

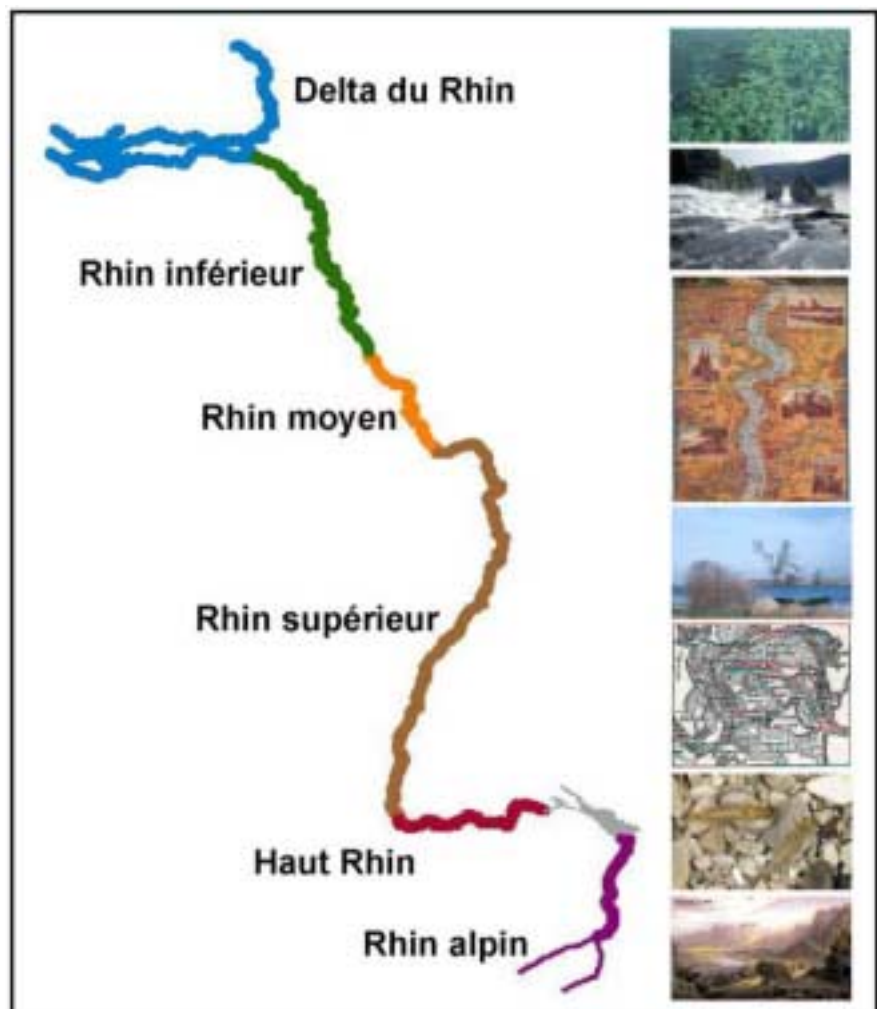
# **Mise au point d'une typologie (par tronçon) du cours naturel du Rhin**

- Rapport final -

10<sup>ème</sup> réunion du Comité de coordination Rhin  
7 et 8 juillet 2004 - Berne

# Mise au point d'une typologie (par tronçon) du cours naturel du Rhin

- Rapport final -





**Mandant**

**Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)**

Hohenzollernstraße 18

D - 56068 Koblenz



**Rédaction**

**Umweltbüro Essen**

Rellinghauser Str. 334 F

D- 45136 Essen



**Responsables**

Tanja Pottgiesser

Martin Halle

En coopération avec:

Anja Cargill

**Essen, mars 2004**



Ce projet a été suivi par le groupe d'experts

« Typologie et conditions de référence » du GT B 'Ecologie' de la CIPR :

Mario Sommerhäuser, *Koordinierungsstelle KoBio des BMBF, Essen (Allemagne) (président)*

Marcel van den Berg, *RIZA, Lelystad (Pays-Bas)*

Guillaume Demortier, *Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Metz (France)*

Jürgen Eberstaller, *EZB, Vienne (Liechtenstein)*

Gisela Ofenböck, *BMLFUW, Vienne (Autriche)*

Anne Schulte-Wülwer-Leidig, *CIPR, Coblenz (Allemagne)*

Ulrich Sieber, *OFEFP, Berne (Suisse)*

Pour l'examen critique de la description des compartiments biologiques dans les fiches descriptives, nous adressons nos remerciements à :

Günther Friedrich, *Koordinierungsstelle KoBio du BMBF, Essen (Allemagne)*, Egbert Korte, *Büro für fisch- und gewässerökologische Studien, Riedstadt (Allemagne)*, Franz Schöll, *BfG, Coblenz (Allemagne)*, Klaus van de Weyer, *Ianaplan, Krefeld (Allemagne)*, Kirsten Wolfstein, *RIZA, Lelystad (Pays-Bas)*



## **Sommaire**

### **1. Motif et objectif**

### **2. Méthode**

#### **2.1 Réflexions préliminaires et définitions**

#### **2.2 Mise au point de la typologie et désignation des types de tronçons fluviaux**

2.2.1 « Validation » biocénotique des types de tronçons fluviaux désignés

2.2.2 Désignation des tronçons géomorphologiques et vérification de leur importance biocénotique

#### **2.3 Mise au point des fiches descriptives**

2.3.1 Explication des fiches descriptives et sélection des paramètres

2.3.2 Bases de données

### **3. Typologie (par tronçon) du cours principal du Rhin**

#### **3.1 Description succincte des types de tronçons fluviaux**

### **4. Typologie (par tronçon) du cours naturel du Rhin et état actuel**

### **5. Sources**

## **ANNEXE**

**19 fiches descriptives sur les types de tronçons fluviaux du Rhin**



## 1. Motif et objectif

Dans le cadre de la mise en oeuvre de la directive cadre de l'UE sur la politique de l'eau (ci-dessous DCE), il est essentiel de disposer de typologies et de conditions de référence pour les rivières à analyser en vue de l'évaluation des eaux et de la gestion des bassins. Les travaux ont globalement porté jusqu'à présent sur les typologies des rivières de petite et moyenne dimension. Par contre, la définition de typologies et de conditions de référence pour les grands fleuves, comme le Rhin par ex., n'a guère été traitée. Etant donné qu'il s'agit pour la plupart de rivières transfrontalières, il est particulièrement important de procéder très tôt à une concertation sur les typologies internationales en tenant compte des approches nationales.

Pour atteindre rapidement cet objectif de mettre au point une typologie pour le Rhin sur tout son cours, on a rassemblé dans un premier temps les connaissances d'experts dans tous les Etats riverains ainsi que les éventuelles approches typologiques nationales disponibles dans le cadre d'un atelier international « Typologie pour le cours principal du Rhin » tenu le 14 mai 2003 à l'initiative du Comité de coordination Rhin et du groupe d'experts « Typologie et conditions de référence » au sein du GT B 'Ecologie' de la CIPR. Il a été convenu d'élaborer une proposition pour la mise au point d'une typologie par tronçon du cours naturel du Rhin et pour la détermination de conditions de référence sur la base de cet atelier.

Pour assister le groupe d'experts, la CIPR et le Groupe préparatoire ont décidé de faire appel à l'expertise du bureau 'Umweltbüro Essen' (Essen, Allemagne) à qui cette tâche a été mandatée. Ce bureau a effectué son travail en étroite coopération avec le groupe d'experts et le GT B 'Ecologie'.

Une typologie internationale applicable aux tâches visées par la DCE a ainsi été mise au point pour le Rhin dans son ensemble. Elle tient compte des approches typologiques nationales existantes et définit des types de tronçons fluviaux pour le cours du Rhin. La désignation des types de tronçons se fonde sur les classifications géographiques et géomorphologiques connues (par ex. celles de la CIPR) et s'appuie également sur des critères d'importance biologique. Les différentes catégories de rivières de la DCE ont été prises en compte sous forme de fiches descriptives dans le cadre de la mise au point de la typologie et de la description des types de tronçons fluviaux définis : pour sa plus grande part, le cours du Rhin entre dans la catégorie « rivière ». Cependant, le Rhin englobe également des lacs, comme par ex. le lac de Constance traversé par les eaux du Rhin, ou encore l'IJsselmeer. Pour le delta du Rhin, il convient d'ajouter les catégories des eaux de transition et des eaux côtières.

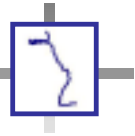
Les fiches descriptives contiennent des informations sur l'hydromorphologie et l'hydrologie, sur le débit ainsi que sur la colonisation du fleuve par les compartiments biologiques macrozoobenthos, poissons, macrophytes et phytoplancton. Les descriptions sous forme de fiches répondent fondamentalement aux conditions de référence définies par la DCE. Cependant, les brèves descriptions biocénétiques dans les fiches descriptives n'ont pas pour dessein de remplacer les conditions de référence et procédures d'évaluation nationales.



Les aspects énoncés ci-dessous ont joué un rôle essentiel dans l'élaboration de la typologie par tronçon pour le Rhin:

- On ne met pas en place une **typologie** des conditions anthropogéniques mais une typologie du **cours naturel du Rhin à l'aide de références historiques, de reconstructions ou de scénarios** au sens de la DCE.
- Les tronçons fluviaux désignés doivent être importants pour la **mise en œuvre de la DCE** : c'est pourquoi on s'est écarté d'une typologie exclusivement fondée sur des conditions historiques dans le cas des types définis pour le delta du Rhin et on a défini un type apparenté à l'état actuel, que l'on a décrit sous forme de fiches descriptives, eu égard à la désignation de « masses d'eau fortement modifiées » (voir également le chapitre 4).
- La typologie doit prendre en compte toutes les **catégories d'eaux** définies par la DCE et **significatives** pour le cours du Rhin (rivière, lac, eaux de transition et eaux côtières).
- Il n'est pas prévu, en règle générale, de **représentation des modifications anthropogéniques** du Rhin ou de la qualité actuelle.
- La **description des tronçons fluviaux** sous forme de fiches descriptives ne constitue **pas un objectif de développement concret** pour la planification de mesures.
- La typologie présentée pour le Rhin est partie intégrante du **niveau A du rapportage**.

Le présent rapport final soumet une approche méthodologique de détermination d'une typologie du Rhin et désigne 19 types de tronçons fluviaux en les décrivant sous forme de fiches descriptives.



## 2. Méthode

### 2.1 Réflexions préliminaires et définitions

Pour pouvoir élaborer un cadre international pour la typologie et les conditions de référence du Rhin dans les délais serrés prescrits par la DCE et le Groupe préparatoire, on a opté pour une approche méthodologique visant à élaborer un projet dit « top down » basé sur les expertises disponibles et complété par l'évaluation d'autres sources significatives (cartes thématiques et bibliographie). Le principe d'une telle approche « top down » est de déterminer des unités typologiques à partir de paramètres de différenciation grossiers (par ex. géologie, pente, dimension). Les unités typologiques sont déterminées et formulées « a priori ». L'approche inverse, appelée « bottom up », consiste à comparer un grand nombre de jeux de données concrètes afin de déterminer leur similitude et d'en déduire des unités typologiques. L'approche « bottom up » peut être également utilisée « a posteriori » pour contrôler l'exactitude du système typologique déterminé à partir de l'approche « top down ». (cf. ici REFCOND 2003).

Dans le cas du Rhin, on a renoncé à effectuer une analyse „bottom up“ puisque l'on ne dispose pas de jeux de données homogènes satisfaisant aux dispositions de la DCE en termes de références.

Les grands fleuves tels que le Rhin ou le Danube pouvant être considérés individuellement du fait de leurs particularités biogéographiques, la typologie du Rhin n'a pas pour objectif d'établir une comparaison avec d'autres fleuves européens, mais de former sur le cours du fleuve des unités typologiques homogènes, appelées types de tronçons fluviaux. Il conviendra, dans une seconde étape, de définir des conditions de référence pour ces tronçons fluviaux.

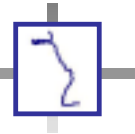
La typologie internationale du Rhin par tronçons sert d'une part à l'élaboration de la partie A du rapportage. D'autre part, il est possible et souhaité que les tronçons définis par les Etats riverains soient intégrés dans le système national de typologie.

La désignation des tronçons fluviaux peut être interprétée comme une approche « système B », étant donné qu'elle se base non seulement sur les paramètres obligatoires altitude, localisation géographique, géologie et dimension, mais également sur différents paramètres facultatifs tels que la forme du lit mineur, la forme de la vallée ou la pente.

Il est particulièrement important de souligner que l'élaboration de la typologie pour le cours principal du Rhin se base fondamentalement sur un état historique et que la description morphologique et biocénotique des tronçons fluviaux, sous forme de fiches descriptives, s'oriente également sur un état historique.

On a choisi une approche supplémentaire pour la définition et la description des tronçons fluviaux du delta du Rhin: on décrit certes ici aussi un état historique, mais les experts néerlandais ont élaboré parallèlement un état actualisé qui tient compte de l'évolution totalement différente du tronçon fluvial suite à l'endiguement de l'IJsselmeer et des autres impacts dus à des interventions dont l'intensité est unique en son genre dans la région du delta du Rhin (voir chapitre 4).





## 2.2 Mise au point de la typologie et désignation des types de tronçons fluviaux

La typologie du Rhin et la désignation des tronçons fluviaux a été élaborée dans le cadre d'une approche « top down » selon le système B : des tronçons fluviaux différenciés ont été désignés pour le cours du Rhin à partir des six tronçons géographiques et géomorphologiques classiques du Rhin. La mise au point de la typologie (par tronçon) du Rhin se fonde sur les exposés de l'atelier « Typologie du cours principal du Rhin » tenu le 14 mai 2003 et sur d'autres sources bibliographiques, cartes et données telles que mentionnées au chapitre 5.

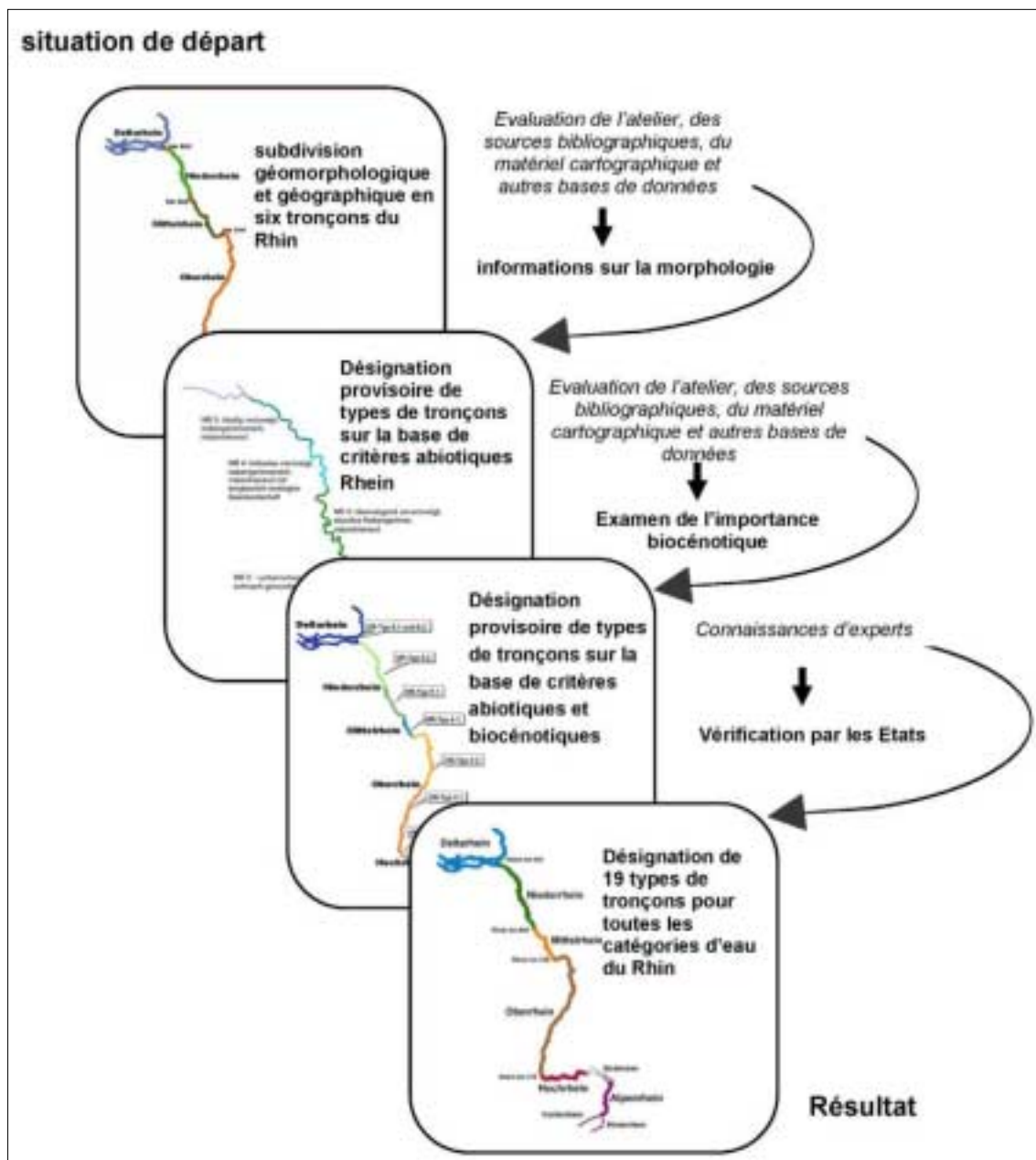


Fig 1: Schéma de mise au point de la typologie et de désignation des tronçons fluviaux sur le Rhin.



Les différentes phases de travail:

Point de départ :

1. Reprise des six tronçons du Rhin de la CIPR comme 1ère base de travail, conformément à la décision prise au sein du groupe d'experts : Rhin alpin, haut Rhin, Rhin supérieur, Rhin moyen, Rhin inférieur et delta du Rhin
2. Evaluation de l'atelier international sur la typologie du Rhin et vérification des tronçons du Rhin tels que mentionnés au point 1 à partir des exposés des intervenants
3. Complément et vérification des unités typologiques mentionnées aux points 1 et 2 à l'aide de sources thématiques correspondantes (analyse d'informations cartographiques et de sources bibliographiques historiques, scénarios et reconstruction ; cf. EHLERT ET AL. 2002)

Résultat :

4. Proposition de tronçons fluviaux pour le cours principal du Rhin sur la base des points 1 à 3 (cf. également figure 1)
5. Présentation et discussion au sein du groupe d'experts et du GT B; correction de différents tronçons/limites entre les tronçons par les experts nationaux
6. Présentation du projet final de typologie (par tronçon) du Rhin

Les exposés tenus lors de l'atelier ainsi que les sources bibliographiques, cartes et autres données de base ont été traités et évalués au niveau des informations abiotiques (hydromorphologiques) (UMWELTBÜRO ESSEN 2003). Pour l'élaboration de la typologie et la désignation des tronçons fluviaux, on a tenu compte pour l'essentiel des paramètres abiotiques (hydromorphologiques) significatifs :

- Subdivision géographique et géomorphologique du Rhin en six tronçons (Rhin alpin, haut Rhin, Rhin supérieur, Rhin moyen, Rhin inférieur, delta du Rhin) comme paramètre intégrant différents paramètres individuels tels que l'écorégion, l'altitude, la pente, la forme et la largeur de la vallée, le linéaire, la forme du lit mineur et le substrat du lit mineur
- Style fluvial et degré de sinuosité (linéaire, sinueux, méandreux)
- Forme du lit mineur et formation de diffluentes (lit sans diffluence, lit avec diffluence, nombreux bras latéraux)
- Pente de la vallée
- Forme et largeur de la vallée, formation d'eaux alluviales
- Substrats du lit mineur (roche apparente, cailloux, gravier, sable)

### 2.2.1 « Validation » biocénotique des types de tronçons fluviaux désignés

On a ensuite examiné l'importance biocénotique des tronçons fluviaux désignés provisoirement sur la base des paramètres abiotiques (hydromorphologiques) :

Pour le macrozoobenthos, on dispose d'environ 600 données historiques et actuelles sur les taxons pour les tronçons du Rhin ainsi que pour les tronçons fluviaux du cours naturel du Rhin désignés provisoirement. Ces informations ont été tirées des sources bibliographiques suivantes : données sur la colonisation actuelle : CIPR (1996, 2002), données de la BfG (2000), données du LUA NRW (1969 à 2000), données sur la colonisation historique : données de Lauterborn sur la colonisation du Rhin autour de 1920 tirées de TITTIZER & KREBS (1996).



Ces données ont été regroupées en une liste brute d'espèces brute élaborée à l'aide de différents critères et filtres. Ces critères sont entre autres l'indice type potamon (PTI) (SCHÖLL & HAYBACH 2001) ou la valeur saprobienne de différentes espèces. Une sélection a également été faite en fonction des espèces ubiquistes ou euryèces. On obtient ainsi une liste d'espèces qui reflète une association caractéristique d'espèces typiques du milieu fluvial.

**Tab. 1 :** Extrait exemplaire d'une analyse « twinspace » (analyse à deux critères) de données macrozoobenthiques actuelles et historiques pour les différents tronçons du Rhin

nr. taxonname	HR_1_1995	HR_1_2000	HR_2_1995	HR_2_2000	HR_1920	OR_1_1995	OR_1_2000	OR_2_1995	OR_2_2000	OR_1920	MR_1995	MR_2000	MR_1920	NR1_1995	NR1_2000	NR_2_1995	NR_2_2000	NR_1920	diff-group
7 Heptagenia sulphurea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1011000
1 Ancyclus fluviatilis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1101100100
128 Unio crassus crassus					1					1									1 11101101
143 Oligoneuriella rhenana					1					1			1						1 11101101
149 Isogenus nubecula					1					1			1						1 11101101
299 Baetis alpinus			1																0
358 Leuctra armata		1																	0
273 Riolus cupreus				1															1100
325 Micronecta minutissimus				1															1101
241 Agapetus fuscipes		1	1																1
91 Potamanthus luteus		1	1	1	1		1	1											11011
72 Capnia nigra					1														1111101
401 Oxyethira flavicomis					1														1111101
214 Cloeon simile		1				1													111111
264 Lype reducta		1										1							111111
159 Anodonta cygnea								1			1			1					1011011
255 Oecetis lacustris								1			1								1011011
395 Mystacides nigra											1								11111000
412 Setodes viridis											1								11111000
316 Ephemera glaucops						1		1										1	1101001
398 Oligotricha striata												1							1101011
160 Pseudanodonta elongata									1			1						1	110110
270 Pseudanodonta complanata															1				11011
334 Gomphus flavipes															1				11011
269 Pisidium subtruncatum																1			1011010
283 Corophium multisetosum																1			1011010
127 Pisidium nitidum												1			1	1	1		110101
312 Palingenia longicauda																		1	110100
355 Siphonoperla burmeisteri																		1	110100
357 Leuctra braueri																		1	110100
125 Dugesia gonocephala	1	1	1							1			1						10110010
98 Anabolia nervosa	1	1	1		1					1			1	1	0	1	1	1	10110011
196 Lasiocephala basalis		1		1	1														1011100
190 Athripsodes albifrons		1		1									1						1110010
187 Perla marginata		1		1														1	1110011
188 Isoperla grammatica				1						1			1						111101
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0
	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	
	1	0	1		0	0	1	0		1	0		1	1	1	1	0		
	0		1		1	0	0			1	0	1		1	1	1	0		
						1				1	0	1		1	1	0			
									1		0	0		0		1			

Il n'est pas possible de donner des informations sur l'abondance à cause des données historiques souvent insuffisantes sur les fréquences et les substrats ainsi que de l'hétérogénéité des données actuelles, due par ex. aux différentes méthodes de prélèvement (par exemple collecte à l'épuisette ou échantillons prélevés lors d'opérations de dragage). Les évaluations statistiques se limitent donc au facteur « présence-absence ». La liste d'espèces macrozoobenthiques filtrée d'après les critères susmentionnés a été soumise à une analyse « twinspace » afin d'obtenir des enseignements sur la



présence d'espèces dans certains tronçons du Rhin ou certains tronçons fluviaux. On peut ainsi désigner par ex. des espèces de base pour le Rhin, c'est-à-dire des espèces que l'on retrouve dans tous les tronçons du Rhin, ou des espèces que l'on ne retrouve comme espèces de base que dans le haut Rhin ou que dans le Rhin inférieur ainsi que des espèces qui ne sont présentes par ex. que dans la partie méridionale ou septentrionale du Rhin inférieur (tab. 1).

Dans certains cas, la biocénose a permis de regrouper plusieurs tronçons abiotiques sur la base d'une analyse statistique et des connaissances d'experts, dans d'autres il a fallu différencier encore plus. Selon les résultats disponibles, il est possible de désigner de manière plus différenciée des tronçons du Rhin sur une base biocénotique en combinant la subdivision géomorphologique et les tronçons constitués à partir des compartiments biologiques. Les tronçons ainsi désignés ont été soumis pour examen aux correspondants nationaux au sein du groupe d'experts. La proposition soumise a été révisée et approuvée par les experts nationaux à titre de base commune de compréhension et de travail au niveau international.

La typologie par tronçon du Rhin est un « document évolutif » qui pourra éventuellement être modifié en fonction de nouvelles connaissances acquises au fil des travaux pratiques.

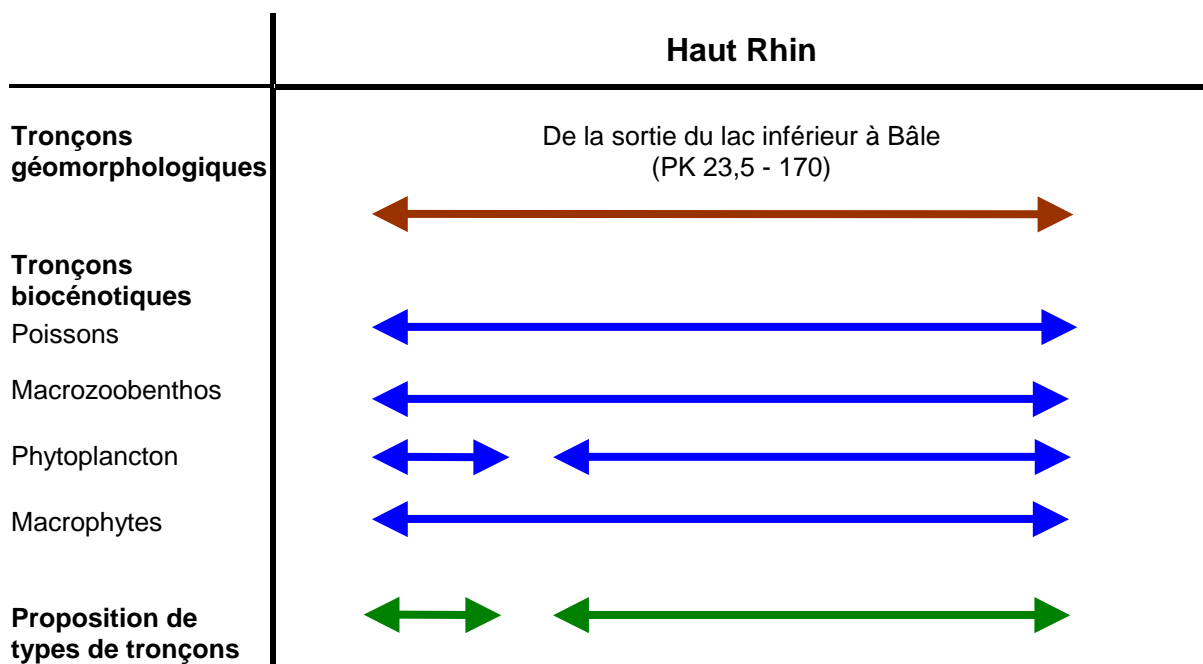
### 2.2.2 Désignation des tronçons géomorphologiques et vérification de leur importance biocénotique

Les paragraphes suivants présentent une vue succincte de la désignation des tronçons géomorphologiques formés jusqu'à présent et de leur importance biocénotique pour les différents tronçons du Rhin.

