

**Programme de mesure biologique Rhin  
2006/2007, partie II-C  
(volet phytobenthos)**



**Diatomées benthiques dans le Rhin**

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport n° 171*



**Editeur:**

Comission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)  
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Coblenz  
Postfach 20 02 53, D 56002 Coblenz  
Téléphone +49-(0)261-94252-0, téléfax +49-(0)261-94252-52  
Courrier électronique: sekretariat@iksr.de  
www.iksr.org

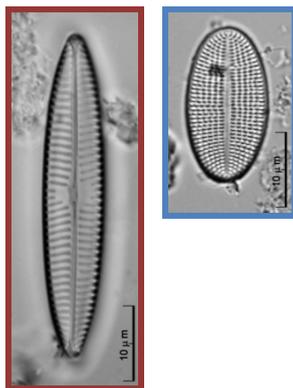
**Traduction:** Isabelle Traue, Dominique Falloux

ISBN 3-935324-91-X

© IKSr-CIPR-ICBR 2009

Programme de mesure biologique Rhin 2006/2007, partie II-C  
(volet phytobenthos)

## Diatomées benthiques dans le Rhin



Résumé .....	3
1. Introduction .....	4
2. Méthodologie.....	4
3. Résultats .....	5
3.1 Caractérisation des communautés de diatomées.....	5
3.1.1 Eventail global des espèces.....	5
3.1.2 Communautés de diatomées du haut Rhin.....	6
3.1.3 Communautés de diatomées du Rhin supérieur.....	7
3.1.4 Communautés de diatomées du Rhin moyen .....	8
3.1.5 Communautés de diatomées du Rhin inférieur .....	9
3.1.6 Communautés de diatomées du delta du Rhin .....	9
4. Evaluation de l'état écologique.....	10
4.1 Méthodes d'évaluation nationales .....	10
4.1.1 Suisse .....	10
4.1.3 France .....	10
4.1.3 Allemagne.....	10
4.1.4 Pays-Bas.....	11
4.2 Indications relatives à la trophie, la saprobie et la salinité .....	11
4.2.1 Indications relatives au niveau trophique .....	11
4.2.2 Indications relatives au niveau saprobique .....	12
4.2.3 Indications relatives à la salinité .....	12
4.3 Résultats de l'évaluation fondée sur les indices nationaux .....	12
5. Bibliographie .....	17
Annexe.....	19
Tab. 4 : Registre des taxons identifiés et de leur présence dans les différents tronçons du Rhin .....	20
Tab. 5 : Evaluation de l'état écologique à l'aide de la méthode allemande PHYLIB.....	32

**Rédaction à partir des données nationales et rapportage : Gabriele Hofmann**

**Ajustement du rapport au sein du groupe d'experts 'Eléments de qualité biologiques' (Bmon) de la CIPR**

## Résumé

La présente analyse harmonisée des données recensées de 2006 à 2008 dans le Rhin permet de tirer des enseignements sur la structure des communautés (espèces présentes et rapports de dominance) de diatomées benthiques et sur les modifications qu'elles subissent sur le profil du Rhin. Du fait de leur sensibilité élevée aux pollutions des eaux, les diatomées sont de bons bioindicateurs.

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

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

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

## 1. Introduction

Leur large distribution géographique, la succession rapide des générations et leur grande polluosensibilité font des diatomées de bons indicateurs biologiques. Du fait de leur tolérance variable spécifique, les diatomées réagissent aux modifications de la qualité des eaux par des décalages caractéristiques de composition et de fréquence. La connaissance précise des exigences écologiques de certains taxons a permis de mettre au point des systèmes indicateurs simples pour caractériser et quantifier la pollution des eaux. Ainsi, les diatomées benthiques fournissent des informations sur la pression saprobique (pollution organique), le niveau de trophie, l'acidification et la salinité d'une rivière (par ex. CORING 1999; CORING et al. 1999; HOFMANN 1994; ROTT et al. 1997, 1999; ZIEMANN et al. 1999).

Selon la directive cadre communautaire sur la politique de l'eau (DCE), les diatomées occupent une part essentielle dans l'élément de qualité biologique « Macrophytes & phytobenthos » pour l'évaluation des eaux (Union européenne 2000). La qualité écologique d'un site sur une rivière se définit par comparaison entre les communautés présentes et les communautés de référence par type fluvial et par l'écart constaté par rapport au référentiel. L'évaluation n'est donc plus limitée à la quantification de différentes pressions mais englobe également une analyse globale phytosociologique.

La présente étude a pour objectif de regrouper dans un inventaire harmonisé les données sur les diatomées benthiques collectées dans le Rhin par différentes autorités et institutions entre 2006 et 2007 (complétées par quelques jeux de données de 2008). Des enseignements peuvent en être tirés sur la structure des communautés (espèces présentes et rapports de dominance) et les modifications qu'elles subissent sur le profil du Rhin. Parallèlement au calcul des indices du niveau trophique et de saprobique, il est procédé – sur les sites de prélèvement allemands (ainsi que sur ceux situés sur rive suisse du haut Rhin - à une évaluation provisoire de l'état écologique au titre de la DCE à partir de la méthode allemande PHYLIB (SCHAUMBURG et al. 2006). Le chapitre 4 donne un aperçu de ces résultats et des évaluations nationales en France et aux Pays-Bas.

## 2. Méthodologie

Les données disponibles sont tirées de l'analyse de 48 échantillons de diatomées benthiques prélevés sur 36 sites répartis sur le cours principal du Rhin.

Les points de prélèvement et les autorités compétentes figurent au chap. 2 de la partie I. Les sites analysés dans le Rhin s'étendent du haut Rhin au delta du Rhin. On ne dispose d'aucune donnée pour le Rhin alpin. Les prélèvements ont eu lieu de juillet à octobre 2006, de mai à octobre 2007 ainsi qu'en juillet et en septembre 2008. Les méthodes de prélèvement sont décrites dans le rapport CIPR (2006).

On ne dispose que de données partielles sur le substrat prélevé, ces données portant pour l'essentiel sur les substrats du lit mineur (sable, galets, pierres, blocs). De plus, des substrats artificiels ont été analysés dans le cadre d'une étude spéciale sur les sites de Rodenkirchen, Neuss-Zons (Steiger), Duisburg-Homberg et Bimmen situés en Rhénanie-du-Nord-Westphalie. Dans les sites néerlandais, les assemblages diatomiques ont également été prélevés sur des substrats végétaux (*Phragmites*).

Les désignations de données transmises ont été uniformisées sur la base de la liste taxonomique fédérale de l'Allemagne (MAUCH et al. 2003, version actualisée d'octobre 2007).

### 3. Résultats

#### 3.1 Caractérisation des communautés de diatomées

##### 3.1.1 Eventail global des espèces

269 taxons ont été détectés au total sur les sites analysés. L'éventail global des espèces avec indication des auteurs et des numéros informatiques selon MAUCH et al. (2003, version actualisée d'octobre 2007) figure dans le tableau 4 en annexe. Ce tableau présente également une comparaison de la présence des espèces en fonction des différents tronçons du Rhin. Le tableau 1 donne un aperçu des taxons présentant la plus grande régularité et les densités les plus élevées dans le jeu global de données.

Tab. 1 : Relevé des taxons présentant la plus grande régularité et la densité la plus élevée dans le jeu global de données

S = régularité en pourcentage, SH = total des fréquences en pourcentage dans tous les échantillons

Taxons affichant la plus grande régularité	S	Taxons formant les colonies les plus denses	SH
<i>Amphora pediculus</i>	97,9	<i>Amphora pediculus</i>	999,7
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	95,8	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i>	321,2
<i>Navicula cryptotenella</i>	95,8	<i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i>	302,0
<i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i>	89,6	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	296,3
<i>Cocconeis placentula</i>	83,3	<i>Navicula cryptotenella</i>	258,2
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	83,3	<i>Navicula recens</i>	205,6
<i>Navicula minima</i>	81,3	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>frustulum</i>	200,8
<i>Navicula tripunctata</i>	81,3	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	150,6
<i>Navicula menisculus</i> var. <i>grunowii</i>	79,2	<i>Navicula minima</i>	139,5
<i>Amphora libyca</i>	77,1	<i>Nitzschia inconspicua</i>	123,2
<i>Cymbella sinuata</i>	75,0	<i>Nitzschia sociabilis</i>	99,8
<i>Nitzschia inconspicua</i>	72,9	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>grunowii</i>	95,2
<i>Navicula gregaria</i>	70,8	<i>Navicula tripunctata</i>	90,4
<i>Caloneis bacillum</i>	68,8	<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>ploenensis</i>	64,2
<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>ploenensis</i>	64,6	<i>Amphora libyca</i>	62,2
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	62,5	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>	49,9
<i>Melosira varians</i>	62,5	<i>Cymbella sinuata</i>	49,9
<i>Navicula</i> spp.	58,3	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	45,0
<i>Navicula recens</i>	58,3	<i>Melosira varians</i>	44,0
<i>Navicula subminuscula</i>	54,2	<i>Navicula gregaria</i>	39,6
<i>Nitzschia fonticola</i> var. <i>fonticola</i>	54,2	<i>Nitzschia fonticola</i> var. <i>fonticola</i>	38,9
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>	54,2	<i>Caloneis bacillum</i>	38,8
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>pumilum</i>	52,1	<i>Navicula agrestris</i>	37,3
<i>Nitzschia</i> spp.	52,1	<i>Navicula cryptotenelloides</i>	35,3
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>frustulum</i>	52,1	<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i>	33,8
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	50,0	<i>Denticula tenuis</i>	31,6

