

# LE RHIN ET SON BASSIN : UN SURVOL

- Restauration de l'écosystème
- Qualité chimique de l'eau
- Bilan du Plan d'Action contre les Inondations



*Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins*

*Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin*

*Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn*

*International  
Commission  
for the Protection  
of the Rhine*



# LE RHIN ET SON BASSIN : UN SURVOL

## ■ Restauration de l'écosystème

## ■ Qualité chimique de l'eau

## ■ Bilan du Plan d'Action contre les Inondations

Le présent rapport donne un aperçu des avancées écologiques et fournit des informations sur la qualité chimique actuelle du Rhin. Il tire par ailleurs un bilan intermédiaire de la mise en œuvre du Plan d'Action contre les inondations.

Les pressions exercées par les substances sur le Rhin ont été à l'origine de la création de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) en 1950. Les conventions visant à réduire la pression par les substances chimiques et les chlorures, la gestion commune de l'accident de Sandoz survenu le 1<sup>er</sup> novembre 1986 et les activités engagées par la suite par tous les Etats riverains du Rhin pour garantir durablement une bonne qualité des eaux du Rhin ont permis des avancées notables. Malgré l'exploitation intensive du bassin du Rhin, sa forte densité démographique, la concentration élevée de sites chimiques et des pratiques agricoles intensives, les eaux du Rhin affichent dès l'an 2000 une qualité permettant de produire de l'eau potable et autorisant le retour du saumon et d'autres espèces piscicoles sensibles dans son bassin.

La nouvelle convention pour la protection du Rhin signée en 1999 et dotée d'un champ de compétence élargi représente un grand pas en avant en cela qu'elle intègre désormais le développement durable de l'écosystème, la préservation de la ressource en eau du Rhin pour la production d'eau potable, l'amélioration de la qualité des sédiments, une politique intégrée de prévention des inondations et de protection contre leurs effets dommageables associant les intérêts écologiques, et la réduction de la pollution de la mer du Nord.

Le programme « Rhin 2020 » de la CIPR, mis en place pour concrétiser les orientations générales de développement durable du Rhin, reprend en les renforçant les grands objectifs de restauration de l'écosystème Rhin, de prévention des crues et de protection contre les inondations ainsi que d'amélioration de la qualité chimique des eaux.

Pour les Etats de l'UE, la directive cadre sur la politique de l'eau, ses directives filles et la directive sur la gestion des risques d'inondation sont des outils essentiels de mise en œuvre du programme « Rhin 2020 ». Elles comportent des obligations communes de prise de mesures par les Etats de l'UE et soulignent la nécessité d'une gestion intégrée des eaux à l'échelle de districts hydrographiques.

On rappellera par ailleurs que les Etats du bassin du Rhin ont investi depuis la dernière grande crue du Rhin de 1995 plus de 10 milliards d'euros dans la prévention des crues, la protection contre les inondations et la sensibilisation aux crues afin de réduire le risque d'inondation et de renforcer ainsi la protection des personnes et des biens matériels.

Le présent rapport d'évolution de la CIPR rassemble pour la Conférence ministérielle sur le Rhin de 2013 les résultats les plus récents.

**Le chapitre 1 évoque les principaux progrès accomplis dans le volet écologique depuis l'an 2000, le chapitre 2 traite de la qualité chimique actuelle des eaux. Le chapitre 3 porte sur les mesures de protection contre les inondations prises par les Etats du bassin du Rhin de 1995 à 2010 dans le cadre du Plan d'Action contre les Inondations.**

## 1. RESTAURATION DE L'ÉCOSYSTÈME PAGE 5

1. Redynamiser les zones inondables
2. Remettre en connexion d'anciens bras et des bras latéraux du Rhin
3. Accroître la diversité morphologique des berges du Rhin et de ses bras latéraux
4. Rétablir la continuité
5. Faune et flore allochtones dans le Rhin
6. Synthèse et conclusions

## 2. QUALITÉ CHIMIQUE DE L'EAU PAGE 13

1. Eaux résiduaires urbaines
2. Eaux usées industrielles
3. Apports diffus - Azote et phosphore
4. Apports diffus – Produits phytosanitaires
5. Apports diffus – Divers
6. Dommages environnementaux ayant des impacts significatifs sur le Rhin

## 3. PLAN D'ACTION CONTRE LES INONDATIONS PAGE 23

1. Mise en œuvre 1995 - 2010 : principaux résultats
2. Explications sur les différents objectifs opérationnels
  - (a) Réduire les risques de dommages dus aux inondations
  - (b) Réduire les niveaux de crue
  - (c) Renforcer la conscience du risque d'inondation
  - (d) Améliorer le système de prévision et d'annonce de crue
3. Perspectives

# 1

## RESTAURATION DE L'ÉCOSYSTÈME

---

1. Redynamiser les zones inondables
2. Remettre en connexion d'anciens bras et des bras latéraux du Rhin
3. Accroître la diversité morphologique des berges du Rhin et de ses bras latéraux
4. Rétablir la continuité
5. Faune et flore allochtones dans le Rhin
6. Synthèse et conclusions

## RESTAURATION DE L'ÉCOSYSTÈME

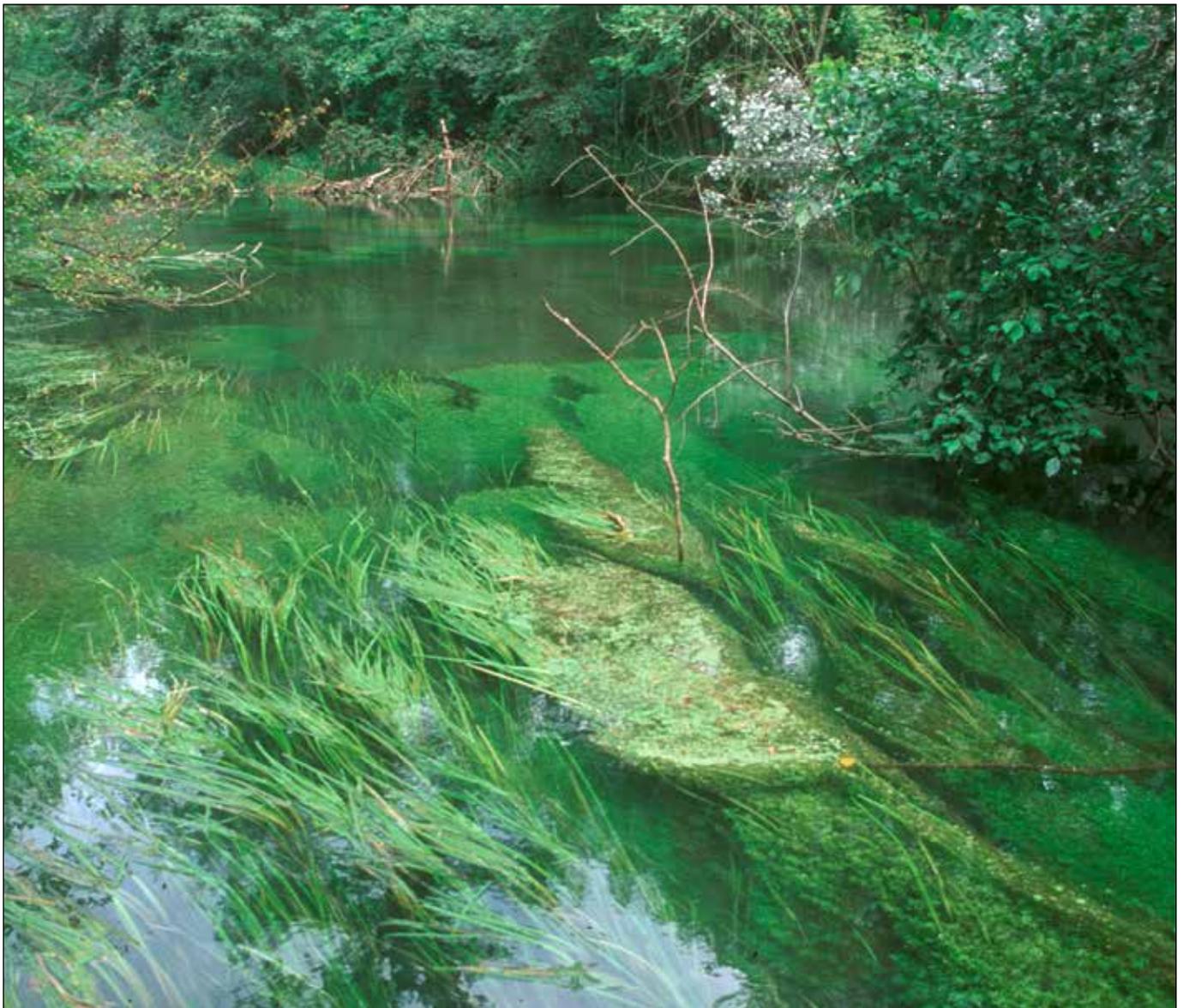
Le programme « Rhin 2020 » de la CIPR formule des objectifs concrets de restauration de l'écosystème à atteindre d'ici 2020 sur le cours principal du Rhin. Ces objectifs ont été repris dans la synthèse des programmes de mesures du Plan de gestion du district hydrographique international Rhin, conformément aux dispositions de la DCE.

Sur la période 2000-2012, les progrès sur le cours principal du Rhin sont globalement présentés dans le présent bilan pour les volets suivants :

- Redynamiser les zones inondables
- Remettre en connexion les cours d'eau alluviaux
- Accroître la diversité morphologique des berges du Rhin et de ses anciens bras

Dans le volet de la restauration de la continuité, les rivières prioritaires des poissons migrateurs définies dans le « Plan directeur 'Poissons migrateurs' Rhin » ont été prises en compte. Un nouveau chapitre porte sur les plantes et animaux allochtones dans le Rhin.

