faible nombre de strates végétales. L'état de la mer des Wadden a lui aussi été qualifié de « mauvais » à cause de la quasi-absence des zostères marines.

La partie II – B du présent rapport présente les résultats détaillés de l'analyse des macrophytes.



**Fig. 2** (à gauche) : Renoncule flottante *Ranunculus fluitans*. Photo : K. van de Weyer.  
**Fig. 3** (à droite) : Diatomées *Amphora pediculus* et *Navicula tripunctata*. Photo : M. Werum

### 3.3 Phytobenthos (diatomées benthiques)

Des 269 taxons de diatomées identifiés dans le Rhin, les espèces *Amphora pediculus*, *Achnanthes minutissima*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia dissipata* et *Cocconeis placentula* sont celles dont l'aire de propagation est la plus étendue. Les espèces mentionnées forment simultanément les peuplements les plus denses et sont souvent regroupées en masse.

Les variations de composition et d'abondance des espèces mettent en évidence une détérioration sensible de l'état écologique sur le cours longitudinal du fleuve. Les niveaux trophiques et saprobiques sont faibles dans le haut Rhin et augmentent au fil du fleuve. La pression saline est négligeable du haut Rhin au Rhin moyen ; elle est en revanche faible mais continue dans le Rhin inférieur.

Les sites analysés du haut Rhin affichent une très bonne qualité écologique. Alors que les tronçons analysés du Rhin supérieur jusqu'à Mannheim sont généralement évalués de « bonne » qualité, le cours moyen et aval du Rhin supérieur sont globalement dans un état « moyen ». Les tronçons du Rhin moyen affichent une qualité moyenne avec une tendance vers le bon état. La qualité écologique du Rhin inférieur entre dans la catégorie de bonne à moyenne qualité. Le delta du Rhin est caractérisé par un bon état, qui tend à se détériorer à mesure que l'on se rapproche de la mer du Nord.

La partie II – C du présent rapport présente les résultats détaillés de l'analyse du phytobenthos.

### 3.4 Macrozoobenthos (invertébrés benthiques)

On a relevé au total dans le Rhin plus de 560 espèces et/ou taxons supérieurs. Les plus caractéristiques sont les mollusques, les oligochètes, les crustacés, les insectes, les spongillidés et les bryozoaires. Les densités de peuplement varient selon les tronçons du Rhin, le positionnement dans le profil transversal et la saison et vont de 0 à plusieurs dizaines de milliers d'exemplaires/m<sup>2</sup>.



**Fig. 4** : Larve d'éphémère *Epeorus alpicola*. Photo : B. Eiseler

Dans le Rhin antérieur, le Rhin postérieur et le Rhin alpin, on note une dominance des insectes rhéophiles, par ex. les larves d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères, typiques de l'hydrosystème du Rhin alpin. La diversité des espèces, riche dans ces tronçons, diminue à mesure que l'on va vers l'aval. Aucune des espèces néozoaires introduites dans le lac de Constance n'a percé jusqu'à présent dans le cours aval du Rhin alpin. L'état peut être désigné comme bon. La production hydroélectrique selon un régime en écluse constitue la seule véritable pression significative sur la biocénose benthique dans le Rhin alpin.

Le lac de Constance, surface d'eaux dormantes, recèle un éventail d'espèces très différent de celui du reste du Rhin. L'état de cette faune n'a pas été évalué.

Le haut Rhin est un des tronçons du Rhin les plus riches en espèces. On y trouve, en particulier dans les tronçons à écoulement libre, une faune macrozoobenthique proche de l'état naturel. On note cependant l'arrivée croissante d'espèces animales exogènes. L'état peut être désigné comme bon.

La subdivision longitudinale naturelle du Rhin est fortement perturbée à partir de Bâle par des interventions anthropiques. Dans le Rhin navigable canalisé (Rhin supérieur, Rhin moyen, Rhin inférieur et delta du Rhin), la faune benthique est en majeure partie uniforme avec dominance de néozoaires (voir plus bas) et d'espèces communes et abondantes qui colonisent les grands fleuves et sont peu exigeantes vis-à-vis de la qualité de leurs habitats (espèces ubiquistes). On retrouve en partie des éléments faunistiques naturels typiques dans les anciens bras et les festons du Vieux Rhin raccordés à la dynamique fluviale. Sur ce tronçon du Rhin, l'état peut être désigné moyen à médiocre, dans quelques secteurs du Rhin inférieur il est même mauvais. Pour le macrozoobenthos, l'état dans les eaux côtières peut être considéré comme moyen, alors que celui de la mer des Wadden est bon.