Taxons affichant la plus grande régularité	S	Taxons formant les colonies les plus denses	SH
<i>Navicula lanceolata</i>	50,0	<i>Nitzschia paleacea</i>	29,9
<i>Nitzschia sociabilis</i>	50,0	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	27,6
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>	47,9	<i>Navicula subminuscula</i>	27,3
<i>Nitzschia amphibia</i>	43,8	<i>Navicula</i> spp.	27,0
<i>Navicula capitatoradiata</i>	41,7	<i>Skeletonema</i> sp.	26,1
<i>Navicula reichardtiana</i> var. <i>reichardtiana</i>	39,6	<i>Navicula lanceolata</i>	25,6
<i>Cymbella silesiaca</i>	37,5	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>menisculus</i>	23,8
<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i>	37,5	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>	23,7
<i>Gyrosigma nodiferum</i>	37,5	<i>Gomphonema lateripunctatum</i>	23,3
<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	37,5	<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>pumilum</i>	22,8
<i>Navicula menisculus</i> var. <i>menisculus</i>	37,5	<i>Cymbella affinis</i>	22,8
<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i>	35,4	<i>Nitzschia</i> spp.	22,2
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	33,3	<i>Nitzschia amphibia</i>	19,3
Pennales	33,3	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i>	18,8
<i>Amphora ovalis</i>	31,3	<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	18,1
<i>Gomphonema</i> spp.	31,3	Centrales	16,5
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>brebissonii</i>	31,3	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	16,1
<i>Achnanthes biasoletiana</i> var. <i>biasoletiana</i>	29,2	<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	15,2
<i>Gomphonema lateripunctatum</i>	29,2	<i>Cymbella silesiaca</i>	14,3
<i>Gomphonema minutum</i>	29,2	<i>Cocconeis pediculus</i>	13,3
<i>Cocconeis pediculus</i>	27,1	<i>Eolimna comperei</i>	13,3
<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>	27,1	<i>Cymbella microcephala</i>	13,2
<i>Navicula subhamulata</i>	27,1	<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i>	13,1
<i>Navicula veneta</i>	27,1	<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>	12,9
<i>Navicula viridula</i> var. <i>germainii</i>	27,1	<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>moniliformis</i>	12,7
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	27,1	<i>Navicula viridula</i> var. <i>germainii</i>	12,0

Les espèces les plus répandues dans le Rhin sont *Amphora pediculus*, *Achnanthes minutissima* et *Navicula cryptotenella* que l'on observe dans presque toutes les stations. *Nitzschia dissipata*, *Cocconeis placentula* et *Rhoicosphenia abbreviata* sont également caractérisées par une grande régularité. Bien que les taxons se distinguent sensiblement dans le choix du substrat qu'ils privilégient – *C. placentula* et *R. abbreviata* sont des épiphytes typiques, alors que *A. pediculus* forme pour l'essentiel des assemblages épipsamiques –, leur tolérance vis-à-vis des pressions trophiques et saprobiques est comparable. Les espèces mentionnées forment simultanément les peuplements les plus denses et sont souvent regroupées en masse. D'autres représentants caractéristiques de la flore rhénane sont *Navicula minima*, *Navicula recens* et *Navicula tripunctata*. Les variations de composition et d'abondance des espèces que fait ressortir la comparaison entre les différents tronçons du Rhin mettent en relief des différences structurelles présentées dans les paragraphes suivants.

### 3.1.2 Communautés de diatomées du haut Rhin

Comparées aux tronçons du Rhin situés plus en aval, les communautés du haut Rhin sont relativement pauvres en espèces (voir figure 1). Les espèces caractéristiques sont *Achnanthes minutissima* et *Amphora pediculus*. Alors que *A. pediculus* est présente en masse sur presque tout le cours du Rhin, des colonies denses de *A. minutissima* ne sont relevées que sur le haut Rhin (voir figure 2). Sont également caractéristiques de ce tronçon du Rhin *Denticula tenuis*, *Nitzschia fonticola*, *Cymbella affinis*, *C. microcephala*, *C. silesiaca*, *Gomphonema pumilum* et

*Achnanthes biasolettiana*, avec des peuplements denses, notamment dans la partie amont du haut Rhin. Au niveau de la composition des espèces annexes, les communautés présentent une grande similitude avec celles d'autres rivières alpines et subalpines telles que l'Isar, la Lech et la Loisach (HOFMANN 2000).

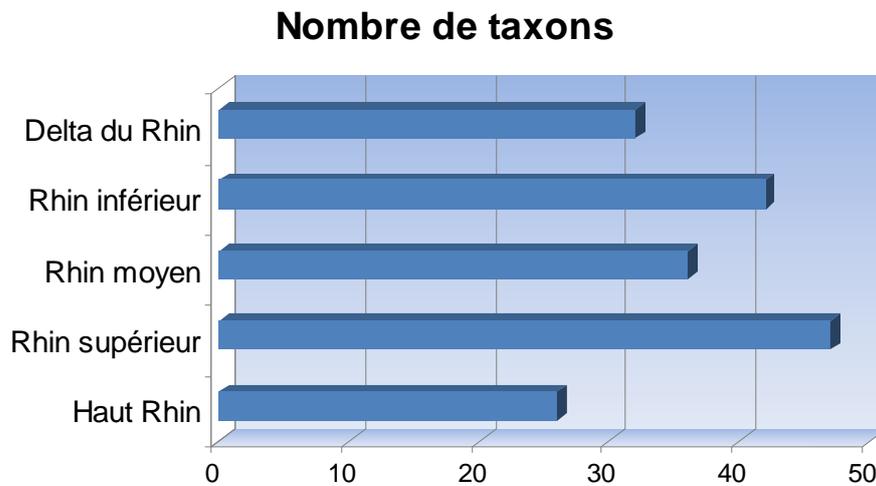


Fig. 1 : Nombre moyen de taxons dans les tronçons du Rhin

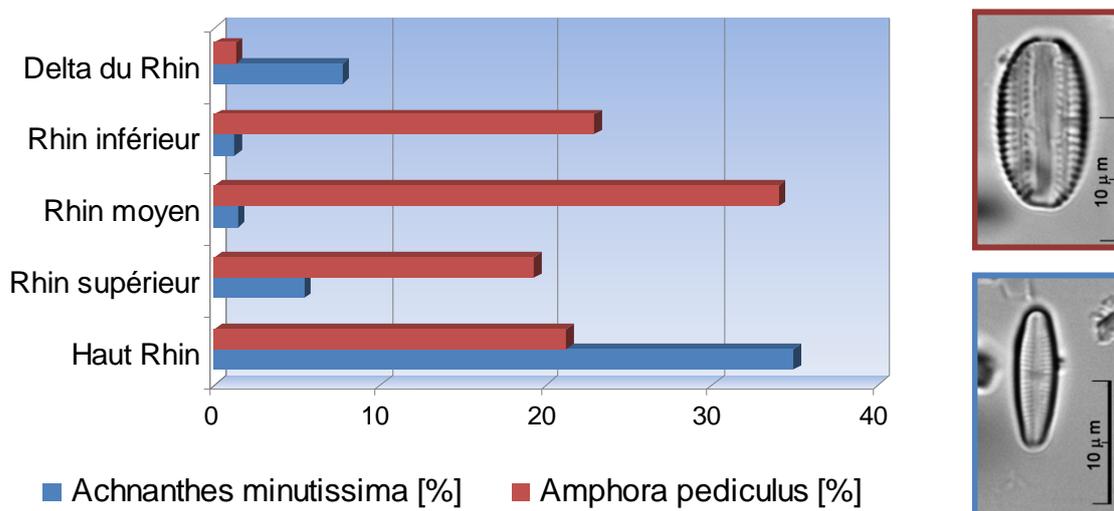
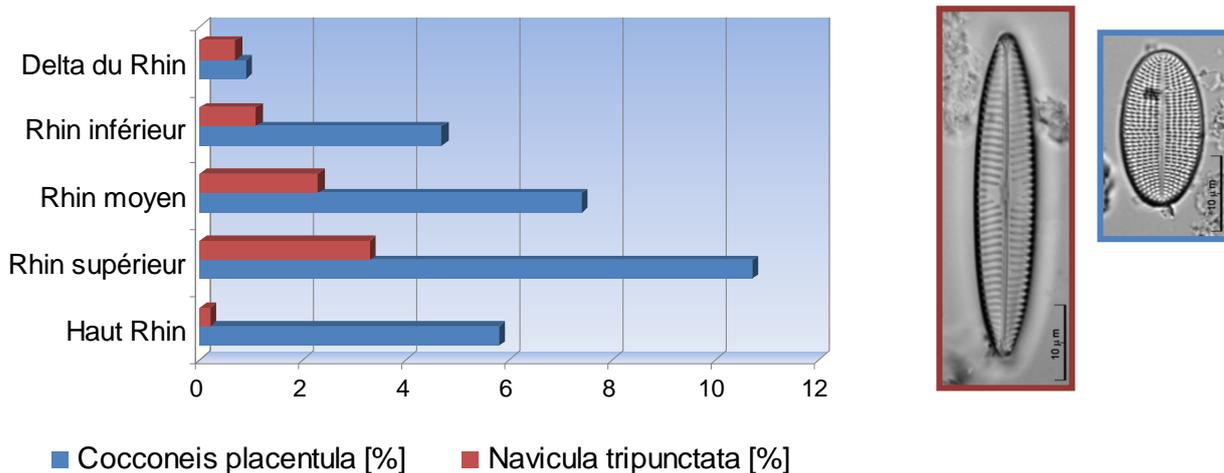


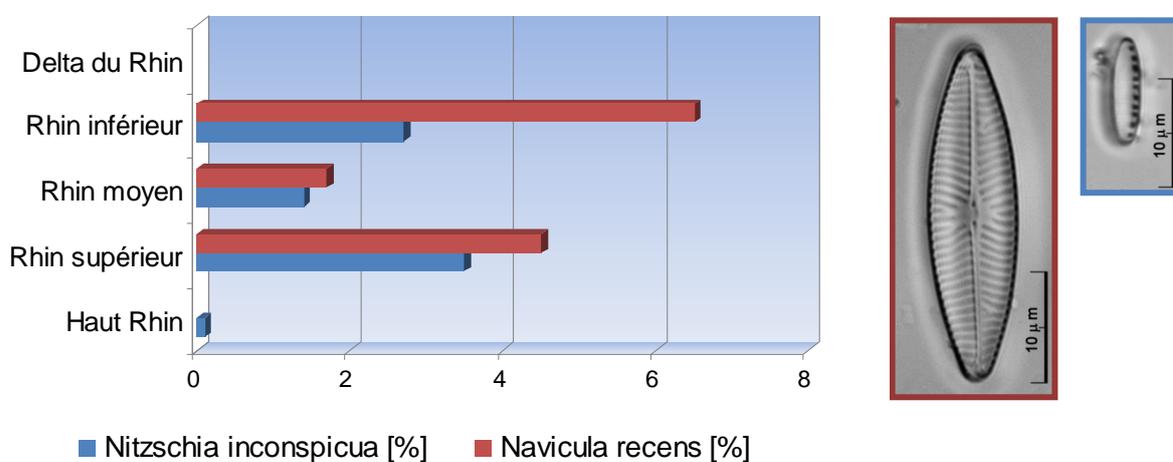
Fig. 2 : Fréquence moyenne (en pourcentage) de *Amphora pediculus* et *Achnanthes minutissima* dans les tronçons du Rhin (Photos : M. Werum)