La directive cadre européenne sur la politique de l'eau (DCE), en vigueur depuis l'an 2000, vise à l'atteinte d'un bon état dans tous les cours d'eau. Ceci signifie que les fleuves, comme le Rhin par exemple, ne doivent pas uniquement être propres mais également écologiquement intacts. En mettant en œuvre sur le Rhin leurs mesures fixées au titre de la DCE, les Etats membres de l'UE ont également progressé dans le cadre du programme « Rhin 2020 ».



# 1. REDYNAMISER LES ZONES INONDABLES

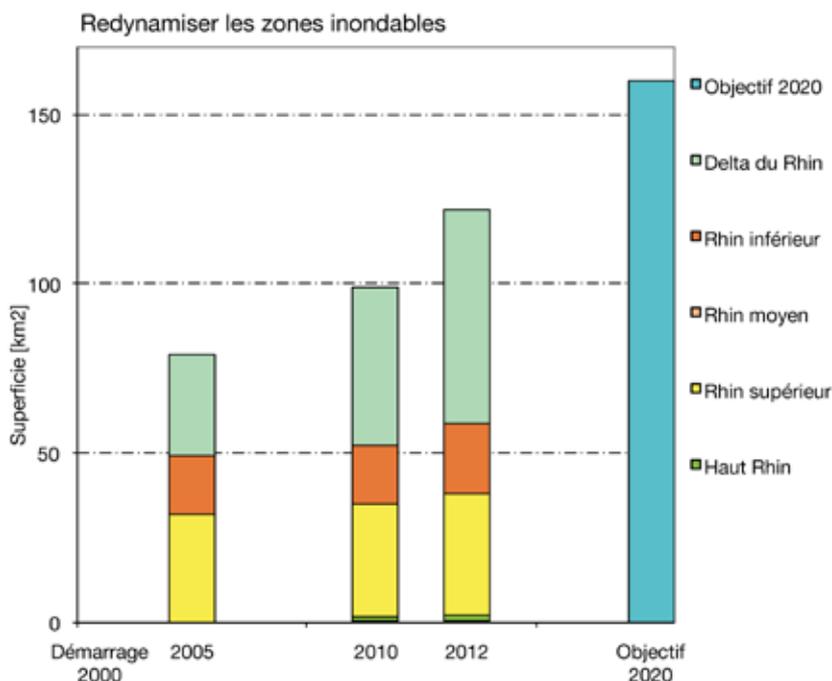
L'objectif intermédiaire fixé en 2005 pour la redynamisation des zones alluviales le long du Rhin s'élevait à 20 km<sup>2</sup>. Jusqu'en 2005, la superficie alluviale réactivée atteignait presque 80 km<sup>2</sup>. Cette superficie totale comprend à la fois des reculs de digues et des espaces de rétention situés derrière les digues et ouverts aux inondations écologiques. 42 km<sup>2</sup> supplémentaires ont été reconquis jusque fin 2012, de sorte que l'on obtient au total presque 122 km<sup>2</sup>. En intégrant dans le calcul les nouveaux espaces de rétention ouverts aux inondations écologiques, l'objectif de 160 km<sup>2</sup> visé pour 2020 semble donc réalisable malgré la densité des usages le long du cours principal du Rhin. Les zones alluviales sont les plaines situées le long d'un fleuve et caractérisées par des périodes successives de crue et d'étiage. Les zones alluviales sont indispensables pour l'écosystème Rhin et pour l'homme également. Elles renforcent la rétention de l'eau et constituent par là même la meilleure prévention des inondations qui soit. Redynamiser des surfaces alluviales inondables le long du Rhin permettra de reconquérir des habitats adéquats pour les espèces

animales et végétales aquatiques ainsi que pour celles implantées sur les berges et dans le champ alluvial.

Les opportunités de redynamisation alluviale, tout comme celles de remise en connexion d'anciens bras, sont cependant très limitées sur le haut Rhin et le Rhin moyen du fait des conditions géographiques en présence. Les aménagements urbains s'étendent en majeure partie dans le lit majeur, mais quelques zones alluviales pourraient tout à fait être restaurées sur de petites surfaces et jouer un rôle écologique positif, voire faire fonction de passerelles écologiques.

La présente évaluation intègre également les nouveaux espaces de rétention manœuvrables. N'ont cependant été pris en compte dans le calcul des superficies restaurées que les parties de ces espaces de rétention réellement ouvertes aux inondations écologiques et susceptibles d'évoluer vers des milieux à caractère alluvial. On visera à relier les mesures écologiques et les mesures de prévention des inondations en veillant à ne pas s'écarter des objectifs écologiques qualitatifs.

Objectifs : redynamisation d'au moins 20 km <sup>2</sup> de zones alluviales d'ici 2005 et de 160 km <sup>2</sup> d'ici 2020				
Indications en km <sup>2</sup> ; valeurs cumulées				
	Situation 2005	Situation 2010	Situation 2012	Objectif 2020
Haut Rhin	0,05	1,59	1,99	
Rhin supérieur	31,50	33,12	35,91	
Rhin moyen	0,00	0,00	0,00	
Rhin inférieur	17,54	17,54	20,88	
Delta du Rhin	30,00	46,38	63,07	
<b>Total</b>	<b>79,09</b>	<b>98,63</b>	<b>121,85</b>	<b>160</b>



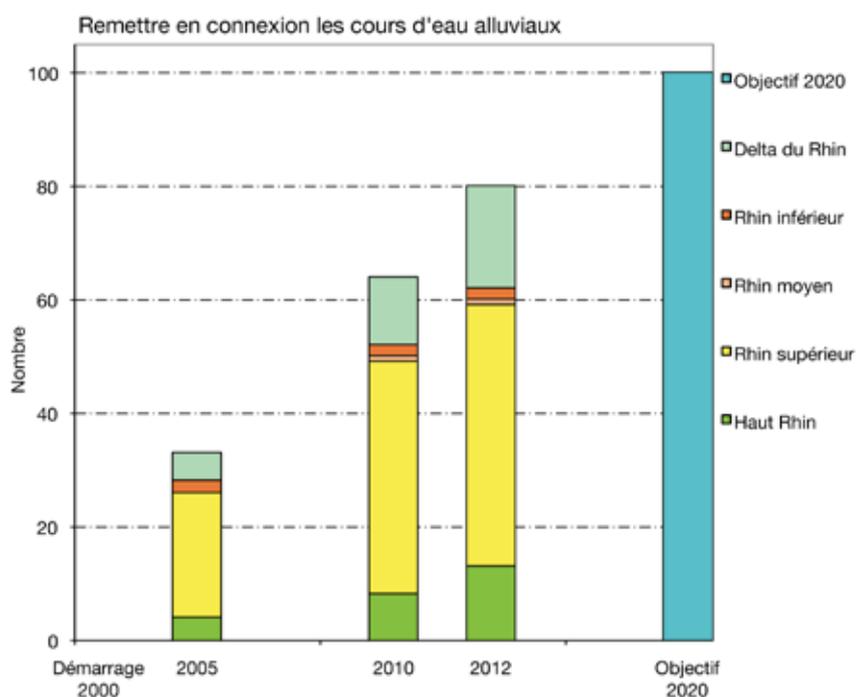
Milan noir (source : M. Woike)

## 2. REMETTRE EN CONNEXION D'ANCIENS BRAS ET DES BRAS LATÉRAUX DU RHIN

L'objectif 2005 d'une remise en connexion de 25 bras est déjà atteint avec 33 mesures réalisées jusqu'à cette date.

Sont venus s'y ajouter 47 autres bras d'ici fin 2012. On obtient donc 80 bras remis en connexion au total. L'objectif de 100 anciens bras et bras latéraux reconnectés au Rhin d'ici 2020 sera vraisemblablement atteint.

Objectif : remise en connexion d'au moins 25 anciens bras, de bras latéraux etc. d'ici 2005 ; 100 d'ici 2020				
	Situation 2005	Situation 2010	Situation 2012	Objectif 2020
Haut Rhin	4	8	13	
Rhin supérieur	22	41	46	
Rhin moyen	0	1	1	
Rhin inférieur	2	2	2	
Delta du Rhin	5	12	18	
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>64</b>	<b>80</b>	<b>100</b>



### 3. ACCROÎTRE LA DIVERSITÉ MORPHOLOGIQUE DES BERGES DU RHIN ET DE SES BRAS LATÉRAUX

Les mesures réalisées jusqu'en 2005 ont porté sur 49 km de berges (sur rive droite ou gauche du Rhin). L'objectif 2005 de 400 km de berges morphologiquement restaurées n'est donc pas atteint.

Des mesures ont été prises sur 56 km supplémentaires de berges d'ici fin 2012, de sorte que 105 km sont obtenus au total.

L'objectif fixé de 800 km redynamisés d'ici 2020 place très haut la barre et semble difficilement réalisable en regard de la densité des usages en présence le long du cours principal du Rhin.

Cependant, seules ont été recensées dans l'évaluation les mesures constructives soumises à déclaration d'utilité publique et non pas les travaux d'entretien écologique des berges qui sont réalisés entre-temps à de nombreux endroits. La longueur des berges rhénanes réellement restaurées est donc nettement plus importante que celle représentée ici.

En améliorant la diversité morphologique du lit mineur et des berges, on favorise le développement de la biodiversité et la formation d'habitats supplémentaires pour les espèces animales et végétales aquatiques ainsi que pour celles vivant sur les berges.