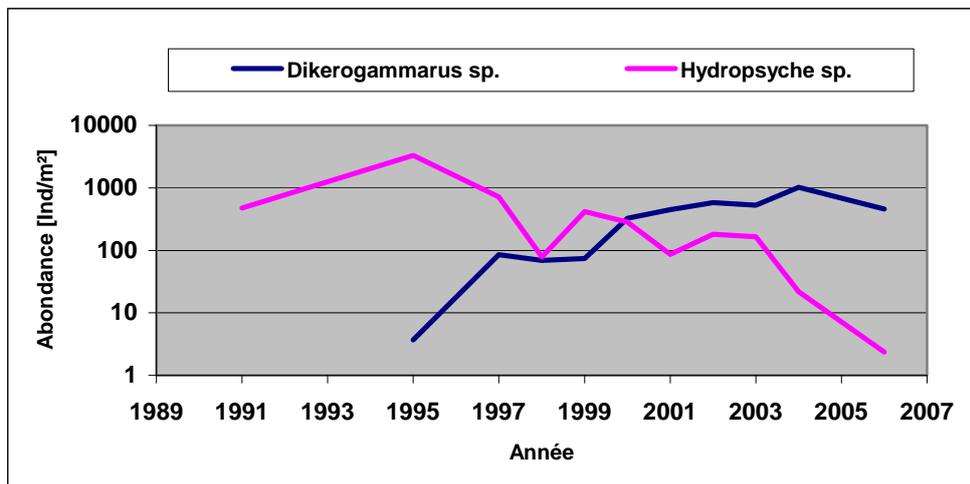
Le macrozoobenthos du Rhin est étroitement lié aux pressions exercées par les substances sur les eaux du fleuve. Au début du XX<sup>e</sup> siècle, on détectait encore quelque 165 espèces, dont une centaine d'insectes. Ce chiffre a sensiblement baissé, notamment entre le milieu des années 50 et le début des années 70 du siècle passé, à la suite de la pollution croissante du Rhin par les eaux usées et du taux d'oxygène en baisse. Seules 5 espèces d'insectes ont été détectées en 1971. L'oxygénation s'étant améliorée à partir du milieu des années 70 avec la construction de stations d'épuration industrielles et urbaines, de nombreuses espèces fluviales caractéristiques que l'on croyait disparues ou fortement décimées sur le Rhin ont réapparu. Un grand nombre manque cependant

encore à l'appel. Leurs biotopes de refuge sont parfois si distants les uns des autres qu'un retour naturel de ces espèces apparaît difficilement concevable.