### 3.1.3 Communautés de diatomées du Rhin supérieur

Avec une moyenne de 47 taxons détectés, les communautés du Rhin supérieur sont beaucoup plus diversifiées que celles du haut Rhin. L'espèce la plus fréquente observée dans le haut Rhin *Achnanthes minutissima* est en nette régression et progressivement remplacée comme forme dominante par *Amphora pediculus*. Alors que ne sont détectés que quelques exemplaires d'espèces sensibles à la trophie telles que *Denticula tenuis*, *Cymbella affinis* et *C. microcephala*, l'inventaire des espèces annexes fréquentes dans le Rhin supérieur est caractérisé par des taxons tolérants à la trophie et privilégiant les eaux riches en nutriments tels que *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia dissipata* et *Navicula tripunctata* (voir figure 3). On relève à certains endroits des concentrations d'espèces caractéristiques des voies navigables fortement eutrophes à polytrophes, principalement *Navicula recens*, *Nitzschia inconspicua* et *Nitzschia sociabilis* (voir figure 4).



**Fig. 3 :** Fréquences moyennes (en pourcentage) de *Navicula tripunctata* et *Cocconeis placentula* dans les tronçons du Rhin (Photos : M. Werum)



**Fig. 4 :** Fréquences moyennes (en pourcentage) de *Navicula recens* et *Nitzschia inconspicua* dans les tronçons du Rhin (Photos : M. Werum)

### 3.1.4 Communautés de diatomées du Rhin moyen

L'inventaire des espèces et les rapports de dominance des communautés du Rhin moyen présentent une grande similitude avec ceux du Rhin supérieur. Ici aussi, *Amphora pediculus* constitue de loin l'espèce la plus fréquente parmi les communautés relativement riches en espèces (voir figure 2). Elle est suivie par endroits de *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula minima*, *Nitzschia dissipata* et *Rhoicosphenia abbreviata*. Il faut cependant tenir compte du fait que les données du Rhin moyen sont nettement moins nombreuses que celles obtenues pour le Rhin supérieur et le Rhin inférieur.

### 3.1.5 Communautés de diatomées du Rhin inférieur

L'inventaire des espèces correspond pour l'essentiel à celui des communautés du Rhin supérieur et du Rhin moyen, avec toutefois une légère augmentation des espèces eutrophes et polytrophes. L'espèce dominante est *Amphora pediculus*, suivie en quelques endroits des espèces *Achnanthes ploenensis*, *Cocconeis placentula*, *Navicula minima*, *Navicula recens* et *Rhoicosphenia abbreviata*. Sont également caractéristiques les peuplements denses de *Nitzschia frustulum*, espèce halophile atteignant les pourcentages biocénotiques les plus élevés dans le Rhin inférieur (voir figure 5).

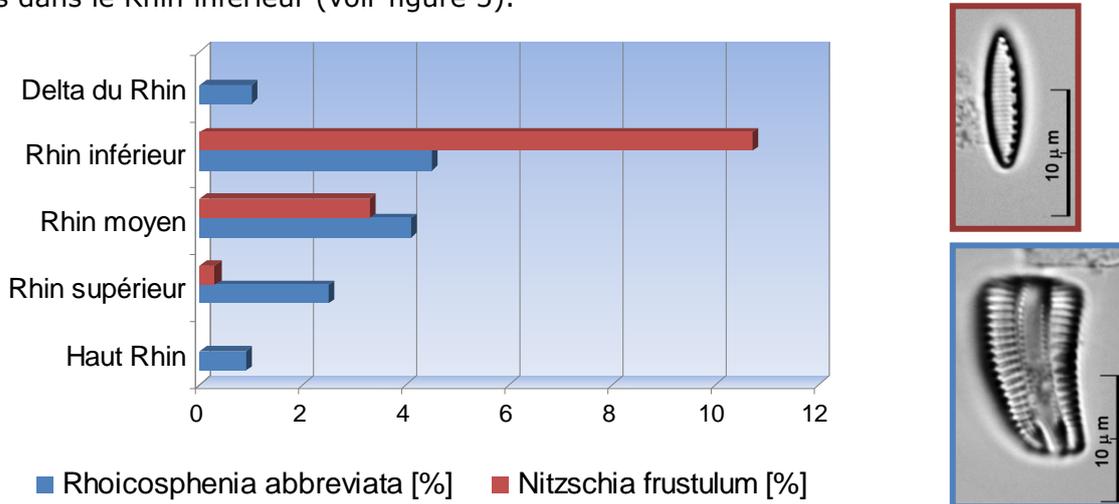


Fig. 5 : Fréquences moyennes (en pourcentage) de *Nitzschia frustulum* et *Rhoicosphenia abbreviata* dans les tronçons du Rhin (Photos : M. Werum)

### 3.1.6 Communautés de diatomées du delta du Rhin

Contrairement aux sites d'analyse situés en amont, où ont été essentiellement analysées des communautés prélevées sur les substrats benthiques, les données du delta du Rhin portent sur des communautés des diatomées observées sur des substrats végétaux d'exposition verticale (notamment *Phragmites*), ce qui correspond aux conditions naturelles de ce tronçon. Les diatomées privilégiant en général, selon l'espèce, des types spécifiques de substrats, les données ne sont pas comparables.

Du fait de ce choix de substrat différent dans le delta du Rhin, les communautés accusent des différences structurelles prononcées. Ainsi, l'espèce *Amphora pediculus*, colonisatrice des milieux sablonneux et dominante dans le haut Rhin jusqu'au Rhin moyen, est nettement moins fréquente (voir figure 2). Dans les trois stations analysées du delta du Rhin, *Nitzschia dissipata*, *Achnanthes minutissima*, *Melosira varians* et *Nitzschia paleacea* représentent les espèces les plus denses, avec des dominances variables. Viennent s'y ajouter en certains endroits *Diatoma moniliformis* et *Fragilaria pinnata*.

## 4. Evaluation de l'état écologique

### 4.1 Méthodes d'évaluation nationales

Le processus d'interétalonnage d'une méthode d'évaluation de l'état écologique fondée sur l'élément de qualité « Macrophytes/phytobenthos » n'est pas encore arrivé à terme au niveau européen. Le tableau 2 donne une vue d'ensemble des fourchettes appliquées pour les classes des différents indices.

#### 4.1.1 Suisse

Il n'existe pas en Suisse de méthode d'évaluation du phytobenthos, ce qui fait que l'analyse et l'évaluation du phytobenthos du haut Rhin ont été effectuées, en concertation avec la Suisse, par les services techniques compétents en Allemagne (Bade-Wurtemberg).

#### 4.1.3 France

Dans le cadre du contrôle de surveillance, la France applique l'indice IBD (Indice Biologique Diatomées) (CEMAGREF 2007). L'IBD se fonde sur un système de notation (de 0 à 20) comparant la biocénose diatomique actuelle avec une biocénose de référence. Les biocénoses de référence synonymes d'un « bon état » des cours d'eau dans les différentes régions de France ont été définies sur la base de données collectées au cours des 30 dernières années sur les diatomées.

#### 4.1.3 Allemagne

La méthode allemande PHYLIB (SCHAUMBURG et al. 2006) a été mise au point pour des cours d'eau naturels et ne prend pas en compte jusqu'à présent les rivières fortement anthropisées (masses d'eau fortement modifiées).

Selon la méthode PHYLIB, le haut Rhin et le Rhin inférieur méridional jusqu'à la station de mesure de Rodenkirchen sont à classer dans le type diatomique 10 (grands fleuves des hautes terres centrales). Les zones d'analyse situées en aval font partie du type diatomique 13 (fleuves de plaine). La méthode a une structure modulaire et l'évaluation se fait à l'aide des critères individuels de « composition des espèces et abondance » et d'« indice trophique et saprobique » (ROTT et al. 1997, 1999). Il est calculé par ailleurs un indice de salinité de ZIEMANN et al. (1999) apportant des indications sur la salinité des milieux limniques. Les deux premiers paramètres sont jugés équivalents et forment conjointement le Diatomeenindex<sub>Fließgewässer</sub> ( $DI_{FG}$ ) (*indice diatomées dans les rivières*). Si l'indice salinité (HI) fait apparaître une pollution saline ( $HI > 15$ ), l'évaluation découlant du  $DI_{FG}$  est abaissée d'une classe d'état écologique.

N'ont pas été évalués les échantillons prélevés à titre expérimental en Rhénanie-du-Nord-Westphalie sur des substrats artificiels exposés au courant (voir chapitre 2), la méthode d'évaluation étant uniquement étalonnée par rapport aux substrats du lit mineur.

#### 4.1.4 Pays-Bas

L'état de référence appliqué aux Pays-Bas pour la colonisation des rivières par les diatomées s'inspire de la méthode IPS (Indice de Polluosensitivité Spécifique) utilisée par de nombreux pays dans le cadre de l'interétalonnage. L'IPS est calculé sur la base d'une liste de taxons diatomiques dans laquelle chaque espèce se voit attribuer deux chiffres : un chiffre pour la sensibilité, un autre pour la valeur indicative. L'abondance entre également en ligne de compte (STOWA 2007). La désignation des espèces s'oriente sur la TWN (liste des taxons utilisée dans la gestion des eaux aux Pays-Bas). Un indice de qualité écologique (*ecologische kwaliteitsratio*, EKR) est calculé à partir de l'IPS sur la base de fourchettes identiques pour toutes les espèces.

La valeur EKR des diatomées ajoutée à celle du compartiment partiel 'Macrophytes' (cf. partie II-B) débouche sur l'évaluation finale requise par la directive cadre 'Eau'.