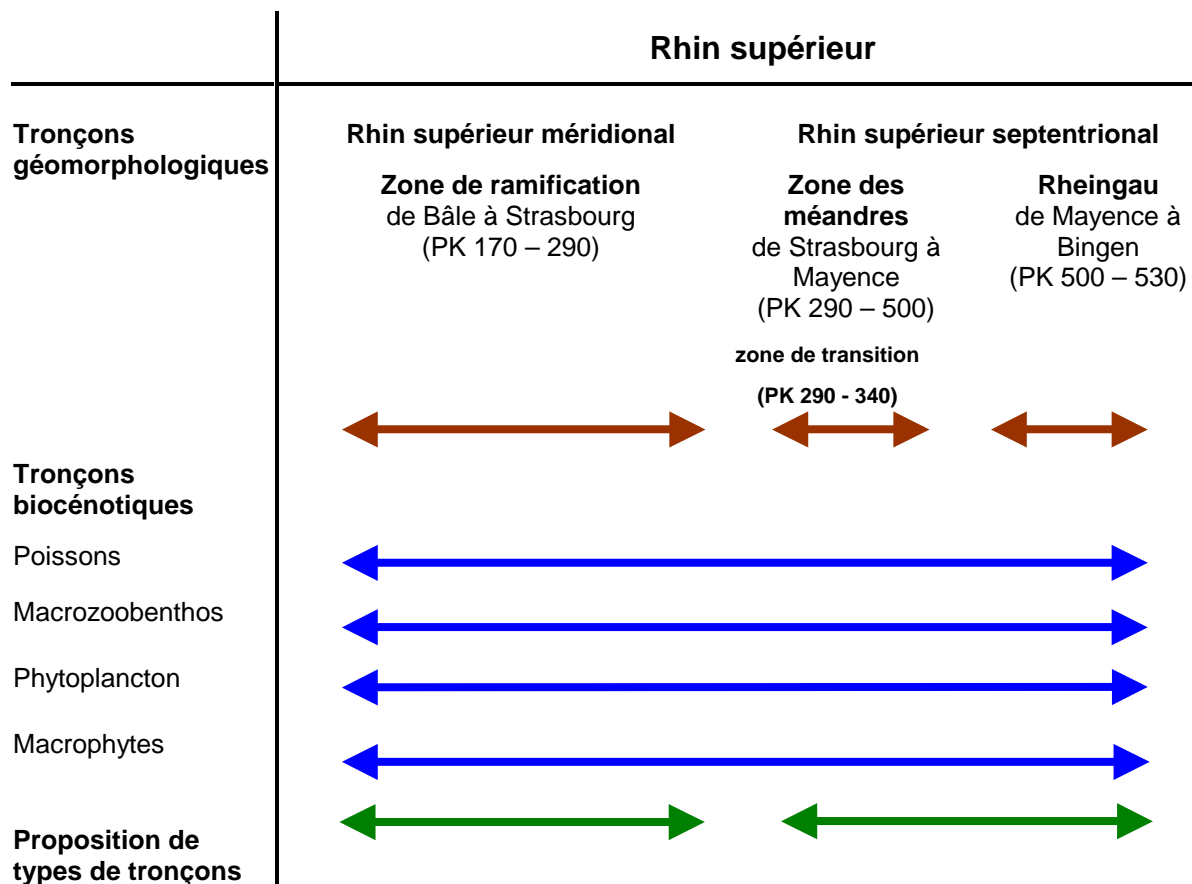
	Rhin alpin				
Tronçons géomorphologiques	Tronçon linéaire (de la confluence du Rhin Antérieur et du Rhin postérieur à Feldsberg) (PK 0 - 8,9)	Tronçon ramifié (de Feldsberg à Trübbach/Balzers) (PK 8,9 – 36,0)	Tronçon sinueux et ramifié (de Trübbach/Balzers à St. Margrethen/Lustenau) (PK 36,0 – 80)	Tronçon sinueux et zone d'embouchure (de St. Margrethen/Lustenau à l'embouchure du lac de Constance) (PK 80 – 93)	Lac de Constance
Tronçons biocénotiques	↔	↔	↔	↔	↔
Poissons	↔	↔	↔	↔	↔
Macrozoobenthos	↔	↔	↔	↔	↔
Phytoplancton	↔	↔	↔	↔	↔
Macrophytes	↔	↔	↔	↔	↔
Proposition de types de tronçons	↔	↔	↔	↔	↔



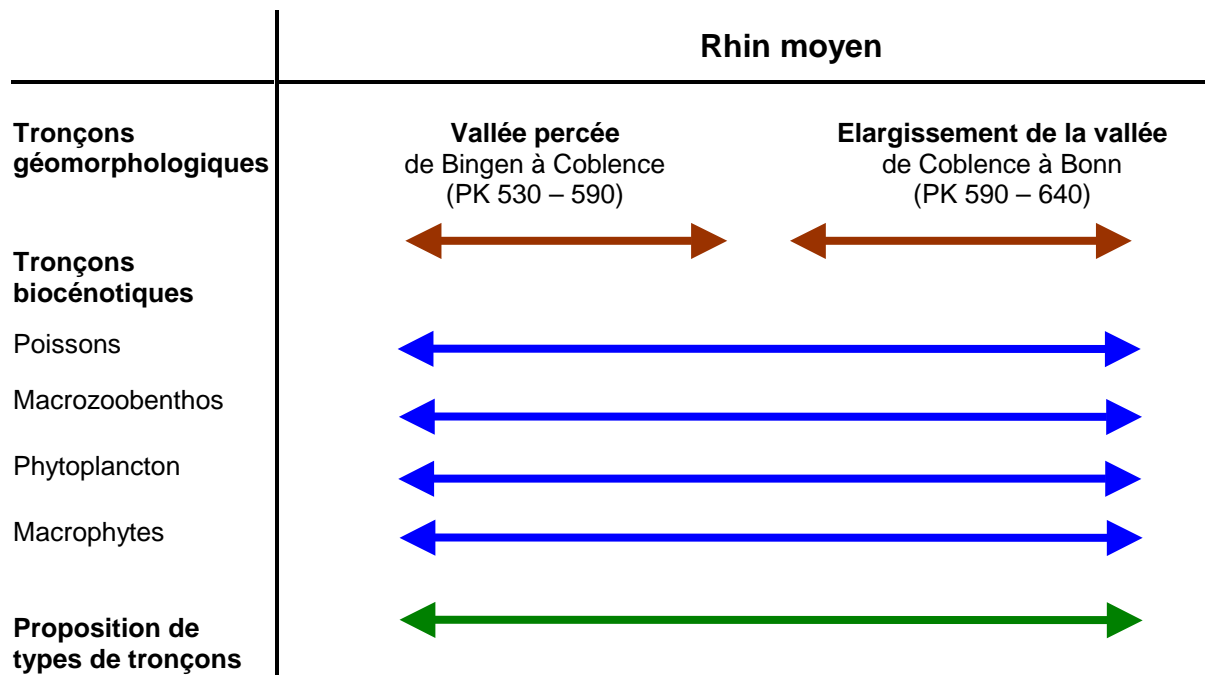
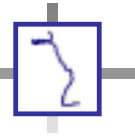
Pour le **Rhin alpin** (AR 1), on a désigné cinq tronçons ou types de tronçons géomorphologiques : quatre pour la catégorie « rivière » et un pour le lac de Constance. Ces tronçons ne peuvent être que partiellement spécifiés au niveau biocénotique par différents compartiments biologiques (poissons, macrozoobenthos, phytoplancton et macrophytes). Pour le tronçon du Rhin alpin, on propose donc **quatre types de tronçons** sur la base de la géomorphologie et plus encore sur la base de la colonisation piscicole : le tronçon linéaire (AR 1.1), le tronçon ramifié et le tronçon sinueux à ramifié (AR 1.2), la zone d'embouchure sinueuse dans le lac de Constance (AR 1.3) et un type lacustre pour le lac de Constance (AR 1.4).



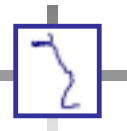
Le **haut Rhin** (HR 2) est désigné comme un tronçon géomorphologique, mais on peut délimiter sur le haut Rhin deux tronçons biocénotiques, étant donné que le tronçon amont, celui de la sortie des eaux lacustres, est essentiellement caractérisé par une autre biocénose phytoplanctonique. On propose donc pour le tronçon du haut Rhin **deux types de tronçons**: la sortie du lac (HR 2.1) et le « reste » du haut Rhin (HR 2.2).



Le **Rhin supérieur** (OR 3) (Rhin supérieur méridional et septentrional) peut être subdivisé au moins en trois tronçons morphologiques qu'il n'est toutefois pas possible de différencier sur la base des données biocénotiques disponibles. Eu égard à la morphologie très différente du Rhin supérieur méridional et du Rhin supérieur septentrional, on peut s'attendre à ce que les biocénoses divergent sensiblement, du moins en termes d'abondance, même si ceci ne peut plus être démontré à l'aide des données, pour la plupart récentes, dont on dispose. Vu que la présente étude doit désigner des types de tronçons d'importance biocénotique pour le cours du Rhin dans son ensemble, on propose au moins **deux types de tronçons** pour le Rhin supérieur : Rhin supérieur méridional (OR 3.1) et Rhin supérieur septentrional (OR 3.2). La zone de transition comprise entre la zone de ramification et celle des méandres, qui s'étend de Plittersdorf/Lauterbourg à Neuburgweier (PK 290-340 du Rhin) a été attribuée au Rhin supérieur septentrional à la demande des experts.



Pour le **Rhin moyen** (MR 4), on distingue deux tronçons géomorphologiques. On ne peut cependant faire de différence entre ces deux tronçons au niveau biocénétique. Pour le Rhin moyen, on propose **un seul type de tronçon d'importance biocénétique**: MR 4.1.



		<b>Rhin inférieur</b>				
<b>Tronçons géomorphologiques</b>		<b>Cours pour l'essentiel non ramifié, linéaire</b> de Rolandseck à Bonn (PK 640 - 654)	<b>Cours pour l'essentiel non ramifié, faiblement sinueux</b> de Bonn à Leverkusen (PK 654 - 701,5)	<b>Cours pour l'essentiel non ramifié, quelques bras latéraux, méandres</b> de Leverkusen à Duisburg (PK 701,5 - 775)	<b>Cours en partie ramifié, nombreux bras latéraux, méandres, paysage de lacs nés de l'exploitation minière</b> de Duisburg à Wesel (PK 775 - 813)	<b>Cours fréquemment ramifié, nombreux bras latéraux, méandres</b> de Wesel à Kleve-Bimmen (PK 813 - 865,5)
<b>Tronçons biocénétiques</b>						
Poissons						
Macrozoobenthos						
Phytoplancton						
Macrophytes						
<b>Proposition de types de tronçons</b>						

Le **Rhin inférieur** (NR 5) a été subdivisé en cinq types de tronçons géomorphologiques (LUA NRW 2003). Sur la base de la biocénose, notamment de la faune piscicole, ils peuvent être regroupés en trois types d'importance biocénétique. Pour le tronçon du Rhin inférieur, on propose donc **trois types de tronçons**: la sortie des massifs moyens et l'entrée dans la plaine du nord de l'Allemagne (NR 5.1) regroupe les deux premiers tronçons géomorphologiques, la zone de transition entre les massifs moyens et la plaine du nord de l'Allemagne (NR 5.2) correspond au tronçon géomorphologique intermédiaire et le cours aval du Rhin inférieur (NR 5.3) rassemble les deux derniers tronçons géomorphologiques.



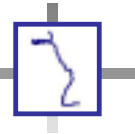


		Delta du Rhin						
Tronçons géomorphologiques		Rivières à courant lent / bras secondaires	Cours d'eau douce avec influence des marées (sortie de rivière)	Type de lac moyen, peu profond et tamponné du delta du Rhin	Type de grand lac profond et tamponné du delta du Rhin	Estuaire avec amplitude moyenne des marées	Zone des marées	Pleine mer
Tronçons biocénotiques		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Poissons		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Macrozoobenthos		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Phytoplancton		↔		↔	↔	↔	↔	↔
Macrophytes		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Proposition de types de tronçons		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

Le **delta du Rhin** (DR 6) est subdivisé en sept tronçons géomorphologiques et hydrologiques. Au niveau de la biocénose, on peut également distinguer sept tronçons. Pour le tronçon du delta du Rhin, on propose donc **sept types de tronçons** : pour la catégorie « rivière » le tronçon de la zone influencée par les eaux douces (DR 6.1) et celui de la zone influencée par les eaux douces et les marées (DR 6.2), pour la catégorie « lac » le type de lac peu profond (DR 6.3) et le type de lac profond (DR 6.4), pour la catégorie « eaux de transition » un type de tronçon de la zone influencée par les eaux saumâtres (DR 6.5) et enfin pour la catégorie « eaux côtières » deux types de tronçons, l'un pour la mer des Wadden (DR 6.6) et l'autre pour la pleine mer (DR 6.7).

### 2.3 Mise au point des fiches descriptives

Pour les tronçons fluviaux qui n'ont pas été constitués en premier lieu sur la base d'arguments scientifiques fondés mais sur des conditions générales données, comme par ex. l'exigence de maintenir les six tronçons du Rhin, les fiches descriptives présentées sont les mêmes pour la description des biocénoses. C'est le cas d'une part pour les fiches descriptives des tronçons fluviaux **MR 4.1** : Type 'vallée étroite' – Rhin moyen et **NR 5.1** : Type 'massifs moyens' – Rhin inférieur, et d'autre part pour **NR 5.3** : Type 'nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur et **DR 6.1** : Type 'nombreux bras latéraux' – Delta du Rhin. Les tronçons fluviaux **MR 4.1** et **NR 5.1** sont donc représentés par le même code de couleur, tout comme les tronçons fluviaux **NR 5.3** et **DR 6.1** (voir figure 2 et tableau 3). Les deux tronçons fluviaux **NR 5.2** : Type 'peu de bras latéraux' – Rhin inférieur et **NR 5.3** : Type



'nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur' ne sont pas différenciables au niveau du macrozoobenthos ; les deux fiches descriptives correspondantes contiennent donc, entre autres, la même caractérisation de la colonisation macrozoobenthique.

### 2.3.1 Explication des fiches descriptives et sélection des paramètres

Les fiches descriptives des types de tronçons de la catégorie « rivière » sont constituées comme suit : dans les données générales, les paramètres **tronçon** et **longueur du tronçon** permettent de localiser les types de tronçons. Les **caractéristiques générales** avec les paramètres **écorégion**, **dimension du bassin versant**, **géologie** et **différence de niveau et altitude** se basent pour l'essentiel sur les catégories et limites de classe des paramètres typologiques du système A de la DCE. Ce sont des paramètres naturels pratiquement invariables. Les **affluents** sélectionnés, c'est-à-dire les grands affluents qui jouent un rôle important, complètent les données de base dans les fiches descriptives.

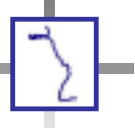
La **description morphologique succincte** est complétée par une **illustration** historique – carte ou photo/ dessin visualisant la caractérisation textuelle de l'hydromorphologie typique du tronçon.

Les autres paramètres de la **fiche abiotique** sont soit des paramètres naturels pratiquement invariables, p.ex. **la pente du fond de la vallée**, soit des paramètres significatifs en termes de colonisation, par ex. **largeur de la plaine alluviale/du champ d'inondation**, **style fluvial et coefficient de sinuosité**, **courant**, **substrats du lit mineur** ou **régime de charriage**. D'autres paramètres importants pour la caractérisation de l'hydromorphologie sont la **largeur du fond de la vallée** et la **largeur du lit mineur**.

La caractérisation succincte du **débit/hydrologie** distingue la caractérisation hydrologique typique du tronçon fluvial, la caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin et la caractérisation hydrologique typique du fleuve (tableau 2). La description du débit comprend pour l'essentiel des indications sur les périodes de crue et d'étiage et sur les débits.

**Tab. 2:** Illustration de la distinction faite entre colonisation typique du tronçon fluvial, typique du tronçon du Rhin et typique du fleuve.





La description des compartiments biologiques **colonisation macrozoobenthique, faune piscicole, végétation macrophytique et végétation phytoplanctonique** distingue, lorsque la base de données est suffisante, la colonisation typique du tronçon fluvial, typique du tronçon du Rhin et typique du fleuve. On entend par colonisation typique du tronçon fluvial la colonisation caractéristique d'un seul tronçon fluvial, c'est-à-dire les espèces présentes dans un tronçon fluvial donné. La description de cette biocénose ne figure que dans une fiche descriptive. La biocénose caractéristique d'un tronçon du Rhin, par ex. pour l'ensemble du Rhin supérieur, est décrite dans la colonisation typique du tronçon du Rhin. Les biocénoses typiques du Rhin dans son ensemble, c'est-à-dire ici du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur, puisque les données historiques se limitent essentiellement à ces tronçons du Rhin, sont décrites comme colonisation typique du fleuve. Ces descriptions sont identiques dans toutes les fiches descriptives. La colonisation « complète » d'un tronçon fluvial découle de la combinaison de ces trois descriptions individuelles.

A la différence de la description des types de rivières, les **caractéristiques générales** des fiches descriptives des **types lacustres** (AR 1.4, DR 6.3 et DR 6.4) fournissent des informations importantes sur l'**écorégion**, l'**altitude**, la **dimension** et la **géologie**.

Les paramètres facultatifs du système B de la typologie des lacs, tels que **hauteur moyenne de l'eau, forme du lac, temps de résidence, caractéristiques de mixage, composition du substrat, fluctuation du niveau de l'eau** et **capacité de rétention** sont présentés dans la **fiche descriptive abiotique**.

La description de la **qualité de l'eau** donne des indications supplémentaires sur les conditions géochimiques, comme par ex. l'état des nutriments.

Dans les catégories des **eaux de transition** (DR 6.5) et des **eaux côtières** (DR 6.6 et DR 6.7), on trouve comme **caractéristiques générales** les **paramètres importants** pour ces catégories d'eaux selon le système A, à savoir **écorégion, degré de salinité, profondeur et amplitude de la marée**.

Les paramètres facultatifs de caractérisation de ces catégories d'eaux tels que **vitesse du courant, exposition aux vagues, temps de résidence, caractéristiques de mixage, turbidité, temps de rétention, composition du substrat** ou **forme** sont traités dans la **fiche descriptive abiotique**.

Dans la description des biocénoses des types lacustres et des eaux de transition et eaux côtières, il n'est pas fait de distinction entre colonisation typique du tronçon fluvial, typique du tronçon du Rhin et typique du fleuve.

### 2.3.2 Bases de données

Les indications figurant dans les fiches descriptives des tronçons fluviaux ont été extraites pour l'essentiel des sources suivantes :

Les indications se rapportant aux **données de base** sont pour l'essentiel tirées de BRIEM (2003) et complétées, dans une moindre mesure, par des ouvrages cartographiques (entre autres CIPR 1998, 2001).

La **description morphologique succincte** se base pour l'essentiel sur la « Geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms » de LAUTERBORN (1916, 1917, 1918), complétée par des données de TITTIZER & KREBS (1996) ainsi que de BRIEM (2003). La description des tronçons fluviaux du Rhin alpin et du Rhin inférieur est tirée de OFENBÖCK & EBERSTALLER (2003) et des



indications de la délégation autrichienne ainsi que du LUA NRW (2003). Les descriptions relatives au haut Rhin ont été complétées par l'OFEFP (2002). Les indications sur les types du delta du Rhin ont été mises à disposition par la délégation néerlandaise.

Les données sur les différents paramètres de la **fiche abiotique** sont issues de TITTIZER & KREBS (1996), LAUTERBORN (1916, 1917, 1918) et BRIEM (2003). Pour le Rhin alpin, le Rhin inférieur et le delta du Rhin, ces données ont été complétées par les sources susmentionnées.

Les données sur la **caractérisation hydrologique** du Rhin proviennent pour l'essentiel du LUA NRW (2002), complétées par les débits tirés de LAUTERBORN (1916, 1917, 1918). Les données relatives aux types du delta du Rhin ont été mises à disposition par la délégation néerlandaise.

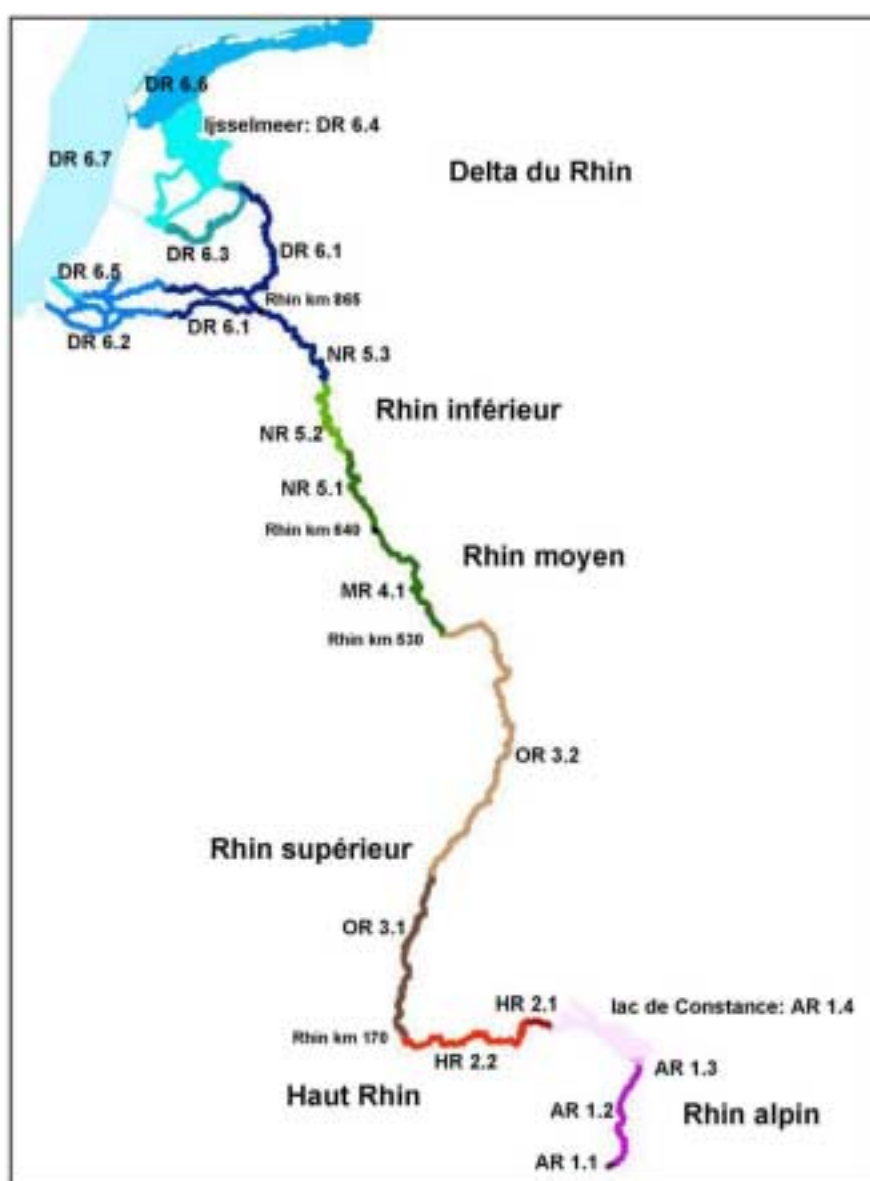
La **caractérisation de la colonisation macrozoobenthique** se fonde pour l'essentiel sur les travaux de TITTIZER & KREBS (1994, 1996), LAUTERBORN (1916, 1917, 1918), SCHÖLL (2003), SCHÖLL & HAYBACH (2001) et TITTIZER et al. (1991), la **caractérisation de la faune piscicole** sur les travaux TITTIZER & KREBS (1996), LAUTERBORN (1916, 1917, 1918), CIPR (1997b, 2002a) et KORTE (2003), la **caractérisation de la végétation macrophytique** sur les travaux de TITTIZER & KREBS (1996) et LAUTERBORN (1916, 1917, 1918) et la **caractérisation de la végétation phytoplanctonique** sur les travaux de TITTIZER & KREBS (1996), LAUTERBORN (1916, 1917, 1918), KINZELBACH & FRIEDRICH (1990) et FRIEDRICH (2003). La caractérisation des compartiments biologiques pour les tronçons du delta du Rhin a été mise à disposition par la délégation néerlandaise.

Les données sur les **types lacustres** du **delta du Rhin** ont été fournies par la délégation néerlandaise. La description du type '**lac de Constance**' en tant que tronçon du Rhin alpin a été mise au point par l'Institut für Seenforschung du LfU de Bade-Wurtemberg sur mandat du secteur de travail 'Rhin alpin/ lac de Constance.

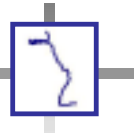


### 3. Typologie (par tronçon) du cours principal du Rhin

Sur la base de toutes les données et expertises disponibles dans les Etats, on définit pour le Rhin 19 types de tronçons. Ceux-ci couvrent le Rhin dans son ensemble depuis la confluence du Rhin antérieur et du Rhin postérieur jusqu'à l'embouchure dans la mer du Nord et englobent toutes les catégories d'eaux fixées par la DCE, à savoir rivière, lac, eaux de transition et eaux côtières. Les types de tronçons les plus nombreux sont ceux désignés pour les eaux fluviales du Rhin. Cependant, les lacs, par. ex. le lac de Constance traversé par les eaux du Rhin, ou l'IJsselmeer sont également intégrés dans le cours du Rhin. Pour le delta du Rhin, on tiendra compte des catégories d'eaux définies comme eaux de transition ou eaux côtières.



**Fig. 2:** Vue générale des 19 types de tronçons désignés pour toutes les catégories d'eaux du Rhin. Les types de tronçons sont représentés par différentes couleurs. Eu égard à la colonisation






















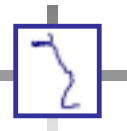
biocénétique, les tronçons MR 4.1 et NR 5.1 d'une part, et les tronçons NR 5.3 et DR 6.1 d'autre part, peuvent être regroupés sans considération des délimitations établies. C'est pourquoi on leur a donné la même couleur (voir tableau 3).

Les types de tronçons désignés ont pu être regroupés en partie au-delà de leur découpage classique, comme par ex. les types MR 4.1 et NR 5.1 ou NR 5.3 et DR 6.1 (voir chap. 2.3). La figure 2 représente les types de tronçons proposés le long du Rhin. Le tableau 3 dresse la liste des types de tronçons avec leur dénomination abrégée.

**Tab 3.:** Liste synoptique des 19 types de tronçons sur le cours du Rhin avec indication de la catégorie typologique selon la DCE : rivière, lac, eaux de transition ou eaux côtières. Les types de tronçons sont représentés par différentes couleurs. Eu égard à la colonisation biocénétique, les tronçons MR 4.1 et NR 5.1 d'une part, et les tronçons NR 5.3 et DR 6.1 d'autre part, peuvent être regroupés sans considération des délimitations établies. C'est pourquoi on leur a donné la même couleur.



Tronçon du Rhin	Types de tronçons	Catégorie
Rhin alpin (AR 1)	 AR 1.1: Type linéaire du Rhin alpin	Rivière
	 AR 1.2: Type ramifié du Rhin alpin	Rivière
	 AR 1.3: Type 'embouchure' du Rhin alpin	Rivière
	 AR 1.4: Type de grand lac profond, calcaire et stratifié du Rhin alpin	Lac
Haut Rhin (HR 2)	 HR 2.1: Type 'sortie du lac' – haut Rhin	Rivière
	 HR 2.2: Type 'vallée étroite' – haut Rhin	Rivière
Rhin supérieur (OR 3)	 OR 3.1: Type 'zone de ramification' – Rhin supérieur	Rivière
	 OR 3.2: Type 'formation de méandres' – Rhin supérieur	Rivière
Rhin moyen (MR 4)	 MR 4.1: Type 'vallée étroite' – Rhin moyen	Rivière
Rhin inférieur (NR 5)	 NR 5.1: Type 'massifs moyens' - Rhin inférieur	Rivière
	 NR 5.2: Type 'peu de bras latéraux' – Rhin inférieur	Rivière
	 NR 5.3: Type 'nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur	Rivière
Delta du Rhin (DR 6)	 DR 6.1: Type 'nombreux bras latéraux' – Delta du Rhin	Rivière
	 DR 6.2: Type 'eau douce - marée' – Delta du Rhin	Rivière
	 DR 6.3: Type de lac moyen, peu profond et tamponné du delta du Rhin	Lac
	 DR 6.4: Type de grand lac profond et tamponné du delta du Rhin	Lac
	 DR 6.5: Type d'estuaire du delta du Rhin	Eaux de transition
	 DR 6.6: Type 'mer des Wadden' du delta du Rhin	Eaux côtières
	 DR 6.7: Type de pleine mer du delta du Rhin	Eaux côtières
<b>19 types de tronçon</b>		



### 3.1 Description succincte des types de tronçons fluviaux

#### Tronçons fluviaux du Rhin alpin

##### AR 1.1 : type linéaire du Rhin alpin

En aval de la confluence du Rhin antérieur et du Rhin postérieur, ce tronçon fluvial s'étend jusqu'à Felsberg. Marqué sur son cours linéaire par une forte pente, le Rhin s'écoule sans diffluence en traversant une vallée étroite. Les affluents et eaux alluviales se limitent à des formes atrophiées. Le lit fluvial est dominé par une granulométrie grossière (cailloux de gros à moyen calibre). La morphologie caractéristique est celle d'une suite d'affouillements et de gués à profondeur très variable.

##### AR 1.2 : type ramifié du Rhin alpin

Ce tronçon fluvial s'étend de Felsberg à St. Margrethen/Lustenau. Le cours, en majeure partie sinueux, se subdivise en plusieurs bras ; les affluents et anciens bras de petite dimension sont relativement fréquents. Le lit est dominé par des cailloux de gros à moyen calibre. Les bancs de cailloux et les îles de gravier sont les éléments morphologiques les plus caractéristiques.

##### AR 1.3 : type 'embouchure' du Rhin alpin

Ce tronçon fluvial englobe la zone du Rhin alpin allant de St. Margrethen/Lustenau jusqu'à l'embouchure du fleuve dans le lac de Constance. Il se caractérise par une faible pente et un cours principalement sinueux et sans diffluence. Les percées naturelles de boucles méandreuses ont donné naissance à des anciens bras de grande dimension. Le lit se compose principalement d'un substrat de fractions caillouteuses fines (petits cailloux et sable). On relève comme éléments morphologiques caractéristiques des berges concaves et convexes prononcées.

##### AR 1.4: Type de grand lac profond, calcaire et stratifié du Rhin alpin

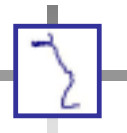
Ce type de lac calcaire et stratifié se distingue par une grande superficie et une grande profondeur d'eau. Le lac de Constance à part, seul le lac de Genève entre encore dans cette catégorie. La description prend donc surtout en compte les caractéristiques individuelles de ce type lacustre pour le lac de Constance. Le bassin du lac de Constance a été modelé au fil des âges glaciaires. Le lac se compose de deux parties, le lac supérieur, plus grand et plus profond (profondeur maximale de 253 m), et le lac inférieur plus plat (profondeur maximale de 40 m). Les deux affluents les plus importants sont le Rhin alpin et la Bregenzer Ach qui débouchent tous deux dans la partie est du lac supérieur. Environ 40% de la surface du bassin versant qui s'étend sur une superficie de 11.500 km<sup>2</sup>, est à une altitude supérieure à 1800 m.

#### Tronçons fluviaux du haut Rhin

##### HR 2.1 : type 'sortie du lac' du haut Rhin

Ce tronçon fluvial commence avec la sortie du lac de Constance et s'étend jusqu'aux chutes du Rhin de Schaffhouse. L'impact du lac de Constance domine le caractère hydrologique du Rhin. L'écoulement de ce tronçon fluvial est lent, la pente est relativement douce et le charriage est absent. Par manque d'affluents importants, le débit est intégralement dépendant du niveau des eaux du lac de Constance.





### **HR 2.2 : type 'vallée étroite' du haut Rhin**

Le tronçon fluvial HR 2.2 va de Schaffhouse à Bâle. En raison de l'étroitesse de la vallée fluviale, les eaux s'écoulent avec une grande rapidité. C'est dans ce tronçon du Rhin que la pente est la plus prononcée. Le fleuve, profond et encaissé, traverse des terrasses caillouteuses de l'époque glaciaire. C'est pourquoi les crues entraînent rarement des débordements. Les eaux alluviales sont absentes de ce paysage naturel. A la confluence avec l'Aare, l'apport en débit solide devient très important et permet la formation de bancs caillouteux en aval de ce débouché. Les roches et éboulis fixes dominent le substrat du lit. On note comme éléments caractéristiques l'apparition de chutes et de rapides, comme par ex. les chutes de Schaffhouse, de canyons étroits, de barres rocheuses, de récifs calcaires et d'écueils, comme par ex. à Laufenbourg.

### **Tronçons fluviaux du Rhin supérieur**

#### **OR 3.1 : type 'zone de ramification' du Rhin supérieur**

Ce tronçon fluvial du Rhin supérieur, qui s'étend de Bâle à Strasbourg, couvre la zone de ramification du Rhin. Dans une plaine de vallée très large, le lit se ramifie de manière très prononcée sous l'effet de l'affaiblissement de la pente et du charriage en présence (lit fluvial sauvage). On trouve dans la vallée alluviale de nombreux anciens bras et annexes hydrauliques ainsi que des affluents phréatiques (giessen). Les substrats dominants sont les cailloux et graviers. Le lit est peu stable, excepté sur les seuils rocheux. Les éléments morphologiques les plus caractéristiques sont de nombreuses îles et bancs de gravier, ainsi que des récifs calcaires, comme par ex. l'« Isteiner Klotz ». On note également la présence d'affouillements profonds.