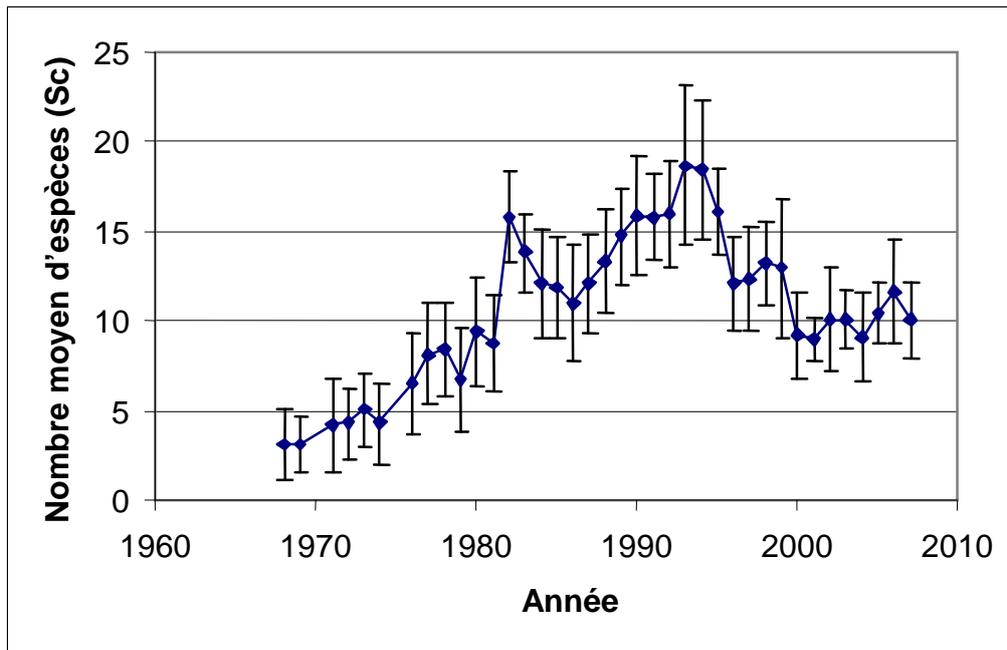


**Fig. 5 :** Bivalve *Corbicula fluminea*. Photo : K. Grabow

Les néozoaires qui, dans le cas du Rhin, sont principalement des espèces ayant transité par le canal Main-Danube inauguré en 1992, colonisent le cours principal et les affluents souvent de manière massive et se propagent même à contre-courant grâce au trafic fluvial. Leur développement est en partie favorisé par des impacts anthropiques tels que la hausse des températures de l'eau, des interventions de génie hydraulique et certains apports de substances. Tant en termes de dominance que de constance (= fréquence et répartition relative d'une espèce par rapport aux autres espèces et en référence à un habitat donné), les introductions de néozoaires se traduisent par une restructuration massive des biocénoses. Les espèces rhénanes initiales (par ex. *Hydropsyche sp.*) ou les néozoaires plus anciens (par ex. *Gammarus tigrinus*) ont ainsi été progressivement repoussés et remplacés.



**Fig. 6 :** Densité de l'amphipode carnassier originaire de la mer Noire *Dikerogammarus sp.* et du trichoptère autochtone *Hydropsyche sp.* sur le Rhin moyen.



**Fig. 7 :** nombre moyen d'espèces entre 1968 et 2006 dans le Rhin inférieur  
Augmentation du nombre des espèces jusqu'au début des années 90 grâce à la hausse de la teneur en oxygène et l'abaissement des polluants. On constate par la suite une forte propagation d'espèces néozoaires pénalisant les espèces rhénanes typiques.

Le total des espèces est resté relativement constant dans le Rhin navigable au cours des 15 dernières années. On note cependant que le nombre moyen d'espèces est en recul dans chaque site d'analyse depuis 1995. Ce phénomène s'explique probablement entre autres par les néozoaires, qui constituent un facteur de stress biologique. Le manque d'habitats appropriés dans le fleuve même constitue par ailleurs un handicap fort au retour et à la propagation d'une faune benthique typique du Rhin. Ainsi, de nombreuses espèces d'insectes détectées dans le Rhin vers 1900, comme *Oligoneuriella rhenana*, un éphéméroptère typique du Rhin, ne se maintiennent tout au plus que dans les affluents du Rhin car elles ne trouvent pas d'habitats adéquats dans le cours principal du fleuve. Le volet II – D du présent rapport présente les résultats détaillés de l'analyse du phytobenthos.

### 3.5 Poissons

L'éventail des espèces dans le Rhin est pratiquement complet : on relève au total 67 espèces piscicoles identifiées, y compris les 3 variétés de truites existantes et les espèces allochtones (introduites). On y retrouve à nouveau toutes les espèces jadis présentes dans l'hydrosystème, à l'exception de l'esturgeon atlantique. Depuis les derniers recensements effectués en l'an 2000, on relève une nouvelle espèce allochtone, le gobie à tâches noires. Est également venu s'ajouter à la liste d'espèces le loup de mer qui remonte parfois dans les embouchures des fleuves depuis la mer du Nord. Il n'a plus été détecté de bélugas, d'ombles chevalier ni de carpes argentées depuis les derniers recensements de l'an 2000. Les espèces peu exigeantes (gardon, brème, chevesne, perche fluviatile, ablette, grémille) sont dominantes. Les peuplements d'aspes, poissons prédateurs, ont fortement augmenté et se sont propagés dans le fleuve.

Les espèces piscicoles sont les plus nombreuses dans le Rhin supérieur et le delta du Rhin, IJsselmeer inclus, où l'on rencontre également quelques espèces marines ou typiques du milieu aquatique saumâtre. Le nombre d'espèces est le plus bas dans le Rhin alpin, ce qui s'explique aussi par les conditions naturelles en présence. Depuis le milieu des années 90, il ne ressort cependant de tendance significative concernant le nombre des espèces ni sur l'axe longitudinal du Rhin, ni sur l'axe temps.