Une surveillance des diatomées est également appliquée aux eaux dormantes telles que l'IJsselmeer, mais la méthode d'évaluation n'est ici pas encore tout à fait au point.

**Tab. 2** : Fourchettes de l'état écologique au titre de la directive cadre sur l'eau selon la méthode d'évaluation nationale

Etat	Indice	Etat écologique				
		très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
internat.	IPS	$\geq 17,0$	$16,9 \geq 13,0$	$12,9 \geq 9,0$	$8,9 \geq 5,0$	$< 5,0$
F	IBD	$\geq 17,0$	$16,9 \geq 14,5$	$14,4 \geq 10,5$	$10,4 \geq 6,0$	$< 6,0$
D	DI <sub>FG</sub> (type 10)	$1 \geq 0,60$	$0,59 \geq 0,40$	$0,39 \geq 0,24$	$0,23 \geq 0,08$	$0,07 - 0$
D	DI <sub>FG</sub> (type 13)	$1 \geq 0,73$	$0,72 \geq 0,55$	$0,54 \geq 0,36$	$0,35 \geq 0,14$	$0,13 - 0$
NL	EKR	$1 > 0,80$	$0,79 \geq 0,60$	$0,59 \geq 0,40$	$0,39 \geq 0,20$	$< 0,20$

## 4.2 Indications relatives à la trophie, la saprobie et la salinité

### 4.2.1 Indications relatives au niveau trophique

Selon la méthode de ROTT et al. (1999), la trophie déterminée dans le Rhin s'étend sur presque tout l'éventail trophique (d'oligotrophe-mésotrophe à eutrophe-polytrophe). Les niveaux de trophie les plus faibles sont observés dans le haut Rhin (voir tableau 5 en annexe). C'est le seul tronçon dans lequel on relève des diatomées sensibles à la trophie en nombre considérable. Dans le Rhin supérieur, on passe de l'eutrophie à la polytrophie dès Rhinau. Plus en aval, les indices trophiques ne subissent que de légères variations et sont proches d'une eutrophie-polytrophie modérée dans le Rhin supérieur et le Rhin moyen. On ne note de nouvelle hausse de la trophie indexée que dans la partie amont du Rhin inférieur. A l'aide des diatomées benthiques, on peut la considérer comme modérément à fortement eutrophe-polytrophe.

#### 4.2.2 Indications relatives au niveau saprobique

Les indices saprobiques de 1,4 et 1,7 montrent que le haut Rhin est oligo- $\beta$ -mésosaprobe aux PK 27 et 58 (classe de qualité I-II). Plus en aval, à hauteur de Laufenburg (PK 116,0), on atteint la zone  $\beta$ -mésosaprobe (classe de qualité II) qui s'étend jusqu'au Rhin inférieur (voir tableau 5 en annexe). La limite avec la  $\beta$ - $\alpha$ -mésosaprobie (classe de qualité II-III) n'est légèrement dépassée que dans trois stations d'analyse (Biebesheim, Kastel et Duisburg-Walsum).

#### 4.2.3 Indications relatives à la salinité

Pour identifier les différents niveaux de pression saline dans les milieux limniques, l'indice de salinité fondé sur la classification des espèces dans différentes classes de salinité en fonction de leur présence (ZIEMANN et al. 1999) a fait ses preuves. Le haut Rhin, le Rhin supérieur et le Rhin moyen affichent des indices de salinité variant entre 0 et 10 et sont donc des tronçons typiques d'eau douce ( $\beta$ -oligohalobe). Des teneurs de sel surélevées n'apparaissent que localement à hauteur de Mannheim, Biebesheim et Kastel (voir tableau 5 en annexe).

Alors que la pollution saline est en grande partie négligeable entre le haut Rhin et le Rhin moyen quant à son influence sur les communautés de diatomées, la situation est différente sur le Rhin inférieur. Ici, les indices varient presque toujours entre 10 et 20, ce qui correspond à une pollution saline certes faible, mais continue ( $\alpha$ -oligohalobe). Les peuplements diatomiques halophiles les plus denses et les plus fréquents sont *Navicula recens*, *Nitzschia frustulum* et *N. inconspicua*, accompagnés localement d'un certain nombre d'autres indicateurs de la salinité (*Bacillaria paradoxa*, *Nitzschia constricta*, *N. filiformis*).

#### 4.3 Résultats de l'évaluation fondée sur les indices nationaux

Le tableau 3 fait ressortir les résultats des évaluations nationales de la qualité écologique obtenues à partir de différents indices sur les diatomées benthiques.

Le tableau 5 en annexe présente en outre, pour les sites de prélèvement allemands (ainsi que sur ceux situés sur rive suisse du haut Rhin) les différentes composantes de l'évaluation effectuée selon SCHAUMBURG et al. (2006). Elles englobent le pourcentage d'espèces de référence, l'indice trophique et l'indice saprobique selon ROTT et al. (1997, 1999), l'indice diatomique en résultant ainsi que l'indice de salinité comme module supplémentaire.

L'état écologique du **haut Rhin** peut être considéré comme « très bon » sur la base de la flore diatomique benthique dans trois des quatre stations analysées. On ne passe à la classe de « bonne » qualité qu'à hauteur de Laufenburg.

Alors que les tronçons analysés du **Rhin supérieur** jusqu'à Mannheim sont principalement jugés « bons », les zones du tronçon central et du tronçon septentrional du Rhin supérieur situées en Rhénanie-Palatinat et en Hesse sont le plus souvent classées dans la catégorie « moyenne ». Bien que l'on observe une légère tendance vers le bon état, la non-atteinte du bon état est étayée par l'évaluation de données historiques sur les diatomées datant du début du 20<sup>ème</sup> siècle et attestant pour le segment aval du Rhin supérieur un état initialement mésotrophe (HOFMANN 2004). A hauteur de Biebesheim et de Kastel, l'indice de salinité dépasse la valeur de 15, ce qui entraîne un classement en catégorie de qualité médiocre dans l'évaluation globale.

Le **Rhin moyen** n'est représenté que par quatre sites d'analyse. Ils font apparaître une qualité moyenne avec cependant une tendance vers le bon état. Le bon état est atteint au droit de Bacharach en octobre 2006.

Des échantillons ont été prélevés à plusieurs reprises dans les stations du **Rhin inférieur** donnant lieu à des évaluations variables selon les années d'analyse. Si l'on se base sur les données de 2006, la qualité varie entre bonne et moyenne.

L'évaluation du compartiment 'Phytobenthos' dans le **delta du Rhin** se traduit globalement par de bons résultats ; l'état tend à se détériorer à mesure que l'on se rapproche de la mer du Nord.

**Tab. 3 : Evaluation de l'état écologique selon les méthodes nationales d'évaluation**

PK = point kilométrique, Etat : D = Allemagne, F = France, NL = Pays-Bas, BW = Bade-Wurtemberg, RP = Rhénanie-Palatinat, H = Hesse, NRW = Rhénanie-du-Nord-Westphalie; DI<sub>FG</sub> = Diatomeenindex<sub>Fließgewässer</sub>; IBD = Indice Biologique Diatomées; EKR = ecologisch kwaliteits ratio

Cours d'eau	Station de mesure	PK	Tronçon	Etat	Date	Indice	Valeur	Etat écologique
Rhin	à hauteur de Wagenhausen	27,0	Haut Rhin	D-BW	30.05.2007	DI <sub>FG</sub>	0,84	très bon
Rhin	Jestetten	57,6	Haut Rhin	D-BW	30.05.2007	DI <sub>FG</sub>	0,74	très bon
Rhin	Laufenburg/Sisseln	116,0	Haut Rhin	D-BW	30.05.2007	DI <sub>FG</sub>	0,48	bon
Rhin	Rheinfelden	146	Haut Rhin	D-BW	30.05.2007	DI <sub>FG</sub>	0,69	très bon
Rhin	Kembs	183,0	Rhin supérieur	F	2007	IBD	15,2	bon
Rhin	à hauteur de Neuenburg	199,0	Rhin supérieur	D-BW	27.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,67	très bon
Rhin	Rhinau	258,0	Rhin supérieur	F	06.09.2007	IBD	15,3	bon
Rhin	à hauteur de Schwanau	272,0	Rhin supérieur	D-BW	27.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,47	bon
Rhin	à hauteur de Kehl	291,0	Rhin supérieur	D-BW	28.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,51	bon
Rhin	Gamsheim	310,0	Rhin supérieur	F	06.08.2007	IBD	12,2	moyen
Rhin	à hauteur de Grauelsbaum	318,0	Rhin supérieur	D-BW	28.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,52	bon
Rhin	à hauteur de Steinmauern	345,0	Rhin supérieur	D-BW	14.10.2006	DI <sub>FG</sub>	0,46	bon
Rhin	Lauterbourg-Karlsruhe	350	Rhin supérieur	F	2004	IBD	13,9	moyen
Rhin	à hauteur de Karlsruhe	361,0	Rhin supérieur	D-BW	14.10.2006	DI <sub>FG</sub>	0,48	bon
Rhin	à hauteur de Mannheim	426,0	Rhin supérieur	D-BW	14.10.2006	DI <sub>FG</sub>	0,40	bon
Rhin	à hauteur de Ibersheim	443,0	Rhin supérieur	D-HE	08.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,36	moyen
Rhin	Passage du bac à Eich	462,0	Rhin supérieur	D-RP	25.07.2008	DI <sub>FG</sub>	0,37	moyen
Rhin	à hauteur de Biebesheim	465,0	Rhin supérieur	D-HE	08.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,29	médiocre*
Rhin	à hauteur de Oppenheim	479,0	Rhin supérieur	D-HE	08.09.2008	DI <sub>FG</sub>	0,32	moyen
Rhin	à hauteur de Astheim	488,0	Rhin supérieur	D-HE	08.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,33	moyen
Rhin	Kastel	499,0	Rhin supérieur	D-HE	23.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,30	médiocre*

\* L'indice DI<sub>FG</sub> débouche sur une valeur moyenne dans les stations de prélèvement de Biebesheim et Kastel ; l'indice de salinité (> 15) entraîne cependant un déclassement en qualité écologique « médiocre » (cf. tableau 5 en annexe)

