



R

Le Rhin

sous toutes ses facettes





© Michael Apitz



© Michael Apitz

Mentions légales

Editeur : C I P R

Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D-56002 Coblenz
www.iksr.org

Page de couverture, verso :

tableaux de Michael Apitz : « Rüdesheim sous l'orage » et « Ile du Rhin »
L'artiste connaît depuis son enfance le paysage fluvial du Rheingau et du Rhin moyen et s'en inspire dans sa recherche de nouveaux univers en images (voir apitz-art.de).

Rédaction : Secrétariat de la CIPR

Conception + texte : Barbara Froehlich-Schmitt

Langues : français, allemand, néerlandais, anglais

ISBN : 978-3-946755-22-7

© IKSR-CIPR-ICBR 2017

Le Rhin

- long de 1 233 km, il relie les Alpes à la mer du Nord
- est un ancien axe de colonisation longé de riches foyers de culture urbaine depuis l'Antiquité
- est aujourd'hui la plus importante artère économique de l'Europe Centrale
- attire voyageurs et touristes en grand nombre par la richesse de son paysage naturel et culturel unique au monde
- draine avec ses affluents un bassin versant d'environ 200 000 km²
 - qui fait s'écouler toutes les sources, tous les ruisseaux et toutes les rivières vers la Mer du Nord
 - qui offre un cadre de vie à 60 millions de personnes réparties sur 9 Etats
 - qui alimente 30 millions de personnes en eau potable

Il y a 30 ans, près de Bâle, une catastrophe chimique porte un coup terrible à l'écologie du Rhin.

Le Rhin est-il vraiment un fleuve propre aujourd'hui ?

Et quels sont les animaux et les plantes qui y vivent ?



© W. Pehlemann



© Michael Apitz

Hier	4
Aujourd'hui	5
Rhinternational	5
Développement durable du Rhin	6
Rhin & Saumon 2020	7
1 Un Rhin propre ? – un peu de chimie	8
1a Substances casse-tête	9
1b Le plastique est partout	10
1c Le Rhin a chaud	11
1d Purifier l'eau	12
1e Moins c'est plus	13
2 Un Rhin vivant ? – un peu de biologie	14
2a Diversité biologique	15
2b Mille kilomètres à la nage, ça use, ça use ...	16
2c Gare aux envahisseurs !	17
2d Bilan écologique	18
2e Protéger la nature	19

3 Un Rhin au naturel ? – un peu de physique	20
3a Un fleuve doit être dynamique	21
3b Le Rhin cloué au lit	22
3c Prévenir les inondations	23
3d Le Rhin au naturel : un bilan	24
3e Que d'eau, que d'eau !	25
Conclusion	26
Demain	27
Glossaire	28
Sources bibliographiques	30



Eruption du Mont Saint Helens en 1980

Pictogramme de l'UE pour les substances dangereuses pour l'environnement



Après l'accident de Sandoz en 1986, des tonnes d'anguilles mortes sont retirées du Rhin. L'alerte s'étend jusqu'aux Pays-Bas

Hier : retour sur catastrophes

Vers la fin de la période glaciaire, voici environ 13 000 ans, les hommes colonisent déjà la vallée du Rhin. Ils vivent de la pêche, de la chasse et de la cueillette et se déplacent sur le Rhin dans des embarcations primitives. Les premiers ‚Rhénans‘ sont témoins d'un **bouleversement naturel** d'une ampleur gigantesque : une éruption volcanique plus violente encore que celles du Vésuve en 79 après J.C. ou du Mount Saint-Helens aux Etats-Unis en 1980 (voir photo ci-dessus), ébranle le massif de l'Eifel, faisant naître un cratère béant devenu aujourd'hui le lac de Laach. Des coulées de lave et de cendres s'écoulent vers le Rhin et forment un énorme barrage qui stoppe l'écoulement du fleuve avant de sauter sous la pression de l'eau, laissant déferler dans la vallée un raz-de-marée d'eau boueuse jusque dans la région aujourd'hui occupée par Cologne.

Plus récemment, en 1986, les riverains du Rhin subissent une **catastrophe chimique**. Des eaux d'extinction toxiques mélangées à des pesticides s'écoulent dans le Rhin après l'incendie d'un entrepôt chimique de la société Sandoz près de Bâle en Suisse et donnent au Rhin une couleur rouge sang. La faune piscicole est décimée sur plusieurs centaines de kilomètres. De l'Allemagne aux Pays-Bas, les riverains du Rhin ne peuvent plus produire d'eau potable pendant des semaines. Pour le Rhin, l'accident de Sandoz est un choc salutaire qui fait brutalement prendre conscience aux Rhénans de l'urgence de sauver leur fleuve.

Des catastrophes, seul l'homme en connaît, dans la mesure où il leur survit ; la nature ne connaît pas de catastrophe.

Max Frisch (1979)

Quand la croissance devient un bien suprême, sans aucune considération éthique pour la freiner, elle risque fort de mener à la catastrophe.

Yuval Noah Harari (2015)



Secrétariat de la CIPR à Coblenz

Aujourd'hui : Rhinternational

9 Etats se partagent le bassin du Rhin et ses innombrables sources, ruisseaux et affluents.

La CIPR - Commission Internationale pour la Protection du Rhin - doit relever deux défis :

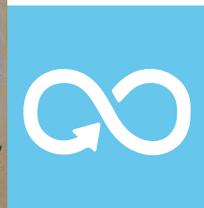
1. Comment réunir les 9 Etats du bassin du Rhin autour d'une même table ?
2. Comment concilier les usages et la protection des eaux ?

Dans un premier temps, la CIPR, fondée en 1950, consacre son énergie à l'assainissement du Rhin rabaissé au rang d'un vulgaire canal d'évacuation des eaux usées. En 1963, elle est chargée par les Etats riverains de dresser le diagnostic de la pollution du Rhin, de proposer des mesures de protection et de préparer des traités internationaux. En 1976, l'Union européenne adhère à la CIPR. De hauts représentants des gouvernements des Etats du Rhin président la CIPR à tour de rôle. Des conférences ministérielles et une vingtaine de groupes de travail internationaux se réunissent régulièrement. Le secrétariat à Coblenz coordonne les activités communes.

La CIPR fait sienne la vision de Victor Hugo : faire du Rhin un trait d'union entre les hommes et les Etats au sein de l'Europe.

Le Rhin à tous ! Soyons la même République, soyons les États-Unis d'Europe, soyons la fédération continentale, soyons la liberté européenne, soyons la paix universelle !

Victor Hugo (1871)



Développement durable du Rhin

En réaction à la catastrophe de Sandoz, les Etats du bassin du Rhin adoptent en 1987 le **Programme d'Action Rhin** pour réduire concrètement de moitié les flux polluants, redynamiser l'écosystème et faire revenir les saumons. Vient s'y ajouter un plan d'avertissement et d'alerte permettant de communiquer rapidement en cas d'accident.

L'Union européenne donne une nouvelle impulsion à ce programme en adoptant la **Directive Cadre sur l'Eau** en l'an 2000 et la **Directive Inondation** en 2007. Ces directives considèrent les bassins comme des districts et des écosystèmes. Elles se fixent un objectif : l'atteinte du « bon état » dans tous les cours d'eau et la réduction des dommages liés aux inondations. Le public doit être associé aux travaux. Le programme **Rhin 2020** de la CIPR intègre tous ces aspects.

En établissant des inventaires, des programmes de surveillance et des plans de gestion, les Etats du bassin du Rhin veulent atteindre en commun 3 objectifs :

1. Les eaux du Rhin doivent être **plus propres**.
2. L'écosystème rhénan doit redevenir **biologiquement sain**.
3. La **prévention des inondations** doit être améliorée.

Pour que les générations futures puissent également profiter du Rhin comme espace de loisir, voie navigable, source d'eau potable, d'eaux de refroidissement et d'énergie, milieu récepteur des eaux usées nettoyées par les stations d'épuration, le **développement durable** du fleuve, c'est-à-dire l'exploitation respectueuse de ses ressources, doit être la règle d'or.

Vous oubliez que les fruits sont à tous et que la terre n'est à personne.