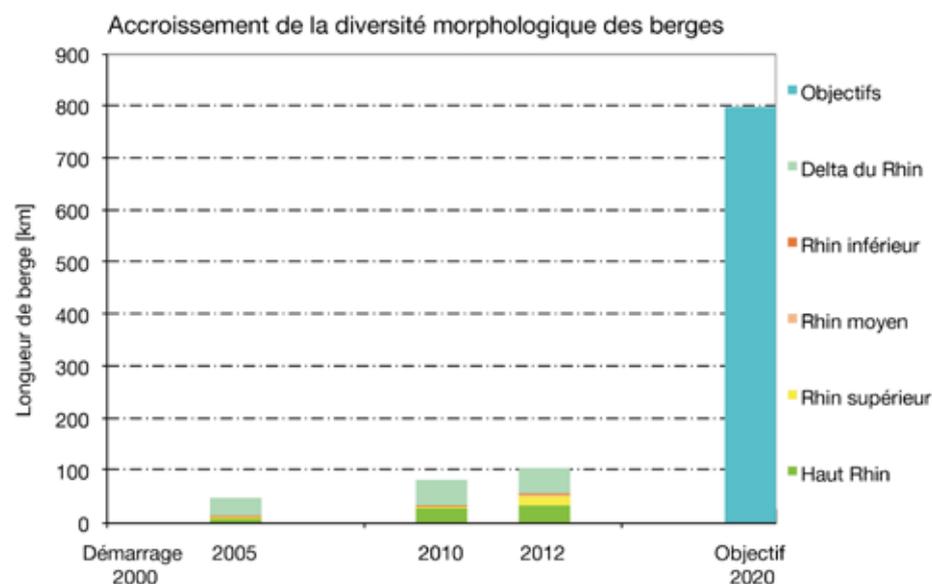
La mise en œuvre de ce volet se heurte à des difficultés économiques dues à l'emprise foncière nécessaire à la réalisation de projets ambitieux et au financement de certains chantiers, mais parfois aussi sociologiques par manque d'acceptation par les usagers et habitants qui sont souvent réfractaires aux changements de pratiques et d'état du paysage. Dans les zones riveraines, des conflits d'intérêts éclatent régulièrement quand il faut trancher entre usages et préservation de l'espace fluvial requis. Les mesures de restauration écologique ne sont souvent possibles qu'en relation avec des mesures compensatoires s'inscrivant dans les négociations sur les concessions ou des mesures de construction (construction d'écluses et de routes, reculs de digues, espaces de rétention, etc.). Une bonne coopération avec le secteur de la navigation et la prise en compte du facteur temps sont donc des éléments de premier ordre dans ce cadre.

Toutefois, les premiers retours d'expérience témoignent de la faisabilité de ces restaurations et de leur impact positif tant sur les milieux aquatiques que sur les populations riveraines qui peuvent alors se réapproprier le fleuve. Il convient donc de renforcer les efforts de mise en œuvre des mesures compensatoires susmentionnées.

Objectif : accroissement de la diversité morphologique des berges du Rhin et de ses affluents sur une longueur de 400 km d'ici 2005 et de 800 km d'ici 2020

Mention en km ; chiffres cumulés des deux rives du Rhin

	Situation 2005	Situation 2010	Situation 2012	Objectif 2020
Haut Rhin	6,26	27,46	33,82	
Rhin supérieur	3,9	4,45	19,17	
Rhin moyen	0	0,5	1,0	
Rhin inférieur	1,9	1,9	1,9	
Delta du Rhin	36,51	47,92	49,53	
<b>Total</b>	<b>48,57</b>	<b>82,24</b>	<b>105,42</b>	<b>800</b>



## 4. RÉTABLIR LA CONTINUITÉ

La libre circulation est essentielle pour la survie et la propagation des poissons migrateurs, dont le cycle de vie s'effectue en partie en eau douce et en partie en eau salée, comme le saumon, la truite de mer, la lamproie marine, la grande alose et l'anguille. L'amélioration des conditions de vie des poissons migrateurs profite, du fait du caractère pilote de ces espèces, à un grand nombre d'autres organismes. Dans le Rhin alpin et le lac de Constance, la truite du lac de Constance a été choisie comme espèce indicative.

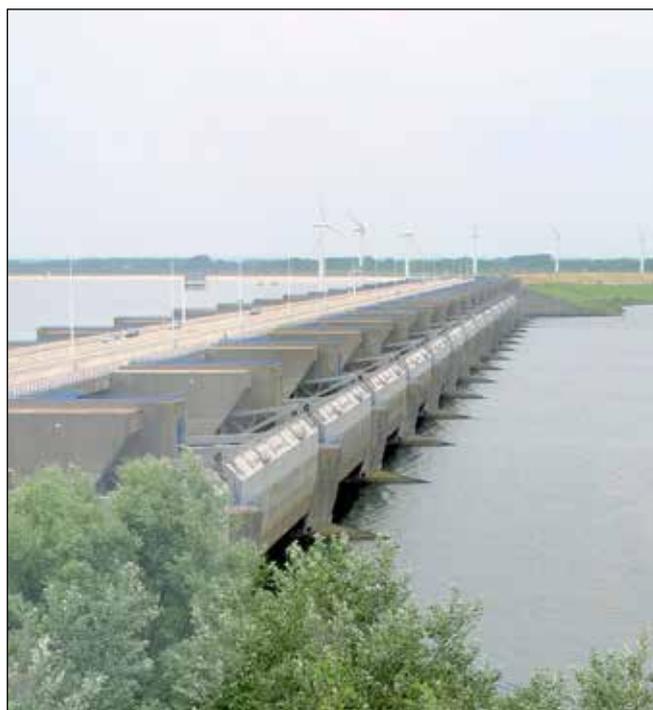
Les Etats du bassin du Rhin se sont donnés comme objectif de rétablir progressivement la continuité du cours principal du Rhin jusqu'à Bâle et dans certaines rivières prioritaires. Le « Plan directeur 'Poissons migrateurs' Rhin » (cf. [www.iksr.org](http://www.iksr.org) - rapport n° 179) a été élaboré pour atteindre cet objectif : pour que des populations de saumons et de truites lacustres en équilibre naturel puissent se reconstituer, le plus grand nombre possible de frayères et zones de grossissement identifiées dans le bassin du Rhin doit être rendu accessible ou réactivé. Plus de 1.000 ha de zones de frai et de grossissement potentielles doivent être reconquis au total dans le bassin du Rhin au travers des mesures planifiées. Au cours de la période 2000-fin 2012, la continuité a été restaurée sur un total de 481 barrages dans les rivières prioritaires.

Les principaux chantiers à retenir dans le cours principal du Rhin et ses grands affluents sont les suivants :

- améliorer la migration piscicole à hauteur des écluses du Haringvliet et de la digue terminale de l'IJsselmeer ;
- équiper de passes à poissons les deux barrages situés en amont de Gambsheim sur le Rhin supérieur (Strasbourg d'ici 2015, lancement des travaux à Gerstheim avant 2015 pour reconnecter au Rhin l'hydrosystème Elz-Dreisam de la Forêt-Noire) ;
- le fonctionnement des passes à poissons existantes a été amélioré sur 4 barrages du haut Rhin (Rheinfelden, Ryburg-Schwörstadt, Albruck-Dogern, Eglisau) ; les parties impliquées négocient une augmentation du débit réservé pour l'usine de Rheinau ;
- équiper de passes à poissons de nombreux grands barrages placés sur les affluents navigables : Moselle (10), Main (6), Lahn (20), Neckar (3), etc.

S'y ajoutent plusieurs centaines de mesures individuelles sur des barrages de moindre taille dans les affluents appropriés abritant la plupart des habitats de frai (voir figure 4).

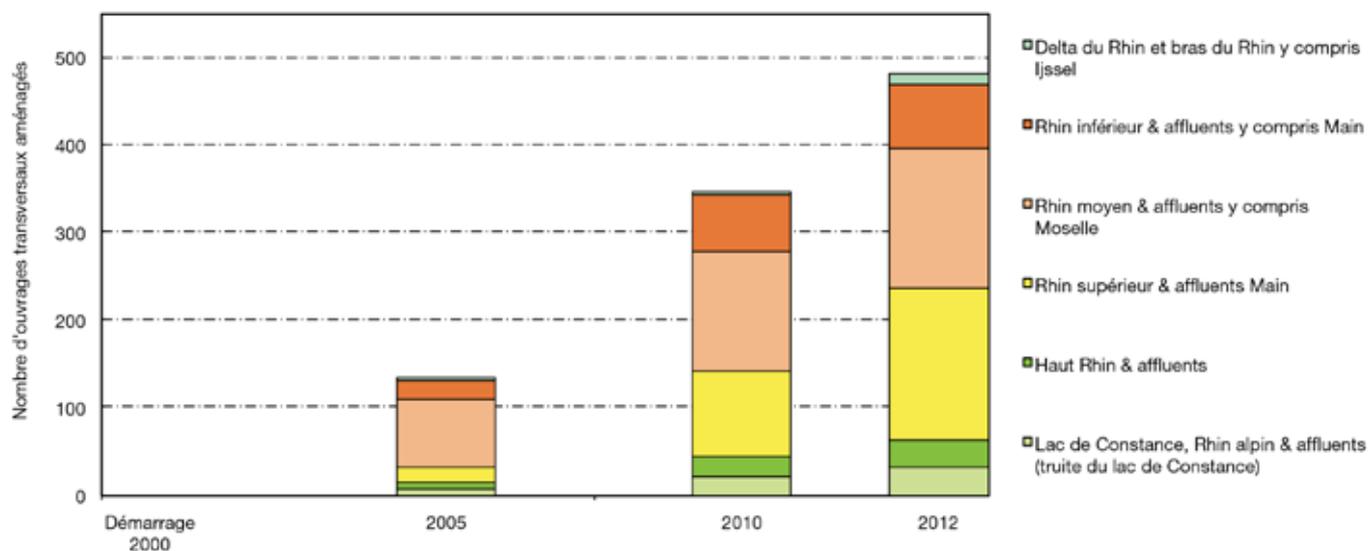
A l'origine, il n'a pas été fixé dans le programme « Rhin 2020 » d'objectif chiffré pour le nombre d'ouvrages transversaux aménagés. La figure montre clairement que le rythme des mesures s'est accéléré avec la mise en œuvre des programmes de mesures au titre de la directive cadre Eau.