Cours d'eau	Station de mesure	PK	Tronçon	Etat	Date	Indice	Valeur	Etat écologique
Rhin	à hauteur d'Eltville	510,0	Rhin supérieur	D-HE	23.09.2006	DI <sub>FG</sub>	0,48	bon
Rhin	à hauteur d'Heidenfahrt	512,7	Rhin supérieur	D-RP	18.10.2006	DI <sub>FG</sub>	0,37	moyen
Rhin	à hauteur d'Heidenfahrt	512,7	Rhin supérieur	D-RP	25.07.2008	DI <sub>FG</sub>	0,36	moyen
Rhin	à hauteur de Trechtingshausen	536,0	Rhin moyen	D-RP	18.10.2006	DI <sub>FG</sub>	0,32	moyen
Rhin	Bacharach	542,0	Rhin moyen	D-RP	18.10.2006	DI <sub>FG</sub>	0,41	bon
Rhin	Bacharach	542,0	Rhin moyen	D-RP	27.07.2008	DI <sub>FG</sub>	0,38	moyen
Rhin	Niederkassel/Mondorf	664,6	Rhin inférieur	D-NRW	18.07.2006	DI <sub>FG</sub>	0,34	moyen
Rhin	Niederkassel/Mondorf	664,6	Rhin inférieur	D-NRW	13.08.2007	DI <sub>FG</sub>	0,27	médiocre
Rhin	Niederkassel/Mondorf	664,6	Rhin inférieur	D-NRW	28.09.2007	DI <sub>FG</sub>	0,40	bon
Rhin	Meerbusch/Nierst	758,4	Rhin inférieur	D-NRW	03.08.2006	DI <sub>FG</sub>	0,56	bon
Rhin	Meerbusch/Nierst	758,4	Rhin inférieur	D-NRW	06.08.2007	DI <sub>FG</sub>	0,59	moyen
Rhin	Meerbusch/Nierst	758,4	Rhin inférieur	D-NRW	17.09.2007	DI <sub>FG</sub>	0,62	bon
Rhin	Duisburg-Walsum	793,7	Rhin inférieur	D-NRW	18.07.2006	DI <sub>FG</sub>	./.	./.**
Rhin	Duisburg-Walsum	793,7	Rhin inférieur	D-NRW	24.07.2007	DI <sub>FG</sub>	0,44	médiocre
Rhin	Duisburg-Walsum	793,7	Rhin inférieur	D-NRW	13.09.2007	DI <sub>FG</sub>	0,48	médiocre
Rhin	en aval d'Emmerich	854,1	Rhin inférieur	D-NRW	19.07.2006	DI <sub>FG</sub>	0,61	bon
Rhin	en aval d'Emmerich	854,1	Rhin inférieur	D-NRW	08.08.2007	DI <sub>FG</sub>	0,56	bon
Rhin	en aval d'Emmerich	854,1	Rhin inférieur	D-NRW	13.09.2007	DI <sub>FG</sub>	0,55	moyen

\*\* La station de prélèvement de Duisburg-Walsum a été écartée de l'évaluation (échantillon du 18.07.2006) en raison d'un pourcentage trop élevé de taxons non déterminés ou déterminés avec une précision insuffisante

Cours d'eau	Station de mesure	PK	Tronçon	Etat	Date	Indice	Valeur	Etat écologique
Rhin	Bovenrijn, Waal : Lobith	863,0	Delta du Rhin	NL	09.05.2007	EKR	0,68	bon
Nederrijn-Lek	Hagestein, Bovensluis	945,0	Delta du Rhin	NL	08.05.2007	EKR	0,68	bon
Oude Maas	Getijde Lek, Lek, Noord, Oude Maas, Dordtsche Kil, Spui : Kuipersveer	986,0	Delta du Rhin	NL	08.05.2007	EKR	0,25	médiocre***
IJssel	Kampen	1002,0	Delta du Rhin	NL	09.05.2007	EKR	0,61	bon
IJsselmeer	Mirns	./.	Delta du Rhin	NL	11.05.2007	./.	./.	./..****

\*\*\* L'évaluation de la station de prélèvement « Oude Maas » en classe de qualité « médiocre » en 2007 tient probablement plus à la qualité (atypique) de l'échantillon qu'à celle des eaux (cf. résultat « moyen » de l'évaluation de cette station de prélèvement avec un indice EKR de 0,54 en 2006)

\*\*\*\* Aux Pays-Bas, la surveillance appliquée aux eaux dormantes du type de l'IJsselmeer se limite jusqu'à présent au compartiment 'Phytobenthos' sans qu'il soit procédé à une évaluation (cf. paragraphe 4.1.4)

## 5. Bibliographie

CEMAGREF (2007) (Redaktion: COSTE, M.): Diatoms as indicators of river ecological quality. Norm NF-T 90-354, Juni 2000, aktualisiert im Dezember 2007

CIPR 2006 : Rapport sur la coordination des programmes de contrôle de surveillance visés à l'article 8 et à l'article 15, paragraphe 2, de la DCE dans le DHI Rhin. PLEN-CC 06-06d rev. 04.12.06

CORING, E. (1999): Säuregrad. Indikation mit Hilfe von Diatomeen. In: VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. (Hrsg.): Biologische Gewässeruntersuchung.- Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung 2: 298-305.

CORING, E.; SCHNEIDER, S.; HAMM, A. & H, G. (1999): Durchgehendes Trophiesystem auf der Grundlage der Trophieindikation mit Kieselalgen.- DVWK Materialien 6: 1-219.

HOFMANN, G. (1994): Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie.- Bibliotheca Diatomologica 30: 1-241.

HOFMANN, G. (2000): Bewertung der trophischen und saprobiellen Situation von Oberer Isar, Lech, Loisach, Verlorenem Bach und Windach anhand von benthischen Diatomeen.- Unveröffentlichter Bericht im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim i. OB: 1-23 und Anhang.

HOFMANN, G. (2004): Taxonomisch-ökologische Auswertung historischer Diatomeenproben aus dem Rhein.- Unveröffentlichter Bericht im Auftrag des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen: 1-26 und Anhang.

MAUCH, E.; SCHMEDTJE, U.; MAETZE, A. & FISCHER, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde.- Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 1/03: 1-388. Aktualisierte Fassung verfügbar im Internet unter: [http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/fliessgewaesser\\_gewaesserqualitaet/qualitaetssicherung/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/fliessgewaesser_gewaesserqualitaet/qualitaetssicherung/index.htm)

ROTT, E.; H, G.; PALL, K.; PFISTER, P. & PIPP, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-73.

ROTT, E.; BINDER, N.; VAN DAM, H.; ORTLER, K.; PALL, K.; PFISTER, P. & PIPP, E. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-248.

SCHAUMBURG, J.; SCHRANZ, C.; STELZER, D.; H, G.; GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2006): Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten & Phytobenthos: 1- 119. Arbeitsmaterialien des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Stand Januar 2006). Verfügbar im Internet unter: [http://www.lfu.bayern.de/wasser/forschung\\_und\\_projekte/phylib\\_deutsch/verfahrensanleitung/doc/verfahrensanleitung\\_fg.pdf](http://www.lfu.bayern.de/wasser/forschung_und_projekte/phylib_deutsch/verfahrensanleitung/doc/verfahrensanleitung_fg.pdf)

STOWA (2007) (Redaktion: D.T. VAN DER MOLEN (V&W), R. POT (ROELF POT ONDERZOEK- EN ADVIESBUREAU): Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water. Rapport 2007-32 STOWA, RAPPORT 2007-018 RWS WATERDIENST ISBN 978.90.5773.383.3

UNION EUROPÉENNE (2000) : Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Journal Officiel des Communautés Européennes, L 32771/1, 22.12.02.

ZIEMANN, H.; NOLTING, E. & RUSTIGE K.H. (1999): Bestimmung des Halobienindex. In: VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. (Hrsg.): Biologische Gewässeruntersuchung.- Methoden der Biologischen Gewässeruntersuchung 2: 310-313.

## Annexe

**Tab. 4** : Registre des taxons identifiés et de leur présence dans les différents tronçons du Rhin

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin	Rhin supérieur	Rhin moyen	Rhin inférieur	Delta du Rhin
			n = 4	n = 20	n = 4	n = 17	n = 3
6139	<i>Achnanthes biasolettiana</i> var. <i>biasolettiana</i>	GRUNOW	0,79	0,38	0,18	0,01	
6835	<i>Achnanthes bioretii</i>	GERMAIN		0,01			
6056	<i>Achnanthes catenata</i>	BILY & MARVAN		0,03			
6180	<i>Achnanthes clevei</i> var. <i>clevei</i>	GRUNOW	0,25	0,14	0,11	0,02	
6855	<i>Achnanthes conspicua</i>	MAYER		0,06	0,06	0,04	
6701	<i>Achnanthes dau</i>	FOGED				0,01	
6248	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>delicatula</i>	(KUETZING) GRUNOW		0,03		0,01	
16112	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>engelbrechtii</i>	(CHOLNOKY) LANGE-BERTALOT		0,04	0,12	0,09	
16872	<i>Achnanthes eutrophila</i>	LANGE-BERTALOT		0,16			
6986	<i>Achnanthes exigua</i>	GRUNOW		0,01		0,04	
6249	<i>Achnanthes exilis</i>	KUETZING		0,05			
16585	<i>Achnanthes grana</i>	HOHN & HELLERMAN		0,01			
6253	<i>Achnanthes helvetica</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT				0,01	
6703	<i>Achnanthes kolbei</i>	HUSTEDT				0,01	
6244	<i>Achnanthes lanceolata</i> - <i>Sippen</i>	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT		0,01		0,01	
6245	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT		0,01		0,01	
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>frequentissima</i>	LANGE-BERTALOT	0,06	0,34	0,41	0,80	0,49
16126	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>rostrata</i>	(OESTRUP) HUSTEDT		0,08			
16127	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>lanc.</i> var. <i>lanc.</i>	(BREBISSON) GRUNOW	0,05	0,03		0,01	0,49
6261	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>rostrata</i>	(OESTRUP) LANGE-BERTALOT	0,05	0,18	0,35	0,01	
6705	<i>Achnanthes laterostrata</i>	HUSTEDT				0,04	
6263	<i>Achnanthes lauenburgiana</i>	HUSTEDT				0,06	