Jean-Jacques Rousseau (1755)



Passé à poissons d'Iffezheim sur le Rhin supérieur

Rhin
2020



Illustrations : Bibliothèque Nationale de France
Lamproie : E. Edmonson + H. Chrisp

Plan directeur 'Poissons migrateurs' de la CIPR
Les poissons migrateurs se déplacent d'un milieu aquatique à un autre. Beaucoup remontent de la mer dans les fleuves pour y frayer. L'anguille, à l'inverse, dévale le fleuve pour frayer en mer. Le saumon, la truite de mer, la lamproie marine et la grande alose doivent pouvoir remonter dans le Rhin jusqu'en Suisse.

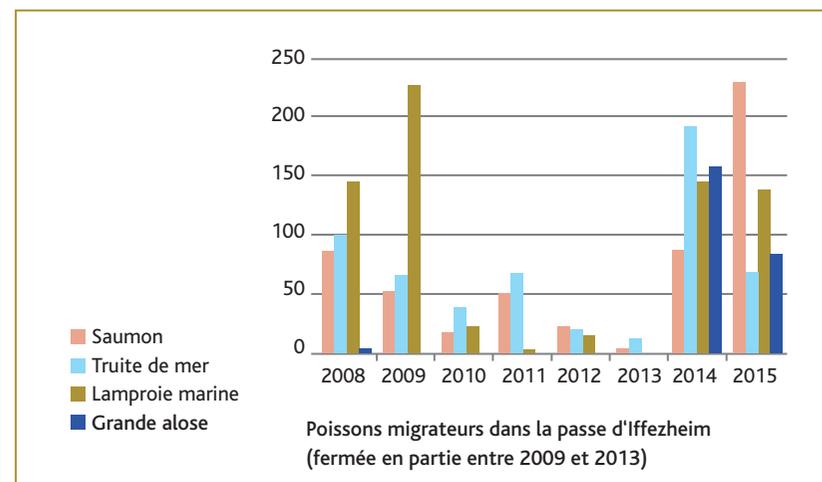
Rhin & Saumon 2020

Aujourd'hui, un des grands buts du programme d'Action Rhin est atteint : les poissons migrateurs comme le saumon par exemple retournent dans le Rhin et ses affluents.

A présent, l'ambition est de développer des peuplements de poissons migrateurs capables de se reproduire et de s'établir durablement dans tout le bassin sans alevinage. Le programme Rhin 2020 met l'accent sur la biodiversité naturelle de l'hydrosystème rhénan. La CIPR n'a pas uniquement les poissons migrateurs en ligne de mire mais aussi un large éventail de plantes et d'animaux typiques qui vivaient jadis ou reviennent aujourd'hui dans le fleuve, ses affluents et le champ alluvial. Dans le sillage du saumon, d'autres poissons sont de retour, mais aussi des oiseaux d'eau, des mammifères comme la loutre ou le castor et des coquillages comme la moule perlière.

Les actions

1. Restaurer les biotopes
2. Remettre le champ alluvial en communication avec le fleuve
3. Améliorer la morphologie fluviale pour la rendre plus naturelle
4. Lever les obstacles à la migration et relier les biotopes, par exemple au moyen de rivières de contournement ou de passes à poissons.

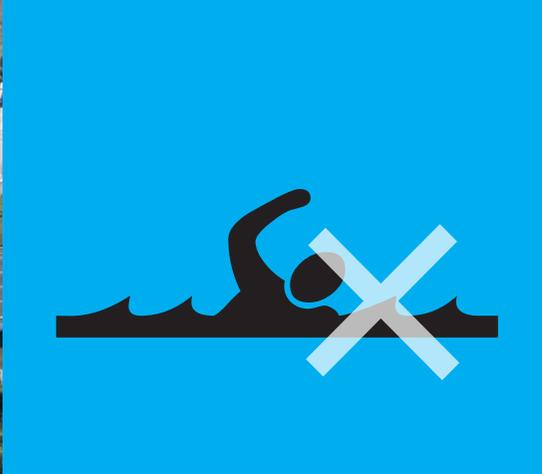


Des profondeurs vertes du grand large, en Atlantique, de nombreux chemins permettent de revenir sur les côtes. Ils sont suivis par les poissons ...

Rachel Carson (1962)



© Stadtentwässerung Koblenz



© Fotolia.de



1 Un Rhin propre ? – un peu de chimie

L'eau du Rhin est-elle aujourd'hui plus propre ?

Oui, la qualité des eaux s'est nettement améliorée au cours des dernières décennies.

La pollution par les eaux usées a baissé. On ne peut pas boire directement l'eau du Rhin, mais 30 millions de personnes la consomment après traitement dans les stations de production d'eau potable.

Peut-on se baigner dans le Rhin ?

Non, pas dans le cours principal en aval de Bâle, car il ne répond pas aux normes hygiéniques de l'UE sur les eaux de baignade. En outre, le courant parfois violent et le trafic fluvial mettent les nageurs en danger.

Peut-on manger les poissons du Rhin ?

Oui, mais pas tous et à dose modérée. En effet, les poissons du Rhin contiennent souvent des substances toxiques telles que les dioxines et le mercure provenant d'anciens sites pollués et de la combustion du charbon. Les saumons sont protégés toute l'année et leur capture est interdite.

Les stations d'épuration nettoient-elles complètement les eaux usées ?

Non, quelques substances nuisibles ne sont pas totalement éliminées dans les stations de traitement des eaux usées, par exemple les résidus de médicaments dans les urines ou les parfums (perturbateurs endocriniens) des lessives. La concentration de ces « micropolluants » dans le Rhin correspond à peu près à celle d'un cachet dissous dans une piscine, mais les effets sur l'écologie fluviale sont encore mal connus et les scientifiques nous mettent en garde : les résidus de certains médicaments peuvent dégrader les reins des poissons et les œstrogènes présents dans les eaux usées féminisent les poissons mâles.

L'eau est le principe de toute chose ; la Terre n'est que de l'eau condensée, l'air de l'eau raréfiée, et tout se résout en eau.

Thalès de Milet
(625-545 avant J.-C.)



L'industrie et les centrales thermiques
 Métaux lourds
 (plomb, cadmium, nickel, mercure)
 Substances organiques stables
 (par exemple les HAP, les PFC)
 Plastifiants (phtalates)
 Biocides



Les pollutions historiques
 Hydrocarbures chlorés
 (par exemple l'HCB, les PCB)
 PFC



Les ménages et les hôpitaux
 Médicaments, hormones
 Agents de contraste
 radiographiques
 Edulcorants
 Pesticides et biocides
 (l'herbicide glyphosate par
 exemple ou les produits de
 protection du bois et des
 façades)
 Plastifiants

1a Substances casse-tête

Pourquoi la liste des polluants s'allonge-t-elle ?

- car on peut les détecter à plus petite dose
- car de nouvelles substances polluantes émergent en permanence



L'agriculture
 Engrais (azote + phosphore)
 Pesticides (herbicides, fongicides, insecticides)
 Antibiotiques, hormones



La navigation
 Huile, HAP, benzène

... des substances [...] s'accumulent dans les tissus des plantes et des animaux, pénètrent même jusque dans les cellules reproductrices, où elles altèrent les éléments qui déterminent l'avenir par le moyen de l'hérédité.

Rachel Carson (1962)





© Fraunhofer Umsicht



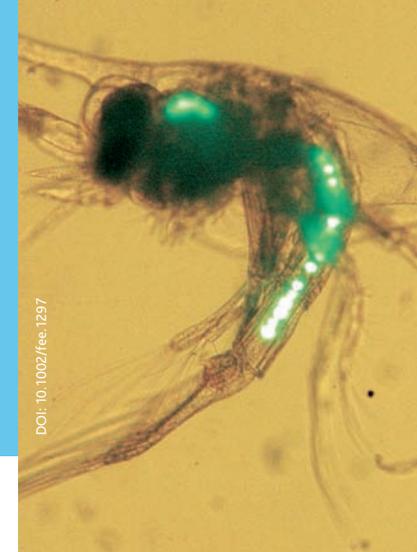
© S. Clinka BUND



© H. Pomplun



© G. Reifferscheid, BfG



DOI: 10.1002/fee.1297

La quantité de plastique produite depuis le début de l'ère du plastique permettrait déjà d'emballer six fois notre planète dans un film plastique.