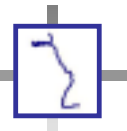
#### **OR 3.2 : type 'formation de méandres' du Rhin supérieur**

Le tronçon fluvial OR 3.2 englobe la zone de méandres du Rhin de Strasbourg à Bingen, y compris zone de transition comprise entre la zone de ramification et celle des méandres (de Plittersdorf/Lauterbourg à Neuburgweier). L'énergie du courant est freinée par la faible pente, ce qui entraîne la formation d'un lit unique et méandreux, caractéristique de ce tronçon. La vallée, très large, permet aux méandres de constituer de larges boucles. Les percées naturelles de méandres donnent naissance à des anciens bras longs de plusieurs kilomètres. On trouve donc dans la plaine alluviale de multiples cours d'eau alluviaux de plus ou moins grande superficie et à des stades divers d'atterrissement ainsi que de larges marécages plats et forêts marécageuses. Les fractions grossières de débit solide en provenance des Alpes n'atteignent plus ce tronçon. Les substrats dominants dans le lit du fleuve sont le gravier et le sable alors que l'on trouve surtout des substrats limoneux dans la zone alluviale. On note comme éléments morphologiques marquants les berges convexes nettement modelées et les berges concaves abruptes ainsi que la formation de remblais sur les rives.

### **Tronçons fluviaux du Rhin moyen**

#### **MR 4.1 : type 'vallée étroite' du Rhin moyen**

Ce tronçon fluvial, qui s'étend de Bingen à Bad Honnef, traverse une vallée étroite bordée de berges rocheuses abruptes et parsemée de nombreux écueils, barres transversales rocheuses (par ex. le « Binger Loch ») et îles. Ce tronçon fluvial est marqué par un fort courant, des tourbillons et des rapides. Le lit est essentiellement constitué d'un fond rocheux. En raison de l'étroitesse de la vallée,



qui est pratiquement recouverte par les eaux du Rhin, les eaux alluviales sont absentes du paysage naturel. On y trouve en revanche des îles.

Dans le tronçon qui relie Bingen à Coblenche, les eaux s'écoulent dans une vallée percée apparentée à un canyon étroit. La vallée s'élargit ensuite lentement jusqu'à Bonn. Outre les berges escarpées, les formes caractéristiques sont ici les îles réparties régulièrement sur ce tronçon. Ces îles rocheuses étirées créent des divisions dans le tracé fluvial.

## **Tronçons fluviaux du Rhin inférieur**

### **NR 5.1 : type 'massifs moyens' du Rhin inférieur**

Le tronçon fluvial NR 5.1, qui va de Bad Honnef à Leverkusen (débouché de la Wupper) dans la zone de sortie du massif schisteux rhénan, devrait, de par ses caractéristiques naturelles, déjà être classé dans l'écorégion 14 « Plaines centrales ». Il reste cependant encore nettement influencé par les hautes terres. Le profil dominant du lit sans diffluence est linéaire ou légèrement sinueux avec un courant le plus souvent rapide. Le profil transversal est large et plat et bordé de berges irrégulières et parsemées de criques. Le lit est dominé par un substrat de gravier (de gros à moyen calibre) avec un pourcentage élevé de cailloux. Les atterrissements sablonneux et vaseux se limitent aux criques où le courant est ralenti. Les eaux alluviales sont peu prononcées et les structures marquantes sont les divisions du cours fluvial et les affouillements.

### **NR 5.2 : type 'peu de bras latéraux' du Rhin inférieur**

Le tronçon fluvial NR 5.2, qui s'étend de Leverkusen à Duisbourg (du débouché de la Wupper au débouché de la Ruhr) marque le passage d'un fleuve de hautes terres à un fleuve de plaine. Ce tronçon est caractérisé par un cours sinueux à méandreux et pratiquement sans diffluence. Les bras latéraux sont rares. Le courant est principalement rapide bien que l'on trouve des passages d'écoulement lent dans les zones riveraines de bas-fond, à proximité des rives convexes et dans les bras latéraux. Dans la plaine alluviale élargie, on trouve quelques cours d'eau alluviaux à différents stades d'atterrissement. Le lit du fleuve est dominé par un substrat graveleux et sablonneux (gros à moyen calibre) ; les dépôts sédimentaires sablonneux et vaseux se limitent aux zones riveraines et aux bras latéraux à courant ralenti. Le milieu est marqué par de nombreux bancs de gravier le long des berges ou au milieu du fleuve.

### **NR 5.3 : type 'nombreux bras latéraux' du Rhin inférieur**

Le tronçon fluvial NR 5.3, qui relie Duisbourg et Clèves-Bimmen (du débouché de la Ruhr jusqu'à la division du cours en Waal d'une part et Nederrijn d'autre part), est l'illustration typique d'un fleuve de plaine. Dans une très large plaine alluviale, le Rhin progresse dans un cours méandreux en formant de larges boucles auxquels se raccordent de nombreux bras latéraux. La pente est faible et les segments à écoulement lent dominant. De nombreux cours d'eau alluviaux sont présents à différents stades d'atterrissement. Le lit est dominé par un substrat de gravier et de sable. On trouve des champs sablonneux étendus le long des rives et sur le fond du fleuve. Le substrat organique le plus important est le bois mort. En raison du fort potentiel de divagation, les percées naturelles de méandres et les étranglements d'anciens bras sont caractéristiques de ce tronçon du Rhin.



## Tronçons fluviaux du delta du Rhin

### DR 6.1 : type 'nombreux bras latéraux' du delta du Rhin

Comme le type NR 5.3 « type riche en bras latéraux du Rhin inférieur », ce tronçon fluvial du delta du Rhin est caractérisé par un cours méandreux et par la formation de nombreux bras latéraux. La pente est faible, les segments à courant lent dominant. On trouve des passages à courant plus rapide dans les courbes externes des méandres ainsi que dans les bras latéraux à section plus étroite. Les cours d'eau alluviaux, à différents stades d'atterrissement, sont fréquents dans la plaine alluviale. Le lit est dominé par un substrat sablonneux. Dans les segments à écoulement lent à proximité des berges du cours principal et dans les bras latéraux, des dépôts vaseux peuvent se former, alors que l'on trouve des dépositions graveleuses dans les segments à courant plus rapide. En milieu naturel, on trouve de grandes quantités de bois mort dans ce type de tronçon fluvial à faible courant. Elles proviennent des forêts alluviales qui bordent les rives. Il s'agit de gros troncs ou d'arbres déracinés qui restent sur place même quand le courant est fort. Dans le cours principal comme dans les bras latéraux, les arbres déracinés constituent des digues auxquelles les matériaux dérivants restent accrochés.

### DR 6.2 : type 'eaux douces – marées' du delta du Rhin

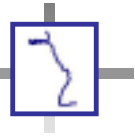
Ce tronçon fluvial DR 6.2, marqué par l'influence des marées, est en amont de débouchés fluviaux, ceux du Lek et du Waal par ex. Les eaux douces du delta sous l'influence des marées ressentent certes l'impact de la mer, mais cet impact se limite cependant à l'amplitude des marées sans que l'eau marine salée ne pénètre dans le fleuve. Du fait de l'amplitude, la direction du courant change deux fois par jour dans la zone d'eau douce influencée par les marées, cette zone étant par ailleurs soumise à de fortes variations de niveau (de 30 cm au moins). Les processus d'érosion et de sédimentation sont caractéristiques de ce tronçon. Les atterrissements modifient en permanence le tracé des différents lits. Selon la vitesse du courant, le substrat dominant est soit du sable soit de la vase. Les éléments morphologiques marquants de ce tronçon fluvial sont les différents lits, les rigoles de marées et les levées naturelles. Là où le courant est lent, on note la formation de bancs de sable ou de limon ainsi que de prairies salées.

### DR 6.3 : Type de lac moyen, peu profond et tamponné du delta du Rhin

Entrent dans cette catégorie lacustre les eaux douces de dimension moyenne, peu profondes et calmes localisées dans les zones de marécages plats, de terres basses et fertiles conquises sur la mer, de dunes et de bras marins court-circuités. Le sol se compose de sable ou de tourbe. Il est compact et sans végétation dans la zone d'agitation de l'eau et recouvert d'une fine couche de matériau organique dans la zone protégée des vents. En raison de sa grande superficie, il est exposé au vent, ce qui explique pourquoi une partie de son rivage est caractérisée comme zone de battement des vagues. En raison de l'impact des vents soufflant principalement du sud-ouest, le rivage nord-est est soumis à l'érosion et à l'effritement, alors qu'un processus de sédimentation se développe sur les rives situées à l'ouest et au sud-ouest. La zone de battement des vagues se caractérise par des mouvements d'eau importants.

### DR 6.4: Type de grand lac profond et tamponné du delta du Rhin

Le type de tronçon DR 6.4 est un type lacustre défini pour l'IJsselmeer considérée comme partie intégrante du cours du Rhin. Les grands lacs d'eau douce profonds et calmes (régulés) sont le plus souvent des vestiges d'anciens bras fluviaux saumâtres nés de l'endiguement de bras marins. La profondeur de l'eau fait que l'impact des vagues reste faible. Le transport de matières en suspension est essentiellement subordonné à un processus de sédimentation, alors que l'érosion joue un rôle moindre.

**DR 6.5 : type 'estuaire' du delta du Rhin**

Ce type de tronçon fluvial se rencontre aux endroits peu profonds où le fleuve quitte la zone influencée par les marées pour s'ouvrir dans la mer. Le principal processus observé dans l'estuaire est celui de l'interaction des marées et de l'affluence des eaux fluviales. En plus de l'impact des marées sur les variations du niveau des eaux, la teneur en sel joue également un rôle. La rencontre du flux maritime d'eau salée et du flux d'eau douce du fleuve donne naissance à un mélange complexe de ces deux types d'eau. Le lit de ce type transitoire est marqué par des substrats d'origine marine : le sable fin et le limon dominant avec des apports de marne sablonneuse et d'argile. Les éléments morphologiques caractéristiques sont les différents lits, les rigoles de marées et les levées naturelles. Là où le courant est lent, on note la formation de bancs de sable, de limon ainsi que de prairies salées.

**DR 6.6 : type 'mer des Wadden' du delta du Rhin**

Le type de tronçon fluvial DR 6.6 se rencontre là où l'influence des eaux fluviales s'affaiblit et où l'impact marin prend le dessus sur le cours d'eau. L'influence des marées est le facteur dominant. L'amplitude des marées varie en moyenne de plusieurs mètres. Entre delta et zones de marée de la mer du Nord sont parfois intercalées des îles entre lesquelles se sont constituées des rigoles marines profondes où l'eau affluent avec un fort courant dans le bassin d'influence des marées avant de le quitter à nouveau. Là où les courants des différents bassins d'influence des marées se rencontrent, on trouve des crêtes de watt. Le lit de ce type d'eaux côtières est marqué par des substrats d'origine marine : le sable fin et le limon dominant avec des apports de marne sablonneuse et d'argile. Entre les rigoles asséchées et la pleine mer, la géomorphologie se modifie en permanence (notamment en hiver) à la suite de processus de sédimentation et d'érosion. Le mouvement des vagues ainsi que le courant jouent un rôle important dans ces processus.

**DR 6.7 : type de pleine mer du delta du Rhin**

On compte dans ce type de tronçon la bordure marine, peu profonde et très productive qui peut s'étendre le long des côtes sur tout le périmètre la mer du Nord, à l'exception des zones moins salées. Ce type d'eaux côtières se compose dans sa quasi totalité d'eaux durablement ouvertes sur la pleine mer et de la zone côtière sablonneuse quotidiennement submergée (limitrophe à la ligne de crue qui longe la ceinture de dunes). Le processus dominant dans ce type est celui des courants marins. Ce type peut être subdivisé en différents sous-types : la zone sablonneuse très dynamique, la zone frontale, la zone vaseuse, la zone graveleuse et la zone sablonneuse peu dynamique.

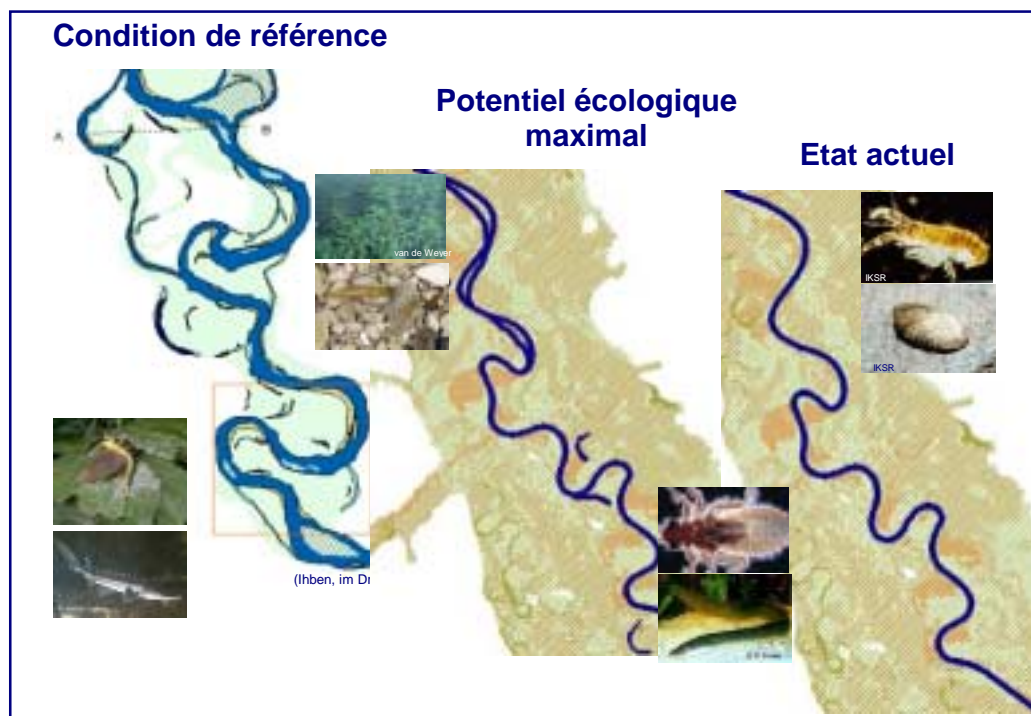


#### 4. Typologie (par tronçon) du cours naturel du Rhin et état actuel

Les conditions de référence sont le point de départ de l'évaluation et correspondent au « très bon état écologique » défini par la DCE. Elles se fondent fréquemment sur des conditions historiques et s'appuient parallèlement sur les données actuelles obtenues à partir d'eaux de référence.

Il convient de souligner que dans certains secteurs très fortement aménagés, la description détaillée de conditions de référence ne sera pas possible ou restera incomplète par manque de données historiques disponibles. Dans de tels cas, on s'attachera à exploiter au mieux les informations disponibles afin d'obtenir au moins une description, même partielle, du Très Bon Etat Ecologique sur le Rhin.

Pour les cours d'eau ou tronçons fluviaux classés comme « fortement modifiés » à cause de restrictions imposées par les usages, par ex. la protection contre les inondations ou la navigation, il convient de décrire le « potentiel écologique maximal » comme plus haut niveau d'évaluation. La description de ce potentiel écologique maximal intègre déjà certaines restrictions d'usages et peut donc être considérée comme un niveau intermédiaire entre l'état actuel et les conditions de référence (figure 4).



**Fig. 4:** Vue générale du rapport entre conditions de référence, état actuel et potentiel écologique maximal.



Pour la caractérisation et le rapport 2004 à la Commission, il doit être indiqué quelles sont les masses d'eau candidates à être désignées « masses d'eau fortement modifiées ». A ces dernières s'applique en principe la même méthode qu'aux masses d'eau naturelles, à la différence cependant que leur répartition en types doit se faire selon les descripteurs de la catégorie d'eaux qui leur ressemble le plus (annexe II 1.1.v). Le potentiel écologique maximal à atteindre pour les masses d'eau fortement modifiées doit refléter les conditions de référence du type d'eau naturel le plus comparable (pour les éléments de qualité biologique) voire même correspondre à ces conditions (pour les éléments de qualité généraux comme les conditions physico-chimiques).

L'attribution d'un type aux masses d'eau candidates à être fortement modifiées se fait donc sur la base de caractéristiques actuelles et non de propriétés naturelles. On prendra comme exemple l'IJsselmeer. Dans un état naturel, on lui assignerait un type d'eaux côtières. En la désignant provisoirement masse d'eau fortement modifiée, on la classe dans une autre catégorie d'eaux en se fondant sur ses caractéristiques actuelles et on doit lui attribuer par conséquent un autre type, à savoir un type lacustre.

On ne sait pas encore précisément aujourd'hui quelles seront les masses d'eau (provisoirement) candidates à être désignées masses d'eau fortement modifiées. La méthode de désignation provisoire n'entre pas dans le mandat du groupe d'experts. Pour être cependant en mesure d'effectuer intégralement la procédure d'attribution d'un type donné au cours principal du Rhin, il est nécessaire d'anticiper sa désignation possible comme masse d'eau fortement modifiée dès lors que sont concernées des modifications de catégorie d'eaux comme conséquence d'altérations hydromorphologiques. C'est sur cette base que l'on vise à établir une typologie aussi complète que possible du cours principal du Rhin.

Le changement de catégorie effectué pour le delta du Rhin (IJsselmeer : passage d'une eau côtière à un lac), qui reste un cas unique sur le Rhin, est expliqué dans la présente typologie (par tronçon) du cours du Rhin. Les types lacustres découlant de ce changement de catégorie sont également représentés sous forme de fiches descriptives (DR 6.3 et DR 6.4).

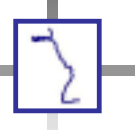
La description du « potentiel écologique maximal » pour les tronçons du cours principal du Rhin est à mettre en relation avec la désignation des « masses d'eau fortement modifiées ». Elle constitue une étape de travail ultérieure qui n'est toutefois pas prévue dans le cadre du présent projet.



## 5. Sources

### Sources bibliographiques

- CIPR (2002a): Faune piscicole du Rhin 2000 – Eventail des espèces entre les chutes de Schaffhouse et la mer du Nord – 68<sup>ème</sup> Assemblée plénière – 2 et 3 juillet 2002 – Luxembourg. Rapport n° 127-f : 1 – 46 + annexe
- CIPR (2002b): Le macrozoobenthos du Rhin 2000. – 68<sup>ème</sup> Assemblée plénière – 2 et 3 juillet 2002 – Luxembourg. Rapport n° 128-f : 1 – 37 + annexe
- CIPR (2002c): Plancton dans le Rhin 2000. – 68<sup>ème</sup> Assemblée plénière – 2 et 3 juillet 2002 – Luxembourg. Rapport n° 129-f : 1 – 35 + annexe
- CIPR (2002d): Inventaires CIPR 2000. Evaluation synthétique des études biologiques – 68<sup>ème</sup> Assemblée plénière – 2 et 3 juillet 2002 – Luxembourg. Rapport n° 130-f : 1 - 5.
- CIPR (1997a): Inventaire de la faune piscicole du Rhin 1995 dans le cadre du Programme « Saumon 2000 » : 1 – 28 + annexe
- CIPR (1997b): Plancton dans le Rhin 1995: 1 - 32
- CIPR (1996): Le macrozoobenthos du Rhin 1990-1995 dans le cadre du Programme « Saumon 2000 » : 1 – 27 + annexe
- EBERSTALLER, J., G. HAIDVOGL & M. JUNGWIRTH (1997): Gewässer- und fischökologisches Konzept Alpenrhein, Grundlagen zur Revitalisierung mit Schwerpunkt Fischökologie – Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, ISBN 3-9500562-1-3.
- EHLERT, T., D. HERING, U. KOENZEN, T. POTTGIESSER, H. SCHUHMACHER & G. FRIEDRICH (2002): Typology and type specific reference conditions for medium-sized and large rivers in North Rhine-Westphalia: biological and methodical aspects.- Internat. Rev. Hydrobiol. 87: 151-163.
- HAAS, G. (2002): Entwicklung der Makro-Invertebratengemeinschaft im hessischen Rhein-Untermainabschnitt in den Jahren 1993 bis 1999. Dissertation am Fachbereich Biologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. - Hessisches Landesamt für Geologie (Hrsg.): 1-176.
- HELLER (1870) (à compléter)
- IHP/OHP-Organisationsausschuss Internationale Rhein-Konferenz (Hrsg.) /1999): Hydrologische Dynamik im Rheingebiet: 233 S.
- KINZELBACH R. & FRIEDRICH G. (1990) (Hrsg.): Biologie des Rheins. – Limnologie Bd. 1. – Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 1 – 496.
- LAUTERBORN, R. (1916): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. I. Teil.- Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 6. Abhandlung: 1 – 61.
- LAUTERBORN, R. (1917): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. II. Teil. – Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 5. Abhandlung: 1 – 70.
- LAUTERBORN, R. (1918): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. III. Teil. – Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 1. Abhandlung: 1 – 87.
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Hrsg.) (2002): Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit HQT an den Pegeln des Rheins: 1 – 96.
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Hrsg.) (2003): Morphologische Leitbilder für den Niederrhein. LUA-Merkblätter 41.
- OFEFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage) (Hrsg.) (2002): Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2000; Makroinvertebraten. – Schriftenreihe Umwelt Nr. 345: 1-81 + Anhang.



- REFCOND (2003): Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. Produced by the by working group 2.3 - reference conditions for inland surface waters (REFCOND).
- SCHÖLL, F. & A. HAYBACH (2001): Bewertung von großen Fließgewässern mittels Potamon-Typie-Index (PTI). Verfahrensbeschreibung und Anwendungsbeispiele. BfG-Mitteilungen 23: 1-28.
- TITTIZER, T. & F. KREBS (1994): Erarbeitung einer Konzeption für ein langfristiges ökologisches Beobachtungssystem des Rheins – Forschungsvorhaben 10902041, Koblenz (non publié)
- TITTIZER, T. & F. KREBS (1996) (Hrsg.): Ökosystemforschung: Der Rhein und seine Auen. – Springer Verlag, Berlin. Heidelberg, New York: 1 – 468.
- TITTIZER, T., F. SCHÖLL, M. DOMMERSMUTH, J. BÄTKE & M. ZIMMER (1991): Zur Bestandsentwicklung des Zoobenthos des Rheins im Verlauf der letzten neun Jahrzehnte. – Wasser und Abwasser 35: 1125-166.
- TÜMMERS, H. J. (1994): Der Rhein. Ein europäischer Fluß und seine Geschichte. – C.H. Beck Verlag, München: 1 -443.
- UMWELTBÜRO ESSEN (2003): Entwicklung einer (Abschnitts-)Typologie für den Rheinstrom. 1. Zwischenericht über die Workshopergebnisse „Typologie des Hauptstrom Rhein“ am 14. Mai im BMU Bonn. 15 S. + Anhang (unveröffentl.)
- WILHELM, J. & F. G. ZEHNDER (2002): Der Rhein. Bilder und Ansichten von Mainz bis Nijmegen. Greven Verlag Köln: 1 – 222.
- Water (2004), Experteams 2003-2004, D.T. van der Molen (red.), Referenties en maatlaten voor rivieren ten behoeve van de Kaderrichtlijn, [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl).
- Water (2004), Experteams 2003-2004, D.T. van der Molen (red.), Referenties en maatlaten voor meren ten behoeve van de Kaderrichtlijn [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl).
- Water (2004), Experteams 2003-2004, D.T. van der Molen (red.), Referenties en maatlaten voor kust en overgangswateren ten behoeve van de Kaderrichtlijn, [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl).
- [www.alpenrhein.net](http://www.alpenrhein.net): Teilbericht Ist-Zustand des Entwicklungskonzeptes und Teilbericht Analyse des Entwicklungskonzeptes.

### **Exposés tenus dans le cadre de l'atelier « Typologie du cours principal du Rhin » du 14 mai 2003**

- BRIEM, E. (2003): Géomorphologie du Rhin
- FISCHER, J. (2003): Rhin moyen: typologie du Rhin moyen
- FRIEDRICH, G. (2003): Plancton du Rhin
- GUHL, B. (2003): Rhin inférieur: typologie du Rhin inférieur
- KORTE, E. (2003): Peuplements piscicoles actuels dans le Rhin
- LATOUR, P. (2003): Delta du Rhin: typologie du delta
- OFENBÖCK, G. & J. EBERSTALLER (2003): Rhin alpin: approches autrichiennes sur la typologie de grandes rivières alpines
- RECHENBERG, B. (2003): Présentation des éléments des guides communautaires « Refcond » et « Interétalonnage » pour la typologie
- SCHÖLL, F. (2003): Macrozoobenthos dans le Rhin
- SOMMERHÄUSER, M. (2003): Tableau comparatif des types de rivières dans le district hydrographique Rhin – rapport du groupe d'experts : présentation succincte
- VAN DE WEYER, K. (2003): Typologie et états de référence pour la végétation macrophytique
- VOBIS, H. & G. DEMORTIER (2003): Rhin supérieur: typologie du Rhin supérieur
- VOBIS, H. (2003): Haut Rhin: typologie du haut Rhin





### Matériel cartographique

CIPR (2001): Atlas de l'aléa d'inondation et des dommages potentiels en cas de crues extrêmes sur le Rhin

CIPR (1998): Atlas du Rhin. Ecologie et protection contre les inondations

### Illustrations et auteurs des photos

ANONYMUS: Kleines farbiges Reliefpanorama des Rheins. Mit erläuterndem Text: Die Glanzpunkte des Rheins.

BREMER, K. (1925?): Rheinpanorama.

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat (1999): Macrofauna in de Delta van Rijn en Mas. - RIZA rapport 99.056: 1-24.

Kartenabteilung der Staatsbibliothek zu Berlin Preußischer Kulturbesitz (1993): Flüsse im Herzen Europas: Rhein, Elbe Donau. Kartographische Mosaiksteine einer europäischen Flußlandschaft. - Ausstellungskataloge, Neue Folge 6: 1-195.

Landesmedienzentrum Rheinland-Pfalz

Preußische Uraufnahme (1 : 25.000) Blatt 4806 Neuss, 4807 Hilden

REICHEL, G. (1983): Ökologie exemplarisch: Der Rhein. - CVK-Biologie-Kolleg. CVK-Druck, Berlin: 1-96.

StUA Krefeld (Staatliches Umweltamt Krefeld, Hrsg.) (2002): Jeder cm zählt. Hochwasser(schutz) am Niederrhein. - DVD und Begleitheft.

<http://www.1800getryan.com/Mannenbach.html>

<http://www.alpenrhein.net>

<http://www.fh-kolenz.de/koblenz/remstecken/rhine98/Rheinlandschaft/projectgruppen/9.historische.geographie/rheinblick.htm>

<http://fischerweb.ch/alpenrhein.htm>

<http://www.kanufahrer.de/Flusse/Rhein/rhein.html>

<http://www.kun.nl/ahc/vg/html/vg000036.htm>

<http://natuur.flevoland.to/zwartemeer.jpg>

<http://proto.thinkquest.nl/~jrb127/g0002.html>

[http://www.shipmate.de/rhein/km/ft\\_homb.htm](http://www.shipmate.de/rhein/km/ft_homb.htm)

<http://www.swr.de/kaffee-oder-tee/reise/2002/01/22/>

<http://www.wissen.swr.de>

[http://www.worldkidmag.com/wk2\\_close\\_look\\_netherlands/close\\_look\\_netherlands\\_low\\_and\\_flat\\_with\\_lots\\_of\\_water.htm](http://www.worldkidmag.com/wk2_close_look_netherlands/close_look_netherlands_low_and_flat_with_lots_of_water.htm)

<http://www.wursterland.de/freizeittips/wattenmeer.htm>

<http://www.zum.de/Faecher/G/BW/Landeskunde/rhein/rhein/istein01.htm>

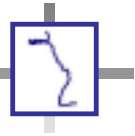
Auteurs des illustrations: T. Ehlert (Bonn), C. Feld (Essen), G. Friedrich (Krefeld)

### Données de base

Données relatives au macrozoobenthos de la BfG (2000)

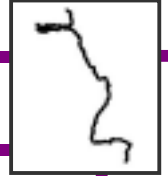
Données du LUA NRW (1969 à 2000)

Tracé du Rhin et kilométrage sous forme de fichier shape



## **ANNEXE**

**19 fiches descriptives sur les types de tronçons fluviaux du Rhin**



## AR 1.1: Type linéaire du Rhin alpin

**Tronçon:** Confluence du Rhin antérieur et du Rhin postérieur jusqu'à Felsberg (PK 0 à 8,9 du Rhin)

**Longueur du tronçon:** Env. 9 km

**Caractéristiques générales:**

- Ecorégion:** écorégion 4: Alpes
- Taille du bassin versant:** 3229 km<sup>2</sup>
- Géologie:** granites, divers gneiss, grès, calcaires et roches marneuses et argileuses mélangées à des schistes
- Différence de niveau et altitude:** 29 m : de 583 à 554 m

**Affluents sélectionnés:** Pas d'affluents importants

**Photo:**

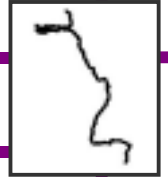


Merian; les vallées rhénanes dans les Grisons, 1654. Tiré des services cartographiques de la Staatsbibliothek zu Berlin ; Preußischer Kulturbesitz (1993)

**Description morphologique succincte:** En aval de la confluence du Rhin antérieur et du Rhin postérieur, ce tronçon fluvial est caractérisé par une pente relativement forte (env. 3%) et s'écoule sans diffuence en traversant une vallée étroite. Les affluents et eaux alluviales se limitent à des formes atrophiées. En raison du débit concentré dans un seul lit, la vitesse du courant est comparativement élevée sur tout le profil transversal. Le substrat est dominé par une granulométrie grossière, notamment de cailloux de gros à moyen calibre. Les sédiments fins ne sont localisés qu'aux endroits à faible courant (par ex. dans les criques riveraines) et ne représentent donc qu'un faible pourcentage de la surface totale.

La morphologie caractéristique de ce type linéaire est celle d'une suite d'affouillements et de gués à profondeur très variable. Dans les rares courbes que forme le fleuve, des affouillements peuvent se constituer. A certains endroits, des gros blocs rocheux (éboulements) enrichissent le profil morphologique.

Par rapport aux autres types fluviaux, la largeur du cours d'eau est peu variable. Des îles caillouteuses ne se constituent que dans les rares élargissements de la vallée. Sur les berges relativement escarpées, le bois mort tient une part essentielle dans la morphologie des berges. Les surfaces humides sont rares dans le milieu alluvial.