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
16683	<i>Achnanthes linearioides</i>	LANGE-BERTALOT		0,01			
16561	<i>Achnanthes minutissima</i> – <i>Sippen</i>	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT		0,07			
6014	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	KUETZING	34,85	5,41	1,41	1,18	7,68
16135	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>saprophila</i>	KOBAYASI & MAYAMA		0,28			
6267	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>scotica</i>	(CARTER) LANGE-BERTALOT	0,11				
16877	<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>gessneri</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT		0,03			
6984	<i>Achnanthes ploenensis</i> var. <i>ploenensis</i>	HUSTEDT	0,06	0,66	1,35	2,67	
6160	<i>Achnanthes</i> spp.	BORY DE SAINT-VINCENT		0,01	0,06	0,10	
16662	<i>Achnanthes straubiana</i>	LANGE-BERTALOT	0,05	0,07			
6278	<i>Achnanthes thermalis</i>	(RABENHORST) SCHOENFELDT				0,03	
26003	<i>Achnanthidium atomoides</i>	MONNIER, LANGE-BERTALOT & ECTOR		0,05			
26097	<i>Achnanthidium</i> spp.	KUETZING		0,13			
16151	<i>Actinocyclus normanii</i> <i>Morphotyp normanii</i>	(GREGORY) HUSTEDT				0,04	
6282	<i>Amphora aequalis</i>	KRAMMER		0,02			
6171	<i>Amphora inariensis</i>	KRAMMER		0,10		0,04	
6860	<i>Amphora libyca</i>	EHRENBERG sensu KRAMMER & L.-B.	0,80	1,33	1,28	1,60	
6044	<i>Amphora ovalis</i>	(KUETZING) KUETZING		0,18		0,20	
6983	<i>Amphora pediculus</i>	(KUETZING) GRUNOW	21,17	19,34	34,00	22,85	1,27
6050	<i>Asterionella formosa</i>	HASSALL				0,04	0,33
6797	<i>Aulacoseira</i> spp.	THWAITES					0,48
6143	<i>Bacillaria paradoxa</i>	GMELIN		0,29		0,26	0,16
6971	<i>Bacillariophyceae</i>	HAECKEL					1,26
6295	<i>Brachysira neoexilis</i>	LANGE-BERTALOT		0,01			

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
6051	<i>Caloneis bacillum</i>	(GRUNOW) CLEVE	0,15	0,51	1,81	1,21	
6052	<i>Caloneis silicula</i>	(EHRENBERG) CLEVE				0,01	
6789	<i>Centrales</i>	KARSTEN				0,69	1,62
6020	<i>Cocconeis pediculus</i>	EHRENBERG	1,27	0,39	0,06	0,01	
6726	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	(EHRENBERG) GRUNOW		1,38			
6728	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	(EHRENBERG) VAN HEURCK		0,04			
6021	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i>	EHRENBERG	5,81	9,30	7,42	4,69	0,88
6729	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>pseudolineata</i>	GEITLER		0,03			
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	(HOHN & HELLERMAN) TH., ST. & HAK.				0,22	2,43
6178	<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>atomus</i>	HUSTEDT				0,03	0,08
26890	<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>gracilis</i>	GENKAL & KISS		0,01			
6929	<i>Cyclotella comensis</i>	GRUNOW		0,01			
16185	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	HAKANSSON & CARTER		0,60			
6055	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>	THWAITES		0,13			
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	KUETZING		0,03		0,03	0,33
6936	<i>Cyclotella ocellata</i>	PANTOCSEK		0,01		0,04	
6945	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	HUSTEDT		0,01		0,13	1,55
6146	<i>Cyclotella</i> spp.	(KUETZING) BREBISSON		0,01	0,10	0,22	
6944	<i>Cyclotella stelligera</i>	CLEVE & GRUNOW		0,03			
6031	<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>solea</i>	(BREBISSON) W.SMITH		0,06		0,04	
6058	<i>Cymbella affinis</i>	KUETZ. sensu KRAMMER & L.-B. (1986)	2,83	0,57			
6891	<i>Cymbella caespitosa</i>	(KUETZING) BRUN	0,06	0,17			
6060	<i>Cymbella cuspidata</i>	KUETZING		0,01			
26134	<i>Cymbella excisa</i> var. <i>excisa</i>	KUETZING		0,06			

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
6323	<i>Cymbella helvetica</i> var. <i>compacta</i>	(OESTRUP) HUSTEDT		0,17	0,12		
6184	<i>Cymbella helvetica</i> var. <i>helvetica</i>	KUETZING		0,23		0,12	0,33
6330	<i>Cymbella leptoceros</i>	(EHRENBERG) KUETZING		0,03			
6895	<i>Cymbella microcephala</i>	GRUNOW	2,58	0,07	0,12	0,06	
6909	<i>Cymbella minuta</i>	HILSE	0,05	0,05		0,01	0,82
6040	<i>Cymbella prostrata</i>	(BERKELEY) CLEVE		0,03		0,10	
6898	<i>Cymbella silesiaca</i>	BLEISCH	1,92	0,26		0,05	0,16
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	GREGORY	0,64	0,47	1,44	1,89	
6157	<i>Cymbella</i> spp.	C.AGARDH	0,05			0,05	
6066	<i>Cymbella tumida</i>	(BREBISSON) VAN HEURCK		0,08		0,08	
6340	<i>Denticula kuetzingii</i>	GRUNOW		0,01			
6068	<i>Denticula tenuis</i>	KUETZING	7,77	0,02			
6949	<i>Diatoma mesodon</i>	KUETZING		0,01			
6209	<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>moniliformis</i>	KUETZING		0,02			4,11
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	C.AGARDH					0,64
6006	<i>Diatoma vulgare</i>	BORY DE SAINT-VINCENT		0,07	0,06	0,10	
6347	<i>Diploneis oculata</i>	(BREBISSON) CLEVE		0,02			
6869	<i>Diploneis</i> spp.	EHRENBERG ex CLEVE		0,01			
26320	<i>Encyonopsis</i> spp.	KRAMMER					1,11
	<i>Eolimna comperei</i>	ECTOR, COSTE & ISERENTANT		0,66			
6998	<i>Eunotia</i> spp.	EHRENBERG		0,01			
6388	<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>	GRUNOW	0,51	0,50	0,12	0,02	
16570	<i>Fragilaria capucina</i> – <i>Sippen</i>	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT		0,06		0,01	
6390	<i>Fragilaria capucina capitellata</i> – <i>Sippen</i>	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT				0,01	

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
6033	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	DESMAZIERES				0,03	
6392	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	(OESTRUP) HUSTEDT		0,01			0,81
6393	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i>	(RABENHORST) RABENHORST	0,06				
6396	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	(KUETZING) LANGE-BERTALOT					0,63
6186	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	(KUETZING) LANGE-BERTALOT		0,06		0,01	1,96
16573	<i>Fragilaria construens</i> – <i>Sippen</i>	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT		0,06	0,35	0,05	
6034	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>construens</i>	(EHRENBERG) GRUNOW		0,10		0,02	
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	(EHRENBERG) HUSTEDT	0,06	0,61	0,64	0,06	
6400	<i>Fragilaria elliptica</i>	SCHUMANN				0,03	
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	(C.AGARDH) LANGE-BERTALOT		0,01	0,12	0,07	0,16
6403	<i>Fragilaria lapponica</i>	GRUNOW		0,01			
6078	<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i>	EHRENBERG	1,62	0,51		0,03	5,53
6161	<i>Fragilaria</i> spp.	LYNGBYE				0,05	0,81
6409	<i>Fragilaria tenera</i>	(W.SMITH) LANGE-BERTALOT		0,01			
16658	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>	(NITZSCH) LANGE-BERTALOT		0,02		0,04	0,49
16244	<i>Fragilaria zeileri</i> var. <i>elliptica</i>	GASSE		0,01			
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>	(THWAITES) DE TONI		0,02			
6418	<i>Gomphonema affine</i>	KUETZING				0,01	
6217	<i>Gomphonema clavatum</i>	EHRENBERG				0,03	
6883	<i>Gomphonema gracile</i>	EHRENBERG				0,01	
6427	<i>Gomphonema lateripunctatum</i>	REICHARDT & LANGE-BERTALOT	0,28		2,98	0,60	
6428	<i>Gomphonema micropus</i>	KUETZING		0,08			
6912	<i>Gomphonema minutum</i>	(C.AGARDH) C.AGARDH	0,22	0,27	0,18	0,16	

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i>	(HORNEMANN) BREBISSON	0,23	0,13	0,23	0,15	1,39
6433	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i>	GRUNOW	0,05	0,06			
16257	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i>	(KUETZING) FRENGUELLI					0,33
6158	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvul.</i> f. <i>parvulum</i>	KUETZING		0,64	0,66	0,95	4,46
16535	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>saprophila</i> .	LANGE-BERTALOT & REICHARDT		0,02			
6437	<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>pumilum</i>	(GRUNOW) REICHARDT & LANGE-B.	1,35	0,30	0,31	0,57	0,16
26430	<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	REICHARDT & LANGE-BERTALOT		0,08			
6794	<i>Gomphonema</i> spp.	EHRENBERG		0,09	0,18	0,20	0,48
6897	<i>Gomphonema tergestinum</i>	FRICKE	0,16	0,02	0,12	0,15	0,79
6188	<i>Gomphonema truncatum</i>	EHRENBERG		0,04			
6036	<i>Gyrosigma acuminatum</i> var. <i>acuminatum</i>	(KUETZING) RABENHORST		0,12	0,06		
6041	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	(KUETZING) RABENHORST	0,19	0,09	0,06	0,03	
6443	<i>Gyrosigma nodiferum</i>	(GRUNOW) REIMER		0,39		0,17	
6084	<i>Hantzschia amphioxys sensu stricto</i>	(EHRENBERG) GRUNOW				0,01	
6005	<i>Melosira varians</i>	C.AGARDH	0,11	0,44	0,06	0,90	6,37
6904	<i>Navicula agrestris</i>	HUSTEDT		0,03	3,27	1,39	
16289	<i>Navicula aquaedurae</i>	LANGE-BERTALOT		0,02			
6117	<i>Navicula atomus</i> var. <i>atomus</i>	(KUETZING) GRUNOW		0,02		0,04	
6241	<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	0,23	0,49	0,88	0,03	0,16
6868	<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i>	EHRENBERG		0,04		0,04	
6966	<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i>	(GRUNOW) ROSS		0,02			
6463	<i>Navicula capitata</i> var. <i>lueneburgensis</i>	(GRUNOW) PATRICK		0,01			
6910	<i>Navicula capitatoradiata</i>	GERMAIN		0,55		0,04	