*Ecluses du Haringvliet*

Objectif : rétablissement progressif de la continuité dans des rivières prioritaires spécifiques			
	Situation 2005	Situation 2010	Situation 2012
Lac de Constance, Rhin alpin & affluents (truite du lac de Constance)	7	21	31
Haut Rhin & affluents	7	23	31
Rhin supérieur & affluents y compris Main	18	97	174
Rhin moyen & affluents y compris Moselle	77	137	159
Rhin inférieur & affluents	22	65	73
Delta du Rhin et bras du Rhin y compris IJssel	3	3	13
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>346</b>	<b>481</b>

## Améliorer la continuité



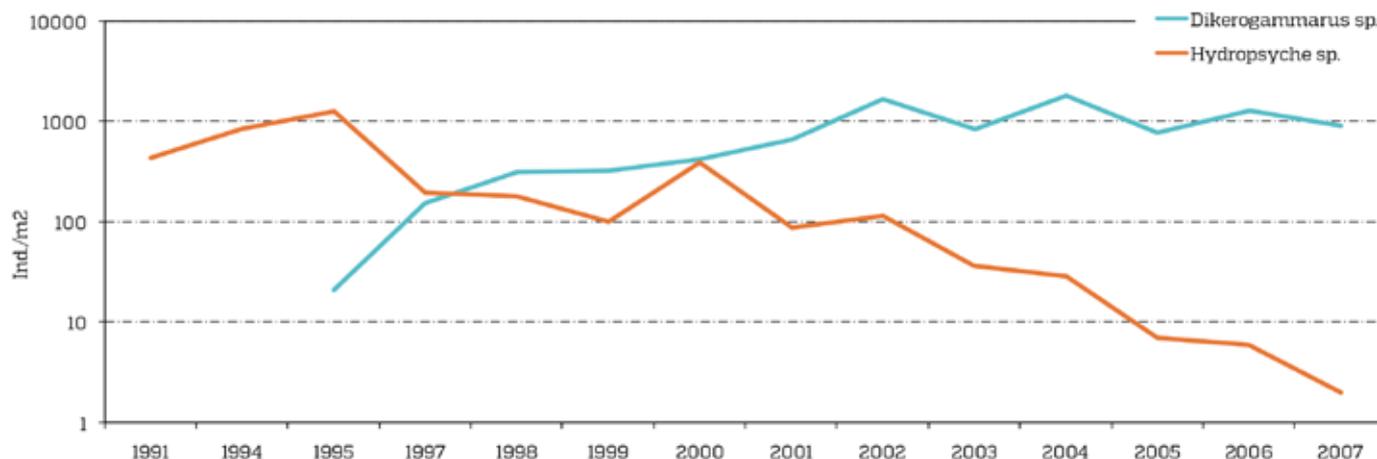
## 5. FAUNE ET FLORE ALLOCHTONES DANS LE RHIN

Les néozoaires sont des espèces animales allochtones, c'est-à-dire originaires d'autres régions. Dans le Rhin, on observe entre autres de nombreuses espèces originaires de la mer Noire ayant transité par le canal Main-Danube depuis 1992. Ces néozoaires colonisent le cours principal et les affluents de manière souvent massive, se propageant même à contre-courant grâce au trafic fluvial, et supplantent fréquemment la faune autochtone.

Un tel comportement invasif a été constaté par exemple dans le Rhin moyen (voir figure p. 12) pour l'amphipode carnassier *Dikergammarus sp.*, originaire de la mer Noire, aux dépens du trichoptère autochtone *Hydropsyche sp.* Pour les poissons, on note surtout une progression des gobies (*Gobiidae*, *Odontobutidae*) en grand nombre et en densités élevées au cours des années passées. Quatre espèces allochtones ont été détectées dans le Rhin jusqu'à présent et l'on compte avec l'arrivée de deux nouvelles espèces supplémentaires dans un futur proche. Les espèces les plus fréquentes à l'heure actuelle dans le Rhin sont le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), le gobie de Kessler (*N. kessleri*) et le gobie fluviatile (*N. fluviatilis*). Il est à craindre que ces espèces néozoaires fassent concurrence à certaines espèces indigènes tant sur le terrain de l'alimentation que sur celui des sites d'implantation et de frai. Par ailleurs, des répercussions sont concevables sur les proies (invertébrés locaux, petits poissons, œufs et larves de poissons) et sur les peuplements de prédateurs (poissons piscivores, cormorans). Les néozoaires peuvent également être vecteurs de parasites.



Gobie de Kessler (*Neogobius kessleri*)  
(Source : BfG)



Densité des exemplaires de l'amphipode *Dikerogammarus sp.* et du trichoptère *Hydropsyche sp.* dans le Rhin moyen

Quelques espèces de plantes aquatiques allochtones (néophytes) ont également été détectées dans le Rhin au cours des derniers inventaires biologiques, par ex. l'élodée de Nuttal (*Elodea nuttallii*). Dans le cadre de l'inventaire en cours (2012/2013), une attention particulière est portée aux néozoaires et aux néophytes ainsi qu'aux espèces indigènes affectées par ces espèces allochtones. Il est peu probable que l'on puisse refouler sensiblement les plantes et

animaux allochtones. Les espèces autochtones dont les peuplements sont déjà soumis à des pressions, entre autres celles générées par le changement climatique, risquent d'être encore plus affectées par la présence d'espèces allochtones. Les mesures de restauration écologique et de rétablissement de la continuité ainsi que les programmes de soutien d'espèces peuvent contribuer à lutter contre le développement massif d'espèces néozoaires.

## SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

Plus de 120 km<sup>2</sup> de zones alluviales ont été redynamisés le long du Rhin et 80 anciens bras et annexes hydrauliques ont été remis en connexion avec le cours principal jusque fin 2012. Les objectifs fixés à l'époque dans le programme « Rhin 2020 » à l'horizon 2020 peuvent être atteints dans ces deux volets.

La diversité morphologique, qu'il était prévu d'accroître sur 800 km de berges sur le cours principal à l'horizon 2020, n'a pu être améliorée que sur 105 kilomètres de berges jusque fin 2012. Les mesures de restauration réalisées jusqu'à présent sur les berges montrent toutefois que ceci a un impact positif sur les organismes aquatiques et que les populations vivant le long du Rhin profitent à nouveau du fleuve comme espace de vie et de loisirs attrayant.

La continuité piscicole dans les rivières prioritaires du Plan directeur 'Poissons migrateurs' Rhin a été rétablie au droit de 481 ouvrages depuis l'an 2000, notamment à la montaison.

Les nombreuses mesures nationales prises dans le cadre de la mise en œuvre de la directive cadre Eau pour améliorer l'écosystème du Rhin ont permis de progresser de manière sensible par rapport aux avancées déjà obtenues jusqu'en 2005 dans le cadre du programme « Rhin 2020 » de la CIPR. Les progrès sont donc significatifs, même s'il reste encore beaucoup à faire dans un domaine pour atteindre les objectifs fixés pour 2020.

# 2

## QUALITÉ CHIMIQUE DE L'EAU

---

1. Eaux résiduaires urbaines
2. Eaux usées industrielles
3. Apports diffus – Azote et phosphore
4. Apports diffus – Produits phytosanitaires
5. Apports diffus – Divers
6. Dommages environnementaux ayant des impacts significatifs sur le Rhin

# 1. EAUX RÉSIDUAIRES URBAINES

Au cours des dernières décennies déjà, les entreprises industrielles et les communes ont sensiblement contribué à réduire les pressions sur les eaux. Sur les eaux, 96% des 58 millions env. de personnes vivant dans le bassin du Rhin sont raccordés à une station d'épuration (STEP) urbaine. La capacité épuratoire de ces STEP est encore plus élevée (elle correspond à env. 100 millions d'équivalents habitants) car celles-ci traitent également les eaux usées de rejets industriels et de PME. Les stations d'épuration d'une capacité supérieure à 100.000 équivalents habitants (représentant moins de 4 % du total des quelque 5.000 STEP répertoriées) traitent env. la moitié des eaux usées rejetées dans le bassin du Rhin.