Werner Boote
(2009)

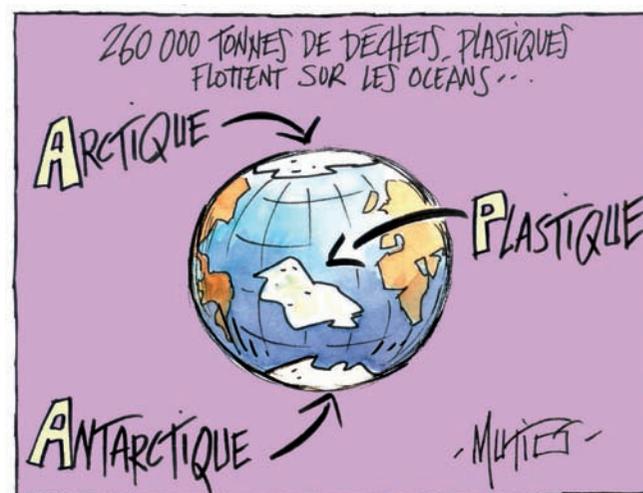
Plancton avec plastique fluorescent

1b Le plastique est partout

La production de plastique augmente dans le monde entier. Le plastique entre dans la composition de nombreux objets de la vie courante. Des macroplastiques et microplastiques sont détectés dans tous les cours d'eau de la planète, également dans le Rhin. Les fleuves transportent les déchets plastiques vers la mer où ils constituent une menace grandissante pour les écosystèmes marins. Le Rhin charrie plusieurs tonnes de particules plastiques vers la mer du Nord chaque année.

D'où vient tout ce plastique ? Le tri des déchets est pourtant en vigueur dans les Etats riverains du Rhin depuis des années. Mais les gens continuent à jeter ou à abandonner par négligence des sacs, emballages ou objets en plastique dans la nature ou directement dans les rivières. Et le plastique a cette particularité qu'il est « indestructible », c'est-à-dire qu'il n'est pratiquement pas biodégradable. Il faut dix à vingt ans à un sac plastique et 450 ans à une bouteille plastique pour se décomposer en particules certes de plus en plus petites, mais toujours présentes dans les eaux. Les microplastiques ne viennent pas que des emballages. Des microbilles de plastique sont souvent ajoutées aux produits cosmétiques. Au lavage, les vêtements synthétiques perdent de minuscules fibres que l'on retrouve ensuite dans le Rhin, car elles ne sont pas retenues dans la plupart des stations de traitement des eaux usées.

Le transport de déchets plastiques dans le Rhin est un phénomène qui ne fait l'objet de recherches que depuis quelques années.



© Muriel - ICONOVOX ; www.urlikan.net (2014)



Centrale nucléaire de Philippsburg. La mise hors service de quelques centrales nucléaires (par exemple le bloc I de Philippsburg) entre Karlsruhe et Mayence s'est déjà traduite par une baisse perceptible de la température du Rhin à Mayence.



le Rhin pris dans les glaces en 1929

1c Le Rhin a chaud

Lorsque les usines et les centrales prélèvent l'eau du Rhin et la rejettent réchauffée, la température du fleuve augmente. On prélève aujourd'hui moins d'eau pour refroidir les processus industriels, car quelques centrales nucléaires ont été mises hors service sur le Rhin et le Neckar ces dernières années.

En revanche, le changement climatique fait augmenter les températures de l'air et de l'eau. Au cours des dernières décennies, le réchauffement de l'atmosphère a fait augmenter la température moyenne du Rhin d'env. 1 à 1,5 °C. Le nombre de jours pendant lesquels est dépassée une température de 22 °C est nettement en hausse ces dernières décennies. Cet impact est négatif sur la biologie du Rhin, car le taux d'oxygène dans l'eau baisse quand monte la température du fleuve et les organismes aquatiques sensibles, les larves d'éphémères par exemple, souffrent de cette baisse d'oxygène. De nouvelles espèces exotiques (→ 2 c) supportant mieux la chaleur profitent en revanche de la pollution thermique du Rhin et se propagent plus largement dans ses eaux.

Le changement climatique n'agit pas que sur la température de l'eau mais sur tout le cycle de l'eau. On s'attend ainsi à une plus grande fréquence de phases de crue et d'étiage prononcées (→ 3 c).

Un jour, nos petits-enfants se promèneront dans les Alpes sans rencontrer un seul glacier.

Mauro Fischer (2015)



Station d'épuration près de l'Emscher



Port de Rotterdam (image satellite)

1d Purifier l'eau

De l'eau plus claire

- Sur les 60 millions d'habitants du bassin du Rhin, 96 % sont aujourd'hui raccordés à une station de traitement des eaux usées.
- La teneur en oxygène et le nombre d'espèces benthiques ont fortement augmenté.
- Les rejets d'azote et de phosphore ont sensiblement baissé.
- D'autres polluants charriés par le Rhin vers la mer du Nord sont recyclés ou retenus dans les stations d'épuration des entreprises, sont remplacés (métaux lourds et AOX par exemple) ou ne sont plus produits.
- Des conventions internationales sur la réduction de certains polluants et des interdictions nationales (par exemple de l'atrazine) sont entrées en vigueur.
- Jadis, Rotterdam devait retirer chaque année de son bassin portuaire dix millions de m³ de boues contaminées et les stocker dans le 'Slufter', une décharge spéciale pour déchets toxiques. Aujourd'hui, cette quantité est 'seulement' d'environ un million de m³ par an.

De toutes les ressources naturelles, l'eau est devenue la plus précieuse.

Rachel Carson (1962)



© Philippe TASTET, www.philippetastet.com (2011)

PHILIPPE TASTET



En 1993, quelques années après la catastrophe de Sandoz, une station d'analyse a été mise en place sur le Rhin près de Bâle. Elle est exploitée en commun par la Suisse et l'Allemagne

Répandre le lisier à l'aide de rampes d'épandage permet de réduire les pertes de nutriments et les odeurs désagréables

1e Moins c'est plus

L'Union européenne et la Suisse prescrivent dans leurs législations respectives un bon état chimique et écologique pour toutes les eaux. La CIPR note que cet objectif n'est pas atteint en 2015 et qu'il reste encore beaucoup à faire, tant pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines. En principe, c'est tout simple : **moins il y a d'apports de substances dans le Rhin, mieux il se porte.**

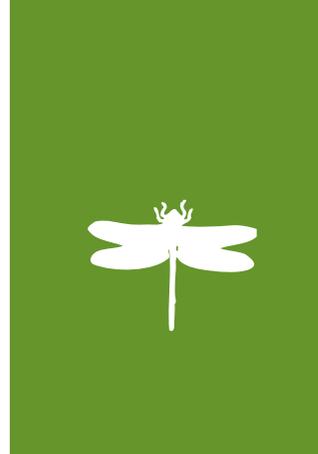
Que reste-t-il à faire ?

- Réduire les rejets ponctuels de polluants en améliorant l'épuration des eaux usées industrielles et ménagères.
- Réduire les apports diffus, c'est-à-dire qui rejoignent le milieu de manière éparse, notamment ceux issus de l'agriculture, par exemple :
 - en épandant moins d'azote et de phosphore contenus dans le lisier et les engrais chimiques et en évitant le rejet de ces substances dans les eaux à l'aide de modes d'exploitation favorisant les cultures dérobées, la protection des sols contre l'érosion et l'aménagement de bandes riveraines ;
 - en utilisant moins de produits phytosanitaires chimiques et de manière ciblée et appropriée ;
 - en stockant les sédiments contaminés dans des décharges spéciales.
- Réduire les micropolluants, par exemple :
 - en écartant dès le stade d'autorisation les substances nuisibles ;
 - en réduisant les micropolluants dans les produits ménagers et industriels ;
 - en évitant de rejeter les médicaments dans les toilettes et en renonçant le plus possible aux produits chimiques de protection des végétaux dans les jardins ;
 - en équipant les principales stations d'épuration d'une phase de traitement supplémentaire (par exemple la filtration sur charbon actif, l'ozonation etc.).



© LUBW
© J. Schneider

Programme d'analyse biologique :
des inventaires réguliers des biocénoses rhénanes permettent
d'illustrer et d'évaluer l'état de ces biocénoses.