Les nombreuses zones régulées dans le Rhin et la plupart de ses affluents accusent de lourds déficits biotopiques pour la faune piscicole par rapport aux tronçons à écoulement libre. Dans le Rhin alpin, l'aménagement des cours d'eau, le régime hydrologique modifié pour la production d'hydroélectricité (régime en éclusées) et la coupure des affluents et du cours aval constituent des facteurs limitants pour la faune piscicole. Les espèces rhéophiles ne trouvent pas d'habitats propices dans le Rhin alpin, le haut Rhin et le Rhin supérieur méridional canalisés. Les abondances et les biomasses sont partout relativement faibles. Dans le haut Rhin, le recul des populations d'ombres communs et de hotus est symptomatique de la qualité médiocre des habitats d'espèces rhéophiles dans ce milieu.

Les espèces frayant sur des substrats graveleux ou herbeux ou qui séjournent pendant une partie de leur cycle de vie (stade juvénile) dans les anciens bras et les eaux dormantes riches en végétaux ne trouvent pas suffisamment d'habitats propices (cours d'eaux alluviaux et rivières raccordés latéralement au cours principal, zones submergées, éléments morphologiques adéquats dans le cours principal). C'est pourquoi les effectifs restent faibles, en particulier pour les espèces phytophiles et stagnophiles (par ex. le rotengle, le brochet, la tanche, le carassin, la loche d'étang) ainsi que pour la bouvière, dont le cycle de vie est étroitement lié à la présence de grands bivalves.

Dans le tronçon situé entre Iffezheim et Gamsheim, le rétablissement de la continuité longitudinale a pour effet le retour d'espèces amphihalines disparues (le saumon, la truite de mer, les lamproies marine et fluviatile et sporadiquement la grande alose).

La qualité actuelle de l'eau du Rhin n'est pas un facteur limitant pour la faune piscicole. A l'échelle locale, les pressions dues aux températures élevées, apports en sédiments fins et rejets peuvent toutefois avoir des effets négatifs sur les poissons.

### **Poissons migrateurs**

Une évolution positive est à signaler dans presque tous les hydrosystèmes où la continuité a été rétablie, avec un nombre croissant de salmonidés adultes remontant dans le Rhin depuis la mer et une reproduction naturelle de saumons. Les principales zones de reproduction se trouvent actuellement dans l'hydrosystème Wupper-Dhünn, dans celui de la Sieg, dans l'Ahr (probablement), dans l'hydrosystème du Saynbach ainsi que dans la Bruche (hydrosystème de l'III). Une reproduction naturelle à grande échelle a été observée pour la première fois en 2007/2008 dans la Wisper (Rhin moyen). Dans certains hydrosystèmes du Rhin inférieur et du Rhin moyen (Sieg, Saynbach, éventuellement Ahr et Wisper), on suppose que 5 à 20% des adultes revenus en 2007 et 2008 sont les descendants de saumons nés d'une reproduction naturelle.

La truite de mer se reproduit probablement dans les mêmes habitats que le saumon et profite de toutes les mesures d'amélioration de l'accessibilité et de la qualité des habitats. Des nids de ponte de la lamproie marine ont été relevés entre autres dans l'hydrosystème de l'III, dans la Wieslauter, la Murg, la Wisper, le Saynbach, la Nette et dans l'hydrosystème de la Sieg et de la Wupper-Dhünn. Il est très probable que l'espèce se reproduise également dans le cours principal du Rhin supérieur (jusqu'au barrage de Strasbourg). Aucune reproduction de la grande alose ni présence d'alosons n'a pu être identifiée ; l'espèce ne semble pas s'implanter de manière autonome du fait de la faiblesse des effectifs. Dans le cadre d'un projet communautaire LIFE, des mesures d'alevinage à grande échelle ont lieu depuis 2008 dans le Rhin supérieur (en Hesse), dans le Rhin inférieur ainsi que dans la Sieg (NRW). De plus, les mesures déjà réalisées ou engagées pour rétablir la continuité et restaurer les habitats dans ces milieux aquatiques favorisent le retour de la grande alose au même titre que celui des autres poissons migrateurs. On espère ainsi réintroduire durablement à moyen terme cette espèce dans l'hydrosystème rhénan.

Les peuplements d'anguilles ont très fortement diminué. Depuis le début des années 80 du siècle passé, l'arrivée des civelles sur les côtes européennes ne représente plus que quelques pour cent de la valeur moyenne pluriannuelle. Les raisons de cette forte régression sont multiples : perte d'habitats due à l'aménagement des rivières, remontée perturbée par les ouvrages transversaux, perte d'anguilles argentées dévalant au droit des usines hydroélectriques et parasites (*Anguillicola crassus*), pêche des civelles,

anguilles jaunes, anguilles argentées, etc. Les modifications du milieu marin, probablement dues au changement climatique, peuvent également avoir des impacts négatifs sur les peuplements d'anguilles européennes. Le volet II – E du présent rapport présente les résultats détaillés de l'analyse des macrophytes.