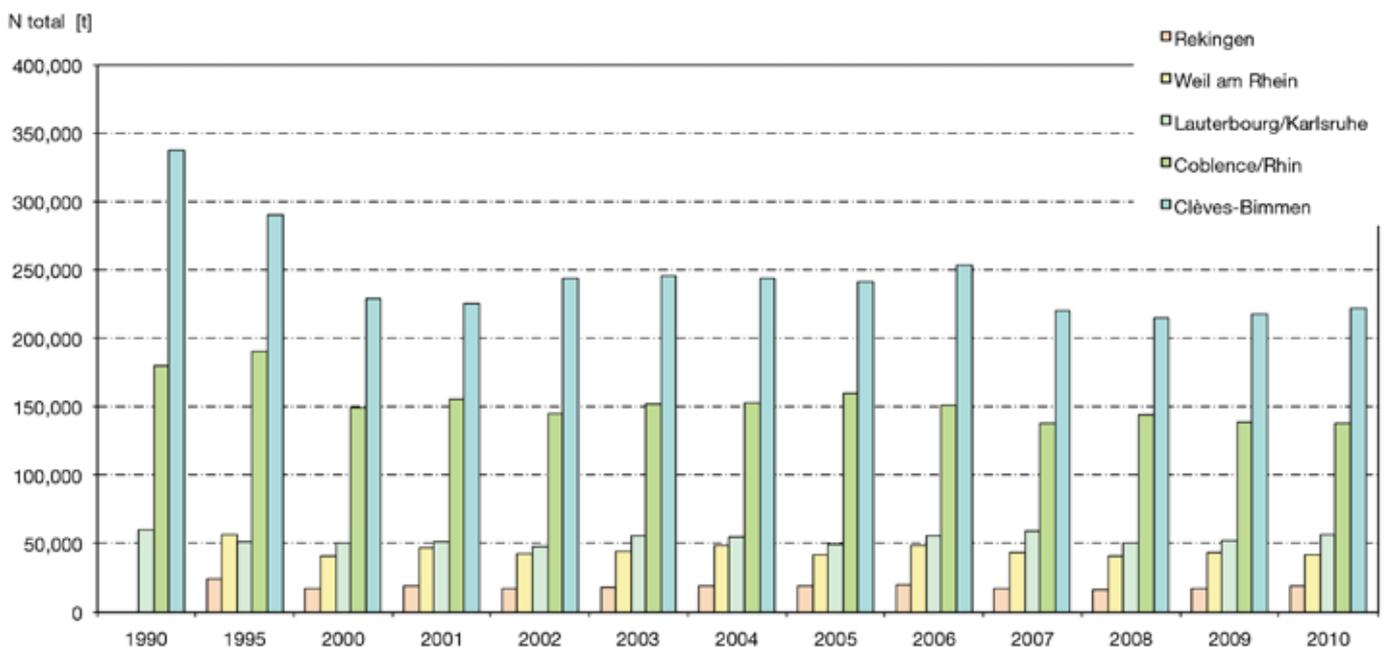
Les substances consommatrices d'oxygène sont dégradées à plus de 90% dans la plupart des stations d'épuration. Les taux d'élimination de l'azote et du phosphore sont souvent proches de 80%, parfois même de 85-90% et plus. Dans les petites stations d'épuration, les taux de dégradation sont généralement plus faibles. Entre 2000 et 2010, le taux d'élimination de l'azote a progressé d'environ 15% dans quelques Etats. Celui du phosphore a augmenté de 5% ou plus.

D'autres mesures telles que les adaptations à l'état de la technique, les modes d'exploitation améliorés et les mesures d'aménagement visant à rendre plus performantes les techniques d'épuration, par ex. avec un meilleur taux d'élimination de l'azote et du phosphore, sont prévues dans les programmes de mesures établis par les Etats du bassin du Rhin.

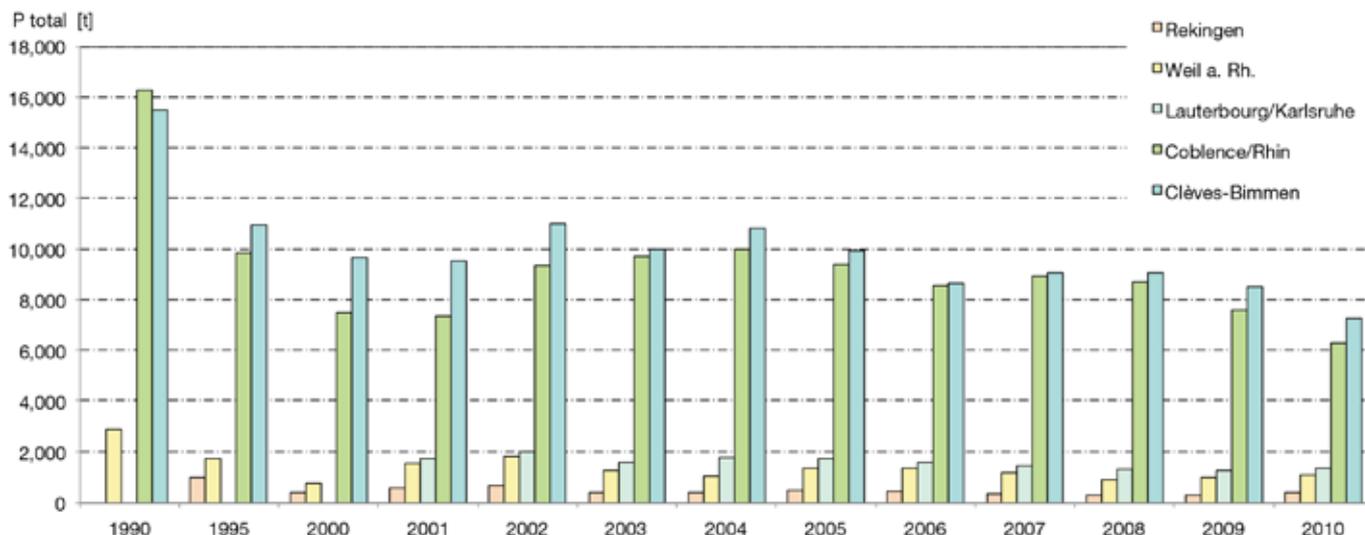
Les efforts accomplis au cours des dernières décennies pour réduire les flux d'azote dans les eaux usées urbaines et industrielles et, dans une moindre mesure, dans l'agriculture ont eu pour effet d'abaisser d'env. 25% (1985 – 2009) les concentrations d'azote

dans les eaux côtières. La réduction des quantités d'azote charriées par le Rhin jusqu'en 2000 notamment est imputable aux mesures prises dans les stations d'épuration urbaines.

Les apports imputables aux activités agricoles entrent pour une part importante dans les quantités d'azote encore mesurables aujourd'hui. On reviendra au chapitre 3 sur les mesures à prendre pour réduire ces apports.



Evolution pluriannuelle des quantités annuelles d'azote total (en tonnes) dans les stations internationales d'analyse sur le Rhin



Evolution pluriannuelle des quantités annuelles de phosphore total (en tonnes) dans les stations internationales d'analyse sur le Rhin

L'analyse des pressions sur les eaux (en concentrations et quantités) montre que les eaux usées urbaines épurées ne renferment pas uniquement de l'azote, du phosphore, des métaux et quelques substances « connues de longue date », mais bien une multitude d'autres substances telles que des résidus de produits chimiques ménagers, de produits d'hygiène corporelle et de médicaments qui ne sont pas ou ne sont que partiellement retirés des eaux usées dans les stations d'épuration dont les méthodes de traitement des eaux usées urbaines répondent à l'état actuel de la technique. Si l'évaluation de l'impact de certaines substances individuelles sur le milieu est possible, elle ne l'est pas encore en revanche pour la somme des substances individuelles. Certains micropolluants peuvent avoir des impacts négatifs sur l'écosystème rhénan ou sur la production et/ou la qualité de l'eau potable.

Le flux d'eaux usées urbaines épurées représentant le principal vecteur d'un grand nombre des substances analysées, les ménages, l'industrie et les PME en sont les sources majeures. Les mesures prises à la source (autorisation, restriction de l'utilisation de substances dans les processus de production, règles d'élimination), le traitement direct des flux partiels d'eaux usées (mesures décentralisées) et les mesures prises dans les STEP urbaines peuvent faire baisser les apports.

Il est possible par ailleurs de moderniser les stations d'épuration en les équipant de techniques de traitement par ozonation ou charbon actif. Des premiers tests pratiques montrent que ces techniques permettent d'abaisser un large éventail de micropolluants dans le flux sortant des stations. Le rendement épuratoire est sensiblement amélioré, par exemple dans le cas de médicaments, biocides, œstrogènes et substances odoriférantes. Il ne l'est pas cependant pour tous les médicaments ni par ex. pour les agents de contraste radiographiques. Le taux d'élimination varie ici de substance à substance.

Les interactions existant entre consommation, rejets dans les eaux et concentrations mesurées par les stations d'analyse du Rhin sont exposées ci-dessous à l'exemple de deux groupes de substances.

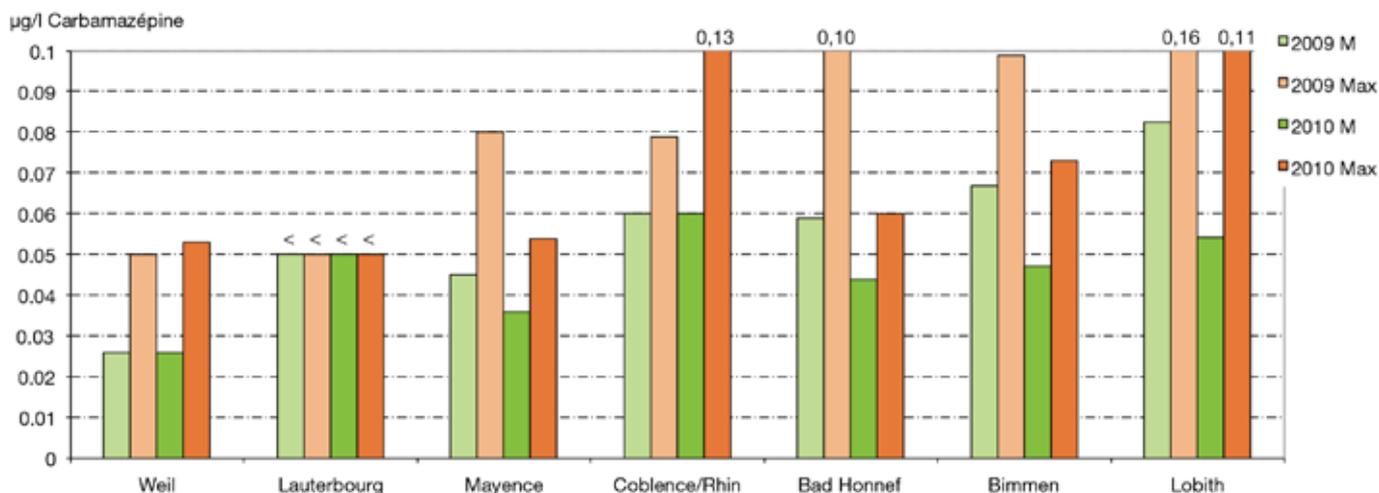
#### Médicaments à usage humain

*Les médicaments à usage humain sont indissociables de notre mode de vie actuel. Leur utilisation peut générer - via les excréments humains ou une élimination incorrecte via rejet dans les W.C. - des rejets dans le réseau des eaux résiduaires urbaines sous forme de substances initiales ou de produits de transformation.*