© J. Fischer



Esturgeon européen *Acipenser sturio*
Bibliothèque nationale de France

2 Un Rhin vivant ? – un peu de biologie

Combien d'espèces de poissons vivent aujourd'hui dans le Rhin ?

64 espèces : toutes sont de retour à l'exception de l'esturgeon. Mais la composition est différente de ce qu'elle était autrefois. Aujourd'hui, deux espèces de gobies immigrées et les poissons blancs, comme le gardon, dominant.

Existe-t-il également d'autres organismes dans le Rhin ?

En plus des poissons, la faune rhénane se compose de vers, de bivalves, de mollusques, de crustacés, d'insectes, d'oiseaux et de mammifères. Plus de 500 espèces de macroinvertébrés, le macrozoobenthos, ont été identifiées au fond du fleuve entre le Rhin alpin et la mer du Nord.

Quelles plantes trouve-t-on dans le Rhin ?

De petites formes algales, le phytoplancton, flottent dans l'eau, par exemple les algues vertes et bleues. Les diatomées, des algues microscopiques unicellulaires, vivent au fond du fleuve. Des plantes aquatiques supérieures, des mousses et des characées colonisent les berges et les affluents.

*On déballait les carpes du Rhin, mordorées,
si belles avec leurs roussissures métalliques,
et dont les plaques d'écailles ressemblent
à des émaux cloisonnés et bronzés.*

Emile Zola - *Le Ventre de Paris*
(1873)



© LBH Freiburg

Phytoplancton

Les algues flottantes s'étendent quand la concentration de nutriments comme l'azote et le phosphore augmente.



© P. Hebert

Zooplancton

Les daphnies et les copépodes consomment les algues phytoplanctoniques.



© M. Marinas

Mollusques

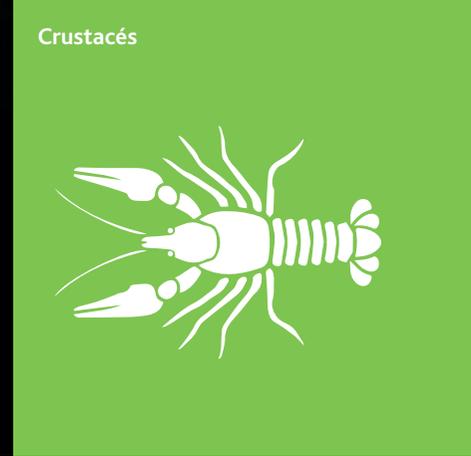
La nérite fluviatile *Theodoxus fluviatilis* se nourrit de diatomées qu'elle brote sur les pierres. Sa propagation est l'indice d'une amélioration de la qualité écologique du Rhin.



© A. Kureck

Insectes

Après une phase de croissance larvaire d'un an au fond du Rhin, où elle se nourrit de fines particules organiques qu'elle filtre dans l'eau, l'éphémère *Ephoron virgo* s'envole en nuées pour ne vivre qu'une seule nuit d'été.

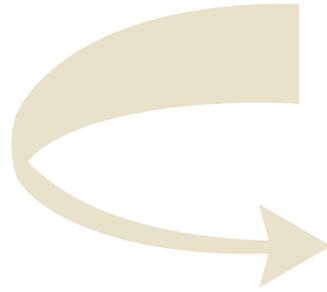


Crustacés

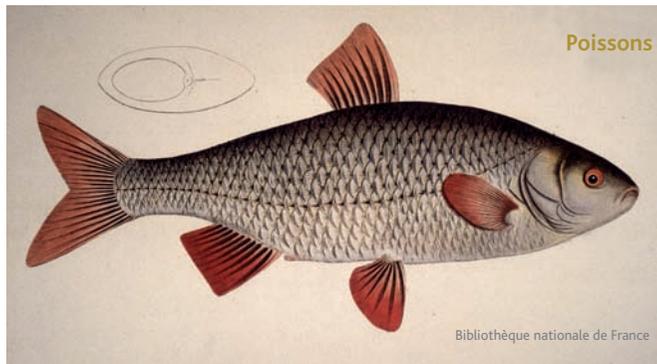
Les écrevisses d'eau douce avalent tout ce qui passe à portée de leurs pinces : larves d'insectes, mollusques, poissons et plantes.

2a Diversité biologique

L'écosystème du Rhin est un réseau diversifié de communautés et d'espèces végétales et animales étroitement reliées par des chaînes alimentaires et d'autres liens de dépendance. Quelques exemples de ces liens parmi beaucoup d'autres :



Le gardon *Rutilus rutilus* se nourrit de petits crustacés et de zooplancton.



Poissons

Bibliothèque nationale de France



© A. Trepre / photo-naturede

Oiseaux

Les marécages et forêts alluviales du Rhin sont le paradis des oiseaux comme le héron cendré *Ardea cinerea* qui se nourrit de poissons, grenouilles, souris et insectes.



© J. Fischer

Plantes aquatiques

Le potamogeton nouveau *Potamogeton nodosus* disparaît lorsque la pression des nutriments augmente.



© Association Saumon-Rhin



© J. Schneider



© J. Schneider

Passé à poissons de Gamsheim

Alevinage de saumoneaux.

Après la conquête romaine, on se mit à exporter d'énormes quantités de saumons vers tous les coins de l'Empire. Déjà à cette époque, on le conservait dans un lit d'algues marines et de glace qu'on allait chercher dans les montagnes.

Le saumon atlantique est de retour dans le Rhin.

PasseportSanté (2017)

2b Mille kilomètres à la nage, ça use, ça use

Jusqu'au 18^e siècle, le Rhin est le plus grand fleuve salmonicole d'Europe et le saumon est le 'pain quotidien' des pêcheurs rhénans. Au début du 19^e siècle, on commence à aménager le Rhin et ses affluents en les canalisant et en érigeant des barrages et des digues pour favoriser la navigation, promouvoir la production hydroélectrique et protéger les riverains contre les inondations. Les poissons migrateurs en font les frais. A cette même époque, la pollution par les eaux usées ménagères et industrielles s'intensifie. Le pic de pollution est atteint vers le milieu du 20^e siècle et entraîne la disparition du saumon rhénan.

Après le sinistre de Sandoz en 1986 et ses ravages sur la faune piscicole, la CIPR met en place son ambitieux Programme d'Action Rhin pour redynamiser le Rhin et son bassin.

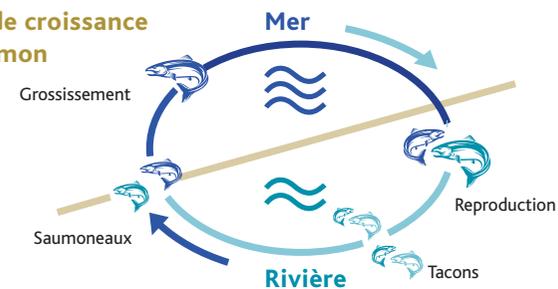
Le Plan directeur 'Poissons migrateurs'

Son but : faire remonter le saumon et les autres espèces migratrices (truite de mer, lamproie marine, grande alose) jusqu'en Suisse et relancer leur cycle naturel de reproduction et d'autosubsistance. Bilan des actions jusqu'en 2012 :

- près de 500 obstacles ont été supprimés pour faciliter la circulation des poissons dans l'hydrosystème rhénan
- 80 cours d'eau alluviaux ont été reconnectés à la dynamique du Rhin
- plus de 20 % des biotopes de frai sont à nouveau accessibles aux poissons

Depuis l'an 2000, des centaines de saumons remontent chaque année jusque dans le Rhin supérieur et se reproduisent dans les rivières de frai à nouveau accessibles du Rhin inférieur, moyen et supérieur. On a donc bon espoir qu'ils s'implanteront durablement dans le bassin du Rhin.

Cycle de croissance du saumon



Au printemps, les petits saumons émergent des œufs enfouis dans le gravier de ruisseaux aux eaux claires du Rhin et de ses affluents. Après un à deux ans en rivière, le saumoneau prend une robe argentée et entame sa migration vers l'Atlantique et le Groenland où il grandit rapidement en se nourrissant de crustacés et de petits poissons. Une fois en âge de se reproduire, il fait le parcours inverse sur des milliers de kilomètres et remonte dans son fleuve d'origine jusqu'à son ruisseau natal.