## AR 1.1: Type linéaire du Rhin alpin

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:** jusqu'à 1500 m
- Largeur de la plaine alluviale/du champ d'inondation:**
- Pente du fond de la vallée:** Ø env. 3 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** cours linéaire
- Largeur du lit mineur:**
- Courant:**
- Substrats du lit mineur:** fractions granulométriques grossières dominantes (cailloux grossiers à moyens)
- Régime de charriage:** charriage significatif
- Erosion/accumulation:** forces d'érosion et de transport importantes

**Photo générale:**



Rhin alpin à la confluence du Rhin antérieur et du Rhin postérieur  
Photo: [www.wissen.swr.de](http://www.wissen.swr.de)

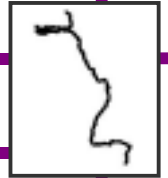
**Débit / hydrologie:**

**Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:**

Le Rhin alpin est exclusivement alimenté par des cours d'eau alpins. Les glaciers, dont l'extension est limitée par rapport à la taille du bassin versant, n'ont qu'un rôle subordonné. Le régime hydrologique glacio-alpin de ce tronçon est donc totalement dominé par les cours d'eau alpins qui débouchent dans son cours. Il se caractérise par des débits d'étiage en hiver et des débits de crue en été. En moyenne, le débit mesuré en amont de l'embouchure dans le lac de Constance est de 130 m<sup>3</sup>/s, avec un débit d'étiage de 30 à 50 m<sup>3</sup>/s en février et un débit de crue pouvant atteindre 2.250 m<sup>3</sup>/s en juin et juillet. Le rapport entre débit d'étiage et débit de crue est donc de 1 : 70.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Ce régime dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts, et par là même les débits de crue moyens, se décalent sur le cours du Rhin. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour le semestre d'été et le semestre d'hiver s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## AR 1.1: Type linéaire du Rhin alpin

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique:

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

L'éventail d'espèces du Rhin alpin est relativement pauvre, comparé à celui des autres tronçons du Rhin. Les espèces macrozoobenthiques dominantes sont celles appréciant les eaux à courant rapide et à taux d'oxygène élevé ainsi que les substrats pierreux. L'aire de répartition principale des espèces présentes est le rhithral ; les espèces « potamiques » n'apparaissent pas encore. Les espèces typiques de plécoptères sont *Perla grandis*, *Chloroperla tripunctata*, de même que les espèces du genre *Dictyopteryx* spec.. Parmi les éphéméroptères du Rhin alpin, on relève une série d'espèces spécifiques de la famille des heptagénidés, comme par ex. *Ecdyonurus venosus*, *Epeorus assimilis*, *Rhitrogena allobrogica*, *R. circumtarica* ou *R. landai*. Parmi les trichoptères typiques, on note la présence de *Rhyacophila dorsalis*, *R. torrentium*, *Glossosoma conformis*, *Philopotamus ludificatus*, *Brachycentrus montanus*, *Drusus biguttatus* ou *D. discolor*. Grâce à des propriétés d'adaptation typiques aux conditions morphologiques, la larve du diptère *Liponeura cinerascens minor* peut également se maintenir sur les surfaces pierreuses, même en situation de courant turbulent à violent.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rhitrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant



## AR 1.1: type linéaire du Rhin alpin

### Caractérisation de la faune piscicole:

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin:

A partir de la confluence des deux fleuves sourciers et jusqu'au lac de Constance, le Rhin alpin est à classer dans la région de transition entre zone à truites et zone à ombres. Ce tronçon du Rhin est caractérisé par un charriage constant, ce qui rend difficile la colonisation piscicole.

L'éventail piscicole de ce tronçon se compose principalement d'espèces « montagneuses » rhéophiles comme la truite de rivière (*Salmo trutta fario*), le chabot (*Cottus gobio*), le blageon (*Telestes souffia*) et le vairon (*Phoxinus phoxinus*). S'y ajoutent la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le hotu (*Chondrostoma nasus*) et le chevesne (*Squalius cephalus*). Les couches meubles de sédiments plus fins et en partie organiques sont vraisemblablement colonisées par la lamproie de Planer (*Lampetra planeri*). En l'absence d'annexes alluviales et d'affluents, les espèces « potamiques » lenticques ne jouent encore aucun rôle dans ce tronçon fluvial.

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

Les espèces macrophytiques supérieures ainsi que les mousses aquatiques sont très rares dans le Rhin alpin. La surface des pierres est colonisée par les diatomées, les cyanophycées et les chlorophycées.

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique:

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

En raison du courant rapide, du faible temps de séjour des eaux qui y est lié et de l'absence d'annexes alluviales, le Rhin alpin est exempt de phytoplancton.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

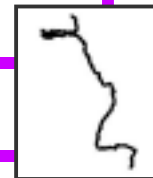
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades, sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis schroeteri*.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence:

**Données** LAUTERBORN (1916), TITTIZER & KREBS (1996)  
**bibliographiques:**

---



## AR 1.2: Type ramifié du Rhin alpin

**Tronçon:** De Felsberg à St. Margrethen/Lustenau (PK 8,9 – 80 du Rhin)

**Longueur du tronçon:** Env. 71 km

**Caractéristiques générales:** **Ecorégion:** écorégion 4 : Alpes

**Taille du bassin versant:**

**Géologie:** granites, divers gneiss, grès, calcaires et roches marneuses et argileuses mélangées à des schistes

**Différence de niveau et altitude:** 152 m : de 554 à 402 m

**Affluents sélectionnés:** Plessur (PK 9,8) Landquart (PK 23,4), Tamina (PK 28,9), Ill (PK 65), Frutz (PK 68,6)

**Photo:**



Jan Griffier (début du 18<sup>ème</sup> siècle): paysages rhénans idéaux

illustration: [www.fh-kolenz.de](http://www.fh-kolenz.de)

**Description morphologique succincte:**

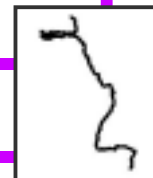
Ce tronçon fluvial est caractérisé par des segments ramifiés. Ces ramifications sont dues à un charriage important apporté par les affluents dans un cours à forte pente. Le débit se répartit donc uniformément sur plusieurs bras latéraux sans formation distincte d'un bras principal.

Les segments fluviaux au tracé sinueux et ramifié font osciller le cours du bras principal. Dès que le fleuve s'élargit, un à deux bras latéraux peu profonds se séparent du bras principal. Les affluents sont rares. Cette « oscillation » du bras principal donne naissance à des courbes étirées caractérisées par des rives concaves abruptes et des rives convexes plates.

Le substrat du lit, globalement très variable, est dominé par les graviers de granulométrie grossière à moyenne. Les sédiments fins se déposent dans les zones à courant faible, notamment dans les affluents et les bras morts. Les structures dominantes dans le lit fluvial sont les bancs et les îles de cailloux qui s'étendent sur de larges surfaces et sont le plus souvent exempts de végétation. D'autres éléments morphologiques, les niches d'érosion par ex., sont souvent dus aux obstructions occasionnées par des troncs d'arbres. Les larges courbes du bras principal favorisent une forte variabilité en profondeur et en largeur et une grande diversité morphologique.

Dans la zone alluviale, des affluents et des bras morts se constituent fréquemment sous l'effet des divagations du tracé et des court-circuitages. Les bras morts étendus sont rares. Dans l'ensemble, ce type fluvial est marqué par une dynamique élevée.





## AR 1.2: Type ramifié du Rhin alpin

- Fiche abiotique:**
- Largueur du fond de la vallée:** 3 à 4 km
  - Largueur de la plaine alluviale/du champ d'inondation:** jusqu'à 300 m (Mastrilser Aue)
  - Pente du fond de la vallée:** Ø 1 – 3 ‰
  - Style fluvial et coefficient de sinuosité:** cours ramifié et cours sinueux parsemés de ramifications
  - Largueur du lit mineur:** 100 m
  - Courant:**
  - Substrats du lit mineur:** dominance de cailloux grossiers à moyens
  - Régime de charriage:**
  - Erosion/accumulation:** l'accumulation domine à l'exception du tronçon le plus en amont; alternance locale d'érosion et d'accumulation sur le cours longitudinal.

**Photo générale:**



Rhin alpin  
Foto: www.wissen.swr.de

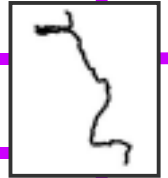
**Débit / hydrologie:**

**Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le Rhin alpin est exclusivement alimenté par des cours d'eau alpins. Les glaciers, dont l'extension est limitée par rapport à la taille du bassin versant, n'ont qu'un rôle subordonné. Le régime hydrologique glacio-alpin de ce tronçon est donc totalement dominé par les cours d'eau alpins qui débouchent dans son cours. Il se caractérise par des débits d'étiage en hiver et des débits de crue en été. En moyenne, le débit mesuré en amont de l'embouchure dans le lac de Constance est de 130 m<sup>3</sup>/s, avec un débit d'étiage de 30 à 50 m<sup>3</sup>/s en février et un débit de crue pouvant atteindre 2.250 m<sup>3</sup>/s en juin et juillet. Le rapport entre débit d'étiage et débit de crue est donc de 1 : 70.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue et d'étiage varient au cours de l'année. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## AR 1.2: Type ramifié du Rhin alpin

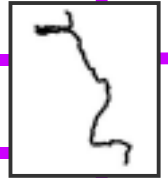
### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

L'éventail d'espèces du Rhin alpin est relativement pauvre, comparé à celui des autres tronçons du Rhin. Les espèces macrozoobenthiques dominantes sont celles appréciant les eaux à courant rapide et à taux d'oxygène élevé ainsi que les substrats pierreux. L'aire de répartition principale des espèces présentes est le rhithral ; les espèces « potamiques » n'apparaissent pas encore. Les espèces typiques de plécoptères sont *Perla grandis*, *Chloroperla tripunctata*, de même que les espèces du genre *Dictyopteryx* spec.. Parmi les éphéméroptères du Rhin alpin, on relève une série d'espèces spécifiques de la famille des heptagénidés, comme par ex. *Ecdyonurus venosus*, *Epeorus assimilis*, *Rhithrogena allobrogica*, *R. circumtarica* ou *R. landai*. Parmi les trichoptères typiques, on note la présence de *Rhyacophila dorsalis*, *R. torrentium*, *Glossosoma conformis*, *Philopotamus ludificatus*, *Brachycentrus montanus*, *Drusus biguttatus* ou *D. discolor*. Grâce à des propriétés d'adaptation typiques aux conditions morphologiques, la larve du diptère *Liponeura cinerascens minor* peut également se maintenir sur les surfaces pierreuses, même en situation de courant turbulent à violent.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rhitrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## AR 1.2: Type ramifié du Rhin alpin

### Caractérisation de la faune piscicole:

### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

A partir de la confluence des deux fleuves sourciers, le Rhin alpin est à classer dans le tronçon linéaire amont de la zone de transition entre métarhithral et hyporhithral. Dans le tronçon ramifié ou sinueux-ramifié qui s'étend sur une longueur de 60 à 70 km entre Felsberg/Chur et Diepoldsau, l'éventail historique des espèces est relativement uniforme et correspond à celui d'un milieu hyporhithral (zone à ombres). L'éventail des espèces s'élargit dans la zone d'embouchure du fleuve dans le lac de Constance, notamment avec une augmentation des cyprinidés, et se rapproche, jusqu'au lac de Constance, de la zone de transition truites/ombres. Ce tronçon du Rhin est caractérisé par un charriage permanent qui rend plus difficile la colonisation du milieu.

En raison de sa grande diversité aquatique et morphologique, ce type de tronçon offre des conditions de vie idéales à l'éventail quasi complet de la faune piscicole du Rhin alpin. Les espèces rhéophiles dominent dans le bras principal alors qu'on rencontre les juvéniles des espèces rhéophiles et les espèces de poissons de petite taille, sans dépendance hydromorphologique particulière, dans les bras latéraux et les zones de berges convexes. Les espèces ubiquistes et les espèces lentiques frayant dans les fonds herbeux colonisent les eaux périphériques à courant faible ou nul qui réintègrent l'hydrosystème global en situation de crue.

### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Les espèces macrophytiques supérieures ainsi que les mousses aquatiques sont très rares dans le Rhin alpin. La surface des pierres est colonisée par les diatomées, les cyanophycées et les chlorophycées.

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

En raison du courant rapide et du faible temps de séjour des eaux qui y est lié, le Rhin alpin est exempt de phytoplancton.

### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

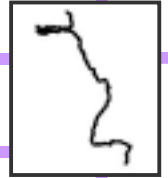
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis schroeteri*.

### Observations:

**Tronçons de  
cours d'eau de  
référence:**

**Données biblio-  
graphiques:** HELLER (1870), LAUTERBORN (1916), TITTIZER & KREBS (1996)

---



## AR 1.3: Type d'embouchure du Rhin alpin

**Tronçon:** De St. Margrethen/Lustenau à l'embouchure dans le lac de Constance (PK 80 à 93 du Rhin)

**Longueur du tronçon :** Env. 13 km

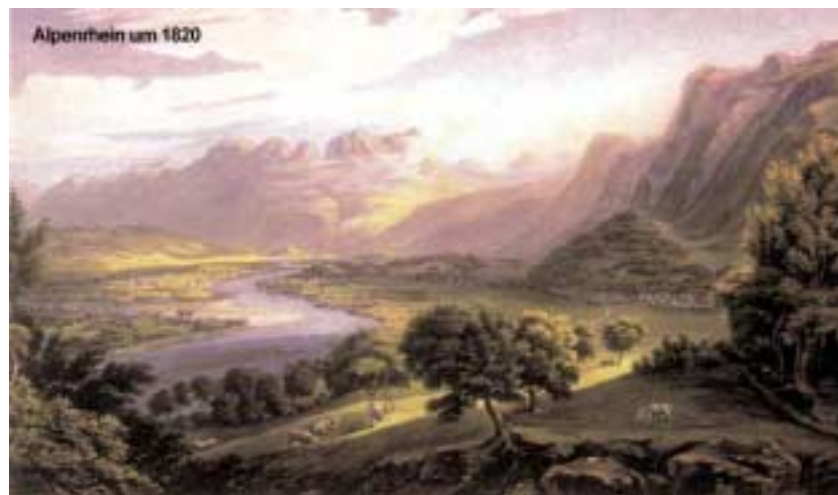
**Caractéristiques générales:** **Ecorégion:** écorégion 4 : Alpes  
**Taille du bassin versant:** 6.119 km<sup>2</sup>

**Géologie:** principalement des molasses dans la zone d'embouchure; granites, divers gneiss, grès, calcaires et roches marneuses et argileuses mélangées à des schistes

**Différence de niveau et altitude:**

**Affluents sélectionnés:** Pas d'affluents importants

**Photo:**



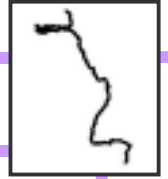
Le Rhin alpin vers 1820, photo: [www.fischerweb.ch](http://www.fischerweb.ch)

### Description morphologique succincte:

Dans ce type de tronçon fluvial, le débit se concentre sur un bras principal avec des courbes prononcées mais cependant sans formation de véritables boucles méandreuses. Malgré la concentration du débit sur un bras principal, le courant reste lent en raison de la faible dénivellation. Dans le tronçon rhénan alpin le plus en aval, on ne rencontre donc plus que des fractions caillouteuses fines (petits cailloux et sable). Les fractions plus grossières subsistent encore dans la ligne principale du courant et au niveau des gués. Les îles n'apparaissent plus que sporadiquement. La forte sinuosité du cours fait que les affouillements et berges concaves sont encore plus accentués qu'en amont.

La séparation des boucles méandreuses et des courbes sinueuses donne naissance à des bras morts étendus à différents stades de succession. Le milieu alluvial englobe de nombreux bras latéraux à différents stades d'atterrissement. La dynamique fluviale n'est élevée dans le lit que lors de crues importantes provoquant des débordements du lit et un déplacement de l'embouchure.

L'embouchure du Rhin alpin dans le lac de Constance à proprement parler est un débouché compact en forme d'entonnoir. Cette forme, imputable d'une part au chenal profond qui s'est constitué au cours des derniers siècles sous l'effet d'engouffrement des eaux fluviales froides dans les eaux plus chaudes du lac, provient également du fait que le charriage grossier, indispensable à la constitution d'un cône d'alluvionnement, n'est plus transporté jusqu'à la zone d'embouchure (comme par ex. dans la Bregenzerach). En raison de son débit élevé, le Rhin alpin a malgré tout suffisamment de force d'entraînement pour transporter sable et sédiments fins dans le lac de Constance.



## AR 1.3: Type d'embouchure du Rhin alpin

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:** 12 à 15 km
- Largeur de la plaine alluviale/du champ d'inondation:**
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,2 - 0,6 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** cours sinueux et embouchure en forme d'entonnoir dans le lac de Constance
- Largeur du lit mineur:** 120 – 450 m
- Courant:**
- Substrats du lit mineur:** fractions de cailloux fins (cailloux fins et sable)
- Régime de charriage:**
- Erosion/accumulation:**

**Photo générale:**



Embouchure du Rhin alpin dans le lac de Constance, photo: [www.alpenrhein.net](http://www.alpenrhein.net)

**Débit / hydrologie:**

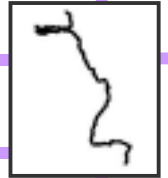
### **Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le Rhin alpin est exclusivement alimenté par des cours d'eau alpins. Les glaciers, dont l'extension est limitée par rapport à la taille du bassin versant, n'ont qu'un rôle subordonné. Le régime hydrologique glacio-alpin de ce tronçon est donc totalement dominé par les cours d'eau alpins qui débouchent dans son cours. Il se caractérise par des débits d'étiage en hiver et des débits de crue en été. En moyenne, le débit mesuré en amont de l'embouchure dans le lac de Constance est de 130 m<sup>3</sup>/s, avec un débit d'étiage de 30 à 50 m<sup>3</sup>/s en février et un débit de crue pouvant atteindre 2.250 m<sup>3</sup>/s en juin et juillet. Le rapport entre débit d'étiage et débit de crue est donc de 1 : 70.

### **Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue et d'étiage varient au cours de l'année. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.





## AR 1.3: Type d'embouchure du Rhin alpin

### Caractérisation de la faune piscicole:

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Sur la plus grande partie de son linéaire, le Rhin alpin est à classer dans l'hyporhithral (zone d'ombres). Son segment aval qui constitue la zone proche de l'embouchure dans le lac de Constance est dominé par l'influence du lac, ce qui se traduit par une potamalisation de la faune.

Du fait du croisement de deux espaces biotopiques, fluvial et lacustre, ce type de tronçon fluvial est très diversifié et donc riche en espèces et en populations. Ce tronçon proche de l'embouchure est une zone de frai très importante pour les espèces piscicoles du lac de Constance rhéophiles et frayant sur gravier. De nombreuses espèces piscicoles comme le lavaret (*Coregonus spec.*) ou la vandoise (*Leuciscus leuciscus*) migrent ainsi en bancs compacts du lac de Constance vers le Rhin à l'époque du frai. Pour la truite lacustre (*Salmo trutta lacustris*) en revanche, l'embouchure sert surtout à accéder aux frayères du cours amont et de ses affluents. Les espèces lenticules et les poissons indifférents au courant et frayant sur fond herbeux utilisent surtout la zone du delta proche de l'embouchure comme surface de frai.

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Les espèces macrophytiques supérieures ainsi que les mousses aquatiques sont très rares dans le Rhin alpin. La surfaces des pierres est colonisée par les diatomées, les cyanophycées et les chlorophycées.

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

En raison du courant rapide, du faible temps de séjour des eaux qui y est lié et de l'absence d'annexes fluviales, le Rhin alpin est exempt de phytoplancton.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis schroeteri*.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de



**référence:**

**Données bibliographiques:** HELLER (1870), LAUTERBORN (1916), TITTIZER & KREBS (1996)

---



## AR 1.4: Type de grand lac profond, calcaire et stratifié du Rhin alpin

**Caractéristiques générales:**

- Ecorégion:** écorégion 4 Alpes
- Altitude:** de 200 à 800 m
- Dimension :** > 100 km<sup>2</sup> (535 km<sup>2</sup>)
- Géologie:** calcaire et siliceux

**Photo:**



Photo du lac de Constance prise par satellite

**Description morphologique succincte :**

Ce type de lac calcaire et stratifié se distingue par une grande superficie et une grande profondeur d'eau. Le lac de Constance à part, seul le lac de Genève entre encore dans cette catégorie. La présente description portera donc surtout sur les caractéristiques individuelles de ce type lacustre pour le lac de Constance.

Le bassin du lac de Constance a été modelé au fil des ères glaciaires. Le lac se compose de deux parties, le lac supérieur, plus grand et plus profond (profondeur maximale de 253 m), et le lac inférieur plus plat (profondeur maximale de 40 m). Les deux affluents les plus importants sont le Rhin alpin et la Bregenzer Ach qui débouchent tous deux dans la partie est du lac supérieur. Environ 40% de la surface du bassin versant, qui s'étend sur une superficie de 11.500 km<sup>2</sup>, est à une altitude supérieure à 1800 m.

**Fiche abiotique :** **Hauteur moyenne de l'eau** > 15 m (lac supérieur 101 m, lac inférieur 13 m)

**Forme du lac :** allongé

**Temps de résidence :** env. 4,5 ans en théorie

**Caractéristiques de mixage :** monomictique

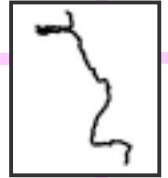
**Composition du substrat :** Lac supérieur: détritiques à granulométrie fine dans la zone centrale, sable dans les zones périphériques;  
lac inférieur : fractions fines à sablonneuses

**Fluctuations annuelles moyennes du niveau de l'eau :** env. 1,5 m

**Capacité de rétention:**

**Qualité de l'eau :** L'eau est légèrement basique. La visibilité peut atteindre 10 à 15 m pendant les mois d'hiver et 5 m pendant la stagnation estivale. Une stratification prolongée survient régulièrement pendant les mois d'été. Les concentrations de nutriments sont relativement basses (P 12 µg/l). La concentration moyenne pluriannuelle de calcium est de l'ordre de 1,2 mmol/l (48 mg/l).

**Débit / hydrologie:** Le lac de Constance a un volume de 48,4 km<sup>3</sup>. Les deux grands affluents, Rhin alpin et Bregenzer Ach, débouchent dans la partie est du lac supérieur et apportent au lac environ les trois quarts de son débit total entrant. Le débit sortant est à l'ouest.



## AR 1.4: Type de grand lac profond, calcaire et stratifié du Rhin alpin

### Caractérisation générale de la biocénose :

Les biocénoses du lac de Constance correspondent à celles du type de lacs subalpins profonds riches en nutriments. En raison de l'importance de la masse d'eau pélagique, le régime des substances du lac est principalement marqué par les biocénoses des eaux libres (plancton végétal et animal, poissons et micro-organismes hétérotrophes). Les zones riveraines et de bas-fond constituent un autre habitat lacustre précieux dans lequel peut se développer une biocénose riche en espèces végétales, animales et micro-organiques.

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique:

La colonisation macrozoobenthique littorale est très riche en espèces et dense en peuplements de larves d'insectes, d'acariens, de microcrustacés, d'oligochètes, de nématodes et de turbellariés. Leur distribution est localement très variable. Les communautés de consommateurs et de réducteurs benthiques vivant dans les zones profondes du lac dépendent de l'apport pélagique en énergie et en substances. Le fond du lac sert d'habitat permanent aux larves de chironomides, de chaoboridés et de mégaloptères, de même qu'aux petits bivalves du genre *Pisidium*, aux turbellariés, oligochètes et nématodes. La densité de peuplement dans la zone profonde est très irrégulière. Elle est plutôt faible dans le lac supérieur et nettement supérieure dans la zone profonde du lac inférieur, plus productif, et dans les zones d'embouchure des rivières, en raison de la meilleure offre en nourriture qu'on y trouve.

### Caractérisation de la faune piscicole:

Sur les 30 espèces piscicoles environ que l'on trouve dans le lac, cinq espèces vivent dans les eaux libres : le lavaret, le corégone *Coregonus macrophythalmus*, la truite de lac, la perche plus récemment, et l'omble chevalier *sp. profundus* dans les zones plus profondes. L'alimentation des lavarets est exclusivement zooplanctonique, alors que la perche, et plus encore la truite de lac, sont également piscivores à différents degrés. On trouve dans les zones profondes la lotte, que l'on rencontre au stade juvénile dans les zones de bas-fond, qui accueillent aussi de nombreux autres poissons juvéniles, notamment des poissons blancs, mais également des perches et des grémilles, ces derniers étant une espèce immigrée. La zone de bas-fond est l'habitat permanent de la loche franche et du chabot, tous deux poissons benthiques.

### Caractérisation de la biocénose macrophytique :

Les macrophytes se concentrent quasi exclusivement dans les zones peu profondes recouvertes en permanence par les eaux. Leur développement est limité en profondeur en raison de la pression hydrostatique d'une part et de la baisse de luminosité proportionnelle à la profondeur d'autre part. Les algues (ici surtout les characées), arrivent encore à s'étendre au-dessous de la limite de distribution des plantes vasculaires et jusqu'à une profondeur de plus de 15 m. Les potamots et characées sont dominants. On trouve également de grandes étendues de roseaux colonisant les nombreuses berges plates inondées en été.

### Caractérisation des biocénoses phytoplanctonique et phytobenthique :

#### Phytoplancton

Le plancton alguaire est dominé par les diatomées, les chrysophycées et les cryptomonades, parfois des dinophycées également, alors que les cyanophycées et les chlorophycées ne jouent qu'un rôle secondaire. A l'époque actuelle, les valeurs annuelles moyennes des biomasses algaires sont inférieures à 10 g /m<sup>2</sup> et celles des teneurs en chlorophylle sont inférieures à 3 µg/l.

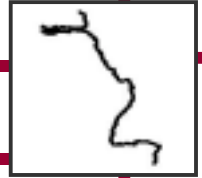
#### Phytobenthos

La colonisation alguaire du littoral connaît une évolution particulièrement marquée au fil d'une année. On note en hiver et au début du printemps une domination des communautés de diatomées, qui redeviennent insignifiantes en été et à l'automne, alors que se développent plus fortement les chlorophycées et les cyanophycées, entre autres les espèces *Cladophora* et *Oedogonium*.

### Observations :

**Exemple du type aquatique dans le bassin du Rhin :** Lac de Constance

---



## HR 2.1: Type 'sortie du lac' – Haut Rhin

<b>Tronçon:</b>	Du lac inférieur à Schaffhouse (PK 24 – 45 du Rhin)
<b>Longueur du tronçon :</b>	Env. 21 km
<b>Caractéristiques générales:</b>	<p><b>Ecorégion:</b> écorégion 9 : hautes terres centrales</p> <p><b>Dimension du bassin versant :</b></p> <p><b>Géologie:</b> Granits, gneiss et calcaires durs</p> <p><b>Différence de niveau et altitude:</b> 15 m de 395 à 380 m</p>
<b>Affluents sélectionnés:</b>	Pas de grands affluents

**Photo:**



Extrait de Johann Christoph Lochner: Carte du tracé du Rhin autour de 1690. Tiré de: Services cartographiques de la Staatsbibliothek zu Berlin Preußischer Kulturbesitz (1993)

<b>Description morphologique succincte:</b>	<p>Ce tronçon fluvial commence avec la sortie du lac de Constance et s'étend jusqu'aux chutes du Rhin de Schaffhouse. L'impact du lac de Constance domine le caractère hydrologique du Rhin. L'écoulement de ce tronçon fluvial est lent, la pente est relativement douce et le charriage est absent. Par manque d'affluents importants, le débit dépend intégralement du niveau des eaux du lac de Constance. Les turbidités de l'eau sont rares.</p>
---	--



## HR 2.1: Type 'sortie du lac' – Haut Rhin

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée :**
- Largeur de la plaine alluviale:**
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,33 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité :**
- Largeur du lit mineur:** 120 – 150 m
- Courant:** écoulement calme
- Substrats du lit mineur :**
- Régime de charriage:** charriage absent
- Erosion/Accumulation:**

**Photo générale:**



Lac inférieur à hauteur de Stein

Photo: [www.1800getryan.com](http://www.1800getryan.com)

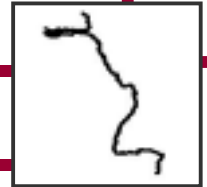
**Débit/hydrologie:** **Caractéristique hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le haut Rhin est caractérisé par un régime hydrologique nival et glaciaire prononcé. Le débit est cependant régulé par l'impact du lac de Constance: les crues sont atténuées et, même après des périodes de sécheresse prolongées, le haut Rhin est alimenté par les eaux du lac de Constance. Le rapport des débits de crue en été et des débits d'étiage en hiver est donc plus équilibré. Le rapport débits moyens de crue (MHQ) période hivernale/période estivale est de : MHQ hiver : MHQ été = 0,86 : 1,0.

Le tronçon fluvial HR 2.1 accuse un débit moyen de 330 m<sup>3</sup>/s, en période d'étiage le débit est de 80 m<sup>3</sup>/s et en période de crue de 1100 m<sup>3</sup>/s. De grands affluents faisant défaut, le débit de ce tronçon fluvial dépend entièrement du niveau des eaux du lac de Constance.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue moyens se décalent le long du Rhin. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## HR 2.1: Type 'sortie du lac' – Haut Rhin

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

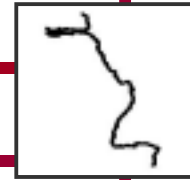
#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Les eaux claires, le débit régulier et la grande diversité morphologique et des habitats de ce tronçon fluvial sont notamment à l'origine d'une faune d'insectes très diversifiée et dense. Les éphéméroptères et plécoptères typiques sont par ex. *Baetis alpinus*, *Ecyonurus venosus*, *Epeorus assimilis*, les espèces du genre *Rhithrogena* spec. ainsi que *Leuctra armata* et *L. major*. Parmi les coléoptères, on relèvera *Elmis rietscheli* et *Esolus parallelepipedus*. L'ordre des trichoptères est représenté par de nombreuses espèces, entre autres par *Agapetus ochripes*, *Glossosoma conformis*, *Polycentropus irroratus*, *Rhyacophila* spec. et *Sericostoma personatum*.

En regard de la grande diversité des habitats, la biocénose macrozoobenthique du haut Rhin est très riche en espèces : elle est dominée par les espèces rhéophiles colonisant le substrat dur, notamment les pierres. On trouve également diverses espèces colonisant les nombreuses mousses aquatiques et/ou les dépôts sablonneux et graveleux des zones riveraines calmes ou des bras latéraux, par ex. la grande mouche de mai *Ephemera danica*. De nombreuses espèces se concentrent dans la zone hyporhithrale ou rithrale; on trouve cependant aussi des espèces potamiques ou épipotamiques moins exigeantes, présentes dans tous les tronçons du Rhin. La faune macrozoobenthique du haut Rhin se compose avant tout d'un grand nombre d'insectes aux populations denses (éphéméroptères, plécoptères et trichoptères ainsi qu'odonates). L'abondance des éphéméroptères *Potamanthus luteus* et *Rhithrogena diaphana*, des plécoptères *Capnia nigra*, *Chloroperla tripunctata*, *Dinocras cephalotes* et *Isoperla grammica* et des trichoptères *Agapetus fuscipes*, *Chimarra marginata*, *Glossosoma boltoni*, *Micrasema setiferum*, *Psychomyia pusilla*, *Oxyrthira flavicornis*, *Rhyacophila tristis* et *Silo piceus* est typique de ce tronçon du Rhin, tout comme la présence d'odonates comme *Enallagma cyathigerum* et *Ophiogomphus forcipatus*. Par ailleurs, on observe la présence régulière des odonates *Calopteryx splendens*, *C. virgo* et *Ischnura elegans*.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rithrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## HR 2.1: Type 'sortie du lac' – Haut Rhin

### Caractérisation de la faune piscicole:

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Ce tronçon fluvial fait partie de la région à ombres communs. Les espèces typiques de ce tronçon fluvial sont rhéophiles, comme l'ombre commun (*Thymallus thymallus*) et la truite (*Salmo trutta*). On trouve fréquemment dans ce tronçon fluvial des individus présents normalement dans le lac de Constance, par ex. la truite lacustre (*Salmo trutta lacustris*), le saumon de fontaine (*Salvelinus alpinus*), la corégone (*Coregonus spec.*).