*On citera par exemple la consommation moyenne annuelle de carbamazépine (traitement de l'épilepsie et régulateur de l'humeur) de l'ordre de 500 à 1.000 mg par habitant dans les Etats riverains du Rhin, ce qui correspond à l'utilisation de quelque 30 à 60 t de cette substance dans le bassin du Rhin. A hauteur de la station d'analyse de Bimmen-Lobith, 6 t de carbamazépine env. sont mesurées par an. Il en résulte qu'une quantité importante rejoint les eaux du bassin du Rhin.*

*Parmi les médicaments à usage humain, le bézafibrate (médicament administré aux patients souffrant de troubles du métabolisme des lipides) est par ex. relativement bien éliminé dans les stations d'épuration alors que la carbamazépine ne l'est pas. En sortie de station d'épuration urbaine, de nombreux médicaments à usage humain sont détectés en concentrations nettement supérieures à 1 µg/l. Pour quelques matières actives, les apports provenant des hôpitaux (pour certains antibiotiques par ex.) ou des unités de production (de matières actives de médicaments) peuvent être significatifs en plus de ceux des stations d'épuration urbaines. Quelques médicaments à usage humain sont également détectés dans l'eau brute d'installations de production d'eau potable et parfois même dans l'eau potable. Les concentrations mesurées sont nettement inférieures aux doses à effet thérapeutique pour l'homme. Même s'il n'en émane pas de risque pour l'homme, ces pressions sont indésirables. Par ailleurs, les impacts négatifs sur l'écosystème ne peuvent non plus être totalement écartés, même en l'absence de normes de qualité environnementales (NQE) contraignantes.*

*Il ressort du diagramme sur la carbamazépine que les concentrations augmentent de Weil am Rhein, à proximité de Bâle, à la frontière germano-néerlandaise (Bimmen). Dans la station d'analyse de Bimmen, les concentrations varient entre 0,02 et 0,12 µg/l sur la période 2006-2011.*

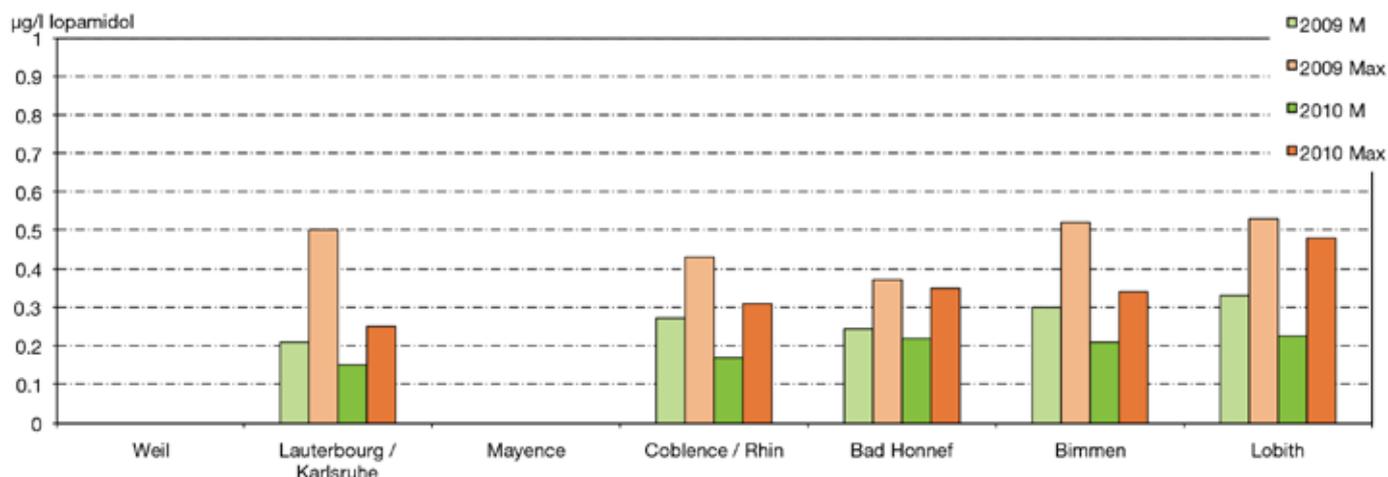


Evolution des concentrations de carbamazépine (µg/l) sur le profil longitudinal du Rhin - stations internationales d'analyse (< = inférieur à la limite de dosage)

#### Agents de contraste radiographiques

Les agents de contraste radiographiques (ACR) proviennent en quasi-totalité des hôpitaux et des centres de radiologie et sont généralement excrétés par les patients en l'espace de 24 heures sans avoir subi de transformation notable. Contrairement aux médicaments utilisés à des fins thérapeutiques (curatives), ce sont des substances biologiquement inactives. Le pourcentage issu des ménages est inversement proportionnel à la durée de séjour des patients à l'hôpital ou dans le centre de radiologie. Les rejets à partir de sites de production ne sont significatifs que dans de rares cas. Les ACR rejoignent globalement le réseau des eaux résiduaires urbaines via les cliniques, les instituts radiologiques et les ménages. Ils transitent principalement par les stations d'épuration urbaines (90% par ex. pour l'iopamidol) avant d'être rejetés dans les eaux de surface.

Le degré d'élimination par traitement biologique est généralement limité (~8%). Ces substances ayant été mises au point comme substances biologiquement inactives, leur effet écotoxicologique est jugé faible. Il n'existe pas jusqu'à présent de NQE contraignantes. Il ressort du diagramme que les teneurs d'iopamidol augmentent légèrement sur le profil longitudinal du Rhin. Dans la station d'analyse de Coblenze, les concentrations varient entre 0,05 et 0,75 µg/l sur la période 2006-2011.



Evolution des concentrations d'iopamidol (µg/l) dans le Rhin sur le profil longitudinal du Rhin

## 2. EAUX USÉES INDUSTRIELLES

Des mesures intensives de prévention et de réduction de rejets de substances ont été réalisées depuis le début des années soixante-dix, époque à laquelle le Rhin était qualifié de cloaque. Dans le bassin du Rhin, plusieurs milliers d'entreprises rejettent les eaux usées issues de leur production directement ou indirectement dans les cours d'eau. La majeure partie des entreprises s'efforce en priorité de réduire la production d'eaux usées. Lorsque ceci n'est pas intégralement possible, les entreprises appliquent des techniques d'épuration qui, en fonction de la branche considérée, se composent fréquemment de plusieurs phases de traitement des eaux usées.

Pour certaines substances, l'état de la technique est décrit pour l'épuration d'eaux usées industrielles spécifiques. Le traitement des eaux usées industrielles ne doit cependant pas s'arrêter aux « substances connues de longue date » mais intégrer également d'autres substances qui ne font pas encore l'objet de réglementations nationales ou européennes. Un nombre important de ces substances sont mesurées dans les stations d'analyse du Rhin et peuvent amener à déclencher des avis de recherche via le Plan d'Alerte et d'Avant-garde Rhin (voir chap. 6) selon les concentrations détectées. Quand le cas se produit, les causes des rejets sont recherchées et, le cas échéant, les services publics et les exploitants industriels mettent au point et appliquent en commun des techniques de réduction de ces rejets. Quelques exemples sont présentés ci-dessous.

### Produits chimiques perfluorés

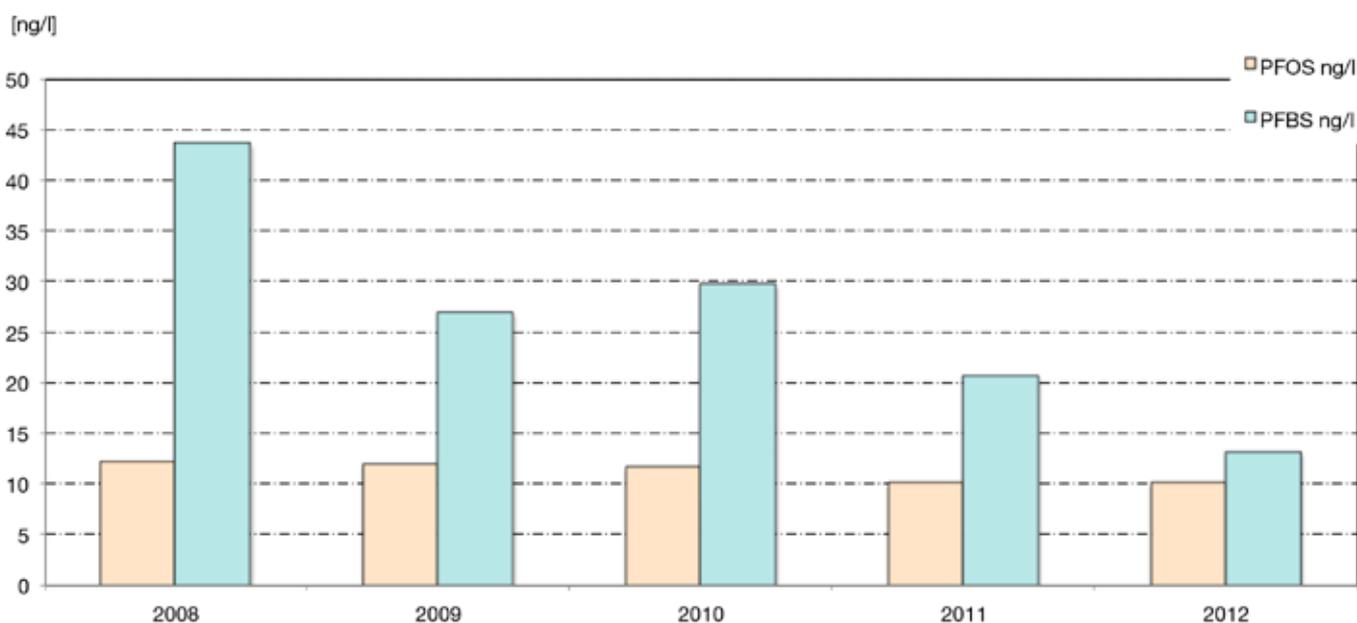
Les produits chimiques perfluorés (PFT) sont utilisés dans de nombreuses applications, par ex. dans les revêtements antiadhésifs de poêles, pour la protection des vêtements contre la pluie, dans les mousses d'extinction ou dans la transformation du papier. Ils rejoignent ainsi les eaux de surface, principalement avec les eaux usées urbaines.