Le **gobie à tâches noires** *Neogobius melanostomus* (photo de ponte), originaire de la mer Noire, s'est introduit dans l'hydrosystème du Rhin en passant par le canal Rhin-Main-Danube.

L'ouette d'Égypte *Alopothen aegyptiacus*, qui nous vient d'Afrique, s'est échappée de parcs animaliers et progresse entre-temps dans le bassin du Rhin à partir des Pays-Bas.



L'**élodée de Nuttall** *Elodea nuttallii* est originaire d'Amérique du Nord.



L'**écrevisse du Pacifique** *Orconectes limosus* est une espèce d'Amérique du Nord qui supplante les écrevisses fluviales européennes.

Comme son nom l'indique, la **palourde asiatique** *Corbicula* est native de l'Asie et a supplanté un temps les autres bivalves du Rhin. Espèce thermophile, elle régresse aujourd'hui, ce qui est peut-être dû à la baisse des rejets d'eau chaude dans le Rhin.

2c Gare aux envahisseurs !

On rencontre dans le bassin du Rhin de nombreuses espèces exotiques venues de lointains pays et introduites via les canaux et la navigation ou relâchées par l'homme de manière volontaire ou fortuite. Plusieurs de ces espèces se propagent d'abord très rapidement, mais leurs effectifs retombent souvent ensuite.

Les espèces animales et végétales exotiques font parfois (temporairement) régresser les espèces indigènes et menacent les écosystèmes naturels. **Certaines nouvelles espèces**, qui colonisent en masse le Rhin, le gobie à taches noires par exemple, sont **envahissantes**. Les gobies apprécient les berges consolidées par des blocs de pierres où ils peuvent déposer leurs œufs. En retirant les enrochements là où ils sont inutiles, par exemple sur les berges plates ou convexes du Rhin et de ses affluents, on supprime efficacement les habitats de ponte des gobies. Plus les biotopes sont préservés ou restaurés de manière écologique, moins les espèces envahissantes ont de chance de s'implanter.

La lutte contre les espèces exotiques envahissantes est le parfait exemple d'un domaine dans lequel l'Europe fonctionne d'autant mieux que nous conjuguons nos efforts.

Janez Potocnik,
Commission européenne
(2013)

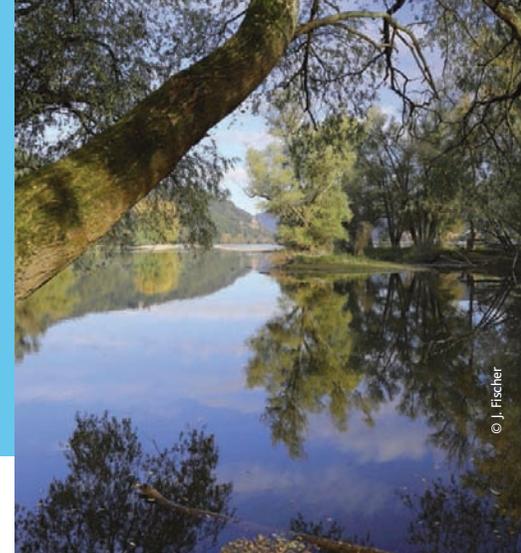


Les petits organismes aquatiques et les poissons peuvent emprunter ces rampes pour migrer vers l'amont

Des signes encourageants

La biomasse des algues planctoniques du Rhin en 2015 est moins importante que par le passé

- parce qu'on rejette moins de nutriments dans les eaux
- parce que des espèces (de coquillages par exemple) qui consomment les algues se développent

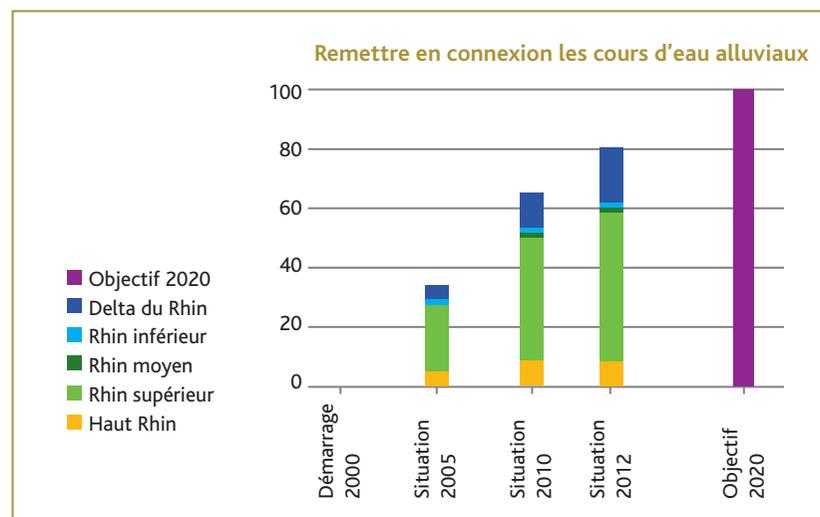


2d Le point sur l'écologie

L'éventail des espèces piscicoles du Rhin est à nouveau presque complet. La microfaune et les plantes aquatiques repeuplent le fleuve en grand nombre. On peut donc affirmer que le réseau écologique rhénan est dans un bien meilleur état que dans les années 1980.

Cette amélioration est due à deux grandes mesures : d'une part le traitement plus efficace des eaux usées, c'est-à-dire la baisse des apports de nutriments et de polluants dans le Rhin, et d'autre part le retrait ou l'ouverture d'obstacles transversaux pour relancer la migration des poissons et les échanges naturels entre les biocénoses.

L'éventail biologique du Rhin a changé, car de nombreuses espèces exotiques se sont solidement implantées dans le bassin rhénan. La restauration de la morphologie fluviale profite aux espèces indigènes et renforce l'écosystème.



De nombreuses zones inondables ont été remises en contact avec le fleuve de l'an 2000 à 2012.



Les champs d'épis peuvent être aménagés de manière écologique.



Les grilles détournent les poissons de l'entrée des turbines hydroélectriques.



Tronçon du haut Rhin à écoulement libre au lieu-dit Thurspitz : débouché de la Thur suisse dans le Rhin

Les processus morphologiques et les fonctions des écosystèmes fluviaux sont contrôlés pour la plupart par les forêts alluviales.

Henri Décamps (1996)

2e Protéger la nature

Le bilan écologique montre qu'il reste encore beaucoup à faire. Il est plus difficile de protéger la nature sur le cours principal du Rhin que sur certains de ses affluents, car les aménagements nécessaires à la navigation déterminent le paysage fluvial.

Des opportunités existent malgré tout si l'on rouvre **les anciens bras et l'ancien champ alluvial** à la dynamique fluviale pour rendre plus d'espace au fleuve et à ses organismes en améliorant simultanément la prévention des inondations. Même sur le cours principal, on peut donner plus de variété aux berges monotones et rigides en stabilisant le chenal et les berges par des **épis**, des petites digues construites depuis la rive et perpendiculaires à l'écoulement. Des biotopes de remplacement peuvent se former dans le fleuve entre les épis. Ainsi protégés du courant et des vagues, des bancs de gravier et de sable se constituent et des plantes aquatiques s'implantent, offrant aux poissons juvéniles et aux petits organismes benthiques de bonnes conditions de vie.

Dans tout le bassin du Rhin, de nombreux barrages devenus inutiles sont démantelés et d'autres sont équipés de rivières de contournement et de passes à poissons pour permettre à la faune aquatique de migrer vers l'amont (→ 2 b).

La migration vers l'aval reste problématique pour l'instant, car les poissons se blessent ou sont tués en passant dans les turbines des installations hydroélectriques. Des turbines moins dangereuses pour les poissons et des grilles de protection sont actuellement à l'étude.

Que reste-t-il à faire ?

- Préserver et restaurer les tronçons à eaux courantes libres et les habitats sur les îles et dans la zone alluviale
- Rendre plus naturelle la morphologie des berges et du lit des rivières et des fleuves
- Retirer les aménagements rigides inutiles, comme les enrochements sur les berges convexes
- Protéger des turbines les saumons, anguilles et autres poissons dévalants
- Lever d'autres obstacles à la migration
- Extensifier l'agriculture sur les berges et dans les zones alluviales



Matthäus Merian 1645



Wikimedia cc



© J. Braukmann

Le passage étroit de la Lorelei est aujourd'hui franchissable par les bateaux.