**Fig. 8** : Lamproie marine. Photo : U. Weibel

#### **4. Perspectives**

Pour surveiller l'état écologique atteint sur le Rhin et mettre en relief la progression des mesures prévues, le suivi en continu des éléments de qualité biologique reste indispensable.

Le cycle du programme de mesure biologique Rhin (tous les 5 ans jusqu'à présent) sera harmonisé avec les analyses requises au titre de la directive cadre sur l'eau (tous les 6 ans) de la manière suivante : un rapportage détaillé comme le présent document a lieu tous les 6 ans. Ces rapports rassembleront toutes les données sur les éléments de qualité biologique qui auront été recensées tous les ans ou tous les 3 ans selon les dispositions nationales ou celles de la DCE. Les conditions hydrologiques et météorologiques variant sensiblement selon les années, les autorités des Etats et des Länder/régions dans le bassin du Rhin devraient fournir des données obtenues sur une année civile (par ex. 2012) pour tous les éléments de qualité biologique. Ceci permettrait une meilleure comparabilité.

## 5. Bibliographie

- CHRISTMANN, K.-H. (2008): « Le phytoplancton dans le Rhin 2006/2007 », rapport réalisé pour la CIPR (voir partie II-A)
- CIPR (éditeur) (2008) : Plan de gestion du district hydrographique international Rhin – projet coordonné au niveau international (partie A = partie faïtière)
- CIPR (éditeur) (2006) : Rapport et atlas du réseau de biotopes sur le Rhin
- CIPR (éditeur) (2004) : Rhin & Saumon 2020 – programme sur les poissons migrateurs dans l’hydrosystème rhénan
- CIPR (2006) : Rapport sur la coordination des programmes de contrôle de surveillance visés à l’article 8 et à l’article 15, paragraphe 2, de la DCE dans le DHI Rhin. PLEN-CC 06-06 rev. 04.12.06
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (2008): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung, Nr. 81, , S. 5-20
- HOFMANN, G. (2008): „Benthische Diatomeen des Rheins in den Jahren 2006 bis 2008“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-C)
- PARLEMENT EUROPEEN ET CONSEIL EUROPEEN : Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l’eau – directive cadre sur l’eau (DCE). Journal Officiel des Communautés Européennes, L 327/1, 22.12.2000
- SCHNEIDER, Jörg; BRENNER, Tomás (2008): „Monitoring Rheinfischfauna - Qualitätskomponente Fische 2006/2007“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-E)
- SCHÖLL, Franz (2008): „Das Makrozoobenthos des Rheins 2006/2007“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-D)
- VAN DE WEYER, Klaus (2008): „Makrophytenverbreitung im Rhein“, Bericht im Auftrag der IKSR (vgl. Teil II-B)

## Annexe

Tab. 1 : Stations de prélèvement dans le cours principal du Rhin et éléments de qualité biologique analysés