Sous l'angle de la protection de l'environnement et du captage d'eau, le perfluorooctane sulfonate (PFOS) est une substance particulièrement significative que l'on retrouve dans de multiples applications, par ex. en photographie, technique d'impression, fabrication du papier ou galvanisation.

La directive 2006/122/CE interdit l'utilisation de perfluorooctane sulfonate (PFOS) dans de très nombreux cas à l'échelle de l'UE, et la Convention de Stockholm restreint son usage au niveau planétaire.

Même si le risque toxicologique qu'il représente pour l'homme et pour l'écosystème est plus faible que celui du PFOS, le sulfate de perfluorobutane (PFBS) est une autre substance individuelle dont les apports doivent être réduits le plus possible pour des raisons préventives. A la différence du PFOS, qui rejoint le milieu aquatique à partir de sources multiples, cette substance n'est rejetée dans le Rhin sous forme ponctuelle que par une seule entreprise industrielle. Des mesures individuelles concrètes ont permis d'abaisser cette pression sur les eaux.

Le succès des mesures communautaires et d'autres mesures individuelles se reflète dans les analyses effectuées dans la station d'analyse de Bimmen. Les moyennes annuelles de ces deux substances sont entre-temps de l'ordre de 10 nanogrammes/litre. Il est prématuré de dire si les mesures susmentionnées permettront d'abaisser plus encore les concentrations dans le moyen terme.



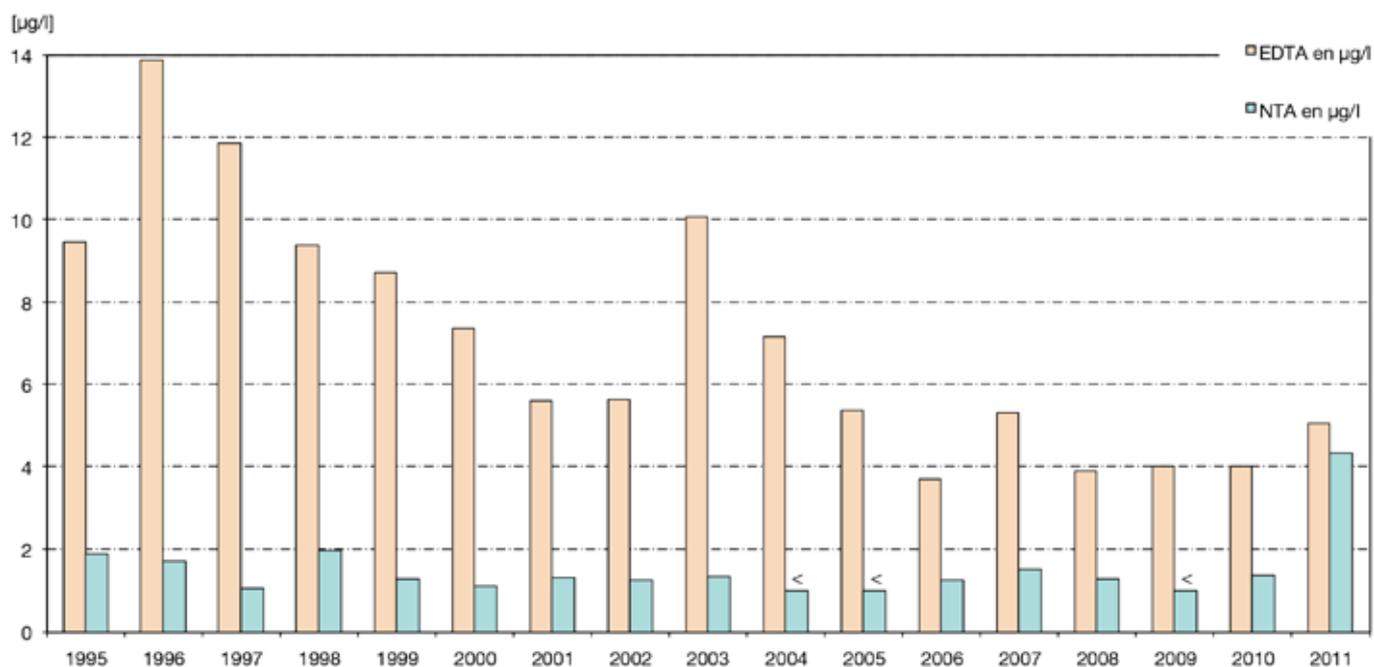
Evolution des concentrations de PFOS et de PFBS (ng/l) dans le Rhin au droit de la station internationale d'analyse de Bimmen



### EDTA

L'EDTA (acide éthylène diamine tétraacétique) est principalement utilisé dans l'industrie photographique, l'industrie textile et dans de nombreuses applications de moindre importance. En moyenne calculée sur la période comprise entre 2005 et 2009, les quantités annuelles utilisées atteignent 11.000 tonnes pour l'EDTA dans le bassin du Rhin.

En Allemagne, une « déclaration sur la réduction de la contamination des eaux par l'EDTA » a été signée en 1991 pour abaisser la pression de l'EDTA sur le milieu aquatique. Cette déclaration a été suivie de nombreuses mesures de réduction qui se sont traduites par une baisse de moitié des concentrations d'EDTA dans le bassin allemand du Rhin. Entre-temps, les rejets d'EDTA d'une grande exploitation chimique ont également été réduits de plus de 50% grâce à des améliorations apportées aux techniques de production. Un point critique à signaler est celui que l'EDTA est progressivement remplacé depuis des années par d'autres agents complexants. Cette évolution est présentée dans le diagramme suivant.



Evolution des concentrations d'EDTA et de NTA (µg/l) dans le Rhin au droit de la station internationale d'analyse de Bimmen (< = inférieur à la limite de dosage)

### 3. APPORTS DIFFUS - AZOTE ET PHOSPHORE

Une concentration excessive d'azote ou de phosphore peut altérer la qualité biologique des eaux superficielles. Des concentrations élevées de nitrite et d'ammoniaque sont notamment problématiques. Par ailleurs, quand les quantités d'azote sont trop importantes, elles font pression sur le milieu marin, en particulier sur la mer des Wadden. L'écosystème des eaux côtières est estimé moyen et celui de la mer des Wadden médiocre. Etant donné que de nombreuses mesures de réduction de l'azote et du phosphore ont été prises ou sont en phase de l'être (voir chapitre 1) dans les stations d'épuration, la part relative due aux apports issus de l'exploitation agricole a proportionnellement augmenté. Le lessivage, le ruissellement de surface et les flux transitant par les systèmes de drainage ainsi que les apports indirects agricoles via les eaux souterraines contribuent à la pression sur les eaux de surface, les voies d'apport étant d'importance variable selon qu'il s'agisse de l'azote ou du phosphore.

Les fortes concentrations de nitrates souvent constatées aujourd'hui dans les eaux souterraines sont la conséquence de pratiques agricoles intensives. Ces concentrations rejoignent très lentement les eaux de surface. Même une fois prises toutes les mesures de réduction des excédents de nitrates, les apports dans la mer du Nord ne baisseront que lentement.

La réglementation communautaire et des mesures agro-environnementales de l'UE et des Etats sont appliquées pour lutter contre les excédents de nitrates. Ces mesures sont les suivantes :

- programmes de conseil sensibilisant les agriculteurs à des modes d'exploitation des surfaces moins polluants pour les eaux ;
- programmes de soutien apportant aux exploitants agricoles une aide financière à partir de programmes nationaux et/ou de programmes européens s'ils réalisent des mesures de protection des eaux ; les aides varient selon les régions.