3 Un Rhin au naturel ? – un peu de physique

A quoi ressemblerait jadis la vallée du Rhin ?

Quand les premiers touristes découvrent le Rhin romantique au 19^e siècle, celui-ci est encore sauvage et impétueux. Le poète allemand Clemens Brentano invente en 1800 la ballade de Lore Lay, une femme rendue folle par la perte de son amant. Heinrich Heine reprend ce conte dans son célèbre poème de la Lorelei dont le chant envoûte les bateliers et les mène à leur perte. Victor Hugo, Gérard de Nerval, Apollinaire s'extasiaient devant les ruines des châteaux moyenâgeux et la vallée encaissée du Rhin moyen. La rectification du Rhin supérieur est engagée dès 1817 (→ 3 b). On fait sauter les écueils rocheux à la dynamite et on consolide les berges qui divaguaient au gré des crues.

Pourquoi un fleuve est-il en crue ?

Les variations de débit sont normales dans un fleuve à l'état naturel. Crues et étiages alternent au rythme des saisons avec la pluie, la fonte des neiges et les périodes plus sèches.

L'espace fluvial, c'est quoi ?

Dans un paysage fluvial intact, les crues s'épandent dans le champ alluvial. C'est une vallée régulièrement inondée qui retient les hautes eaux et freine ainsi le courant. A l'origine, le champ alluvial du Rhin était large et spacieux sur son cours supérieur et inférieur ainsi que dans son delta ; il était plus étroit et encaissé sur le haut Rhin et le Rhin moyen.

En fonction des fluctuations des crues, le champ alluvial est l'espace de contact et d'échange entre le fleuve et les terres. Les biocénoses alluviales et fluviales sont reliées au sein d'un réseau diversifié. A l'état naturel, les fleuves et leurs zones alluviales constituent des écosystèmes riches en espèces et très productifs.

Pour la fourmi, la rosée est une inondation.

Proverbe indien



Les forêts alluviales du Rhin - ici dans la Hördter Rheinaue - sont des oasis de biodiversité. Elles rechargent la nappe souterraine et retiennent les crues.

© B. Froehlich-Schmitt



Tiré de Naumann (1901), Naturgeschichte der Vögel

3a Un fleuve doit être dynamique

Quand Goethe dominait du regard la vallée du Rhin depuis le clocher de la cathédrale de Strasbourg en 1770, il pouvait admirer la richesse écologique du champ alluvial rhénan aujourd'hui disparu. Sur les 2 000 km² de forêt alluviale qui s'étendaient à l'origine sur le Rhin supérieur, il n'en reste plus qu'une mince bande fluviale de 150 km². Sur le Rhin inférieur et dans le delta, la forêt alluviale a fait place au fil des siècles à un paysage de prairies.

Les zones alluviales et riveraines d'un fleuve non régulé sont exposées à des variations continues d'humidité et de sécheresse, de sédimentation et d'érosion, d'apport et de retrait d'éléments nutritifs. Les communautés végétales et animales se sont adaptées à ces conditions variables ; elles sont aptes à les supporter et en sont même souvent dépendantes.



Strasbourg 1720

Les processus d'érosion et de sédimentation ... entraînaient la création de nouveaux chenaux, alors que d'autres étaient progressivement abandonnés. Le paysage était alors marqué par l'isolement de nombreuses îles au milieu d'un lacs de cours d'eau

Conservatoire des Sites Alsaciens (2017)

... on peut écrêter une onde de crue en laissant l'eau s'écouler dans un lit plus large. Pour cela, il faut rendre au fleuve, du moins en partie, son champ d'inondation initial, c'est-à-dire la plaine alluviale.

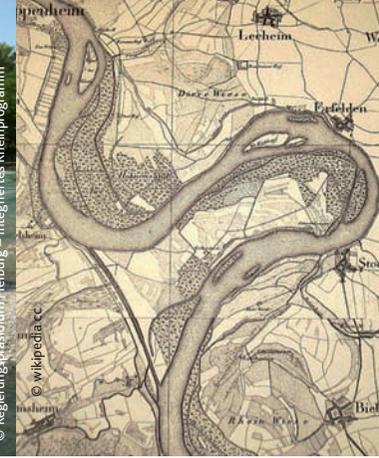
... Puisque l'eau s'écoule en suivant la pente naturelle du terrain, il suffit de donner au fleuve plus d'espace en amont pour abaisser les niveaux d'eau en aval

Emil Dister (2013)

Vue du Rhin en direction de Bâle depuis la Barre d'Istein
(tableau de Peter Birmann vers 1800)



Vieux-Rhin à Istein



Coupe d'un méandre du Rhin
à Kùhkopf en 1829



Aujourd'hui, le Kùhkopf est
une île sur le Rhin supérieur

3b Le Rhin cloué au lit

Le Rhin, qui était jadis ramifié et serpentait en larges méandres, a été rectifié, aménagé et coupé de sa forêt et de ses bras alluviaux. En période de crue, ce lit étroit ne peut contenir les hautes eaux qui débordent dans l'ancien champ alluvial où se sont implantés entre-temps les hommes et leurs activités. Les ondes de crue s'accroissent dans le fleuve canalisé et se superposent à celles venant des affluents.

La rectification du Rhin supérieur selon les plans de l'ingénieur Tulla démarre en 1817. En confinant le fleuve sauvage dans un lit étroit pour stabiliser son cours, assainir et conquérir des terres, les ingénieurs hydrauliques favorisent le développement de la navigation sur le Rhin, que les Celtes et les Romains sillonnaient déjà jadis comme axe commercial avec leurs barques à rames et leurs chalands. Depuis son aménagement en voie de passage des bateaux à grand gabarit, le Rhin est l'un des axes de trafic fluvial les plus empruntés au monde.

Vers la fin du 19^e siècle, les Suisses et les Allemands entament la canalisation du haut Rhin en installant onze centrales qui font disparaître progressivement les chutes d'eau et les rapides et transforment le fleuve en une chaîne de lacs et de paliers. En 1928, c'est au tour du Rhin supérieur d'être aménagé. Dix usines hydroélectriques sont successivement construites. Ces ouvrages sont des barrières infranchissables pour les poissons migrant vers l'amont. Ils créent une suite de retenues, ralentissent l'écoulement en amont et provoquent une forte érosion en aval et une baisse de la nappe phréatique contre laquelle il faut lutter en permanence par des mesures correctives. De nombreux affluents du Rhin connaissent un sort similaire. L'endiguement et l'urbanisation des zones alluviales font gonfler les crues vers l'aval et morcellent les réseaux écologiques rhénans entre l'eau et les terres.

Le modelage technique et l'aménagement des rivières et des fleuves modifient tout ce qui est naturel dans le paysage fluvial, l'eau mise à part.

Wolfgang Erz (1936 -1998)



Période d'étiage sur le Rhin moyen



Avant le recul de digues à Lent-Nimègue



Après le recul de digues à Lent-Nimègue

3c Prévenir les inondations

Dans les années 1990, les grandes inondations du Rhin moyen et inférieur provoquent des dommages de centaines de millions d'euros. La CIPR réagit en adoptant en 1998 un **Plan d'Action contre les Inondations**.

Le Plan d'Action contre les Inondations repose sur une stratégie « gagnant-gagnant ». En situation idéale, la protection des riverains et des biens peut s'accompagner d'une restauration du champ alluvial fluvial.

En 2015, le Plan d'Action contre les inondations devient un **Plan de gestion des risques d'inondation**. Derrière cette étiquette se rassemblent les actions et mesures de tous les Etats du bassin du Rhin pour lutter contre les risques d'inondation.

Aujourd'hui, tous les Etats de l'UE ajustent leurs actions de prévention des inondations à l'échelle des bassins. Le changement climatique est aussi à prendre en compte, car des crues et étiages plus fréquents sont attendus.

Que vise-t-on sur le Rhin ?