Tronçon du Rhin	Point kilométrique		Station/tronçon de mesure	Compétence	Élément de qualité biologique				
	de	à			Phyto-plankton	Macro-phytes	Phytoben-thos (diatomées benthiques)	Macrozoobenthos	Poissons
Rhin antérieur et postérieur			Rhin postérieur Bonaduz / Plazas	CH				2006	
Rhin antérieur et postérieur			Rhin antérieur en amont de Ilanz	CH				2006	
Rhin antérieur et postérieur			Rhin antérieur en amont de Reichenau	CH				2006	
Rhin alpin			Reichenau-Plessur	CH					2006
Rhin alpin			Oldis-Mastrils	CH					2006
Rhin alpin			Landquart-Ellhorn	CH					2006
Rhin alpin			Ellhorn-Buchs	CH / FL					2006
Rhin alpin			Buchs-III	CH / FL					2006
Rhin alpin			Diepoldsau - débouché lac de Constance	CH / A					2006
Rhin alpin			Rhin alpin à hauteur de Haldenstein	CH				2006	
Rhin alpin			Mastrilsr Auen	CH				2006	
Rhin alpin			Triesen	FL / CH				2006	
Rhin alpin			Bangs	A / CH				2006	
Rhin alpin			Fussach	A / CH				2006	
Lac de Constance		0,0	Lac de Constance	A / CH / D				2006	
Haut Rhin		23,0	Öhningen (écoulement du lac inférieur)	D-BW	2006				
Haut Rhin	26,0	29,0	Stein am Rhein/Wagenhausen	CH / D-BW		2006	2007		
Haut Rhin		30,0	Hemshofen	CH / D				2006	2006
Haut Rhin		56,3	Rheinau (retenue)	CH / D-BW				2006	
Haut Rhin		56,3	Rheinau	CH					2006
Haut Rhin		57,0	Jastetten	D-BW			2007		
Haut Rhin		64,0	Ellikon/Rüdlingen (débouché de la Thur)	CH / D-BW		2006		2006	2006
Haut Rhin		71,0	Täsisegg	CH				2006	2006
Haut Rhin		82,0	Hohentengen	D-BW					2006
Haut Rhin		90,1	Reckingen	CH	2006				
Haut Rhin		98,2	Rietheim, "Alt Rhi"	CH / D				2006	2006
Haut Rhin		100,0	Waldshut (débouché de l'Aar)	CH	2006			2006	2006
Haut Rhin	120,0	126,0	Laufenburg/Sisseln	CH / D-BW		2006	2007	2006	2006
Haut Rhin	153,0	153,3	Rheinfelden (aval)	D-BW			2007	2006	2006
Haut Rhin		158,0	Pratteln/ Schweizerhalle	CH				2006	2006
Haut Rhin		158,4	Pratteln (amont) rejet STEP Rhin	CH / D-BW				2006	
Haut Rhin		168,2	Bäle	CH / D-BFG				2006	
Haut Rhin		170,0	Bäle	CH					2006
Rhin supérieur		170,0	Bäle	D-BFG				2006	
Rhin supérieur		171,5	Bäle	D-BFG				2006	
Rhin supérieur	171,0	173,0	Bäle /Weil	D-BW	2006				
Rhin supérieur	174,0	174,0	Märkt (Vieux Rhin)	D-BW		2006			
Rhin supérieur		174,5	Märkt (Vieux Rhin)	D-BW				2006	
Rhin supérieur		183,0	Kembs	F	2006		2006	2006	
Rhin supérieur		192,0	Vieux Rhin à hauteur de Hombourg	F					2006
Rhin supérieur	199,0	199,0	Neuenburg, Vieux Rhin	D		2006	2006	2006	
Rhin supérieur		218,0	Breisach, Vieux Rhin	D-BFG				2006	
Rhin supérieur		220,0	Breisach	D-BFG				2006	
Rhin supérieur		225,0	Breisach/Vogelgrün, Vieux Rhin	CH/ D-BW	2006				