L'espèce caractéristique du tronçon du haut Rhin est le blageon (*Telestes souffia*), absent des autres tronçons du Rhin (exception faite du Rhin supérieur méridional); cette espèce est très exigeante en termes de diversité de l'hydromorphologie, de courant rapide et de bonne qualité d'eau. Le hotu (*Chondrostoma nasus*) domine la faune piscicole rhéophile frayant sur le gravier. Les espèces tolérant le courant et celles privilégiant les eaux calmes ne jouent qu'un rôle très secondaire.

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

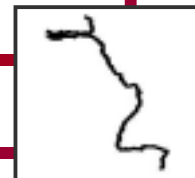
### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Le cours principal du haut Rhin est exempt de macrophytes. On ne trouve de végétation macrophytique étendue qu'en amont des chutes du Rhin. Les espèces les plus fréquentes sont le myriophille à épis (*Myriophyllum spicatum*), différentes potamogetonacées (*Potamogeton nodosus*, *P. lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*), la zannichellie palustre (*Zannichellia palustris*) ainsi que la pesse commune (*Hippuris vulgaris*).

La richesse en mousses aquatiques est caractéristique pour le haut Rhin dans son ensemble: les espèces ubiquistes telles que *Cinclidotus fontinaloides*, *C. aquaticus* et *C. riparius* sont très fréquentes et forment de denses tapis sur les surfaces pierreuses et rocheuses. Les rochers calcaires sont colonisés par des espèces rares, par ex. l'espèce indicatrice du haut Rhin *Fissidens grandifrons*, mais aussi par *F. arnoldi*, *F. crassipes*, *F. mildeanus*, *F. rufulus*, *Hyophila riparia*, *Trichostomum baurianum* et *Bryum gerwigi*. Ces espèces sont caractéristiques des eaux fraîches, claires et calcaires.





## HR 2.1: Type ,sortie du lac' – Haut Rhin

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Le phytoplancton de ce tronçon fluvial est dominé par les espèces présentes dans le lac de Constance, notamment par de nombreuses diatomées, dont *Cyclotella bodanica*, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis* et *Asterionella formosa*, différentes variétés de *Synedra acus*, quelques chrysophycées comme *Dinobryon sertularia* et *Sphaerocystis Schroeteri* ainsi que quelques cryptomonades.

Le tronçon du haut Rhin est caractérisé par l'absence de développement autonome de phytoplancton.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

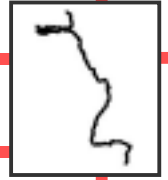
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis Schroeteri*.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence :

### Données bibliographiques:

OFEFP (2002), LAUTERBORN (1916), TITTIZER & KREBS (1996)



## HR 2.2: Type ,vallée étroite' – Haut Rhin

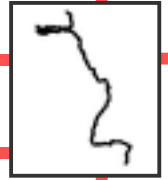
<b>Tronçon:</b>	De Schaffhouse à Bâle (PK 45 – 170 du Rhin)
<b>Longueur du tronçon :</b>	Env. 125 km
<b>Caractéristiques générales:</b>	<p><b>Ecorégion:</b> Ecorégion 9: hautes terres centrales</p> <p><b>Dimension du bassin versant:</b> Bâle 35.925 km<sup>2</sup></p> <p><b>Géologie:</b> Granits, gneiss et très nombreux calcaires durs</p> <p><b>Différence de niveau et altitude:</b> 130 m de 380 à 250 m</p>
<b>Affluents sélectionnés:</b>	Thur (PK 65 du Rhin), Töss (PK 70 du Rhin), Wutach (PK 100 du Rhin), Aare (PK 102 du Rhin), Birs (PK 166 du Rhin)

**Photo:**



Extrait de Johann Christoph Lochner: „Rheinlaufkarte“, vers 1690. Tiré de: Services cartographiques de la Staatsbibliothek zu Berlin Preußischer Kulturbesitz (1993)

<b>Description morphologique succincte:</b>	<p>En raison de l'étroitesse de la vallée fluviale, les eaux s'écoulent avec une grande rapidité. C'est dans ce tronçon du Rhin que la pente est la plus prononcée. Le fleuve, profond et encaissé, s'écoule dans une vallée en V étroite et traverse des terrasses caillouteuses glaciaires. Les roches et éboulis fixes dominent le substrat du lit, les graviers et les cailloux sont transportés vers l'aval. On ne trouve de zones sablonneuses et vaseuses stables qu'à petite échelle à proximité des rives ou dans les bras latéraux. A la confluence des affluents, l'apport en débit solide devient très important, ce qui permet ici et là la formation de bancs caillouteux et d'îles graveleuses en aval de ces débouchés.</p> <p>Il n'y a guère d'inondation en situation de crue. Le fond de la vallée étant étroit par nature, il n'existe pas de cours d'eau alluviaux naturels. On note comme éléments caractéristiques de ce tronçon l'apparition de chutes et de rapides, comme par ex. les chutes de Schaffhouse, hautes de 21 mètres et larges de 150 mètres, de canyons étroits, de barres rocheuses, de récifs calcaires et d'écueils, comme par ex. à Laufenbourg. Ce tronçon fluvial est caractérisé par des processus morphodynamiques prononcés.</p>
---	--



## HR 2.2: Type ,vallée étroite' – Haut Rhin

- Fiche abiotique:**
- Largeur du fond de la vallée :**
  - Largeur de la plaine alluviale:**
  - Pente du fond de la vallée:** Ø 1,3 ‰
  - Style fluvial et coefficient de sinuosité:** lit mineur sans diffluence avec formation de bras latéraux
  - Largeur du lit mineur:** jusqu'à 200 m (300 m au plus)
  - Courant:** Alternance de tronçons calmes et de tronçons rapides (Riffle-Pool), déferlement à Schaffhouse
  - Substrat du lit:** roches apparentes, pierres, gravier
  - Régime de charriage:** apport de matériaux grossiers dû à l'érosion latérale
  - Erosion/Accumulation:** érosion latérale

**Photo générale:**



Chutes du Rhin à Schaffhouse, photo: [www.kanufahrer.de](http://www.kanufahrer.de)

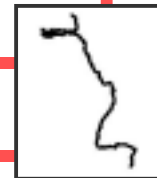
**Débit/hydrologie:** **Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le haut Rhin est caractérisé par un régime hydrologique nival et glaciaire prononcé. Le débit est fortement influencé par le lac de Constance: les crues sont atténuées et, même après des périodes de sécheresse prolongées, le haut Rhin est alimenté par les eaux du lac de Constance. Le rapport des débits de crue en été et des débits d'étiage en hiver est donc plus équilibré. Le rapport débits moyens de crue (MHQ) période hivernale/période estivale est de : MHQ hiver : MHQ été = 0,86 : 1,0.

L'apport de l'Aare, avec un débit moyen de 550 m<sup>3</sup>/s, fait augmenter le débit moyen du tronçon fluvial HR 2.2 qui passe à 890 m<sup>3</sup>/s. En période d'étiage, le débit est de 260 m<sup>3</sup>/s, en cas de crue de 4.950 m<sup>3</sup>/s.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue moyens se décalent le long du Rhin. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## HR 2.2: Type ,vallée étroite' – Haut Rhin

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

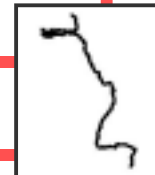
#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Les récifs et écueils calcaires de ce tronçon fluvial sont notamment colonisés par les espèces privilégiant le calcaire, par ex. les coléoptères aquatiques *Riolus cupreus* et *R. subviolaceus*, qui comme *Brychius elevatus* colonisent les spongiaires des pierres. On relève comme autres espèces typiques les éphéméroptères *Torleya major* et *Ecdyonurus picteti*, les punaises d'eau *Hydrometra stagnorum* et *Micronecta minutissima* ainsi que le trichoptère *Hydropsyche fulvipes*.

En regard de la grande diversité des habitats, la biocénose macrozoobenthique du haut Rhin est très riche en espèces : elle est dominée par les espèces rhéophiles colonisant le substrat dur, notamment les pierres. On trouve également diverses espèces colonisant les nombreuses mousses aquatiques et/ou les dépôts sablonneux et graveleux des zones riveraines calmes ou des bras latéraux, par ex. la grande mouche de mai *Ephemera danica*. De nombreuses espèces se concentrent dans la zone hyporhithrale ou rithrale; on trouve cependant aussi des espèces potamiques ou épipotamiques moins exigeantes, présentes dans tous les tronçons du Rhin. La faune macrozoobenthique du haut Rhin se compose avant tout d'un grand nombre d'insectes aux populations denses (éphéméroptères, plécoptères et trichoptères ainsi qu'odonates). L'abondance des éphéméroptères *Potamanthus luteus* et *Rhithrogena diaphana*, des plécoptères *Capnia nigra*, *Chloroperla tripunctata*, *Dinocras cephalotes* et *Isoperla grammatica* et des trichoptères *Agapetus fuscipes*, *Chimarra marginata*, *Glossosoma boltoni*, *Micrasema setiferum*, *Psychomyia pusilla*, *Oxyrthira flavicornis*, *Rhyacophila tristis* et *Silo piceus* est typique de ce tronçon du Rhin, tout comme la présence d'odonates comme *Enallagma cyathigerum* et *Ophiogomphus forcipatus*. Par ailleurs, on observe la présence régulière des odonates *Calopteryx splendens*, *C. virgo* et *Ischnura elegans*.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rithrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## HR 2.2: Type ,vallée étroite' – Haut Rhin

### Caractérisation de la faune piscicole:

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Ce tronçon fluvial est la zone de transition entre la région à ombres et la région à barbeaux. Les espèces les plus fréquentes sont les poissons rhéophiles frayant sur le gravier, tels que l'ombre commun (*Thymallus thymallus*) et le hotu (*Chondrostoma nasus*). On note également la présence du barbeau (*Barbus barbus*). Ce tronçon fluvial est l'aire de propagation située la plus en amont du Rhin pour les deux « poissons migrateurs » cyclostomes, la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) et la lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*).

L'espèce caractéristique du tronçon du haut Rhin est le blageon (*Telestes souffia*), absent des autres tronçons du Rhin (exception faite du Rhin supérieur méridional); cette espèce est très exigeante en termes de diversité de l'hydromorphologie, de courant rapide et de bonne qualité d'eau. Le hotu (*Chondrostoma nasus*) domine la faune piscicole rhéophile frayant sur le gravier. Les espèces tolérant le courant et celles privilégiant les eaux calmes, ne jouent qu'un rôle très secondaire.

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

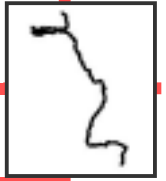
Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique :

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Le cours principal du haut Rhin est exempt de macrophytes.

La richesse en mousses aquatiques est caractéristique pour le haut Rhin dans son ensemble: les espèces ubiquistes telles que *Cinclidotus fontinaloides*, *C. aquaticus* et *C. riparius* sont très fréquentes et forment de denses tapis sur les surfaces pierreuses et rocheuses. Les rochers calcaires sont colonisés par des espèces rares, par ex. l'espèce indicatrice du haut Rhin *Fissidens grandifrons*, mais aussi par *F. arnoldi*, *F. crassipes*, *F. mildeanus*, *F. rufulus*, *Hyophila riparia*, *Trichostomum baurianum* et *Bryum gerwigi*. Ces espèces sont caractéristiques des eaux fraîches, claires et calcaires.



## HR 2.2: Type ,vallée étroite' – Haut Rhin

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

La végétation phytoplanctonique de ce tronçon fluvial est caractérisée par les espèces issues en majeure partie du lac de Constance et complétée en aval de l'embouchure de l'Aare par celles provenant du lac de Zurich, notamment par les diatomées *Oscillatoria rubescens*, *Tabellaria fenestrata* et *Melosira islandica*. Comme celles issues du lac de Constance, ces espèces font partie des espèces phytoplanctoniques indicatrices que l'on retrouve dans le Rhin dans son ensemble.

Le tronçon du haut Rhin est caractérisé par l'absence de développement autonome de phytoplancton.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

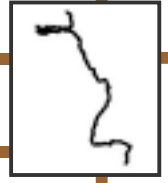
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis Schroeteri*.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence :

### Données bibliographiques:

OFEFP (2002), LAUTERBORN (1916), TITTIZER & KREBS (1996)



## OR 3.1: : type 'zone de ramification' du Rhin supérieur

<b>Tronçon:</b>	de Bâle à Strasbourg (PK 170 – 290 du Rhin)
<b>Longueur du tronçon:</b>	env. 120 km
<b>Caractéristiques générales:</b>	<p><b>Ecorégion:</b> écorégion 9: hautes terres centrales</p> <p><b>Taille du bassin versant:</b></p> <p><b>Géologie:</b></p> <p><b>Différence de niveau et altitude:</b> 110 m ; de 250 à 140 m</p>
<b>Affluents sélectionnés:</b>	Kander (PK 175 du Rhin), Ill (PK du Rhin), Elz (PK 265 du Rhin)

### Photo:



Vue de l' « Isteiner Klotz » sur le Rhin,  
Peter Birrman (vers 1840)  
Illustration: www.zum.de

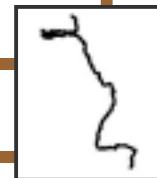
Rhin supérieur à Breisach - 1828 avant la correction  
Détail d'une illustration tirée de Reichelt (1983)

### Description morphologique succincte:

Ce tronçon fluvial du fossé du Rhin supérieur, qui s'étend de Bâle à Strasbourg, couvre la zone de ramification du Rhin. Dans une plaine de vallée très large, le lit se ramifie de manière très prononcée sous l'effet de l'affaiblissement de la pente et du charriage en présence (lit fluvial sauvage) et s'étend sur une bande de 1 à 2 km de large. Les substrats dominants sont les cailloux et graviers. Le lit est peu stable, excepté sur les seuils rocheux. La granulométrie du débit solide va en diminuant vers l'aval, passant de matériaux charriés de la taille d'une tête à hauteur de Bâle à des cailloux de la taille du poing à Strasbourg. Dans l'ensemble, le Rhin supérieur est caractérisé par un fort charriage.

Avec l'affaiblissement de la pente, on note une sédimentation des graviers et des cailloux, ce qui donne naissance à une multitude d'îles et de bancs de gravier caractéristiques de ce tronçon. On relève comme autres éléments caractéristiques les récifs calcaires, comme par ex. l' « Isteiner Klotz », et les affouillements profonds. On trouve dans la vallée alluviale de nombreux anciens bras et annexes hydrauliques, de même que des tourbières basses étendues.

Les nombreux giessen, affluents phréatiques drainant des eaux claires et pauvres en nutriments, sont typiques de ce milieu sur l'ensemble du Rhin supérieur. Ce tronçon fluvial se distingue par des processus morphodynamiques très prononcés. Le Rhin modifie son cours en permanence. Des îles disparaissent ou se constituent après chaque crue.



## OR 3.1: type 'zone de ramification' du Rhin supérieur

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:** 5.000 – 8.000 m (max. 12.000 m)
- Largeur de la plaine alluviale/du champ d'inondation:** 1 – 3.500 m (max. 8.000 m)
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,8 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** lit mineur fortement ramifié
- Largeur du lit mineur:** 1000 – 2000 m
- Courant:**
- Substrats du lit mineur:** cailloux et graviers; granulométrie décroissante vers l'aval
- Régime de charriage:**
- Erosion/accumulation:** principalement accumulation

**Photo générale:**



Seuils du Rhin à Istein  
Photo: [www.wissen.swr.de](http://www.wissen.swr.de)

**Débit / hydrologie:**

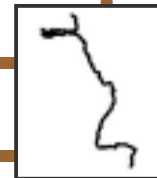
### **Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:**

Le tronçon fluvial OR 3.1 est encore caractérisé par un régime hydrologique à dominance glaciaire qui n'est pratiquement pas influencé par les débits annuels moyens de ses affluents, excepté celui de l'Aare. Les plus forts débits de crue surviennent en été (de juin à juillet). En moyenne, le débit moyen à hauteur de Bâle est de 1.013 m<sup>3</sup>/s, de 202 m<sup>3</sup>/s en période d'étiage et de 5.000 m<sup>3</sup>/s en période de crue extrême.

### **Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Ce régime dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts, et par là même les débits de crue moyens, se décalent sur le cours du Rhin. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour le semestre d'été et le semestre d'hiver s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.





## OR 3.1: type 'zone de ramification' du Rhin supérieur

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique:

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

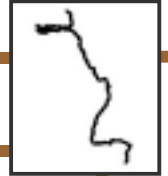
Comme la granulométrie du débit solide est encore plus grossière dans ce tronçon fluvial, on trouve encore de nombreuses espèces colonisant les pierres sur le lit caillouteux et graveleux, comme par ex. les éphéméroptères *Baetis liebenauae* et *Caenis macrura* ou les plécoptères *Glossosoma spec.* et *Hydropsyche incognita*.

Le Rhin supérieur est fortement colonisé en raison de la grande diversité des habitats. Les espèces typiques du lit graveleux, parfois instable, à courant modéré, sont par ex. le bivalve rhénan *Margaritifera auricularia* ou l'éphéméroptère *Electrogena lateralis*. Les espèces potamiques qui colonisent les secteurs à faible courant et les bras latéraux sont par ex. le trichoptère *Halesus radiatus*, *Limnephilus germanus*, *L. lunatus*, *Mystacides nigra* et *Setodes viridis*.

Les dépôts sablonneux et vaseux dans les zones riveraines calmes ou les bras secondaires et latéraux favorisent la présence de grands coquillages typiques tels que *Unio pictorum*, *U. tumidus*, *Anodonta anatina* ou *Pseudanodonta complanata elongata*.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rhitrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## OR 3.1: type 'zone de ramification' du Rhin supérieur

### Caractérisation de la faune piscicole:

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Tout comme le tronçon HR 2.2, ce tronçon fluvial est à classer dans la zone de transition région d'ombres/barbeaux. On passe donc d'un cours d'eau salmonicole à fort charriage à un cours d'eau plus sablonneux et vaseux, plus favorable aux cyprinidés. L'éventail des espèces correspond donc pour l'essentiel à celui du tronçon inférieur du haut Rhin. Cependant, les peuplements d'ombres (*Thymallus thymallus*) sont moins abondants.

Les poissons typiques du Rhin supérieur dans son ensemble sont le barbeau (*Barbus barbus*) et le hotu (*Chondrostoma nasus*). Les espèces tolérant le courant et celles frayant dans les herbes, qui privilégient les eaux calmes, sont favorisées par les nombreux bras latéraux et annexes hydrauliques. Outre le carassin (*Carassius carassius*) et le cyprin doré (*Carassius auratus*), le rotengle (*Scardinus erythrophthalmus*), la tanche (*Tinca tinca*), la brème (*Abramis bjoerkna*) et la bouvière (*Rhodeus amarus*), on note la présence de la loche d'étang (*Misgurnus fossilis*), espèce fréquente et caractéristique des vieux bras et des annexes hydrauliques. La loche de rivière (*Cobitis taenia*), caractéristique des zones riveraines sablonneuses et vaseuses, trouve de nombreux habitats appropriés dans ce tronçon du Rhin. Outre le saumon (*Salmo salar*), l'espèce migratrice la plus fréquente est la grande alose (*Alosa alosa*).

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

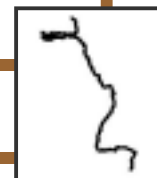
Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin le barbeau fluviatile (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

Le cours principal du Rhin supérieur est exempt de macrophytes. La rhodophycée *Hildenbrandia rivularis* est caractéristique du Rhin supérieur et des giessen. Diverses espèces de potamots (*Potamogeton nodosus*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*) et renonculacées (*Ranunculus fluitans*) ne se trouvent que dans les criques riveraines à faible courant. Les principales mousses aquatiques rencontrées sont *Fontinalis antipyretica*, *Cinclidotus riparius*, et plus rarement *C. fontinaloides*.



## OR 3.1: type 'zone de ramification' du Rhin supérieur

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique:

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

La composition phytoplanctonique du Rhin supérieur est similaire à celle du haut Rhin (HR 2.1 et HR 2.2). A partir de ce tronçon, un faible développement autonome du phytoplancton est possible en raison de temps de séjour prolongés. Cependant, le nombre d'individus reste limité dans l'ensemble. Avec les apports des grands affluents, le nombre d'espèces augmente dans le Rhin.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

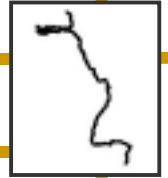
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis Schroeteri*.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence:

### Données bibliographiques:

LAUTERBORN (1917), TITTIZER & KREBS (1996)



## OR 3.2: Type méandreux du Rhin supérieur

<b>Tronçon:</b>	De Strasbourg à Bingen (PK 290 – 529 du Rhin)
<b>Longueur du tronçon :</b>	env. 169 km
<b>Caractéristiques générales :</b>	<p><b>Ecorégion:</b> écorégion 9 : hautes terres centrales</p> <p><b>Taille du bassin versant :</b></p> <p><b>Géologie:</b></p> <p><b>Différence de niveau et altitude:</b> 33 m de 100 à 77 m</p>
<b>Affluents sélectionnés:</b>	Kinzig (PK 298 du Rhin), Murg (PK 345 du Rhin), Neckar (PK 420 du Rhin), Main (PK 495 du Rhin)

**Photo:**



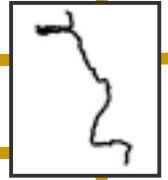
Carte hydrogéographique du Rhin entre Neuburg et Sondernheim  
Illustration: [www.zum.de](http://www.zum.de)

**Description morphologique succincte:**

Ce tronçon fluvial du fossé du Rhin supérieur couvre la zone méandreuse du Rhin entre Strasbourg et Bingen, le tronçon entre Plittersdorf/Lauterbourg et Neuburgweier (PK 290-340 du Rhin) étant une zone de transition avec disparition progressive des diffluences du lit du Rhin. L'écoulement est réduit en raison de la faible pente, ce qui donne naissance à un lit méandreux avec des bras latéraux et secondaires, caractéristique de ce tronçon. De grands méandres de 2 à 4 km ou de 5 à 7 km se forment dans une large plaine (alluviale) pouvant atteindre 10 m de profondeur dans la basse terrasse. Sur le tronçon du Rheingau de Mayence à Bingen, la zone alluviale n'est plus large que d'env. 1 km. Seuls de petits méandres peuvent se former. Il s'agit ici pour l'essentiel d'un tronçon linéaire avec de nombreux bancs de sable et îles. Les matériaux plus grossiers charriés depuis les Alpes n'atteignent plus ce tronçon. Les substrats dominants dans le lit sont le gravier et le sable. La granulométrie des matériaux diminue vers l'aval: à partir de Strasbourg, les matériaux charriés ont la taille du poing ; à partir de Mannheim, les plus petites fractions dominent.

Les percées naturelles de méandres donnent naissance à de vieux bras d'une longueur pouvant atteindre jusqu'à 15 km. On trouve donc dans la plaine alluviale un grand nombre de cours d'eau alluviaux plus ou moins étendus et colmatés, de même que de grandes tourbières basses et des forêts marécageuses dans les dépressions marginales. On relève comme éléments caractéristiques les berges convexes et concaves, les affouillements profonds, de très nombreuses îles et bancs de gravier ainsi que la formation de levées naturelles.

Ce tronçon fluvial est caractérisé par des processus morphodynamiques très prononcés. Le Rhin modifie son cours en permanence. Des îles disparaissent ou se constituent après chaque crue.



## OR 3.2: Type méandreux du Rhin supérieur

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée :**
- Largeur de la plaine alluviale:** de 3.000 à 9.000 m au plus
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,25 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** lit méandreux sans diffluence
- Largeur du lit mineur:**
- Courant:**
- Substrats du lit mineur:** gravier, sable
- Régime de charriage:**
- Erosion/Accumulation:** principalement érosion

**Photo générale:**



Cours d'eau alluvial du Rhin supérieur, photo : T. Ehlert

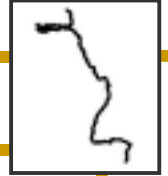
**Débit/hydrologie:**

**Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Dans le tronçon fluvial OR 3.2, le débit est de plus en plus caractérisé par un régime pluvial tout en restant conditionné par les débits annuels moyens du cours principal. L'apport du Neckar et du Main entraîne une hausse sensible du débit. Ces rivières prenant naissance dans les massifs moyens ont un débit d'étiage entre août et septembre et sont en crue au printemps à la fonte des neiges. Dans ce tronçon fluvial, le débit le plus important est donc encore observé en juin, mais la période d'étiage est décalée du mois de février vers les mois d'octobre à novembre. Le rapport débits moyens de crue (MHQ) période hivernale/période estivale est de : MHQ hiver : MHQ été = 1,1 : 1,0.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue et d'étiage varient au cours de l'année. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## OR 3.2: Type méandrique du Rhin supérieur

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin:

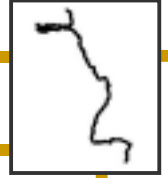
Ce tronçon fluvial est avant tout caractérisé par de nombreux cours d'eau alluviaux étendus à différents stades de succession. Les espèces typiques qui colonisent fréquemment ce tronçon du Rhin sont le grand coquillage *Anodonta cygnea*, le plécoptère *Leuctra geniculata* ainsi que les trichoptères *Ceraclea albimaculata* et *Oecetis lacustris*. Ces espèces privilégient les cours d'eau alluviaux et les annexes hydrauliques ainsi que les tronçons potamiques avec de nombreux cours d'eau alluviaux. Les matériaux grossiers (pierres) ne jouant qu'un rôle secondaire, les principales espèces colonisant le substrat dur sont celles que l'on trouve sur le bois mort, par ex. le trichoptère *Lype reducta*.

Le Rhin supérieur est fortement colonisé en raison de la grande diversité des habitats. Les espèces typiques du lit graveleux, parfois instable, à courant modéré, sont par ex. le bivalve rhénan *Margaritifera auricularia* ou l'éphéméroptère *Electrogena lateralis*. Les espèces potamiques qui colonisent les secteurs à faible courant et les bras latéraux sont par ex. le trichoptère *Halesus radiatus*, *Limnephilus germanus*, *L. lunatus*, *Mystacides nigra* et *Setodes viridis*.

Les dépôts sablonneux et vaseux dans les zones riveraines calmes ou les bras secondaires et latéraux favorisent la présence de grands coquillages typiques tels que *Unio pictorum*, *U. tumidus*, *Anodonta anatina* ou *Pseudanodonta complanata elongata*.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rhitales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## OR 3.2: Type méandrique du Rhin supérieur

### Caractérisation de la faune piscicole :

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Ce tronçon fluvial fait partie de la région à barbeaux. Le barbeau (*Barbus barbus*), espèce indicatrice ayant donné son nom à cette région, est fréquent. Ses peuplements sont abondants. Le blageon (*Telestes souffia*), exigeant en termes de qualité des eaux et de biotopes, n'est plus présent dans ce tronçon fluvial.

Les poissons typiques du Rhin supérieur dans son ensemble sont le barbeau (*Barbus barbus*) et le hotu (*Chondrostoma nasus*). Les espèces tolérant le courant et celles frayant dans les herbes, qui privilégient les eaux calmes, sont favorisées par les nombreux bras latéraux et annexes hydrauliques. Outre le carassin (*Carassius carassius*) et le cyprin doré (*Carassius auratus*), le rotengle (*Scardinus erythrophthalmus*), la tanche (*Tinca tinca*), la brème (*Abramis bjoerkna*) et la bouvière (*Rhodeus amarus*), on note la présence de la loche d'étang (*Misgurnus fossilis*), espèce fréquente et caractéristique des vieux bras et des annexes hydrauliques. Les frayères typiques du brochet (*Esox lucius*) se trouvent dans les annexes hydrauliques et vieux bras fortement végétalisés. La loche de rivière (*Cobitis taenia*), caractéristique des zones riveraines sablonneuses et vaseuses, trouve de nombreux habitats appropriés dans ce tronçon du Rhin. Outre le saumon (*Salmo salar*), l'espèce migratrice la plus fréquente est la grande alose (*Alosa alosa*).

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

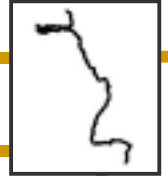
Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin le barbeau fluviatile (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

Le cours principal du Rhin supérieur est exempt de macrophytes. La rhodophycée *Hildenbrandia fluviatilis* est caractéristique du Rhin supérieur et des giessen. Diverses espèces de potamots (*Potamogeton nodosus*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*) et renonculacées (*Ranunculus fluitans*) ne se trouvent que dans les criques riveraines à faible courant. Les principales mousses aquatiques rencontrées sont *Fontinalis antipyretica*, *Cinclidotus riparius*, et plus rarement *C. fontinaloides*.



## OR 3.2: Type méandreuse du Rhin supérieur

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique:

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

La composition phytoplanctonique du Rhin supérieur est similaire à celle du haut Rhin (HR 2.1 et HR 2.2). A partir de ce tronçon, un faible développement autonome du phytoplancton est possible en raison de temps de séjour prolongés. Cependant, le nombre d'individus reste limité dans l'ensemble. Avec les apports des grands affluents, le nombre d'espèces augmente dans le Rhin.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis schroederi*.

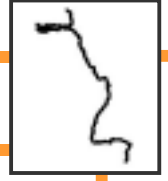
### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence :

### Données bibliographiques:

HLUG (2002), Lauterborn (1917)





## MR 4.1: Type ,vallée étroite' – Rhin moyen

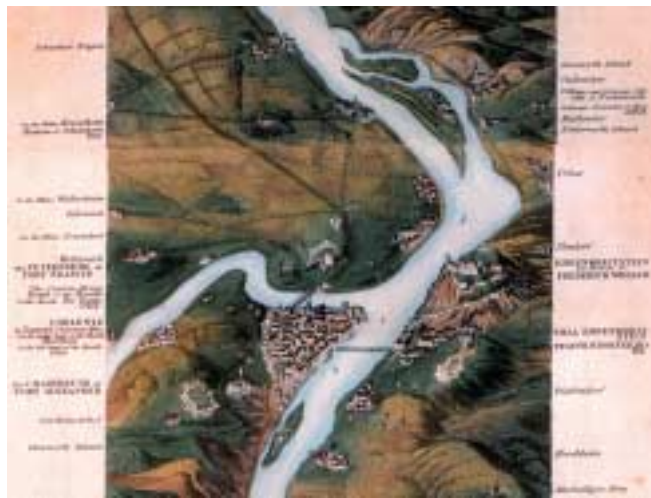
**Tronçon:** De Bingen à Bonn-Bad Honnef (PK 529 – 639 du Rhin)

**Longueur du tronçon :** Env. 110 km

**Caractéristiques générales:**  
**Ecorégion:** écorégion 9: hautes terres centrales  
**Dimension du bassin versant:** 140.756 km<sup>2</sup>  
**Géologie:** siliceux (schistes paléozoïques, quartzites, grauwacke)  
**Différence de niveau et altitude:** 25 m de 77 à 52 m

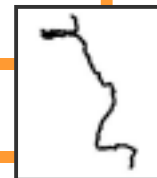
**Affluents sélectionnés:** Nahe (PK 529 du Rhin), Lahn (PK 585 du Rhin), Moselle (PK 595 du Rhin), Ahr (PK 625 du Rhin)

**Photo:**



Extrait de „Rheinpanorama von Neuwied bis Trechtingshausen“ vers 1840 de Friedrich W. Delkeskamp

**Description morphologique succincte:** Ce tronçon fluvial dans le massif schisteux rhénan traverse une vallée étroite bordée de berges rocheuses abruptes et parsemée de nombreux écueils, barres transversales rocheuses (par ex. le « Binger Loch ») et îles. Ce tronçon fluvial est marqué par un fort courant, des tourbillons et des rapides. Les zones calmes se limitent aux affouillements profonds – le plus profond du Rhin, d'une profondeur de 30 m, se trouve en aval du rocher de la Lorelei – et à des criques locales. Le lit est essentiellement constitué d'un fond rocheux. Les zones sablonneuses et limoneuses se limitent aux zones riveraines calmes et ne jouent qu'un rôle secondaire. En raison de l'étroitesse de la vallée, qui est pratiquement recouverte par les eaux du Rhin, les eaux alluviales sont absentes du paysage naturel. Dans le tronçon qui relie Bingen à Coblenze, les eaux s'écoulent dans une vallée percée apparentée à un canyon étroit. La vallée s'élargit uniquement à hauteur du bassin de Neuwied. Outre les berges escarpées, les formes caractéristiques sont les îles réparties régulièrement sur ce tronçon. Ces îles rocheuses étirées créent des divisions dans le tracé fluvial.