1. Protéger les personnes, leurs biens, l'environnement et le patrimoine culturel
2. Réduire le risque de dommages
3. Abaisser les niveaux de crue
4. Renforcer la conscience du risque (par exemple à l'aide de cartes des risques)
5. Améliorer les prévisions et les systèmes d'annonce des crues

Donner plus d'espace au fleuve

et créer des espaces de rétention le long du Rhin

- en ouvrant au fleuve l'ancien champ alluvial
- en mettant en retrait les digues
- en construisant des bassins de rétention manœuvrables

L'histoire étonnante du village de Kunheim dans le Haut-Rhin

Il y a 250 ans, tout le village a été démonté maison par maison pour être remonté un kilomètre plus loin en raison des inondations causées par les crues du Rhin.

France 3-Régions (2017)



© Michael Apitz



© CIPR



© CIPR

3e Que d'eau, que d'eau !

On attribue ces mots de consternation à Mac-Mahon, ancien Président de la République française, contemplant les graves inondations survenues dans le sud de la France en 1875 et leurs ravages.

Comment prévenir demain les inondations ? La CIPR affiche deux grands volets d'actions :

- agrandir le champ alluvial et les espaces de rétention pour un total de 535 millions de m³ de rétention d'ici 2030
- mieux prévoir les inondations et mieux informer le public

Additionnées les unes aux autres, les nombreuses mesures locales améliorent la situation générale à l'échelle du bassin, notamment celles favorisant l'infiltration sur place des eaux de pluie plutôt que leur évacuation dans les canalisations. En effet, l'eau retenue dans le sol rejoint lentement les eaux souterraines ou les rivières et le fleuve, ce qui freine la formation des crues.

Que reste-t-il à faire ?

- interdire ou adapter la construction dans les zones inondables
- désimperméabiliser les surfaces pour que l'eau de pluie s'infilte dans la nappe phréatique
- renaturer le plus possible les cours d'eau
- ne pas évacuer directement dans les égouts la pluie qui s'écoule des toits et des surfaces imperméabilisées, mais promouvoir l'infiltration et les réseaux séparatifs.



Les chutes du Rhin à Schaffhouse



Conclusion

Notre brochure le montre : le Rhin va nettement mieux qu'il y a 30 ans et ce constat positif est en grande partie dû au **succès des programmes de la CIPR** (Programme d'Action Rhin et Rhin 2020).

1. La qualité de l'eau s'est globalement améliorée. Les rejets industriels d'azote et de phosphore ont nettement baissé, les eaux usées industrielles et communales sont traitées avant rejet et l'écosystème rhénan se rétablit progressivement.
2. On compte entre-temps presque 500 ouvrages transversaux à nouveau franchissables par les poissons. Le saumon et d'autres espèces de poissons migrateurs peuvent désormais s'engager dans le Rhin et ses affluents à partir de la mer du Nord et remonter jusqu'au sud de Strasbourg dans le Rhin supérieur. Des berges, zones alluviales, anciens bras et parties d'affluents sont aujourd'hui renaturés en grand nombre.
3. La prévention des inondations s'est améliorée et les mesures prises pour redonner plus d'espace au fleuve ont un effet bénéfique sur le champ alluvial.

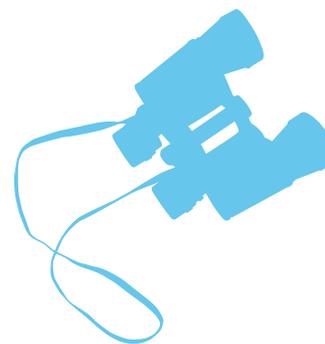
Le Rhin réunit tout. Le Rhin est rapide comme le Rhône, large comme la Loire, encaissé comme la Meuse, tortueux comme la Seine, limpide et vert comme la Somme, historique comme le Tibre, royal comme le Danube, mystérieux comme le Nil, pailleté d'or comme un fleuve d'Amérique, couvert de fables et de fantômes comme un fleuve d'Asie.

Victor Hugo (1842)



*Le Rhin n'est plus une frontière ;
Amis, c'est notre grand chemin,
Et, maintenant, l'Europe entière
Sur les deux bords se tend la main*

Alfred de Musset (1852)



Demain

La Directive Cadre sur l'Eau, qui est entrée en vigueur fin 2000, prescrit aux Etats membres de l'Union européenne l'atteinte d'un **bon état** pour toutes les eaux superficielles et souterraines. **Cet état n'est pas encore partout atteint.**

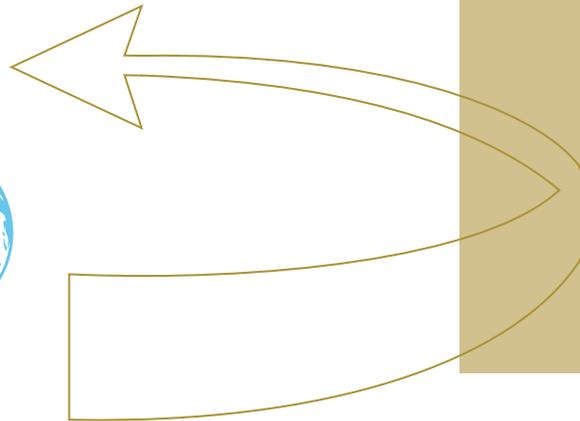
Il faut faire face à de nouveaux défis, comme celui des micropolluants rejetés par les ménages, l'industrie et l'agriculture. Avec le changement climatique, des crues et des étiages plus fréquents sont attendus, de même que des précipitations plus intenses à l'échelle régionale. La CIPR et les Etats du bassin du Rhin ont donc encore beaucoup à faire pour mener à bien le programme « Rhin 2020 ». Les grands champs d'action sont les suivants :

1. Eviter les apports de substances polluantes dans l'environnement et rendre plus performant le traitement des eaux usées
2. Redonner un caractère plus naturel à l'hydrosystème du Rhin, équiper les barrages encore infranchissables de passes à poissons et rétablir la continuité écologique dans les affluents
3. Renforcer les mesures de protection contre les inondations et de prévention des dommages écologiques et économiques provoqués par les étiages et le réchauffement des eaux



Glossaire

AOX	Les composés organohalogénés adsorbables (en anglais Adsorbable Organic Halogen) sont toxiques et souvent très persistants. On compte dans ce groupe le chloroforme, le DDT → l'HCB, l'HCH, → les PCB, le PCP et divers → pesticides. Produits chimiques industriels utilisés comme solvants, gaz propulseurs, agents de nettoyage, de désinfection, de conservation etc. et rejetés dans le Rhin par voie ponctuelle et/ou diffuse	Allemagne, France, Luxembourg, Pays-Bas, Suisse, UE ; délégués : hauts représentants, experts et observateurs des Etats ; siège : Coblenze
Atrazine	Produit phytosanitaire / → herbicide ; 400 litres d'un produit à base d'atrazine mélangés aux eaux d'extinction ont contaminé le Rhin lors de l'accident chimique de Sandoz en 1986. Cette substance est aujourd'hui interdite dans l'Union européenne et en Suisse	Composés organophosphorés Parmi ces composés, des esters phosphoriques, puissants agents neurotoxiques, et de nombreux → insecticides se sont écoulés dans le Rhin lors de l'incendie de Sandoz en 1986
Bassin (versant)	Ou 'bassin hydrographique'. Il représente l'aire géographique dont les eaux (pluie, rivières et ruisseaux) sont drainées vers un exutoire (fleuve) commun	Dioxines Composés organiques chlorés regroupant des polluants organiques difficilement dégradables dans l'environnement. Ils sont souvent issus de processus thermiques et s'accumulent dans la chaîne alimentaire
Benthos	Ensemble des organismes aquatiques vivant à proximité du fond	Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 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
Biocides	Produits entrant dans la catégorie des → pesticides ; agents de désinfection, de protection des matériaux et de lutte contre les nuisibles	Directive Inondation (DI) La directive communautaire relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation (2007/60/CE), qui est entrée en vigueur le 26 novembre 2007, a pour objectif de réduire et de maîtriser les impacts négatifs des inondations sur la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et les activités économiques
Biotope	Milieu biologique d'une communauté animale et végétale spécifique	Erosion Phénomène résultant de l'action de l'eau ou du vent qui provoque l'enlèvement des couches supérieures des sols et la dégradation des roches. Il peut être naturel ou dû à l'exploitation des sols par l'homme
Champ alluvial	Zone de plaine située aux abords des cours d'eau qui est périodiquement ou épisodiquement inondée et colonisée par des espèces animales et végétales adaptées à ces fluctuations de l'eau	Espèce exotique Espèce non indigène végétale (néophyte) ou animale (néozoaire) introduite par l'homme de manière volontaire ou fortuite dans un territoire où elle n'était pas présente à l'origine
CIPR	Commission Internationale pour la Protection du Rhin ; créée en 1950, confirmée et élargie par l'accord de 1963 et la convention de 1999, tous deux signés à Berne ; parties contractantes :	Fongicide Produit destiné à éliminer les champignons parasites ; → pesticide