Rhin supérieur		227,0	Biesheim (au nord de Neuf-Brisach)	F					2006
Rhin supérieur	236,1	239,0	Breisach/Vogelgruen (Jechtingen)	D-BW					2006
Rhin supérieur		249,0	Schoenu (Le Schaftheu)	F					2006
Rhin supérieur		252,0	Vieux Rhin Sundhouse (à hauteur de Mulhouse)	F					2006
Rhin supérieur		258,0	Rhinou	F	2006		2006, 2007	2006	2006
Rhin supérieur		272,0	Schwanau	D-BW		2006	2006		
Rhin supérieur		272,5	Ottenheim (feston du Vieux Rhin)	D-BW				2006	
Rhin supérieur		291,0	Kehl/ Marlen (feston du Vieux Rhin)	D		2006	2006	2006	
Rhin supérieur		310,0	Gambshelm	F	2006		2006, 2007	2006	2006
Rhin supérieur	313,0	316,0	Grauelsbaum	D-BFG				2006	
Rhin supérieur	317,0	318,0	Grauelsbaum	D-BW		2006	2006	2006	
Rhin supérieur	319,5	323,0	Rastatt/lffezheim (Greffern)	D-BW					2006
Rhin supérieur		341,0	Rastatt-Plittersdorf en amont du débouché de la Murg	D-BW					2006
Rhin supérieur		345,0	Steinmauern	D-BW		2006	2006		
Rhin supérieur		350,0	Lauterbourg / Karlsruhe	D / F	2006			2006	
Rhin supérieur		354,0	Neuburg, frontière	D-RP				2006	
Rhin supérieur	360,0	363,0	Karlsruhe	D-BFG				2006	
Rhin supérieur	361,0	361,5	Karlsruhe	D-BW	2006	2006	2006	2006	
Rhin supérieur		372,0	Leimersheim	D-RP				2006	
Rhin supérieur		418,0	Alzey	D-BFG				2006	
Rhin supérieur		419,0	Rheingönheim	D-RP				2006	
Rhin supérieur	426,0	435,3	Mannheim	D-BW		2006	2006		2006
Rhin supérieur		435,5	Frankenthal-Petersau	D-BFG				2006	
Rhin supérieur		435,7	Kirchgartshausen	D-BW				2006	
Rhin supérieur		443,0	Ibersheim	D-HE			2006		
Rhin supérieur		443,3	Worms	D-RP	2006				
Rhin supérieur		448,0	Worms	D-BFG, D-RP				2006	
Rhin supérieur	450,0	450,0	Rheindürkheim (en amont)	D-HE		2006			
Rhin supérieur	456,0	457,0	Biblis	D-HE		2006		2006	
Rhin supérieur		462,0	Eich Fähre (entre Worms et Oppenheim)	D-RP			2008		
Rhin supérieur		465,0	Biebesheim	D-HE			2006		
Rhin supérieur	468,0	474,0	Stockstadt	D-HE				2006	
Rhin supérieur	477,0	477,0	Schusterwörth	D-HE		2006			
Rhin supérieur	479,0	479,0	Oppenheim	D-HE			2008		
Rhin supérieur		479,5	Oppenheim	D-BFG				2006	
Rhin supérieur		488,0	Astheim	D-HE			2006		
Rhin supérieur	490,0	490,0	Langenau	D-HE		2006			
Rhin supérieur	492,0	496,0	Ginsheim	D-BFG, D-HE				2006	
Rhin supérieur		497,0	Débouché du Main à hauteur de Bischofsheim	D-RP	2006				
Rhin supérieur	496,0	504,0	Mayence	D-RP, D-HE	2006		2006	2006	
Rhin supérieur	509,0	509,0	Eltville	D-HE		2006	2006		
Rhin supérieur	509,0	511,0	Mayence à Eltville	D-BFG, D-HE				2006	
Rhin supérieur	512,0	512,7	Heidenfahrt	D-RP		2006	2006, 2008		