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
6088	<i>Navicula cari</i>	EHRENBERG		0,05		0,01	
16596	<i>Navicula caterva</i>	HOHN & HELLERMAN		0,32			
6465	<i>Navicula clementioides</i>	HUSTEDT		0,03			
6858	<i>Navicula contenta</i>	GRUNOW		0,06			
6470	<i>Navicula costulata</i>	GRUNOW		0,02		0,01	
6010	<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>cryptocephala</i>	KUETZING		0,06			
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>	LANGE-BERTALOT	3,11	7,40	7,63	3,38	3,27
16307	<i>Navicula cryptotenelloides</i>	LANGE-BERTALOT		0,91	0,69	0,84	
6473	<i>Navicula decussis</i>	OESTRUP	0,05	0,03			
16311	<i>Navicula difficillimoides</i>	HUSTEDT		0,01			
6477	<i>Navicula digitoradiata</i>	(GREGORY) RALFS				0,07	
6826	<i>Navicula elginensis</i> var. <i>elginensis</i>	(GREGORY) RALFS		0,01			
6481	<i>Navicula erifuga</i>	LANGE-BERTALOT		0,15			
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	(BLEISCH) W.SMITH		0,16		0,01	0,40
6015	<i>Navicula gregaria</i>	DONKIN	0,28	0,77	0,35	0,53	4,21
6833	<i>Navicula halophila</i>	(GRUNOW) CLEVE		0,01			
6862	<i>Navicula ignota</i> var. <i>ignota</i>	KRASSKE		0,01			
16663	<i>Navicula jakovljevicii</i>	HUSTEDT		0,01			
16330	<i>Navicula lacunolaciniata</i>	LANGE-BERTALOT & BONIK				0,03	
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	(C.AGARDH) EHRENBERG		0,96	0,12	0,30	0,32
6923	<i>Navicula lenzii</i>	HUSTEDT	0,11	0,03		0,03	
6510	<i>Navicula libonensis</i>	SCHOEMAN				0,01	
16339	<i>Navicula longicephala</i> var. <i>vilaplanii</i>	LANGE-BERTALOT & SABATER		0,11			
6511	<i>Navicula lundii</i>	REICHARDT		0,02			

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
16341	<i>Navicula margalithii</i>	LANGE-BERTALOT				0,03	
6514	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>grunowii</i>	LANGE-BERTALOT	0,11	1,93	1,21	2,98	0,24
6094	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>menisculus</i>	SCHUMANN		0,77	0,16	0,45	
16343	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>upsaliensis</i>	GRUNOW	0,06	0,02			
6095	<i>Navicula minima</i>	GRUNOW	1,28	1,90	5,12	4,44	0,16
6515	<i>Navicula minuscula</i> var. <i>minuscula</i>	GRUNOW		0,02			
6219	<i>Navicula molestiformis</i>	HUSTEDT		0,01			
16584	<i>Navicula moskalii</i>	METZELTIN, WITKOWSKI & LANGE-B.	0,11				
6028	<i>Navicula mutica</i> var. <i>mutica</i>	KUETZING	0,05	0,03			
6519	<i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	(KUETZING) CLEVE & GRUNOW		0,01			
6522	<i>Navicula oppugnata</i>	HUSTEDT				0,01	
6866	<i>Navicula phyllepta</i>	KUETZING			0,06		
6099	<i>Navicula placentula</i>	(EHRENBERG) GRUNOW		0,01			
6525	<i>Navicula pseudanglica</i> var. <i>pseudanglica</i>	LANGE-BERTALOT		0,03			
6101	<i>Navicula pupula</i> var. <i>pupula</i>	KUETZING		0,21		0,03	
6102	<i>Navicula pygmaea</i>	KUETZING		0,01			
6534	<i>Navicula recens</i>	(LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT		4,45	1,65	6,47	
6535	<i>Navicula reichardtiana</i> var. <i>crassa</i>	LANGE-BERTALOT & HOFMANN		0,03			
6221	<i>Navicula reichardtiana</i> var. <i>reichardtiana</i>	LANGE-BERTALOT	0,11	0,43		0,05	0,32
6104	<i>Navicula reinhardtii</i>	(GRUNOW) GRUNOW		0,01			
6537	<i>Navicula saprophila</i>	LANGE-BERTALOT & BONIK		0,01			
6926	<i>Navicula schoenfeldii</i>	HUSTEDT	0,06			0,01	
6192	<i>Navicula seminulum</i> var. <i>seminulum</i>	GRUNOW			0,06		

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
6990	<i>Navicula</i> spp.	BORY DE SAINT-VINCENT	0,37	0,27	1,28	0,88	
6106	<i>Navicula subhamulata</i>	GRUNOW	0,11	0,17	0,10	0,08	
6548	<i>Navicula sublucidula</i>	HUSTEDT		0,01			
6896	<i>Navicula subminuscula</i>	MANGUIN		0,75	0,89	0,52	
6550	<i>Navicula subrotundata</i>	HUSTEDT		0,01	0,12	0,04	
6831	<i>Navicula tripunctata</i>	(O.F.MUELLER) BORY DE SAINT-VINCENT	0,16	2,97	2,29	1,11	0,73
6870	<i>Navicula trivialis</i>	LANGE-BERTALOT		0,04			
16578	<i>Navicula trophicatrix</i>	LANGE-BERTALOT		0,02	0,06		
6556	<i>Navicula utermoehlii</i>	HUSTEDT		0,03			
16378	<i>Navicula vandamii</i> var. <i>vandamii</i>	SCHOEMAN & ARCHIBALD			0,06		
6890	<i>Navicula veneta</i>	KUETZING		0,27	0,23	0,05	
16379	<i>Navicula viridula</i> var. <i>germainii</i>	(WALLACE) LANGE-BERTALOT		0,29	0,11	0,34	
6558	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i>	(KUETZING) CLEVE		0,71	0,24	0,21	
16589	<i>Naviculadicta schauburgii</i>	LANGE-BERTALOT		0,01			
6023	<i>Nitzschia acicularis</i> var. <i>acicularis</i>	(KUETZING) W.SMITH				0,03	
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	GRUNOW		0,47	0,40	0,49	
6991	<i>Nitzschia angustata</i>	(W.SMITH) GRUNOW		0,02			
6576	<i>Nitzschia angustatula</i>	LANGE-BERTALOT		0,05		0,05	
6922	<i>Nitzschia archibaldii</i>	LANGE-BERTALOT		0,02		0,03	0,80
16876	<i>Nitzschia bergii</i>	CLEVE-EULER		0,05			
16048	<i>Nitzschia calida</i> var. <i>calida</i>	GRUNOW		0,03			
6964	<i>Nitzschia capitellata</i> var. <i>capitellata</i>	HUSTEDT		0,08		0,03	
6242	<i>Nitzschia constricta</i>	(KUETZING) RALFS		0,14		0,09	
6921	<i>Nitzschia debilis</i>	ARNOTT		0,01			

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin	Rhin supérieur	Rhin moyen	Rhin inférieur	Delta du Rhin
			n = 4	n = 20	n = 4	n = 17	n = 3
6008	<i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i>	(KUETZING) GRUNOW	1,74	5,80	5,39	5,93	18,86
6586	<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	(HANTZSCH) GRUNOW		0,84		0,08	
16409	<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i>	(RICHTER) LANGE-BERTALOT			0,06	0,75	
6195	<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>filiformis</i>	(W.SMITH) VAN HEURCK		0,11		0,28	
6025	<i>Nitzschia fonticola</i> var. <i>fonticola</i>	GRUNOW	4,69	0,60	0,46	0,34	0,16
6196	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>frustulum</i>	(KUETZING) GRUNOW		0,25	3,30	10,74	
6806	<i>Nitzschia fruticosa</i>	HUSTEDT		0,01			
6197	<i>Nitzschia gracilis</i>	HANTZSCH			0,06		
6963	<i>Nitzschia heufferiana</i>	GRUNOW		0,05		0,03	
6114	<i>Nitzschia hungarica</i>	GRUNOW		0,04			
6595	<i>Nitzschia inconspicua</i>	GRUNOW	0,11	3,53	1,41	2,73	
6597	<i>Nitzschia lacuum</i>	LANGE-BERTALOT	0,11	0,01		0,03	
6888	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>levidensis</i>	(W.SMITH) GRUNOW		0,03			
6024	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>linearis</i>	(C.AGARDH) W.SMITH		0,01			
6198	<i>Nitzschia microcephala</i>	GRUNOW		0,51			0,16
16053	<i>Nitzschia modesta</i>	HUSTEDT		0,01			
6603	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	(KUETZING) GRUNOW		0,01			
6011	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>	(KUETZING) W.SMITH		2,01	0,18	0,36	0,96
6199	<i>Nitzschia paleacea</i>	GRUNOW		0,56			6,21
6605	<i>Nitzschia perminuta</i>	(GRUNOW) M.PERAGALLO		0,08			
16437	<i>Nitzschia perspicua</i>	CHOLNOKY		0,01			
6925	<i>Nitzschia pusilla</i>	GRUNOW		0,01		0,01	
6029	<i>Nitzschia recta</i> var. <i>recta</i>	HANTZSCH		0,02		0,04	0,16
6027	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	(NITZSCH) W.SMITH		0,03			