## MR 4.1: Type 'vallée étroite' – Rhin moyen

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:** 100 – 1.000 m (bassin de Neuwied)
- Largeur de la plaine alluviale:**
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,3 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité :**
- Largeur du lit mineur:** de 113 m (Lorelei) à 680 m (à hauteur de Lorch)
- Courant:**
- Substrats du lit mineur:** roche apparente, blocs
- Charriage:** régime de charriage limité; les matériaux alpins se limitent presque aux graviers, des matériaux plus grossiers sont apportés par les affluents
- Erosion/Accumulation:**

**Photo générale:**



Photos: Landesmedienzentrum Rheinland-Pfalz

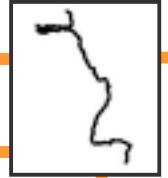
**Débit / hydrologie:**

### Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Le Rhin moyen est caractérisé par un régime hydrologique plutôt pluvial du fait de l'impact de ses affluents prenant naissance dans les hautes terres centrales. Les débits de crue sont certes encore observés pendant la période estivale (juin), mais la période d'étiage est décalée vers les mois de septembre à octobre, comme c'est le cas pour les rivières prenant naissance dans les hautes terres centrales. Le débit du Rhin augmente sensiblement en raison de l'apport de la Moselle : en amont de l'embouchure de la Moselle, le débit moyen MQ est de 1.520 m<sup>3</sup>/s (MNQ 940 m<sup>3</sup>/s, MHQ 3.070 m<sup>3</sup>/s) et en aval de l'embouchure de 1.790 m<sup>3</sup>/s (MNQ 1.120 m<sup>3</sup>/s, MHQ 5.550 m<sup>3</sup>/s).

### Caractérisation hydrologique typique du fleuve :

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue moyens se décalent le long du Rhin. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## MR 4.1: Type ,vallée étroite' – Rhin moyen

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

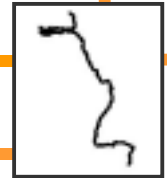
#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

La faune macrozoobenthique de ce tronçon fluvial est dominée par des espèces rhéophiles qui colonisent les pierres, parmi lesquelles on compte notamment les espèces sessiles, par ex. le bryzoaire *Cristatella mucedo*. Parmi les espèces colonisant les substrats durs et privilégiant en partie les forts courants, on relève par exemple les mollusques *Lithoglyphus naticoides* et *Theodoxus fluviatilis*, les plécoptères *Perla burmeisteriana* et *Leuctra geniculata* ainsi que les trichoptères *Hydropsyche guttata*, *Philopotamus ludificatus* et *Rhyacophila nubila*. Les espèces potamiques sténotopes caractéristiques de ce tronçon fluvial sont le grand coquillage *Pseudanodonta complanata elongata* et les plécoptères *Brachyptera braueri* et *Marthamea selysii* qui colonisent de préférence les dépôts sablonneux et vaseux, rapidement submergés et riches en oxygène, des zones riveraines. On compte parmi les autres espèces potamiques rhéophiles colonisant les zones vaseuses les bivalves *Sphaerium rivicola* et *S. solidum* ainsi que le plécoptère *Taeniopteryx nebulosa*.

L'espèce différentielle de ce tronçon du Rhin est l'éphéméroptère *Prosopistoma foliaceum*.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rhitales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Sphaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## MR 4.1: Type ,vallée étroite' – Rhin moyen

### Caractérisation de la faune piscicole :

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Ce tronçon fluvial fait partie de la région à barbeaux. Le barbeau (*Barbus barbus*), espèce indicatrice, est favorisé par les températures relativement élevées de l'eau. Une autre espèce fréquente et typique de ce tronçon fluvial est le hotu (*Chondrostoma nasus*), très fréquent ici. Les truites fario (*Salmo trutta fario*) et les ombres communs (*Thymallus thymallus*) ne sont plus naturellement présents dans ce tronçon du Rhin. Outre les espèces piscicoles migratrices, que l'on retrouve également dans le Rhin supérieur, on note ici la présence d'une autre espèce caractéristique, l'aloise feinte (*Alosa fallax*) vor.

#### Peuplements typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique :

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Le cours principal est le plus souvent exempt d'espèces macrophytiques supérieures. Les rochers et blocs sont souvent colonisés par des mousses aquatiques, par ex. *Fontinalis antipyretica*, *Cinclidotus fontinaloides*, *Mnium riparium*, *Ambystegium radicale*, *A. riparium*, *Fiscidens crassipes*, *Hygrohypnum palustre* et des rodophycées telles que *Batrachospermum gelatinosum* et *Hildenbrandia rivularis*. Dans les criques riveraines, on trouve différentes espèces de potamots (*Potamogeton nodosus*, *P. spec.*) ainsi que le cornifle (*Ceratophyllum demersum*), le myriophille verticillé (*Myriophyllum verticillatum*) et la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*). Sont également typiques de ce type de tronçon du Rhin le butome à ombelle (*Butomus umbellatus*) et la zanichellie des marais (*Zanichellia palustris*).

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique:

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

La composition phytoplanctonique du Rhin moyen est similaire à celle du Rhin supérieur. Viennent s'y ajouter quelques espèces issues du Main, notamment des cyanophycées et des chlorophycées, et des diatomées de la Moselle.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades, sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis schroeteri*.

### Observations:

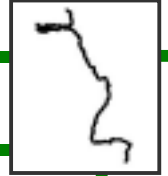
### Tronçons de

**cours d'eau de  
référence :**

**Données bi-  
bliographiques:**

LAUTERBORN (1918), TITTIZER & KREBS (1996)

---



## NR 5.1: Type 'massifs moyens' – Rhin inférieur

**Tronçon:** De Bonn-Bad Honnef à Leverkusen (débouché de la Wupper (PK 639 – 701 du Rhin))

**Longueur du tronçon :** Env. 62 km

**Caractéristiques générales:**  
**Ecorégion:** Ecorégion 14: plaines centrales  
**Dimension du bassin versant:** 144.454 km<sup>2</sup>  
**Géologie:** siliceux  
**Différence de niveau et altitude:** 15 m de 52 à 37 m

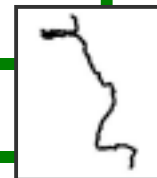
**Affluents sélectionnés:** Sieg (PK 665 du Rhin)

**Photo:**



Extrait du „Reliefpanorama des Rheins“

**Description morphologique succincte:** De par ses caractéristiques naturelles, le tronçon fluvial NR 5.1, qui va de Bad Honnef à Leverkusen (débouché de la Wupper) dans la zone de sortie du massif schisteux rhénan, doit certes être classé dans l'écorégion 14 « Plaines centrales ». Il reste cependant encore nettement influencé par les hautes terres. Le profil dominant du lit sans diffluence est linéaire ou légèrement sinueux avec un courant le plus souvent rapide. Le profil transversal est large et plat et bordé de berges irrégulières et parsemées de criques. Le lit est dominé par un substrat de gravier (de gros à moyen calibre) avec un pourcentage élevé de cailloux. Les atterrissements sablonneux et vaseux se limitent aux criques où le courant est ralenti. Ce tronçon fluvial n'a qu'un faible potentiel de divagation, le substrat présentant une grande résistance à l'érosion. Les eaux alluviales sont rares et les structures marquantes sont les bifurcations et les affouillements.



## NR 5.1: Type 'massifs moyens' – Rhin inférieur

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:** 490 – 1.500 m (au plus jusqu'à 3.000 m)
- Largeur de la plaine alluviale:** 200 – 1.000 m
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,81 ‰ (en amont du débouché de la Sieg Ø 0,13 ‰)
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** lit mineur sans diffluence, linéaire à faiblement sinueux
- Largeur du lit mineur :**
- Courant:** rapide, parfois turbulent
- Substrat du lit mineur:** dominance du gravier (de gros à moyen calibre), pourcentage relativement élevé de cailloux, dépôts sablonneux peu étendus
- Charriage:** Apport de matériaux grossiers issus des affluents caillouteux
- Erosion/Accumulation:** Accumulation de gravier grossier et de cailloux, transport de gravier moyen et fin et de sable

**Photo générale:**



Embouchure de la Sieg à hauteur de Bonn, photo: StUA Krefeld

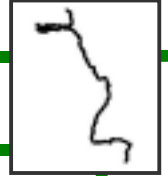
**Débit / hydrologie:**

**Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le régime hydrologique du Rhin inférieur est caractérisé par des crues d'hiver de janvier à mars et un débit d'étiage en été d'août à octobre. Le rapport débits moyens de crue (MHQ) période hivernale/période estivale est de : MHQ hiver : MHQ été = 1,7 : 1,0.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve :**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue et d'étiage varient au cours de l'année. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## NR 5.1: Type ,massifs moyens' – Rhin inférieur

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

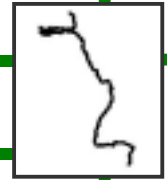
#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

La faune macrozoobenthique de ce tronçon fluvial est dominée par des espèces rhéophiles qui colonisent les pierres, parmi lesquelles on compte notamment les espèces sessiles, par ex. le bryzoaire *Cristatella mucedo*. Parmi les espèces colonisant les substrats durs et privilégiant en partie les forts courants, on relève par exemple les mollusques *Lithoglyphus naticoides* et *Theodoxus fluviatilis*, les plécoptères *Perla burmeisteriana* et *Leuctra geniculata* ainsi que les trichoptères *Hydropsyche guttata*, *Philopotamus ludificatus* et *Rhyacophila nubila*. Les espèces potamiques sténotopes caractéristiques de ce tronçon fluvial sont le grand coquillage *Pseudanodonta complanata elongata* et les plécoptères *Brachyptera braueri* et *Marthamea selysii* qui colonisent de préférence les dépôts sablonneux et vaseux rapidement submergés et riches en oxygène des zones riveraines. On compte parmi les autres espèces potamiques rhéophiles colonisant les zones vaseuses les bivalves *Sphaerium rivicola* et *S. solidum* ainsi que le plécoptère *Taeniopteryx nebulosa*.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rhithrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Sphaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.





## NR 5.1: Type 'massifs moyens' – Rhin inférieur

### Caractérisation de la faune piscicole :

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Ce tronçon fluvial fait partie de la région à barbeaux. Le barbeau (*Barbus barbus*), espèce indicatrice, est favorisé par les températures relativement élevées de l'eau. Une autre espèce fréquente et typique de ce tronçon fluvial est le hotu (*Chondrostoma nasus*), très fréquent ici. Les truites fario (*Salmo trutta fario*) et les ombres communs (*Thymallus thymallus*) ne sont plus naturellement présents dans ce tronçon du Rhin. Outre les espèces piscicoles migratrices, que l'on retrouve également dans le Rhin supérieur, on note ici la présence d'une autre espèce caractéristique, l'alose feinte (*Alosa fallax*).

#### Peuplements typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique :

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Le cours principal est le plus souvent exempt d'espèces macrophytiques supérieures. Les rochers et blocs sont souvent colonisés par des mousses aquatiques, par ex. *Fontinalis antipyretica*, *Cinclidotus fontinaloides*, *Mnium riparium*, *Ambystegium radicale*, *A. riparium*, *Fiscidens crassipes*, *Hygrohypnum palustre* et des rodophycées telles que *Batrachospermum gelatinosum* et *Hildenbrandia rivularis*. Dans les criques riveraines, on trouve différentes espèces de potamojets (*Potamogeton nodosus*, *P. spec.*) ainsi que le cornifle (*Ceratophyllum demersum*), le myriophille verticillé (*Myriophyllum verticillatum*) et la renoncule flottante (*Ranunculus fluitans*). Sont également typiques de ce type de tronçon du Rhin le butome à ombelle (*Butomus umbellatus*) et la zanichellie des marais (*Zannichellia palustris*).

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

La composition phytoplanctonique de ce tronçon fluvial est similaire à celle du tronçon MR 4.1. Viennent s'y ajouter quelques espèces du Main, notamment des cyanophycées et des chlorophycées, et des diatomées de la Moselle.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades, sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis Schroeteri*.

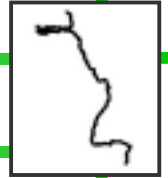
### Observations:

### Tronçons de

**cours d'eau de  
référence :**

**Données** LAUTERBORN (1918), LUA (en cours d'impression), TITTIZER & KREBS (1996)  
**bibliographiques:**

---



## NR 5.2: Type 'peu de bras latéraux' – Rhin inférieur

**Tronçon:** De Leverkusen à Duisburg (du débouché de la Wupper à celui de la Ruhr) (PK 701 – 775 du Rhin)

**Longueur du tronçon :** Env. 74 km

**Caractéristiques générales:**  
**Ecorégion:** Ecorégion 14: plaines centrales  
**Dimension du bassin versant:** 148.403 km<sup>2</sup>  
**Géologie:** siliceux  
**Différence de niveau et altitude:** 16 m de 37 à 21 m

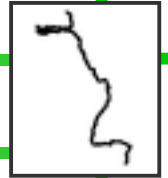
**Affluents sélectionnés:** Wupper (PK 704 du Rhin), Erft (PK 735 du Rhin)

**Photo:**



Extrait du relevé initial prusse (1/25.000ème), feuillets 4806 Neuss et 4807 Hilden

**Description morphologique succincte:** Le tronçon fluvial NR 5.2, qui s'étend de Leverkusen à Duisburg (du débouché de la Wupper au débouché de la Ruhr) marque le passage d'un fleuve de hautes terres à un fleuve de plaine. Ce tronçon est caractérisé par un cours sinueux à méandreux et pratiquement sans diffluence. Les bras latéraux sont rares. Le courant est principalement rapide bien que l'on trouve des passages d'écoulement lent dans les zones riveraines de bas-fond, à proximité des rives convexes et dans les bras latéraux. Dans la plaine alluviale élargie, on trouve des eaux alluviales à différents stades d'atterrissement. Le lit mineur est dominé par un substrat graveleux (gros à moyen calibre); les dépôts sédimentaires sableux et boueux se limitent aux zones riveraines et aux bras latéraux à courant ralenti. En milieu naturel, on trouve de grandes quantités de bois mort dans ce type de tronçon fluvial. Il s'agit le plus souvent de gros troncs ou d'arbres déracinés qui restent sur place même quand le courant est fort. Dans le cours principal comme dans les bras latéraux, les arbres déracinés provoquent une accumulation de petit bois mort et d'autres matériaux organiques. Le milieu est marqué par de nombreux bancs de gravier le long des berges ou au milieu du fleuve.



## NR 5.2: Type 'peu de bras latéraux' – Rhin inférieur

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:** 590 – 5.800 m
- Largeur de la plaine alluviale:** 150 – 3.700 m
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,29 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** lit pratiquement sans diffluence, sinueux à méandreux, formation rare de bras latéraux
- Largeur du lit mineur :**
- Courant:** rapide, parfois lent sur de petits tronçons
- Substrats du lit mineur:** dominance de gravier (moyen à gros calibre) et de sable, rôle subordonné des pierres
- Charriage:** Apport de matériaux grossiers issus des affluents caillouteux
- Erosion/Accumulation:** Accumulation de gravier (moyen à fin calibre), transport de sable

**Photo générale:**



Rhin à hauteur de Duisburg, photo: [www.shipmate.de](http://www.shipmate.de)

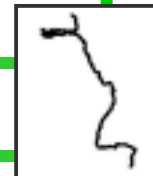
**Débit / hydrologie:**

**Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le régime hydrologique du Rhin inférieur est caractérisé par des crues d'hiver de janvier à mars et un débit d'étiage en été d'août à octobre. Le rapport débits moyens de crue (MHQ) période hivernale/période estivale est de : MHQ hiver : MHQ été = 1,7 : 1,0.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve :**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue moyens se décalent le long du Rhin. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## NR 5.2: Type 'peu de bras latéraux' – Rhin inférieur

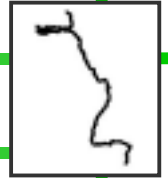
### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

La faune macrozoobenthique de ce tronçon fluvial est dominée par des espèces rhéophiles qui colonisent les pierres, parmi lesquelles on compte notamment les espèces sessiles, par ex. le bryzoaire *Cristatella mucedo*. Parmi les espèces colonisant les substrats durs et privilégiant en partie les forts courants, on relève par exemple les mollusques *Lithoglyphus naticoides* et *Theodoxus fluviatilis*, les plécoptères *Perla burmeisteriana* et *Leuctra geniculata* ainsi que les trichoptères *Hydropsyche guttata*, *Philopotamus ludificatus* et *Rhyacophila nubila*. Les espèces potamiques sténotopes caractéristiques de ce tronçon fluvial sont le grand coquillage *Pseudanodonta complanata elongata* et les plécoptères *Brachyptera braueri* et *Marthamea selysii* qui colonisent de préférence les dépôts sablonneux et vaseux rapidement submergés et riches en oxygène des zones riveraines. On compte parmi les autres espèces potamiques rhéophiles colonisant les zones vaseuses les bivalves *Sphaerium rivicola* et *S. solidum* ainsi que le plécoptère *Taeniopteryx nebulosa*.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques augmente par rapport à celui des espèces rhithrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Anacardium fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Sphaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## NR 5.2: Type 'peu de bras latéraux' – Rhin inférieur

### Caractérisation de la faune piscicole :

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Ce tronçon du Rhin est à classer comme région des brèmes (*Abramis brama*), ces poissons étant ici l'espèce indicatrice. On y rencontre surtout des espèces dont le développement est favorisé par un lit graveleux, les bancs de gravier plats et submergés constituant des frayères aptes à accueillir par ex. le chevaine (*Squalius cephalus*) et la vandoise (*Leuciscus leuciscus*). Dans les zones sablonneuses, on trouve surtout la loche de rivière (*Cobitis taenia*). Les espèces les plus fréquentes des bras principaux et latéraux à courant rapide sont l'ide mélanote (*Leuciscus idus*), la brème bordelière (*Abramis bjoerkna*), le hotu (*Chondrostoma nasus*) et l'ablette (*Alburnus alburnus*). Les nombreuses rivières latérales et annexes hydrauliques favorisent la présence d'espèces frayant sur les herbes dans les eaux calmes, comme par ex. la brème bordelière (*Abramis bjoerkna*). La carpe (*Cyprinus carpio*), le gardon (*Rutilus rutilus*), la bouvière (*Rhodeus amarus*) et la tanche (*Tinca tinca*) sont également caractéristiques des annexes hydrauliques et des bras morts. La loche d'étang (*Misgurnus fossilis*) est particulièrement bien adaptée aux conditions de vie extrêmes que présentent les annexes hydrauliques (par ex. baisse du taux d'oxygène en été). Le Rhin inférieur joue un rôle important pour les poissons migrateurs. Les plus fréquents sont le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*), suivis de la truite de mer (*Salmo trutta*) et de l'alose finte (*Alosa fallax*). Le houting (*Coregonus oxyrhynchus*) et le flet (*Platichthys flesus*), originaires du delta du Rhin, sont également deux espèces encore relativement fréquentes dans ce milieu.

#### Peuplements typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

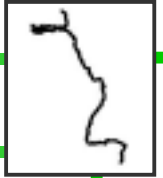
Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique :

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Les potamots *Potamogeton nodosus*, *P. pectinatus* et *P. perfoliatus* constituent à certains endroits des colonies flottantes. Dans la partie amont du Rhin inférieur, les mousses telles que *Fontinalis antipyretica* ou les algues telles que *Cladophora glomerata* colonisent les bancs de gravier. Parmi les diatomées, on trouve de nombreuses grandes espèces comme *Cymatopleura elliptica*, *C. solea* et *Campylodiscus hibernicus*. Aux endroits plus calmes des bas-fonds, la vase est colonisée par les diatomées, notamment des représentants des genres *Navicula*, *Synedra* et *Nitzschia*.



## NR 5.2: Type 'peu de bras latéraux' – Rhin inférieur

**Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :**

**Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

La composition phytoplanctonique de ce tronçon fluvial qui fait transition entre les hautes terres centrales et la plaine d'Allemagne du nord est similaire à celle des tronçons MR 4.1 et NR 5.1.

**Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:**

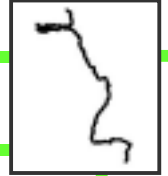
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis Schroeteri*.

**Observations:**

**Tronçons de cours d'eau de référence :**

**Données bibliographiques :**

LAUTERBORN (1918), LUA (2003), TITTIZER & KREBS (1996)



## NR 5.3: Type ,nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur

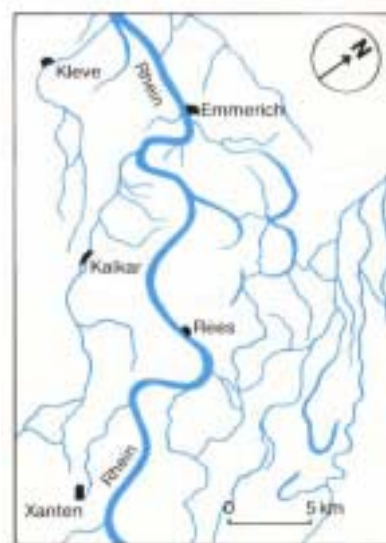
**Tronçon:** De Duisburg à Clèves-Bimmen (depuis le débouché de la Ruhr jusqu'à la division du cours en Waal et Nederrijn (PK 775 – 865 du Rhin))

**Longueur du tronçon :** Env. 90 km

**Caractéristiques générales:**  
**Ecorégion:** Ecorégion 14 : plaines centrales  
**Dimension du bassin versant:** 160.800 km<sup>2</sup>  
**Géologie:** siliceux  
**Différence de niveau et altitude:** 10 m de 21 m à 11 m

**Affluents sélectionnés:** Ruhr (PK 775 du Rhin), Emscher (PK 800 du Rhin), Lippe (PK 815 du Rhin)

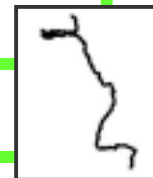
**Photo:**



Tronçon du Rhin inférieur avec de nombreuses annexes hydrauliques autour de 1670  
 Extrait de Reichelt (1983)

**Description morphologique succincte:** Ce tronçon fluvial, qui relie Duisburg et Clèves-Bimmen (du débouché de la Ruhr jusqu'à la division du cours en Waal d'une part et Nederrijn d'autre part), est l'illustration typique d'un fleuve de plaine. Dans une très large plaine alluviale, le Rhin progresse dans un cours méandreux en formant de larges boucles auxquelles se raccordent de nombreux bras latéraux. La pente est faible et les segments à écoulement lent dominant. De nombreux cours d'eau alluviaux sont présents à différents stades d'atterrissement. Le lit est dominé par un substrat de gravier et de sable. On trouve des champs sablonneux étendus le long des berges et sur le fond du fleuve. En milieu naturel, on trouve de grandes quantités de bois mort dans ce type de tronçon fluvial. Il s'agit principalement de gros troncs ou d'arbres déracinés qui restent sur place même quand le courant est fort. Dans le cours principal comme dans les bras latéraux, les arbres déracinés provoquent une accumulation de petit bois mort et d'autres matériaux organiques. En raison du fort potentiel de divagation, les percées naturelles de méandres et les étranglements d'anciens bras sont caractéristiques de ce tronçon du Rhin. Le substrat sablonneux est soumis à l'érosion latérale, le profil du cours d'eau, caractérisé par une largeur très variable, est très large et plat ; la profondeur moyenne du profil varie entre 3,75 et 4,15 m. Les berges irrégulières présentent des rives convexes et concaves prononcées ; les affouillements importants entraînent la formation de rives concaves abruptes et exemptes de végétation.





## NR 5.3: Type 'Nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:** 3.250 – 14.000 m
- Largeur de la plaine alluviale:**
- Pente du fond de la vallée:** Ø 0,7 – 0,18 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** lit mineur méandreux à diffluences, formation de nombreuses ramifications
- Largeur du lit mineur:**
- Courant:** lent
- Substrat du lit mineur:** Sable et gravier (principalement du gravier fin, parfois également gravier grossier), quelques pierres
- Charriage:** plus de transport de matériaux grossiers
- Erosion/Accumulation:** forte accumulation de gravier et de sable

**Photo générale:**



Rhin inférieur  
Photo: [www.wissen.swr.de](http://www.wissen.swr.de)

**Débit / hydrologie:**

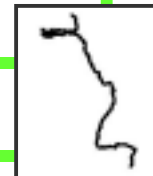
**Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le régime hydrologique du Rhin inférieur est caractérisé par des crues d'hiver de janvier à mars et un débit d'étiage en été d'août à octobre. Le rapport débits moyens de crue (MHQ) période hivernale/période estivale est de : MHQ hiver : MHQ été = 1,7 : 1,0.

Le tronçon fluvial NR 5.3 a, selon LAUTERBORN (1918), un débit moyen de MQ 2.260 m<sup>3</sup>/s, des débits d'étiage s'élevant à 800 m<sup>3</sup>/s et des débits de crue d'environ 12.600 m<sup>3</sup>/s.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue moyens se décalent le long du Rhin. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## NR 5.3: Type 'Nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur

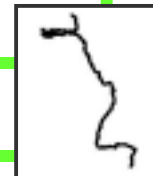
### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

La biocénose macrozoobenthique est moins riche en espèces rhéophiles que celle des fleuves à courant élevé. On y rencontre malgré tout plusieurs espèces dépendantes d'une bonne qualité des eaux et d'un apport suffisant en oxygène, comme les plécoptères *Leuctra braueri* et *Siphonoperla burmeisteri*. Les dépôts sablonneux et vaseux qui se forment sur le lit et sur les rives donnent naissance à des îles de sable et des bancs de vase. Les espèces du milieu sablonneux et vaseux dominant, comme l'oligochète *Aulodrilus plurisetus*, les mollusques *Pisidium nitidum*, *P. pseudosphaerium* et *Pseudanodonta complanata complanata* ou encore le chironomide *Demicryptochironomus vulneratus*. Cette biocénose diversifiée est complétée par des espèces vivant sur les substrats durs, tels que le trichoptère *Hydropsyche exocellata*, le chironomide *Orthocladus oblidens* ou le gastéropode de vase *Stagnicola palustris*. Dans les zones de dépôts boueux, les espèces ubiquistes, tels que les oligochètes, chironomides et coquillages (par ex. pisidiidae) sont plus fréquentes. Les espèces macrozoobenthiques caractéristiques des habitats pierreux sont rares et uniquement présentes sur les bancs de gravier. Il s'agit ici en majorité d'espèces ubiquistes peu exigeantes. On relève comme élément typique la formation de grands bancs de coquillages et la présence de larves caractéristiques des milieux boueux et sablonneux, comme par ex. les éphéméroptères *Ephemera vulgata*, *Ephoron virgo* et *Palingenia longicauda*, qui constituent des populations massives. Le trichoptère *Molanna angustata* est également caractéristique de ce milieu. L'odonate *Gomphus flavipes* est une autre espèce typique que l'on rencontre souvent.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques augmente par rapport à celui des espèces rhitales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatulus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## NR 5.3: Type 'Nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur

### Caractérisation de la faune piscicole :

### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

La faune piscicole de ce tronçon fluvial se distingue sensiblement de celle du tronçon NR2. En raison de la faible vitesse du courant, le cours principal du fleuve est un habitat approprié autant pour les espèces rhéophiles que pour les formes adultes des espèces eurytopes. Aux stades précoces de leur croissance, les espèces rhéophiles et eurytopes séjournent dans les rivières latérales sablonneuses à faible courant et dans les anciens bras court-circuités. On rencontre des espèces limnophiles dans les anciens bras raccordés où la végétation aquatique est en cours de développement.

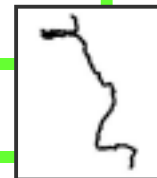
Ce tronçon du Rhin est à classer comme région des brèmes (*Abramis brama*), ces poissons étant ici l'espèce indicatrice. On y rencontre surtout des espèces dont le développement est favorisé par un lit sablonneux et vaseux et par la présence de macrophytes. Y dominent le gardon (*Rutilus rutilus*), la brème (*Abramis brama*) et la brème bordelière (*Abramis bjoerkna*). On compte parmi les autres espèces fréquentes l'ablette (*Alburnus alburnus*), le goujon (*Gobio gobio*), le chevaine (*Squalius cephalus*), l'ide mélanote (*Leuciscus idus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*) et l'anguille (*Anguilla anguilla*). Les nombreuses rivières latérales et annexes hydrauliques favorisent la présence d'espèces frayant sur les herbes dans les eaux calmes, comme par ex. la carpe (*Cyprinus carpio*), le carassin (*Carassius carassius*) et la tanche (*Tinca tinca*). La bouvière (*Rhodeus amarus*) et la loche d'étang (*Misgurnus fossilis*) sont également fréquentes et caractéristiques des annexes hydrauliques et des bras morts.

Par ailleurs, ce type fluvial est une zone de passage pour les espèces anadromes telles que le saumon (*Salmo salar*), espèce la plus fréquente, et la grande alose (*Alosa alosa*), auxquels on peut ajouter la truite de mer (*Salmo trutta*), l'alose finte (*Alosa fallax*) et le houting (*Coregonus oxyrhynchus*) dont les zones d'accouplement se trouvent dans le cours amont du fleuve ou dans les bras latéraux. Le houting (*Coregonus oxyrhynchus*) et le flet (*Platichthys flesus*), originaires du delta du Rhin, sont également deux espèces encore relativement fréquentes dans ce milieu.

### Peuplements typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.



## NR 5.3: Type ,Nombreux bras latéraux' – Rhin inférieur

### Caractérisation de la végétation macrophytique :

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Dans les segments à courant rapide, la végétation aquatique est éphémère et peu abondante. Dans les zones moins dynamiques, peu ou moyennement profondes, ou dans les bras sectionnés à une de leurs extrémités, on peut observer une forte reproduction de macrophytes avec dominance fréquente de plantes fixes à feuilles flottantes. On y trouve également une végétation de potamots et de plantes émergentes. Au pied des berges, on rencontre des formes végétales pionnières et des plantes marécageuses. Les potamots *Potamogeton nodosus*, *P. pectinatus* *P.* et *perfoliatus* constituent à certains endroits des colonies flottantes.