Inondation à Cologne en 1995

HAP	Groupe des → hydrocarbures aromatiques polycycliques	PFC	Les perfluorocarbures ou hydrocarbures perfluorés sont des produits chimiques difficilement dégradables qui s'accumulent dans l'environnement et les organismes et sont nocifs pour la santé humaine. On les trouve dans les vêtements de sport et de travail, dans les gobelets et emballages en carton, dans les mousses d'extinction et les matériaux de construction ; → pesticides
HCB	L'hexachlorobenzène est un sous-produit de la synthèse des hydrocarbures chlorés et a été utilisé par le passé comme → plastifiant et fongicide	Phytoplancton	→ plancton végétal, c'est-à-dire l'ensemble des organismes végétaux vivant en suspension dans l'eau, par exemple les algues vertes (chlorophycées), les diatomées et de nombreuses bactéries
Herbicide	Dés herbant ; produit destiné à éliminer les mauvaises herbes et la végétation sauvage, notamment en agriculture et sur les surfaces imperméabilisées ; → pesticide	Plancton	Organismes aquatiques flottants sans capacité de nage et soumis à l'action du courant
Hydrocarbures	Composés organiques constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène. Les composés organochlorés, qui comportent au moins un atome de chlore (→ AOX), sont considérés comme des → substances prioritaires	Plastifiants	Substances qui, ajoutées à une matière plastique (le → PVC par exemple), la rendent plus souple et résistante. On les trouve dans des câbles, semelles, jouets etc. ; → HCB ; → PCB
Insecticide	Produit destiné à éliminer les insectes ; → pesticide	Population	Ensemble des individus d'une même espèce qui occupe simultanément le même milieu
Macrozoobenthos	Invertébrés aquatiques visibles à œil nu qui colonisent le fond des cours et plans d'eau (par exemple mollusques, coquillages, crustacés, insectes) ; → benthos	PVC	Polychlorure de vinyle. Sa combustion génère des → dioxines
Œstrogène	Hormone sexuelle femelle	Sédiments	Dépôts meubles de pierre, gravier, sable ou vase au fond d'un cours d'eau
PCB	Les polychlorobiphényles (PCB), utilisés autrefois comme plastifiants ainsi que dans les transformateurs et les huiles hydrauliques, sont persistants et s'accumulent dans la chaîne alimentaire et dans les → sédiments	Substance prioritaire	Substance toxique constituant un risque pour les écosystèmes aquatiques et la production d'eau potable et dont les émissions et les pertes dans l'environnement doivent être réduites. La → Directive Cadre sur l'Eau comporte une liste de substances prioritaires auxquelles s'appliquent des normes strictes de qualité environnementale
Pesticides	Produits phytosanitaires et/ou → biocides. Substances produites le plus souvent sous forme synthétique et utilisées en particulier pour la « protection des plantes » et la lutte contre les bactéries, algues, champignons, plantes et animaux jugés nuisibles en agriculture conventionnelle. Les → hydrocarbures chlorés et les → composés organophosphorés sont des → substances prioritaires	Zooplancton	→ Plancton animal, les daphnies par exemple



Bibliographie

BOOTE, Werner (2009) : Plastic Planet. Film documentaire – Traduction interne CIPR

CARSON, Rachel Louise (1962) : Printemps silencieux. Wildproject Editions (2014)

CIPR (2003) : Le Rhin remonte la pente – bilan du Programme d'Action Rhin.

Rédaction : B. Froehlich-Schmitt, 31 p., Coblenze.

CIPR (2004) : Rhin & Saumon 2020 – programme sur les poissons migrateurs dans

l'hydrosystème rhénan - Rapport n° 148, rédaction : B. Froehlich-Schmitt, 31 p., Coblenze.

CIPR (2008) : Le Rhin : un fleuve renoué contact. Rédaction : B. Froehlich-Schmitt,

31 p., Coblenze.

CIPR (2013) : Le Rhin et son bassin : un survol. 34 p., Coblenze.

CIPR (2013) : Présentation de l'évolution des températures de l'eau du Rhin sur la

base de températures mesurées et validées de 1978 à 2011 - Rapport n° 209, Coblenze.

CIPR (2014) : Estimation - sur la base de scénarios climatiques - des impacts du

changement climatique sur l'évolution des futures températures de l'eau - Rapport n° 213, Coblenze.

CIPR (2015) : La biologie du Rhin Rapport de synthèse sur le programme d'analyse

biologique 'Rhin' 2012/13 - Rapport n° 232. 46 p., Coblenze.

CIPR (2015) : Plan de gestion 2015 coordonné au niveau international du district

hydrographique international Rhin, 130 p., Coblenze.

CIPR (2015) : Rapport de synthèse : Identification de la réduction des risques

d'inondation - Rapport n° 236, 30 p., Coblenze.

CIPR (2015) : Plan de gestion des risques d'inondation coordonné au niveau

international dans le District Hydrographique International Rhin, 46 p., Coblenze

COMMISSION EUROPEENNE (2013) : Communiqué de presse du 9 septembre 2013,

Référence IP/13/818

CONSERVATOIRE DES SITES ALSACIENS : <http://www.conservatoire-sites-alsaciens.eu/fr/histo-idr/>(consulté le 06 février 2017)

DECAMPS, Henri (1996) : The renewal of floodplain forests along rivers: a landscape

perspective. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 35-59 – Traduction interne CIPR

DISTER, Emil (2013) : tiré de Oelmaier, T.: Gebt den Flüssen die Auen zurück.

Deutsche Welle, 14.06.13. - <http://www.dw.com/de/dister-gebt-den-fl%C3%BCssen-die-auen-zur%C3%BCck/a-16878837> (consulté le 10.01.2017) -

Traduction interne CIPR

ERZ, Wolfgang (non daté) : Tierwelt und Gewässerschutz. Schriftenreihe des VDG =

Vereinigung Deutscher Gewässerschutz Nr. 33 - Traduction interne CIPR

FISCHER, Mauro (2015) : citation tirée de : Hähne, S.: Zähe Zwerge aus Eis.

Tagesanzeiger. <http://www.tagesanzeiger.ch/wissen/natur/zaehe-zwerge-aus-eis/story/10401429?track> – (consulté le 10.01.2017) - Traduction interne CIPR

FRANCE 3-REGIONS : <http://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/node/1021881/amp> (consulté le 06.02.2017)

FRISCH, Max (1979) : L'Homme apparaît au Quaternaire. Traduction :

<http://www.babelio.com/livres/Frisch-Lhomme-apparait-au-quaternaire/39894>

(consulté le 06.02.2017)

FRISCH, Max (1979) : L'Homme apparaît au Quaternaire. Traduction :

<http://www.babelio.com/livres/Frisch-Lhomme-apparait-au-quaternaire/39894>

(consulté le 06.02.2017)



© M.-H. Claudel



© Peter Birrmann



© Regierungspräsidium Freiburg – Integriertes Rheinprogramm

HARARI, Yuval Noah (2015) : Sapiens - Une brève histoire de l'humanité, Editions Albin Michel.

HUGO, Victor (1842) : Le Rhin, lettres à un ami.

HUGO, Victor (1871) : Discours à l'Assemblée Nationale.

MUSSET, Alfred de (1852) : Le chant des amis

PASSEPORTSANTÉ : www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=saumon_nu (consulté le 06 février 2017)

ROUSSEAU, Jean-Jacques (1755) : Discours sur l'inégalité.

ZOLA, Emile (1873) : Le Ventre de Paris



R

Le Rhin
sous toutes ses facettes



www.iksr.org

Apiter