## Suite du tab. 1 : Stations de prélèvement dans le cours principal du Rhin et éléments de qualité biologique analysés

Tronçon du Rhin	Point kilométrique		Station/tronçon de mesure	Compétence	Élément de qualité biologique				
	de	à			Phyto-plancton	Macro-phytes	Phytoben-thos (diatomées benthiques)	Macrozoobenthos	Poissons
Rhin moyen		530,0	Nahe à hauteur de Grolsheim	D-RP	2006				
Rhin moyen		533,0	Trechtingshausen	D-RP			2006	2006	
Rhin moyen	490,0	540,0	Mayence à Bingen	D-RP					2006
Rhin moyen	538,0	540,0	Lorch, en amont du débouché de la Wisper	D-HE				2006	
Rhin moyen		542,0	Bacharach	D-RP		2006	2006, 2008		
Rhin moyen		546,0	Kaub	D-BfG				2006	
Rhin moyen		546,0	Kaub, Kauber Wasser	D-RP				2006	
Rhin moyen		555,0	Loreley	D-BfG				2006	
Rhin moyen		586,0	Débouché de la Lahn à hauteur de Lahnstein	D-RP	2006				
Rhin moyen		590,0	Coblence, en amont du débouché de la Moselle	D-BfG	2006			2006	
Rhin moyen		590,0	Coblence, en amont du débouché de la Moselle	D-RP					2006
Rhin moyen		592,0	Coblence, débouché de la Moselle	D-BfG	2006				
Rhin moyen		592,0	Coblence, débouché de la Moselle	D-BfG, D-RP				2006	
Rhin moyen		593,5	Coblence, en aval du débouché de la Moselle	D-BfG				2006	
Rhin moyen		620,0	Brohl	D-BfG					
Rhin moyen		640,0	Honnet	D-NRW			2007		
Rhin inférieur	640,0	642,0	Bad Honnet	D-NRW	2006			2006	
Rhin inférieur	643,5	644,0	Königswinter	D-NRW					2006
Rhin inférieur		654,0	Bonn	D-BfG				2006	
Rhin inférieur	651,7	658,5	Bonn	D-NRW					2006
Rhin inférieur	663,0	665,0	Niederkassel	D-NRW		2008	2006, 2007		2006
Rhin inférieur		680,0	Cologne-Rodenkirchen	D-NRW			2007		
Rhin inférieur		681,0	Cologne-Westhoven (en amont), rive droite	D-NRW				2006	
Rhin inférieur		696,0	Cologne-Niehl	D-BfG				2006	
Rhin inférieur	672,6	696,0	Cologne-Niehl	D-NRW					2006
Rhin inférieur		701,0	Cologne - Merkenich, rive gauche	D-NRW				2006	
Rhin inférieur		703,0	Débouché de la Wupper (à hauteur d'Opladen)	D-NRW	2006				
Rhin inférieur	702,0	703,7	Leverkusen	D-NRW					2006
Rhin inférieur	709,8	715,9	Monheim	D-NRW					2006
Rhin inférieur		723,0	Débouché de la Sieg	D-NRW	2006				
Rhin inférieur		734,0	En amont de Neuss - Grimlinghausen, rive gauche	D-NRW				2006	
Rhin inférieur	725,0	740,0	Neuss-Zons (Steiger) à Düsseldorf	D-NRW			2007		
Rhin inférieur		740,0	Düsseldorf	D-BfG				2006	
Rhin inférieur		735,0	Düsseldorf-Flehe	D-NRW	2006				
Rhin inférieur	722,2	756,3	Düsseldorf	D-NRW					2006
Rhin inférieur	758,0	758,4	Meerbusch/Nierst	D-NRW		2008	2006, 2007		
Rhin inférieur		764,0	Duisburg-Mündelheim, rechts gg. über Krefeld	D-NRW				2006	
Rhin inférieur		765,0	Uerdingen	D-NRW				2006	
Rhin inférieur		780,0	Débouché de la Ruhr (Duisburg-Ruhrort)	D-NRW	2006				
Rhin inférieur		781,0	Duisburg-Homberg	D-NRW			2007		
Rhin inférieur		787,5	Homberg, rive gauche	D-NRW				2006	
Rhin inférieur		792,0	Orsoy, rive gauche	D-NRW				2006	
Rhin inférieur	775,0	795,5	Duisburg	D-NRW	2006	2008	2006, 2007	2006	2006
Rhin inférieur		798,0	Débouché de l'Emscher	D-BfG				2006	
Rhin inférieur	805,0	812,9	Voerde	D-NRW					2006
Rhin inférieur		815,0	Débouché de la Lippe à hauteur de Wesel	D-NRW	2006				
Rhin inférieur	820,8	821,3	Wesel	D-NRW					2006
Rhin inférieur	829,0	846,0	Rees	D-NRW				2006	2006
Rhin inférieur		850,0	Emmerich	D-BfG				2006	
Rhin inférieur	854,0	855,0	Emmerich	D-NRW		2008	2006, 2007		2006
Delta du Rhin		860,0	Spijksedijk	NL				2006	
Rhin inférieur	862,5	865,0	Kleve - Bimmen/Lobith	D-NRW	2006		2007	2006	2006
Delta du Rhin		885,0	Velp	NL				2006	
Delta du Rhin	879,0	891,0	Nederrijn	NL					2004-2006
Delta du Rhin		912,0	Remmerden/Rhemen	NL				2006	
Delta du Rhin		945,0	Lek, Hagestein Boven Sluis (à hauteur de Vianen)	NL			2007		
Delta du Rhin		951,0	Loevestein/Vuren	NL				2006	
Delta du Rhin		885,0	Waal (Bovenwaal)	NL					2004-2007
Delta du Rhin	966,0	976,0	Waal (Nieuwe Merwede)	NL		2008	2007	2006	2004-2006
Delta du Rhin		982,0	Opperduit/Lekkerkerk	NL				2006	
Delta du Rhin	990,0	991,0	Heinenoord	NL				2006	
Delta du Rhin		990,0	Ketelmeer West	NL				2006	
Delta du Rhin	982,0	992,0	Oude Maas	NL		2007	2007		2004-2006
Delta du Rhin	990,0	1002,0	IJssel / Zwolle, Kampen	NL			2007	2006	2004-2006
Delta du Rhin			IJsselmeer	NL	2006	2007	2007	2006	2006/2007
Delta du Rhin		1017,0	Maassluis	NL	2006				
Delta du Rhin			Egmond	NL				2006	
Delta du Rhin			Dovebalg	NL				2006	
Delta du Rhin			Piet Scheveplaat raai 601, station 10	NL				2006	
Delta du Rhin			Waddenkust 4 km	NL				2006	
Delta du Rhin			Waddenkust 8 km	NL				2006	

Remarque : Le kilométrage du Rhin alpin en aval de Reichenau se fonde sur les dispositions du Traité sur la Régulation Internationale du Rhin (IRR, Traité entre l'Autriche et la Suisse) et diffère du kilométrage du Rhin en aval du lac de Constance ; il n'est donc pas indiqué ici.