On note sur tous les substrats en présence des concentrations de diatomées benthiques telles que *Cymatopleura elliptica*, *C. solea*, *Campylodiscus hibernicus* et plus souvent encore *Suriella calcarata* (substrat solide, sable, vase). Aux endroits plus calmes des bas-fonds, la vase est colonisée par les diatomées, notamment des représentants des genres *Navicula*, *Synedra* et *Nitzschia*. Dans les zones à courant rapide, le sable et la boue sont trop peu stables pour permettre le bon développement de communautés spécifiques. Les espèces les plus abondantes sont ici les plus courantes.

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique:

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

La composition des communautés phytoplanctoniques de ce type de tronçon fluvial ne diffère pas de celle des autres tronçons du Rhin. Le faible courant, et par conséquent le temps de séjour plus long, sont propices au développement dynamique du plancton, ce qui se traduit par une hausse du nombre d'individus.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

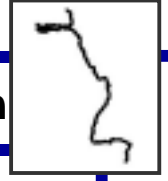
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis schroeteri*.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence :

### Données bibliographiques:

LAUTERBORN (1918), LUA (2003), TITTIZER & KREBS (1996)



## DR 6.1: Type 'nombreux bras latéraux' du delta du Rhin

<b>Tronçon:</b>	Waal : PK 865 - 938 Nederrijn : PK 865 - 945 IJssel : PK 865 - 995
<b>Longueur du tronçon :</b>	Waal : env. 73 km Nederrijn : env. 80 km IJssel : env. 130 km
<b>Caractéristiques générales:</b>	<b>Ecorégion:</b> écorégion 14 Plaines centrales <b>Taille du bassin versant:</b> > 200 km <sup>2</sup> <b>Géologie:</b> siliceux <b>Différence de niveau et altitude:</b>

**Affluents sélectionnés:**

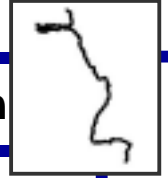
**Photo:**



Le Rhin et le Waal à hauteur de Schenkenschans en 1774  
Photo: [www.kun.nl](http://www.kun.nl)

**Description morphologique succincte:**

Comme le type NR 5.3 « type riche en bras latéraux du Rhin inférieur », ce tronçon fluvial du delta du Rhin est caractérisé par un cours méandreux et par la formation de nombreux bras latéraux. La pente est faible, les segments à courant lent dominant. On trouve des passages à courant plus rapide dans les courbes externes des méandres ainsi que dans les bras latéraux à section plus étroite. On trouve même des zones d'eaux calmes à certains endroits dans les bras latéraux ou les petites criques. Les cours d'eau alluviaux, à différents stades d'atterrissement, sont fréquents dans la plaine alluviale. Le lit est dominé par un substrat sablonneux. Dans les segments à écoulement lent à proximité des berges du cours principal et dans les bras latéraux, des dépôts vaseux ou de détritrus peuvent se former, alors que l'on trouve des dépôts graveleux dans les segments à courant plus rapide. On observe également des émergences de substrat solide quand le fleuve traverse des bancs de gravier ou de tourbe. En milieu naturel, on trouve de grandes quantités de bois mort dans ce type de tronçon fluvial à faible courant. Elles proviennent des forêts alluviales qui bordent les rives. Il s'agit uniquement de gros troncs ou d'arbres déracinés qui restent sur place même quand le courant est fort. Dans le cours principal comme dans les bras latéraux, les arbres déracinés constituent des digues auxquelles les matériaux dérivants restent accrochés.



## DR 6.1: Type 'nombreux bras latéraux' du delta du Rhin

**Fiche abiotique:**

- Largeur du fond de la vallée:**
- Largeur de la plaine alluviale/du champ d'inondation:**
- Pente du fond de la vallée:** < 1 m / km
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** méandreux avec de nombreux bras latéraux
- Largeur du lit mineur:** > 25m
- Courant:** < 50 cm /s, courant lent
- Substrats du lit mineur:** lit fluvial à dominance sablonneuse ; dépôts de boue et de détritiques dans les zones à courant lent, dépôts graveleux dans les segments à courant plus rapide
- Régime de charriage:**
- Erosion/accumulation:**

**Photo générale:**



Lek  
Photo: proto.thinkquest.nl

**Débit / hydrologie:**

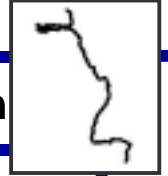
**Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le régime hydrologique du delta du Rhin est caractérisé par des crues d'hiver de janvier à mars et un débit d'étiage en été d'août à octobre. Le rapport débits moyens de crue (MHQ) entre période hivernale et période estivale est de MHQ hiver : MHQ été = 1,7 : 1,0.

Le débit se répartit sur les trois bras du delta du Rhin: la majeure partie, environ les  $\frac{2}{3}$ , s'écoulant dans le Waal,  $\frac{2}{9}$  dans le Lek et  $\frac{1}{9}$  dans l'IJssel.

**Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue et d'étiage varient au cours de l'année. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## DR 6.1: Type 'nombreux bras latéraux' du delta du Rhin

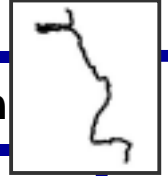
### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

La biocénose macrozoobenthique est moins riche en espèces rhéophiles que celle des fleuves à courant élevé. On y rencontre malgré tout plusieurs espèces dépendantes d'une bonne qualité des eaux et d'un apport suffisant en oxygène, comme les plécoptères *Leuctra braueri* et *Siphonoperla burmeisteri*. Les dépôts sablonneux et vaseux qui se forment sur le lit et sur les rives donnent naissance à des îles de sable et des bancs de vase. Les espèces du milieu sablonneux et vaseux dominant, comme l'oligochète *Aulodrilus plurisetus*, les mollusques *Pisidium nitidum*, *P. pseudosphaerium* et *Pseudanodonta complanata complanata* ou encore le chironomide *Demicryptochironomus vulneratus*. Cette biocénose diversifiée est complétée par des espèces vivant sur les substrats durs, tels que le trichoptère *Hydropsyche exocellata*, le chironomide *Orthocladus oblidens* ou le gastéropode de vase *Stagnicola palustris*. Dans les zones de dépôts boueux, les espèces ubiquistes, tels que les oligochètes, chironomides et coquillages (par ex. pisidiidae) sont plus fréquentes. Les espèces macrozoobenthiques caractéristiques des habitats pierreux sont rares et uniquement présentes sur les bancs de gravier. Il s'agit ici en majorité d'espèces ubiquistes peu exigeantes. On relève comme élément typique la formation de grands bancs de coquillages et la présence de larves caractéristiques des milieux vaseux et sablonneux, comme par ex. les éphéméroptères *Ephemera vulgata*, *Ephoron virgo* et *Palingenia longicauda*, qui constituent des populations massives. Le trichoptère *Molanna angustata* est également caractéristique de ce milieu. L'odonate *Gomphus flavipes* est une autre espèce typique que l'on rencontre souvent.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques augmente par rapport à celui des espèces rhitrals sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## DR 6.1: Type 'nombreux bras latéraux' du delta du Rhin

### Caractérisation de la faune piscicole:

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

En raison de la faible vitesse du courant, le cours principal du fleuve est un habitat approprié autant pour les espèces rhéophiles que pour les formes adultes des espèces eurytopes. Aux stades précoces de leur croissance, les espèces rhéophiles et eurytopes séjournent dans les rivières latérales sablonneuses à faible courant et dans les anciens bras court-circuités. On rencontre des espèces limnophiles dans les anciens bras raccordés où la végétation aquatique est en cours de développement.

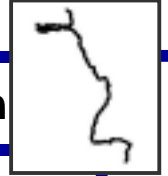
Ce tronçon du Rhin est à classer comme région des brèmes (*Abramis brama*), ces poissons étant ici l'espèce indicatrice. On y rencontre surtout des espèces dont le développement est favorisé par un lit sablonneux et vaseux et par la présence de macrophytes. Y dominent le gardon (*Rutilus rutilus*), la brème (*Abramis brama*) et la brème bordelière (*Abramis bjoerkna*). On compte parmi les autres espèces fréquentes l'ablette (*Alburnus alburnus*), le goujon (*Gobio gobio*), le chevaine (*Squalius cephalus*), l'ide mélanote (*Leuciscus idus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*) et l'anguille (*Anguilla anguilla*). Les nombreuses rivières latérales et annexes hydrauliques favorisent la présence d'espèces frayant sur les herbes dans les eaux calmes, comme par ex. la carpe (*Cyprinus carpio*), le carassin (*Carassius carassius*) et la tanche (*Tinca tinca*). La bouvière (*Rhodeus amarus*) et la loche d'étang (*Misgurnus fossilis*) sont également fréquentes et caractéristiques des annexes hydrauliques et des bras morts. Par ailleurs, ce type fluvial est une zone de passage pour les espèces anadromes telles que le saumon (*Salmo salar*), espèce la plus fréquente, et la grande alose (*Alosa alosa*), auxquels on peut ajouter la truite de mer (*Salmo trutta*), l'alose finte (*Alosa fallax*) et le houting (*Coregonus oxyrhynchus*) dont les zones d'accouplement se trouvent dans le cours amont du fleuve ou dans les bras latéraux. Le houting (*Coregonus oxyrhynchus*) et le flet (*Platichthys flesus*), originaires du delta du Rhin, sont également deux espèces souvent présentes dans ce milieu.

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.





## DR 6.1: Type 'nombreux bras latéraux' du delta du Rhin

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

Dans les segments à courant rapide, la végétation aquatique est éphémère et peu abondante. Dans les zones moins dynamiques, peu ou moyennement profondes, ou dans les bras sectionnés à une de leurs extrémités, on peut observer une forte reproduction de macrophytes avec dominance fréquente de plantes fixes à feuilles flottantes. On y trouve également une végétation de potamots et de plantes émergentes. Au pied des berges, on rencontre des formes végétales pionnières et des plantes marécageuses. Les potamots *Potamogeton nodosus*, *P. pectinatus* *P.* et *perfoliatus*, ainsi que les renonculacées (*Ranunculus aquatilis*, *R. circinatus* et le nénuphar jaune (*Nuphar lutea*) constituent à certains endroits des colonies flottantes.

On note sur tous les substrats en présence des concentrations de diatomées benthiques telles que *Cymatopleura elliptica*, *C. solea*, *Campylodiscus hibernicus* et plus souvent encore *Surirella calcarata* (substrat solide, sable, vase). Aux endroits plus calmes des bas-fonds, le limon est colonisé par les diatomées, notamment des représentants des genres *Navicula*, *Synedra* et *Nitzschia*. Dans les zones à courant rapide, le sable et la vase sont trop peu stables pour permettre le bon développement de communautés spécifiques. Les espèces les plus abondantes sont ici les plus courantes.

### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

#### Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :

La composition des communautés phytoplanctoniques de ce type de tronçon fluvial ne diffère pas de celle des autres tronçons du Rhin. Le faible courant, et par conséquent le temps de séjour plus long, sont propices au développement dynamique du plancton, ce qui se traduit par une hausse du nombre d'individus.

#### Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

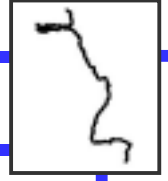
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis Schroeteri*.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence:

### Données bibliographiques:

TITTIZER & KREBS (1996)



## DR 6.2: Type 'eaux douces – marées' du delta du Rhin

<b>Tronçon:</b>	Waal : PK 938 – 1010 Nederrijn : PK 945 - 987
<b>Longueur du tronçon :</b>	Waal : env. 72 km Nederrijn : env. 42 km
<b>Caractéristiques générales:</b>	<b>Ecorégion:</b> écorégion 14 Plaines centrales <b>Taille du bassin versant:</b> > 200 km <sup>2</sup> <b>Géologie:</b> siliceux <b>Différence de niveau et altitude:</b>

**Affluents sélectionnés:**

**Photo:**



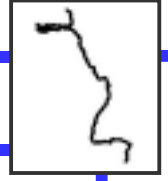
Légende:

- Land über N.N.
- Land unter N.N.
- Dünen

Zone d'embouchure du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut  
Détail d'une illustration de Reichelt (1983)

**Description morphologique succincte:**

Ce tronçon fluvial DR 6.2, marqué par l'influence des marées, est en amont de débouchés fluviaux, ceux du Lek et du Waal par ex. Les eaux douces du delta, sous l'influence des marées, ressentent certes l'impact de la mer, mais cet impact se limite cependant au marnage sans que l'eau marine salée ne pénètre dans le fleuve. Le marnage fait changer la direction du courant dans la zone d'eau douce influencée par les marées et le niveau d'eau accuse de fortes variations. Les processus d'érosion et de sédimentation sont caractéristiques de ce tronçon. Les atterrissements modifient en permanence le tracé des différents lits. Selon la vitesse du courant, le substrat dominant est soit du sable soit de la boue. Les éléments morphologiques marquants de ce tronçon fluvial sont les différents lits, les rigoles de marées et les levées naturelles. Là où le courant est lent, on note la formation de bancs de sable ou de vase ainsi que de prairies salées.



## DR 6.2: Type 'eaux douces – marées' du delta du Rhin

**Fiche abiotique :**

- Largeur du fond de la vallée:**
- Largeur de la plaine alluviale/du champ d'inondation:**
- Pente du fond de la vallée:** 1 ‰
- Style fluvial et coefficient de sinuosité:** tracé se modifiant en permanence
- Largeur du lit mineur:** > 25 m
- Courant:** < 50 cm / s ; dans les bras latéraux (> 1 m) jusqu'à 1,5 m/s
- Substrats du lit mineur:** dominance de sable ou de boue
- Régime de charriage:**
- Erosion/accumulation:**

**Photo générale:**



Photo: [www.worldkidmag.com](http://www.worldkidmag.com)

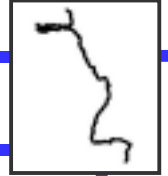
**Débit/  
hydrologie:**

### **Caractérisation hydrologique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**

Le débit est dominé par les marées. L'amplitude des marées, qui est d'environ 2 m, fait que la direction de l'écoulement change deux fois par jour dans la zone d'eau douce influencée par les marées. A marée haute, les eaux salées s'engouffrent dans l'ouverture deltaïque en forme d'entonnoir et remontent dans le fleuve. A marée basse, elles refluent vers la mer. Le niveau des eaux du Lek de Krimpen à Jaarsveld et celui du Waal jusqu'à Gorinchem accusent de fortes variations (d'au moins 30 cm). L'impact du marnage sur les eaux douces fluviales se manifeste surtout dans la zone d'argile lacustre, en particulier dans l' Ancienne Meuse (*Oude Maas*) et dans le Biesbosch, ainsi qu'en sortie de zone fluviale (par ex. dans le Lek). On observe même un impact des marées dans les bras secondaires ouverts sur le fleuve. Dans la zone d'eau douce influencée par les marées, les secteurs de bas-fond sont des périmètres inondés en permanence jusqu'à une profondeur d'env. 1 m en dessous du niveau d'étiage moyen. Dans les rigoles fluviales plus profondes (> 1 m), la vitesse du courant augmente et peut atteindre jusqu'à 1,5 m/s.

### **Caractérisation hydrologique typique du fleuve:**

Le régime hydrologique du Rhin est marqué conjointement par des influences glaciaires, nivales et pluviales. Il dépend en outre pour une part majeure de l'écoulement annuel moyen de ses affluents. Ces impacts et, par là même, les débits de crue et d'étiage varient au cours de l'année. Le rapport entre débits de crue et débits d'étiage pour la période hivernale et estivale s'inverse du Rhin alpin au Rhin inférieur.



## DR 6.2: Type 'eaux douces – marées' du delta du Rhin

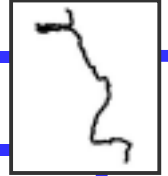
### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

#### Colonisation macrozoobenthique typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

Dans la zone influencée par les marées, la biocénose se compose d'espèces adaptées à l'impact du marnage. Elles sont accoutumées à l'assèchement provisoire, aux variations de courant et aux substrats instables. On compte parmi les représentants typiques de cette biocénose macrozoobenthique le mollusque *Mercuria confusa*. Les hirunidiées *Haemopsis sanguisuga* et *Trocheta bykowskii* ainsi que le chironomide *Lipiniella arenicola* sont localisés dans les zones asséchées. A l'opposé de la faune macrozoobenthique pauvre en espèces qui caractérise les eaux légèrement saumâtres ou saumâtres, une grande variété d'insectes et d'oligochètes peuple les zones d'eaux douces influencées par les marées. Celles-ci hébergent quelques-unes des espèces macrozoobenthiques les plus typiques, dépendantes (quasi intégralement) de ce milieu. La biocénose macrofaunistique du lit mineur des rigoles profondes n'est pas très riche en espèces. Selon les conditions de courant, on y trouve différents oligochètes (*Proppappus volki*) et larves de chironomides (*Kloosia pusilla*). Aux endroits de fort courant et de lit fluvial instable, les conditions sont peu propices à la colonisation. Là où le courant est plus faible, la diversité d'espèces augmente. On y rencontre, entre autres, des coquillages d'eau douce, par ex. des unionidés et des anodontes.

#### Colonisation macrozoobenthique typique du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur :

La colonisation macrozoobenthique du Rhin est très riche en raison de la grande diversité des biotopes et des habitats : sur l'ensemble du cours du Rhin, on compte plus de 500 taxons ; 70 % des espèces observées sont des insectes qui dominent ainsi la biocénose macrozoobenthique. Du haut Rhin au Rhin inférieur en passant par le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les espèces rhéophiles colonisant les pierres diminuent successivement, alors que celles colonisant la vase et le sable augmentent. De même, le pourcentage d'espèces potamiques baisse par rapport à celui des espèces rhitrales sur le cours du Rhin. Les espèces typiques des substrats durs rapidement submergés sont les mollusques *Ancylus fluviatilis*, les éphéméroptères *Baetis fuscatus*, *Heptagenia sulphurea* et *Oligoneuriella rhenana*, les plécoptères *Brachyptera trifasciata*, *Isogenus nubecula* et *Isoperla obscura* et les trichoptères *Ceraclea dissimilis*, *Cheumatopsyche lepida*, *Goera pillosa*, *Hydropsyche contubernalis*, *Hydropsyche exocellata* et *H. pellucidula*, *Psychomyia pusilla*, *Setodes punctatus* et *Tinodes waeneri*. Le grand coquillage *Unio crassus* colonise les zones graveleuses et pierreuseuses rapidement submergées, alors que *Unio tumidus* et *Valvata piscinalis* privilégient les zones sablonneuses et graveleuses plus calmes. Le bivalve *Spaerium corneum*, le mollusque *Bithynia tentaculata* et le trichoptère *Oecetis notata* sont également des espèces caractéristiques des zones à faible courant.



## DR 6.2: Type 'eaux douces – marées' du delta du Rhin

### Caractérisation de la faune piscicole:

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

La biocénose piscicole rassemble des espèces vivant dans les fleuves à courant lent, comme les espèces rhéophiles et les espèces eurytopes. Par ailleurs, on relève également la présence d'espèces potamotoques telles que le flet (*Platichthys flesus*), l'éperlan (*Osmerus eperlanus*) et l'alose finte (*Alosa fallax*) qui vivent dans la mer et/ou les estuaires. L'éperlan (*Osmerus eperlanus*) et l'alose finte (*Alosa fallax*) s'accouplent dans les eaux douces influencées par les marées; le flet (*Platichthys flesus*) quant à lui colonise ce milieu comme habitat de juvéniles. Les bancs de sable s'étendant dans la zone de marnage, où règne un courant suffisamment fort, sont de précieuses frayères pour l'alose finte. De plus, ce milieu fluvial sert de zone de passage aux espèces anadromes telles que le saumon (*Salmo salar*), la truite de mer (*Salmo trutta*), la grande alose (*Alosa alosa*) ou le houting (*Coregonus oxyrhynchus*), dont les frayères sont situées dans le cours supérieur du fleuve ou dans les bras latéraux.

#### Peuplements piscicoles typiques du fleuve depuis le haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:

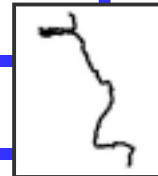
Parmi les cyprinidés, les espèces fréquentes et répandues dans tous les tronçons du Rhin sont le gardon (*Rutilus rutilus*), le chevaine (*Squalius cephalus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*), le spirilin (*Alburnoides bipunctatus*) et la carpe (*Cyprinus carpio*). Parallèlement, on compte dans l'inventaire des espèces de base des différents tronçons du Rhin la loche franche (*Barbatula barbatula*), le brochet (*Esox lucius*), la perche fluviatile (*Perca fluviatilis*), le chabot (*Cottus gobio*) et la lotte de rivière (*Lota lota*).

Le saumon (*Salmo salar*) et la grande alose (*Alosa alosa*) sont des espèces migratrices typiques très fréquentes et aux peuplements très abondants. L'anguille (*Anguilla anguilla*) est également une espèce piscicole migratrice typique de tous les tronçons du Rhin.

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Végétation macrophytique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial:

La zone influencée par les marées est caractérisée par une forte dynamique. En fonction de la hauteur et de la durée de submersion, on y trouve différents stades végétatifs. Les roseaux et les joncs, les mégaphorbiées humides et les forêts inondées s'y développent, ainsi que des espèces végétales dépendant (quasi totalement) de ce milieu d'eau douce influencé par les marées. Les fossés creusés par les marées, les rigoles et les cuvettes inondées peuvent accueillir par endroits une végétation dense de plantes aquatiques ou flottantes. La situation est analogue dans les zones d'eaux de faible profondeur, ouvertes et peu exposées. Les diatomées épipéliques sont très abondantes sur les bancs de sable, la vase et les prairies salées. Un élément typique de ce tronçon fluvial est l'assèchement provisoire de ces plantes par rapport aux taxons non sensibles. Des populations abondantes sont également observées dans les zones soumises à des submersions prolongées. Les plantes aquatiques durablement ou provisoirement submergées (par ex. les héliophytes) sont recouvertes d'espèces épiphytiques au-dessous de la ligne d'eau.



## DR 6.2: Type 'eaux douces – marées' du delta du Rhin

**Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :**

**Végétation phytoplanctonique typique du tronçon du Rhin / typique du tronçon fluvial :**  
A compléter.

**Végétation phytoplanctonique du haut Rhin jusqu'au Rhin inférieur:**

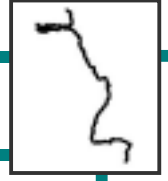
On compte parmi les représentants typiques de la végétation phytoplanctonique du Rhin les diatomées *Cyclotella bodanica* et autres formes centriques (*Cyclotella*), *Diatoma tenuis* (syn. *D. elongatum*), *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria ulna* var. *acus* (syn. *Synedra acus*), *Tabellaria fenestrata* et *Asterionella formosa*. Les chrysophycées (algues dorées), telles que *Dinobryon sertularia* et autres, de même que de nombreuses cryptomonades sont aussi fréquentes que les chlorophycées unicellulaires, comme par ex. *Sphaerocystis Schroeteri*.

**Observations:**

**Tronçons de cours d'eau de référence:**

**Données bibliographiques:**

TITTIZER & KREBS (1996)



## DR 6.3: Type de lac moyen, peu profond et tamponné du delta du Rhin

### Caractéristiques générales :

**Ecorégion:** écorégion 14 plaines centrales  
**Höhenlage:** < 200 m  
**Größe:** 0,5 - 100 km<sup>2</sup>  
**Geologie:** siliceux

### Photo :



Zwarte Meer  
 photo: natuur.flevoland.to

### Description morphologique succincte :

Entrent dans cette catégorie lacustre les eaux douces de dimension moyenne, peu profondes et calmes localisées dans les zones de marécages plats, de terres basses et fertiles conquises sur la mer, de dunes et de bras marins court-circuités. Le sol se compose de sable ou de tourbe. Il est compact et sans végétation dans la zone d'exposition aux vagues et recouvert d'une fine couche de matériau organique dans la zone protégée des vents. En raison de sa grande superficie, il est exposé au vent, ce qui explique pourquoi une partie de son rivage est caractérisée comme zone de battement des vagues. En raison de l'impact des vents soufflant principalement du sud-ouest, le rivage nord-est est soumis à l'érosion et à l'effritement, alors qu'un processus de sédimentation se développe principalement sur les rives situées à l'ouest et au sud-ouest. La zone de battement des vagues se caractérise par des mouvements d'eau importants. On trouve ces lacs peu profonds et de dimension moyenne principalement dans les régions de marécages plats où les rivières et lacs se sont formés sous l'effet d'effritement des surfaces utilisées pour faire sécher la tourbe ou de ruptures de digues (entre autres le Naardermeer). Il s'agit parfois d'anciens bras fluviaux court-circuités (Duiningerveer, Giethoornse Meer).

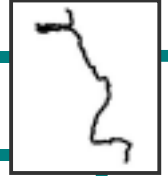
### Fiche abiotique :

**Hauteur moyenne de l'eau :** < 3 m  
**Forme du lac :**  
**Temps de résidence :**  
**Caractéristiques de mixage :**  
**Composition du substrat :**  
**Fluctuations annuelles moyennes du niveau de l'eau :**  
**Capacité de rétention :**

### Qualité de l'eau :

L'eau est neutre (à basique) et peu eutrophe à eutrophe. La richesse nutritive dépend fortement du sol et d'autres facteurs d'influence. L'oxygénation est satisfaisante. La visibilité dépend également de l'effet du vent.

### Débit / hydrologie:



### DR 6.3: Type de lac moyen, peu profond et tamponné du delta du Rhin

#### Caractérisation générale de la biocénose:

Les biocénoses sont adaptées au large éventail des habitats (zone de battement des vagues, zone protégée du vent, parties profondes et peu profondes). On trouve dans la zone de battement des vagues des espèces animales aquatiques appréciant l'oxygène et le courant. Les plantes submergées colonisent toute la surface des lacs peu profonds. A partir de la zone riveraine (protégée des vents), les espèces héliophytes se développent sur les atterrissements (à condition que le niveau d'eau soit plus bas en été qu'en hiver). On peut également avoir une subdivision zonale allant d'espèces émergentes à racines traçantes jusqu'à des plantes aquatiques s'enracinant plus profondément ou dérivantes ou encore submergées, notamment la renouée aquatique et les charophycées. La structure végétale locale détermine en majeure partie la faune piscicole et la macrofaune.

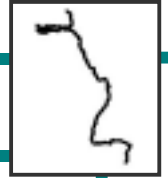
#### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique:

Les eaux peu profondes et endiguées renferment une riche biocénose où dominent les espèces aimant l'oxygène. Les espèces herbivores et les prédateurs sont très nombreux. On compte parmi les espèces caractéristiques les grands bivalves *Anadonta anatina* et *Unio pictorum*, l'escargot aquatique *Pisidium spp.*, les crustacés *Corophium lacustre* et *Gammarus pulex*, les chironomides *Cladotanytarsus spec.*, *Chironomus plumosus*, *Cryptochironomus spec.*, *Psectrocladius psilopterus* et *Stictochironomus spp.*, les mollusques *Bithynia tentaculata*, *Lithoglyphus naticoides* et *Valvata piscinalis*, le graphodère à deux lignes *Graphoderus bilineatus*, les hydracariens *Atractides ovalis*, *Forelia curvipalpis* et *Hygrobates trigonicus*. et les éphéméroptères du genre *Caenis*. Les odonates (entre autres *Coenagrion pulchellum* et l'espèce caractéristique *Gomphus pulchellus*), de même que le plésauridé *Dolomedes plantarius* sont localisés là où l'on trouve une végétation diverse et une bonne qualité de l'eau. En plus des espèces largement répandues, on rencontre également des espèces très rares comme le trichoptère *Anabolia brevipennis*.

#### Caractérisation de la faune piscicole:

Les peuplements piscicoles se composent principalement d'espèces limnophiles. Quand se forme (temporairement) un lien avec les eaux courantes, on note également la présence d'espèces rhéophiles. Les poissons eurytopes se concentrent surtout dans les zones éloignées des rives. Le pourcentage de plantes submergées et de plantes ripicoles dépend essentiellement des variations du niveau d'eau et déterminent à leur tour le pourcentage relatif des espèces eurytopes.





### DR 6.3: Type de lac moyen, peu profond et tamponné du delta du Rhin

#### Caractérisation de la biocénose macrophytique:

Dans ce type de masse d'eau, les plantes submergées jouent un rôle important. La renouée aquatique et les charophycées en particulier couvrent la quasi totalité du fond. Une large ceinture d'atterrissement recouverte d'hélophytes s'étend le long des rives où le ried est également bien implanté. Dans les zones lacustres peu profondes et protégées du vent, on note la présence de plantes flottantes, remplacées progressivement par des plantes submergées à mesure qu'augmente la profondeur d'eau.

#### Caractérisation des biocénoses phytoplanctoniques et phytobenthiques:

La biomasse planctonique maximale apparaît au printemps (avril) et donne lieu à des concentrations de chlorophylle a allant de 30 à 60 µg/l. La teneur moyenne en chlorophylle a va de 4 à 50 µg/l. Pendant le semestre estival, les diatomées, les chrysophycées, les cryptophycées, les chlorophycées et les cyanophycées cohabitent en fonction du niveau trophique, de la consommation algale du zooplancton et de la visibilité. Dans les cas de figure les plus eutrophes, on note une domination des diatomées au printemps (*Stephanodiscus binderanus*, *S. hantzschii*, *Cyclostephanos dubius*, *Diatoma tenuis*). En situation mésotrophe, on voit surtout apparaître les chrysophycées et les petites cryptophycées (*Dinobryon divergens*, *Synura spec.*, *Mallomonas spec.*) en combinaison avec la diatomée *Asterionella formosa*. La composition des espèces au cours des mois suivants dépend à la fois du niveau trophique, de la consommation zoobenthique et de la visibilité.

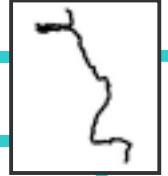
Parmi les diatomées, les indicateurs fiables de ce type de masse d'eau sont *Acanthoceras zachariasii*, *Aulacoseira subarctica*, *Cyclotella ocellata*, *C. radiosa*, *Fragilaria crotonensis*, *F. reicheltii* et *Rhizosolenia eriensis*; parmi les chlorophycées: *Ankyra ancora*, *Ankistrodesmus fusiformis*, *Closterium acutum*, *C. praelongum*, *C. subulatum*, *Nephrochlamys allantoidea*, *Nephrocytium agardianum*, *Pseudosphaerocystis lacustris*, *Staurastrum arcuatum*; parmi les cyanophycées: *Anabaena compacta*, *Chroococcus microscopicus*, *Coelosphaerium kuetzingianum* et parmi les chrysophycées: *Chrysamoeba sp.*, *Dinobryon divergens*, *Mallomonas spp.*, *Synura spp.*, *Uroglena spec.*

La communauté de diatomées épiphytiques peut être dominée par les espèces *Achnanthes minutissima* ou *Cocconeis placentula*. Dans des conditions moins riches en nutriments, elles cohabitent avec des espèces telles que *A. Pusilla*, *Anomoeoneis vitrea* et différents représentants mésotrophes des genres *Cymbella*, *Fragilaria* et *Gomphonema*.