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin	Rhin supérieur	Rhin moyen	Rhin inférieur	Delta du Rhin
			n = 4	n = 20	n = 4	n = 17	n = 3
6610	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT		0,01			
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>	HUSTEDT		3,24	0,56	1,64	1,59
6612	<i>Nitzschia solita</i>	HUSTEDT		0,02			
6972	<i>Nitzschia</i> spp.	HASSALL		0,24	0,30	0,82	0,80
6960	<i>Nitzschia sublinearis</i>	HUSTEDT		0,03		0,07	
6924	<i>Nitzschia supralitorea</i>	LANGE-BERTALOT		0,07		0,05	
16450	<i>Nitzschia thermaloides</i>	HUSTEDT			0,18		
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>	GRUNOW		0,09			
16453	<i>Nitzschia valdestriata</i>	ALEEM & HUSTEDT		0,01			
6120	<i>Nitzschia vermicularis</i>	(KUETZING) HANTZSCH		0,02		0,03	
16458	<i>Opephora olsenii</i>	MOELLER		0,08			
6947	<i>Pennales</i>	KARSTEN		0,03	0,38	0,55	
26822	<i>Planothidium</i> spp.	ROUND & BUKHTIYAVORA				0,03	
	<i>Puncticulata radiosa</i>	(LEMMERMANN) HAKANSSON		0,01			
26237	<i>Reimeria uniseriata</i>	SALA, GUERRERO & FERRARIO (C.AGARDH) LANGE-BERTALOT		0,01			
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	(GRUNOW) D.G.MANN	0,86	2,53	4,09	4,54	0,97
26624	<i>Sellaphora seminulum</i>	(GRUNOW) D.G.MANN		0,01			
6225	<i>Simonsenia delognei</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	0,05	0,17		0,01	
16779	<i>Skeletonema</i> sp.	GREVILLE				0,88	3,73
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> var. <i>hantzschii</i>	GRUNOW				0,07	2,11
6956	<i>Stephanodiscus medius</i>	HAKANSSON				0,01	0,87
6796	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	HAKANSSON & HICKEL				0,01	
6940	<i>Stephanodiscus parvus</i>	STOERMER & HAKANSSON		0,03		0,01	1,12
6941	<i>Stephanodiscus tenuis</i>	HUSTEDT				0,06	1,05

Numéro informatique	Taxons	Auteurs	Fréquences moyennes [%]				
			Haut Rhin n = 4	Rhin supérieur n = 20	Rhin moyen n = 4	Rhin inférieur n = 17	Delta du Rhin n = 3
6133	<i>Surirella angusta</i>	KUETZING		0,02		0,01	
6693	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>brebissonii</i>	KRAMMER & LANGE-BERTALOT		0,16	0,12	0,16	
6228	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	KRAMMER & LANGE-BERTALOT				0,03	0,08
16091	<i>Surirella linearis</i> var. <i>helvetica</i>	(BRUN) MEISTER		0,01			
6135	<i>Surirella linearis</i> var. <i>linearis</i>	W.SMITH				0,01	
6229	<i>Surirella minuta</i>	BREBISSON		0,01			
6952	<i>Surirella</i> spp.	TURPIN		0,04		0,03	
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>flocculosa</i>	(ROTH) KUETZING		0,01			
16674	<i>Thalassiosira bramaputrae</i>	(EHRENBERG) HAKANSSON & LOCKER				0,03	
6231	<i>Thalassiosira lacustris</i>	(GRUNOW) HASLE			0,06		
16098	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	HASLE & HEIMDAL				0,04	

**Tab. 5** : Evaluation de l'état écologique à l'aide de la méthode allemande PHYLIB

PK = point kilométrique, LF = Land fédéral : BW = Bade-Wurtemberg (prélèvement également réalisé dans les stations suisses du haut Rhin), RP = Rhénanie-Palatinat, HE = Hesse, NRW = Rhénanie-du-Nord-Westphalie ; PI = pourcentage de taxons obligatoirement ou facultativement planctoniques ; Nd = pourcentage de taxons non ou insuffisamment déterminés ; ER = pourcentage d'espèces de référence ; IT = indice trophique ; IS = indice saprobique ; CQ = classe de qualité ; DI<sub>FG</sub> = Diatomeenindex<sub>Fließgewässer</sub> ; HI = indice de salinité (case gris foncé quand la valeur limite est dépassée) ; bleu = très bonne qualité écologique, vert = bonne qualité écologique, jaune = qualité écologique moyenne, orange = qualité écologique médiocre

Tronçon	LF	Station de mesure	PK	Date	Type	PI	Nd	ER	IT	IS	CQ	DI <sub>FG</sub>	HI	Qualité écolo.
Haut Rhin	BW	à hauteur de Wagenhausen	27,0	30.05.2007	D10			98,6	1,44	1,39	I-II	0,835	0,0	très bon
Haut Rhin	BW	Jestetten	57,6	30.05.2007	D10		0,2	92,2	1,86	1,67	I-II	0,744	0,0	très bon
Haut Rhin	BW	Laufenburg/Sisseln	116,0	30.05.2007	D10		1,5	61,6	2,61	2,00	II	0,487	2,3	bon
Haut Rhin	BW	Rheinfelden (à hauteur du château de Beuggen)	146,0	30.05.2007	D10			87,4	2,10	1,92	II	0,687	0,0	très bon
Rhin supérieur	BW	à hauteur de Neuenburg	199,0	27.09.2006	D10			90,0	2,31	1,83	II	0,671	0,0	très bon
Rhin supérieur	BW	à hauteur de Schwanau	272,0	27.09.2006	D10		0,5	58,1	2,60	1,88	II	0,471	7,6	bon
Rhin supérieur	BW	à hauteur de Kehl	291,0	28.09.2006	D10		0,7	67,9	2,66	1,89	II	0,512	4,3	bon
Rhin supérieur	BW	à hauteur de Grauelsbaum	318,0	28.09.2006	D10		1,9	72,7	2,78	1,87	II	0,519	3,7	bon
Rhin supérieur	BW	à hauteur de Steinmauern	345,0	14.10.2006	D10		0,5	62,6	2,82	2,05	II	0,463	6,7	bon
Rhin supérieur	BW	à hauteur de Karlsruhe	361,0	14.10.2006	D10			64,7	2,77	1,99	II	0,480	5,7	bon
Rhin supérieur	BW	à hauteur de Mannheim	426,0	14.10.2006	D10			51,8	2,89	2,05	II	0,399	11,8	bon
Rhin supérieur	HE	à hauteur d'Ibersheim	443,0	08.09.2006	D10			45,2	2,91	2,06	II	0,363	7,4	moyen
Rhin supérieur	RP	Passage du bac à Eich	462,0	25.07.2008	D10	0,2	1,1	44,3	2,81	2,05	II	0,373	5,1	moyen
Rhin supérieur	HE	à hauteur de Biebesheim	465,0	08.09.2006	D10			33,0	3,00	2,16	II-III	0,290	19,7	médiocre
Rhin supérieur	HE	à hauteur d'Oppenheim	479,0	08.09.2008	D10		0,2	36,2	2,90	1,94	II	0,320	8,4	moyen
Rhin supérieur	HE	à hauteur d'Astheim	488,0	08.09.2006	D10		3,5	34,6	2,80	1,78	II	0,326	9,0	moyen
Rhin supérieur	HE	Kastel	499,0	23.09.2006	D10			33,5	2,98	2,16	II-III	0,295	19,8	médiocre
Rhin	HE	à hauteur d'Eltville	510,0	23.09.2006	D10		1,1	62,3	2,72	1,84	II	0,475	6,8	bon

Tronçon	LF	Station de mesure	PK	Date	Type	PI	Nd	ER	IT	IS	CQ	DI <sub>FG</sub>	HI	Qualité écolo.
supérieur														
Rhin supérieur	RP	à hauteur d'Heidenfahrt	512,7	18.10.2006	D10	0,4	1,5	45,7	2,92	2,04	II	0,365	6,6	moyen
Rhin supérieur	RP	à hauteur d'Heidenfahrt	512,7	25.07.2008	D10		1,8	40,8	2,75	2,04	II	0,364	5,2	moyen
Rhin moyen	RP	à hauteur de Trechtingshausen	536,0	18.10.2006	D10	0,4	3,8	34,3	2,82	2,04	II	0,322	6,0	moyen
Rhin moyen	RP	Bacharach	542,0	18.10.2006	D10	0,2	1,4	52,1	2,85	2,01	II	0,406	9,4	bon
Rhin moyen	RP	Bacharach	542,0	27.07.2008	D10		0,7	42,9	2,74	1,99	II	0,376	6,7	moyen
Rhin inférieur	NRW	Niederkassel/Mondorf	664,6	18.07.2006	D10	0,7	4,2	33,6	2,66	2,06	II	0,340	11,5	moyen
Rhin inférieur	NRW	Niederkassel/Mondorf	664,6	13.08.2007	D10		2,9	30,2	3,06	2,14	II	0,268	18,2	médiocre
Rhin inférieur	NRW	Niederkassel/Mondorf	664,6	28.09.2007	D10		2,8	51,7	2,87	2,05	II	0,402	7,3	bon
Rhin inférieur	NRW	Meerbusch/Nierst	758,4	03.08.2006	D13	1,5	2,5	50,8	2,79	2,08	II	0,561	13,4	bon
Rhin inférieur	NRW	Meerbusch/Nierst	758,4	06.08.2007	D13	0,4	3,0	55,9	2,87	2,06	II	0,590	18,5	moyen
Rhin inférieur	NRW	Meerbusch/Nierst	758,4	17.09.2007	D13		3,3	59,7	2,80	2,01	II	0,618	11,0	bon
Rhin inférieur	NRW	Duisburg-Walsum	793,7	18.07.2006	D13	1,2	5,1	61,3	2,77	2,01	II	./.	14,2	./.*
Rhin inférieur	NRW	Duisburg-Walsum	793,7	24.07.2007	D13	1,2	2,1	29,6	2,87	2,15	II-III	0,442	18,3	médiocre
Rhin inférieur	NRW	Duisburg-Walsum	793,7	13.09.2007	D13	0,2	3,1	35,3	3,06	2,10	II	0,480	16,0	médiocre
Rhin inférieur	NRW	en aval d'Emmerich	854,1	19.07.2006	D13	2,0	3,1	60,7	2,81	2,10	II	0,607	14,3	bon
Rhin inférieur	NRW	en aval d'Emmerich	854,1	08.08.2007	D13	2,0	1,5	47,9	2,95	1,99	II	0,563	10,9	bon
Rhin inférieur	NRW	en aval d'Emmerich	854,1	13.09.2007	D13		0,9	48,5	2,97	2,09	II	0,548	19,2	moyen

\* La station de prélèvement de Duisburg-Walsum a été écartée de l'évaluation (échantillon du 18.07.2006) en raison d'un pourcentage trop élevé de taxons non déterminés ou déterminés avec une précision insuffisante