#### Observations :

#### Exemple du type aquatique dans le bassin du Rhin:

Naardermeer, Schildmeer, Zuidlaardermeer en 1916



## DR 6.4: Type de grand lac profond et tamponné du delta du Rhin

**Caractéristiques générales:** **Ecorégion :** écorégion 14 : plaines centrales  
**Altitude:** < 200 m  
**Dimension:** > 100 km<sup>2</sup>  
**Géologie:** siliceux

**Photo:**



Photo de l'IJsselmeer prise par satellite avec ses polders  
 Photo: nl.wikipedia.org

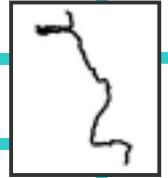
**Description morphologique succincte :** Grands lacs d'eau douce, profonds, calmes et régulés, par exemple l'IJsselmeer, un lac artificiel. Aux Pays-Bas, ces lacs sont nés de l'endiguement de bras marins. Les zones de bas-fond situées derrière les digues sont maintenues dans un état semi-naturel.

La profondeur de l'eau fait que l'impact des vagues reste faible. Le transport des matières en suspension est essentiellement subordonné à un processus de sédimentation, alors que l'érosion joue un rôle moindre. Il s'agit souvent de vestiges d'anciens bras fluviaux saumâtres ou de zones d'extraction de sable.

**Fiche abiotique:** **Hauteur moyenne de l'eau:** > 3 m  
**Forme du lac:** non étiré  
**Temps de résidence:**  
**Caractéristiques de mixage:**  
**Composition du substrat:** le lit est dominé par le sable et l'argile  
**Fluctuations annuelles moyennes du niveau de l'eau:**  
**Capacité de rétention:** pas d'indication

**Qualité de l'eau:** L'eau est neutre (à basique). La visibilité atteint plusieurs mètres. En été, on peut observer une stratification (prolongée). Les concentrations de nutriments sont relativement faibles.

**Débit / hydrologie:** Les systèmes se distinguent en raison de la part des différentes sources d'apport. L'apport des rivières de grande et de petite dimension, des eaux de pluie et des eaux souterraines joue un rôle important. Le compartimentage peut entraîner des décalages dans la composition actuelle de certaines parties des hydrosystèmes existants.



## DR 6.4: Grand lac profond et tamponné du delta du Rhin

### Caractérisation générale de la biocénose:

Les algues sont responsables de la production primaire. Il existe certes aussi des plantes aquatiques, mais leur densité n'est pas très élevée. Dans les zones de bas-fond, on note la présence de végétation d'atterrissement et de plantes aquatiques submergées. La biomasse et la diversité de la macrofaune sont élevées. Les lacs profonds comprennent un compartiment sombre délimité en été par une couche de transition à la suite de la stratification. Dans cette zone sombre et profonde, le taux d'oxygène et la température sont faibles et la biocénose rencontrée est différente et relativement pauvre en espèces. Le processus de production primaire est uniquement déterminé par le phytoplancton, alors que dans les zones de bas-fond, les plantes vasculaires jouent le rôle principal. La chaîne alimentaire commençant par le phytoplancton dans les lacs profonds, le développement de la biocénose zooplanctonique et des prédateurs correspondants est différent de celui que l'on observe dans les lacs peu profonds.

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

On note dans les zones plus profondes la présence d'espèces adaptées à un taux d'oxygène faible, comme les larves de moustiques *Chaoborus flavicans* et *Chironomus spec.*, les oligochètes *Aulodrilus pluriset* et *Pelosclex ferox* et l'hydracarien *Piona paucipora*. Dans la zone de battement des vagues, on trouve quelques espèces oxyphiles ou rhéophiles, telles que mollusques, moustiques et trichoptères.

### Caractérisation de la faune piscicole :

Au centre de ces lacs, la faune piscicole est dominée par des espèces euryètes. Cette zone est par ailleurs une zone de passage pour les espèces migratrices. Les zones de bas-fond (riveraines) avec leur végétation aquatique abritent une faune piscicole riche en espèces. Elles remplissent une fonction importante comme zones de grossissement des espèces euryètes et comme habitat des espèces limnophiles. Le littoral peu profond est longé d'une zone riveraine humide parsemée de grandes roselières et de joncs, de petits étangs, de bancs vaseux, de prairies humides et de forêts marécageuses. Lorsque le niveau des eaux augmente (notamment au printemps), cette zone se transforme en frayère et zone de grossissement des juvéniles.

### Caractérisation de la biocénose macrophytique :

Les plantes aquatiques submergées et les héliophytes se limitent aux zones de bas-fond des lacs. Parmi les phytocénoses typiques de ces eaux, on compte notamment les potamots, les algues candélabres et les roselières.

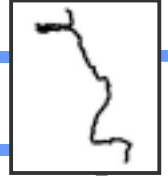
### Caractérisation des biocénoses phytoplanctonique et phytobenthique :

Le phytoplancton est soumis à une succession annuelle. Les diatomées sont avantagées et dominent au printemps et à l'automne et sont remplacées par les chlorophycées en été. Dans les lacs profonds présentant stratification et couche de transition, les algues mobiles telles que les flagellées forment un groupe important. Certaines cyanobactéries possèdent des vacuoles gazeuses qui leur permettent de migrer dans la colonne d'eau. Les cyanobactéries filamenteuses croissent le plus souvent sur la couche de transition et sont bien adaptées à une vie dans de mauvaises conditions de luminosité. On observe uniquement à la fin de l'été des cyanobactéries filamenteuses formant des tapis. Sont typiques de ces eaux les espèces suivantes : *Aulacoseira islandica* (diatomée), *Ceratium hirundinella* (dinophycées), *Sphaerocystis Schroeterii* (chlorophycée) und *Microcystis wesenbergii* (cyanobactérie). La teneur la plus élevée en chlorophylle a varie entre 15 et 25 µg/l. En été, la moyenne se situe entre 10 et 15 µg/l. La composition des diatomées benthiques est dominée par des espèces d'eau douce mésotrophes, eutrophes, circumneutres et alcaliphiles. Les espèces hypereutrophes ne sont pas très nombreuses. On n'observe guère de tapis d'algues.

### Observations:

### Exemple du type aquatique dans le bassin du Rhin :

IJsselmeer (NL)



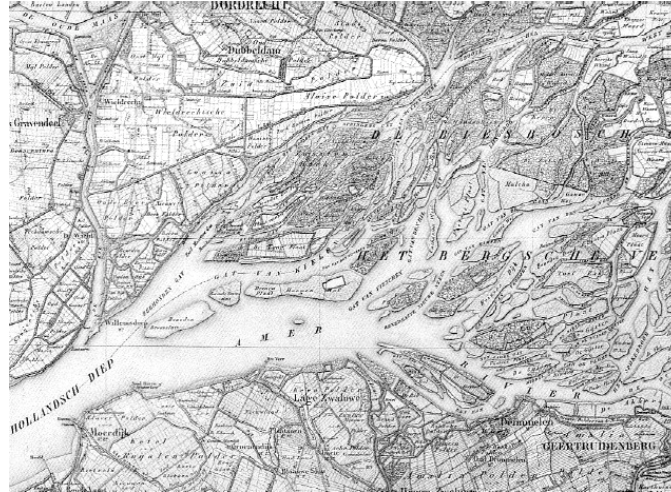
## DR 6.5: Type 'estuaire' du delta du Rhin

**Tronçon:** Waal – Nederrijn : PK 1010 – env. 1030

**Longueur du tronçon :** Waal – Nederrijn : env. 20 km

**Caractéristiques générales:**  
**Ecorégion:** mer du Nord  
**Degré de salinité :** variable  
**Profondeur:** eau peu profonde (0 - 15 m)  
**Amplitude de la marée:** 1 - 5 m

**Photo:**



Estuaire du Rhin vers 1700  
 Tiré de: Directoraat-  
 Generaal Rijkswaterstaat  
 (1999)

**Description morphologique succincte:**

Le tronçon fluvial DR 6.5 se rencontre aux endroits peu profonds où le fleuve quitte la zone influencée par les marées pour s'ouvrir sur la mer. Le lit est marqué par des substrats d'origine marine : le sable fin et la vase dominent avec des apports de marne sablonneuse et d'argile. Là où le courant est lent, on note la formation de bancs de sable, de vase ainsi que de prairies salées. En raison de la sédimentation, l'eau est très trouble dans ces zones. Les processus d'érosion et de sédimentation déterminent la morphologie du milieu et donnent naissance à des éléments caractéristiques tels que rigoles fluviales, fossés creusés par les marées et levées naturelles.

La rencontre du flux maritime d'eau salée charrié par les marées et du flux d'eau douce du fleuve donne naissance à un mélange complexe de ces deux types d'eau. En plus de l'impact des marées sur les variations du niveau des eaux, la salinité joue un rôle important. Elle varie selon l'évolution de la marée et les saisons.

**Fiche abiotique:**

**Profondeur:**

**Vitesse du courant:**

**Exposition aux vagues:**

**Temps de résidence:**

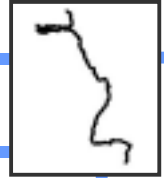
**Caractéristiques de mixage:**

**Substrats du lit mineur:** dominance de substrats d'origine marine: sable fin et vase, également marne sablonneuse et argile

**Forme :**

**Débit / hydrologie:**

Le principal processus observé dans l'estuaire est celui de l'interaction des marées et de l'affluence des eaux fluviales. Dans ce tronçon, l'amplitude des marées peut atteindre 1 à 5 m. La rencontre du flux maritime d'eau salée charrié par les marées et du flux d'eau douce du fleuve donne naissance à un mélange complexe de ces deux types d'eau. En plus de l'impact des marées sur les variations du niveau des eaux, la salinité joue un rôle important. Cette teneur varie selon l'évolution de la marée et selon les saisons.



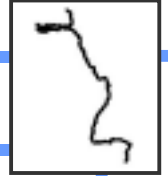
## DR 6.5: Type 'estuaire' du delta du Rhin

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

L'éventail d'espèces des estuaires correspond en partie à celui des eaux salées influencées par les marées ; cette remarque s'applique en particulier à l'embouchure ainsi qu'aux zones fortement saumâtres. Plus en amont, dans la zone légèrement à moyennement saumâtre, on trouve les espèces typiques des estuaires qui sont adaptées aux faibles teneurs en sel et à leurs variations prononcées. Les biocénoses macrozoobenthiques des eaux légèrement ou moyennement saumâtres (jusqu'à 10 g Cl/l) présentent cependant certaines disparités. Quelques espèces, comme le polychète *Nereis diversicolor* et le chironomide *Chironomus gr. aprillinus*, se rencontrent à la fois dans les eaux légèrement et dans les eaux moyennement saumâtres influencées par les marées. Sont également typiques de ce milieu le balane *Bathyporeia pilosa* et les mollusques *Alderia modesta* et *Limapontia depressa*. Les espèces vivant dans les eaux salées sont cependant de loin les plus fréquentes, car elles sont moins sensibles aux faibles teneurs en sel que ne le sont les espèces dulçaquicoles aux teneurs élevées en sel. On compte parmi les espèces les plus représentées la coque (*Cerastoderma edule*), le bivalve *Macoma balthica*, le lavignon (*Scrobicularia plana*), la mye commune (*Mya arenaria*), la néréis (*Nereis diversicolor*) ainsi que le corophium (*Corophium volutator*). Le macrozoobenthos du sol sablonneux dénudé est très pauvre en espèces dans les zones saumâtres peu profondes. Les bancs de boue asséchés hébergent une plus grande diversité d'espèces, dont le gammarus *Gammarus zaddachi*. On trouve dans les zones plus profondes les oligochètes *Amphichaeta leydigii*, *Amphichaeta sannio* et *Boccardia ligerica*. Les zones saumâtres marquées par l'impact des marées accueillent toute une série d'espèces que l'on ne rencontre pratiquement que dans ce milieu, comme par ex. *Cyathura carinata*, *Corophium multisetosum*, *Gammarus salinus*, *Leptocheirus pilosus* et *Streblospio shrubsolii*.

### Caractérisation de la faune piscicole:

Quelques espèces piscicoles (résidentes) peuvent accomplir tout leur cycle de vie dans un estuaire. Certaines espèces utilisent l'estuaire comme habitat de juvéniles. Pour d'autres, espèces catadromes comme anadromes, il est une zone de passage entre la mer et le fleuve et parfois habitat de juvéniles également. On rencontre en outre dans l'estuaire des habitants temporaires, par ex. des individus erratiques venant de la mer ou du fleuve. La faune piscicole est saisonnière et très dynamique, autant en termes de composition que d'abondance. Il est possible d'établir une subdivision grossière de la faune piscicole plus en amont dans le fleuve en se fondant sur la teneur saline. Cette classification en zones oligohaline, mésohaline et polyhaline peut présenter des disparités au niveau de la composition des espèces et de leur abondance.



## DR 6.5: Type 'estuaire' du delta du Rhin

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

Dans la zone riveraine, on trouve des biocénoses colonisant les terres basses salées conquises sur la mer. Leur présence est principalement déterminée par la combinaison de la hauteur de la vase ou du watt et des forces hydrodynamiques (surtout les zones plus calmes). En relation avec la salinité et les caractéristiques de submersion, la qualité de l'eau est d'une importance capitale. Les algues macroscopiques flottantes, notamment la laitue de mer (*Ulva lactuca*) et le thalle (*Enteromorpha spec.*) se rencontrent en grand nombre. De nombreuses espèces nécessitent un substrat dur au stade de croissance initial (« germination »), souvent sous forme de (bancs de) coquillages dont elles se détachent par la suite. La présence d'algues macroscopiques dépend de la qualité des eaux. Les paramètres déterminants sont ici la teneur en sel et en nutriments, la clarté de l'eau et les forces hydrodynamiques. Les algues macroscopiques fixes colonisent les talus des digues et les structures de consolidation des berges. Ici également, leur présence dépend de la qualité de l'eau et, en outre, du type de substrat. On trouve ici et là des zostères et plus précisément la zostère naine (*Zostera noltii*) et la zostère marine (*Zostera marina*).

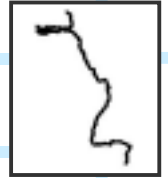
### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

Dans les eaux de transition (estuariers), les conditions de vie du phytoplancton sont extrêmes. L'eau est très riche en matières en suspension. Les espèces phytoplanctoniques et leur densité varient très fortement en fonction de la salinité. En raison de la turbidité de l'eau, l'efflorescence printanière des diatomées démarre assez tardivement dans la plupart des zones salines. Dans les zones saumâtres, elle se cantonne aux mois d'été. Les dinoflagellés et autres flagellés ne jouent qu'un rôle secondaire. L'espèce *Phaeocystis*, qui se développe en colonies, n'est plus observée que dans les zones profondes des eaux de transition après l'efflorescence printanière des diatomées. La zone la moins riche en espèces est celle des eaux saumâtres, alors que la diversité augmente à nouveau dans les zones marquées par les eaux douces. Les diatomées constituent le groupe phytoplanctonique dominant. On les rencontre non seulement en grand nombre et sous des formes très diversifiées mais également à toute époque de l'année. Les diatomées planctoniques peuplent surtout les eaux de transition profondes alors que les diatomées benthiques tourbillonnent dans les zones peu profondes. Dans les zones d'eaux de transition marquées par les eaux douces, les cyanophycées et chlorophycées dulçaquicoles sont dominantes la majeure partie de l'année. L'ampleur de la production primaire dépend fortement de la profondeur d'eau. Elle est élevée dans les zones plus profondes (et plus salées) et très faible dans les zones (saumâtres) peu profondes.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence:

### Données bibliographiques:



## DR 6.6: Type 'mer des Wadden' du delta du Rhin

### Caractéristiques générales:

**Ecorégion:** mer du Nord  
**Degré de salinité :** 10 – 17 g Cl/l  
**Profondeur:** eaux peu profondes  
**Amplitude de la marée :** 1 – 5 m

### Affluents sélectionnés:

### Photo:



Le delta du Rhin avant le début de l'endiguement de la mer des Wadden  
 Illustration tirée de: Reichelt (1983)

### Description morphologique succincte

Le tronçon fluvial DR 6.6 se rencontre là où l'influence des eaux fluviales s'affaiblit et où l'impact marin prend le dessus sur le cours d'eau. L'influence des marées est le facteur dominant dans la zone de marnage. Le lit est marqué par des substrats d'origine marine : le sable fin et la vase dominent avec des apports de marne sablonneuse et d'argile. Entre les rigoles asséchées et la pleine mer, la géomorphologie se modifie en permanence (notamment en hiver) à la suite de processus de sédimentation et d'érosion. Le mouvement des vagues ainsi que le courant jouent un rôle important dans ces processus. L'amplitude des marées varie en moyenne de plusieurs mètres. Entre delta et zones de marée de la mer du Nord sont parfois intercalées des îles entre lesquelles se sont constituées des rigoles marines profondes où l'eau afflue avec un fort courant dans le bassin d'influence des marées avant de le quitter à nouveau. Là où les courants des différents bassins d'influence des marées se rencontrent, on trouve des crêtes de watt. En raison de la faiblesse du courant, des dépôts de matériaux relativement fins se forment dans les endroits quelque peu surélevés.

### Fiche abiotique:

**Vitesse du courant :**

**Exposition aux vagues :**

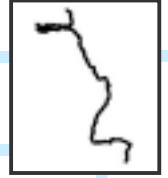
**Caractéristiques de mixage :**

**Turbidité :**

**Substrats :** variable ; caractérisé par des substrats d'origine marine : sable fin et vase, également argile et marne sablonneuse

### Débit / hydrologie :

Le principal processus observé dans l'estuaire est celui de l'impact des marées. L'amplitude des marées varie en moyenne de plusieurs mètres.



## DR 6.6: Type 'mer des Wadden' du delta du Rhin

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

Les rigoles asséchées et le milieu aquatique ouvert sont le cadre de vie de nombreuses espèces macrozoobenthiques (notamment les coquillages, les échinodermes, les crustacés et les polychètes), espèces marines pour la plupart. Les coquillages rencontrés plus fréquemment sont la nucule (*Nucula nitidosa*), la lunatie (*Lunatia alderi*), la cyprine (*Arctica islandica*), la spisule (*Spisula elliptica*) et la vénus (*Chamelea striatula*). On relève de grandes populations de macomes baltiques (*Macoma balthica*) et de doucerons triangulaires (*Spisula subtruncata*). On observe localement de grands bancs de coquillages, par ex. des bancs d'huitres s'étendant sur les fonds. On compte parmi les polychètes les plus typiques *Chaetozone setosa*, *Sthenelais limicola*, *Anaitides groenlandica*, *Chaetopterus variopedatus*, *Glycera rouxi*, *Goniada maculata*, *Harmothoe longisetis* et *Lumbrineris latreilli*. Les crustacés sont représentés par les espèces suivantes: *Bathyporeia elegans*, *B. guilliamsoniana*, *Megaluropus agilis*, *Pseudocuma longicornis*, *Callianassa subterranea*, *Hippomedon denticulatus*, *Harpinia antennaria* et *Urothoe brevicornis*. On trouve principalement des crevettes dans les fonds sablonneux. Parmi les échinodermes de ce milieu, on relève la présence de l'ophiure (*Amphiura filiformis*) et de la fève des mers (*Echinocyamus pusillus*). L'oursin des sables (*Echinocardium cordatum*) est très fréquent. La biomasse des animaux benthiques varie fortement et peut être très élevée (elle atteint son maximum aux endroits où débouchent des eaux fluviales riches en nutriments).

### Caractérisation de la faune piscicole :

#### Caractérisation de la faune piscicole typique du tronçon fluvial / typique du tronçon du Rhin :

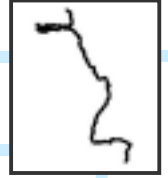
Certaines espèces piscicoles qui utilisent les fonds sablonneux comme habitats de juvéniles se déplacent vers les bancs de watt en période de crue pour rechercher de la nourriture. Le lançon équille (famille des Ammodytidae) est très fréquent.

### Caractérisation de la végétation macrophytique:

#### Stromabschnittstypische / Rheinabschnittstypische Makrophyten-Gesellschaft:

Les algues macroscopiques et les angiospermes sont pratiquement absentes des zones de grande profondeur en raison du fort courant et de la faible luminosité qui y règne. On rencontre ici et là des angiospermes sur les surfaces moyennement élevées de sable et de vase, notamment sous forme de zostères naines (*Zostera noltii*) et de zostères marines (*Zostera marina*). Les rigoles fluviales de la zone saumâtre sont pauvres en espèces. Aux endroits surélevés et protégés de la zone riveraine, on trouve des formes de végétation colonisant les terres basses salées conquises sur la mer. Leur présence est principalement déterminée par la combinaison de la hauteur de la vase ou du watt et des forces hydrodynamiques (surtout les zones plus calmes). En relation avec la salinité et les caractéristiques de submersion, la qualité de l'eau est d'une importance capitale. Les algues macroscopiques divaguantes, notamment la laitue de mer (*Ulva lactuca*) et le thalle (*Enteromorpha spec.*) se rencontrent en grand nombre. De nombreuses espèces nécessitent un substrat dur au stade de croissance initial (« germination »), souvent sous forme de (bancs de) coquillages dont ils se détachent par la suite. La présence d'algues macroscopiques dépend de la qualité des eaux. Les paramètres déterminants sont ici la teneur en sel et en nutriments, la clarté de l'eau et les forces hydrodynamiques. Les algues macroscopiques fixes colonisent les talus des digues et les structures de consolidation des berges. Ici également, leur présence dépend de la qualité de l'eau et, en outre, du type de substrat. Les communautés d'algues microscopiques regroupant diatomées, flagellés et cyanophycées sont très typiques de ce milieu.





## DR 6.6: Type 'mer des Wadden' du delta du Rhin

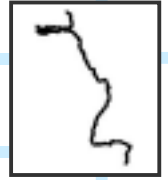
### Caractérisation de la végétation phytoplanctonique :

Les rigoles asséchées et le milieu aquatique ouvert sont le cadre de vie du phytoplancton ; on y trouve principalement des espèces marines. L'efflorescence planctonique printanière est dominée par les diatomées. Elle est suivie la plupart du temps par une efflorescence de colonies du flagellé *Phaeocystis*. On rencontre par ailleurs dans les zones d'estran plus profondes en été de nombreuses espèces de dinoflagellés. Ce groupe joue un rôle plutôt secondaire dans les zones d'estran peu profondes. Les diatomées constituent le groupe phytoplanctonique dominant. On les trouve non seulement en grand nombre et sous des formes très diversifiées mais également à toute époque de l'année. Les diatomées planctoniques peuplent surtout les zones d'estran profondes alors que de nombreuses diatomées benthiques tourbillonnent dans les zones peu profondes. Dans les zones d'estran peu profondes, les cyanophycées et chlorophycées dulçaquicoles constituent parfois une grande part du phytoplancton. La production primaire est plus élevée dans les zones profondes et claires des eaux influencées par les marées que dans les zones troubles peu profondes.

### Observations:

### Tronçons de cours d'eau de référence:

### Données bibliographiques:



## DR 6.7: Type de pleine mer du delta du Rhin

### Caractéristiques générales:

**Ecorégion:** mer du Nord

**Degré de salinité:** > 17 gCl/l

**Profondeur:** Eau peu ou moyennement profonde (20 – 63 m)

**Amplitude de la marée:** 1 – 5 m

### Photo:



Mer du Nord  
Photo: C. Feld

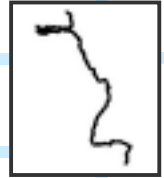
### Description morphologique succincte:

La ‚Randmeer‘ plate et très productive est considérée comme faisant partie de la pleine mer. Elle peut s’étendre sur toute la partie de la mer du Nord, exception faite de la zone moins salée, le long du littoral. Ce type d’eau côtière se compose presque intégralement de la pleine mer ainsi que de la zone côtière sablonneuse submergée tous les jours (et rejoint donc ligne de crue sur la ceinture de dunes). Le processus central dominant dans ce type est le courant de l’eau de mer. Le degré de salinité de l’eau de mer est en général de 17 g/Cl.

On peut subdiviser ce type en différents sous-types:

La **zone sablonneuse à forte dynamique** présente une profondeur entre 20 et 30 m (localement moins de 20 ou plus de 30 mètres). La vitesse d’écoulement élevée (jusqu’à 40 m/s) est due au courant de marée issue de la Manche et des eaux côtières anglaises. A l’est et au nord, les quantités de sédiments transportées sont relativement importantes. Le sol se compose de sable fin et grossier (très localement on trouve également de la vase ou de la tourbe). Le relief est caractérisé d’un côté par de grands bancs de sable stables, pouvant atteindre 10 mètres de haut (parfois plus encore), qui suivent plus ou moins le sens du courant des marées, de l’autre par des ondulations de sable, généralement moins hautes et moins stables, qui sont transversales au courant de la marée. Les masses d’eau sont le plus souvent mélangées verticalement.

La **zone frontale** est due à un processus particulier. La rencontre des masses d’eau venant du sud et des eaux centrales de la mer du Nord sur la plaque continentale néerlandaise donne lieu à la formation d’un front. En été notamment (lorsque l’impact du vent est moins fort), une pente se forme à faible distance. La vitesse d’écoulement baissant soudainement, on observe dans la zone sablonneuse à forte dynamique au nord, là où on atteint plus de 30 m de profondeur, une sédimentation de matériau organique peu stable. Le sol se compose principalement de vase, puis de sable fin. En été, on peut observer une stratification.



## DR 6.7: Type de pleine mer du delta du Rhin

**Suite de la description morphologique succincte:** La **zone vaseuse** est relativement profonde (30 à 50 m, très localement jusqu'à 63 m). La vitesse d'écoulement est faible (15 à 20 cm/s) et le sol se compose, à part le sable fin, essentiellement de vase (notamment dans la partie centrale). En été, l'eau est toujours stratifiée.

La **zone graveleuse** présente un sol particulier. Ici, la mer atteint une profondeur de 30 à 50 m et le relief est très diversifié sur une courte distance. Le sol se compose de glaise avec de nombreux graviers à l'intérieur d'une zone de sable grossier. C'est dans cette zone que l'on trouve le seul substrat dur en plein mer. En été, l'eau est toujours stratifiée.

La **zone sablonneuse à faible dynamique** est une partie relativement plate qui ne se trouve pas à proximité du littoral. La partie centrale atteint une profondeur de moins de 20 m. Elle est de 40 m sur les rebords. Bien que la dynamique soit nettement plus faible que dans la zone centrale du fait de l'absence de courant de marée fort, la dynamique peut augmenter brutalement en cas de tempête (on peut même assister à un déferlement de vagues). Le sol se compose de sable fin. En été, la colonne d'eau est toujours stratifiée.

**Fiche abiotique:** **Vitesse du courant:** très variable, en fonction du sous-type de 15 – 20 cm/s à 40 m/s

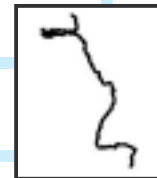
**Exposition aux vagues:**

**Caractéristiques de mixage:**

**Turbidité:**

**Substrats:** Différents substrats en fonction du sous-type, depuis la vase jusqu'au gravier en partie en passant par le sable fin et grossier et localement la tourbe, parfois des graviers

**Débit / hydrologie:** Le processus central dominant dans ce type est le courant d'eau de mer soumis à l'impact des marées, du vent et de l'eau douce issue de la zone de marée et de la zone d'embouchure (DCE – eaux de transition). L'apport d'eau se fait principalement par le biais de deux 'ondes de marée' depuis le littoral anglais et la Manche qui rejoignent au milieu de la plaque continentale néerlandaise l'eau de la mer du Nord centrale issue en partie du nord-est de l'Atlantique. Par ailleurs, l'eau (initialement douce) issue des zones belge et néerlandaise soumiées à la marée et des eaux de transition (zones d'embouchure) s'écoule également dans la zone côtière.



## DR 6.7: Type de pleine mer du delta du Rhin

### Caractérisation de la colonisation macrozoobenthique :

Parmi les principaux groupes d'espèces, on compte les bivalves, les polychètes, les échinodermes et les crustacés. Les bivalves caractéristiques sont les coquillage *Nucula nitidosa* et *Lunatia alderi*, le lille boresnegle (*Arctica islandica*), la palourde à coquille épaisse (*Spisula elliptica*) et la galilinette (*Chamelea striatula*). Font partie des espèces fréquentes le bivalve *Macoma balthica* et le douche-ront triangulaire (*Spisula subtruncata*). Parmi les polychètes caractéristiques, citons *Chaetozone setosa* et *Sthenelais limicola*, *Anaitides groenlandica*, l'annélide polychète tubicole (*Chaetopterus variopedatus*), *Glycera rouxi*, *Goniada maculata*, *Harmothoe longisetis* et *Lumbrineris latreilli*. Parmi les crustacés, on note la présence de *Bathyporeia elegans*, *B. guilliamsoniana*, *Urothoe brevicornis*, *Callianassa subterranea*, *Harpinia antennaria*, *Bathyporeia tenuipes* et *Hippomedon denticulatus*. Les échinodermes présents sont l'ophiure (*Amphiura filiformis*) et la fève de mer (*Echinocyamus pusillus*). L'oursin de sable (*Echinocardium cordatum*) est une espèce fréquente. Le nombre de grands organismes benthiques de la faune macrozoobenthique et leur biomasse sont variables.

### Caractérisation de la faune piscicole:

Aucune indication

### Caractérisation de la biocénose macrophytique:

On n'observe dans ce type de tronçon ni macroalgues ni angiospermes.

### Caractérisation de la biocénose phytoplanctonique :

La prolifération printanière commence avant celle des zones côtière et de marée. On trouve des diatomées, des dinoflagellées et des flagellées dans le plancton. Leur nombre est cependant inférieur à celui observé dans la zone côtière et dans la zone soumise aux marées. Par rapport aux diatomées, le nombre de dinoflagellées est nettement plus élevé que dans les zones susmentionnées. Dans les parties stratifiées, la concentration la plus élevée de dinoflagellées se trouve souvent à proximité de la couche de transition. La production primaire est nettement inférieure à celle de la zone côtière et de celle soumise aux marées.

### Observations:

#### Tronçons de référence:

On trouve la **zone sablonneuse à forte dynamique** potentiellement dans la 'Zuidelijke Bucht' (y compris Bruine Bank, Breeveertien et Zeeuwse Bank) jusqu'à Terschellinger Bank.

La **zone frontale** se trouve potentiellement sur le front de Frise (notamment dans la partie centrale).

La **zone vaseuse** est potentiellement située dans les 'Oestergronden' (autour également, mais de manière moins caractéristique)

La **zone graveleuse** se trouve potentiellement sur la 'Klaverbank' et (très localement et avec moins de possibilités) sur les pierres de Texel.

La **zone sablonneuse à faible dynamique** se situe potentiellement sur et le long du 'Doggerbank'.

### Sources bibliographiques sélectionnées :