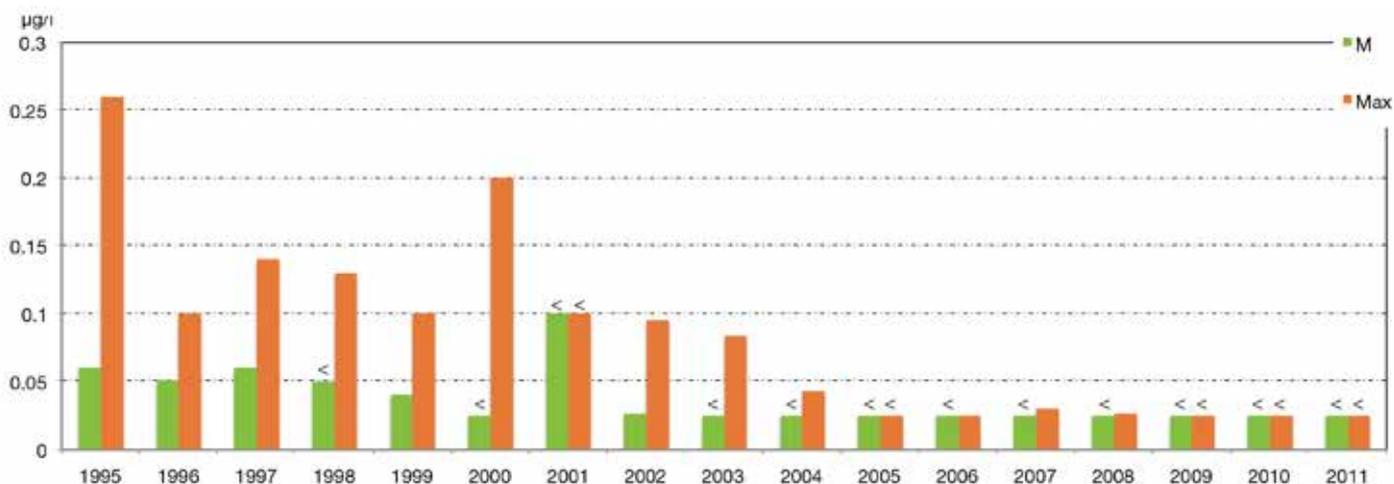
Il est important que la politique de soutien du secteur agricole et d'autres secteurs ne contrecarre pas les mesures de protection des eaux.

### 4. APPORTS DIFFUS – PRODUITS PHYTOSANITAIRES

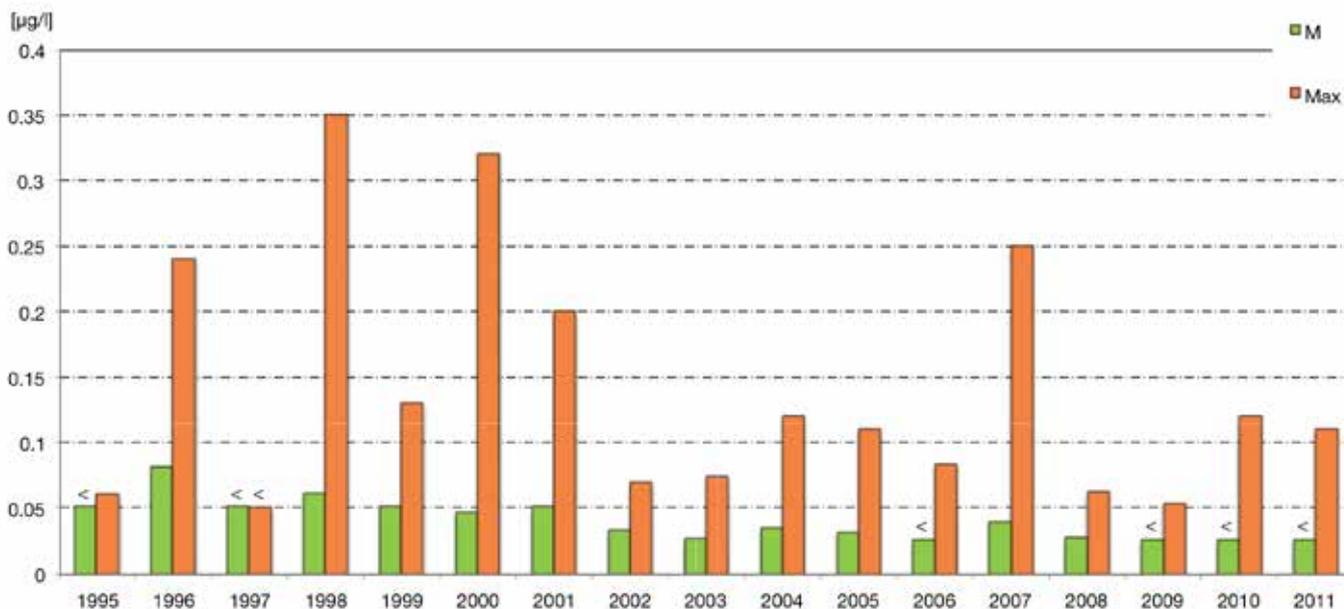
Les pressions par les produits phytosanitaires continuent à poser problème à l'écosystème rhénan et plus encore à la production d'eau potable à partir des eaux du Rhin. Les efforts importants déployés par les Parties contractantes ont permis de faire baisser la pression exercée sur le Rhin par certaines substances. Les deux exemples suivants sont illustratifs de cette évolution.

#### Produits phytosanitaires

*L'atrazine, dont l'utilisation a été interdite sur l'ensemble du bassin du Rhin, est fréquemment citée comme exemple positif des mesures de régulation prises au niveau européen. Les concentrations d'atrazine mesurées dans le Rhin au droit de la station d'analyse de Bimmen sont généralement inférieures depuis des années à la limite de dosage et bien en deçà de la valeur cible de 0,1 µg/l.*



Evolution des concentrations et des maximaux annuels d'atrazine (µg/l) dans le Rhin au droit de la station internationale d'analyse de Bimmen (< = inférieur à la limite de dosage)



Evolution des concentrations et des maximaux annuels d'isoproturon (µg/l) dans le Rhin au droit de la station internationale d'analyse de Bimmen entre 1995 et 2011 (< = inférieur à la limite de dosage).

*La situation est différente pour l'isoproturon, produit ayant succédé à l'atrazine après l'interdiction de celle-ci. Même si la tendance globale est à la baisse, des valeurs de pointe supérieures à 0,1 µg/l continuent à être détectées à Bimmen pour cette substance. Les*

*pressions par les pesticides se manifestent surtout lorsque des conditions météorologiques défavorables suivent la période d'épandage (voir également chapitre 6).*

## 5. APPORTS DIFFUS – DIVERS

Les pressions sur le Rhin ne sont pas uniquement imputables aux ménages, aux eaux usées industrielles et à l'agriculture. Le ruissellement de surface entraîne par ex. les poussières contaminées par le zinc et le cuivre dans le milieu aquatique. Quand des sédiments contaminés sont remis en suspension, la qualité des eaux du Rhin baisse sous l'effet de polluants dont la production et l'utilisation sont stoppées depuis plusieurs décennies dans le bassin du Rhin. On trouvera ci-dessous à l'exemple du zinc, du cuivre, des PCB et de l'HCB l'évolution des concentrations diffuses dans le Rhin et les succès obtenus en matière de réduction.



### Zinc et cuivre

*Selon le Plan de Gestion 2009, les sources suivantes sont les premières responsables de la pollution du Rhin par le cuivre et le zinc :*

- *le bâtiment (corrosion des conduites d'eau et des gouttières) ;*
- *le trafic automobile (cuivre dans les garnitures de freins et zinc dans les pneus) ;*
- *l'équipement routier (zinc dans les glissières de sécurité) ;*
- *la navigation (cuivre et zinc sur les coques des bateaux) ;*
- *l'agriculture (bains de cuivre dans l'élevage, cuivre et zinc dans les aliments pour bétail et les engrais).*

*Les Parties contractantes à la CIPR ont déjà pris différentes mesures de réduction des apports. Dans le volet du traitement des eaux pluviales par exemple, des canalisations sont construites ou aménagées pour mieux retenir les polluants, notamment dans les grandes agglomérations du bassin du Rhin.*

*Une évaluation récente montre que les quantités de zinc ont baissé de 13% et celles de cuivre de 44% entre 2000 et 2010 au droit de la station d'analyse de Bimmen-Lobith.*

### **PCB et HCB dans les sédiments**

*Le Rhin recèle toujours des sédiments qui renferment des pollutions historiques datant des dernières décennies et des derniers siècles et qui peuvent être remis en suspension. La CIPR a adopté un Plan de gestion des sédiments pour réduire les pressions exercées par les sédiments contaminés sur le Rhin.*

*On peut s'attendre à ce que les concentrations de polluants dans les matières en suspension/sédiments et la contamination des poissons baissent dans le long terme grâce aux mesures de réduction à la source et à la mise en œuvre du Plan de gestion des sédiments.*

### **PCB**

*Des teneurs élevées de PCB sont mesurées dans un grand nombre des zones à risque désignées dans le Plan de gestion des sédiments. Huit sites ont été dépollués entre-temps. Les opérations de dépollution les plus étendues ont eu lieu dans le site de Ketelmeer-West (aux Pays-Bas) où environ 2 millions de m<sup>3</sup> de sédiments contaminés ont été dragués et stockés dans la décharge spéciale d'IJsselooog.*

### **Hexachlorobenzène**

*Les rejets industriels d'hexachlorobenzène (HCB) ont été stoppés depuis déjà de nombreuses décennies. De nombreuses analyses effectuées au cours des dernières années montrent que la pollution des sédiments par l'HCB s'est répartie au fil des ans sur toute la chaîne de barrages du Rhin supérieur à partir du principal point de rejet initial situé dans la zone de Rheinfelden (ancien site de production de pentachlorophénol et de chlorosilane).*

*En 2009, la situation était telle que les grands biefs d'Iffezheim et de Gamsheim ainsi que le bief de Gerstheim et en partie celui de Strasbourg présentaient des pollutions par l'HCB relativement faibles (130-150 µg/kg d'HCB en moyenne). Cependant, les critères du Plan de gestion des sédiments sur le déplacement des matériaux de dragage n'ont pas pu être respectés. Les recommandations figurant dans ce plan rendent nécessaires des accords clairs entre les Parties sur la dépollution de ces sites.*

*A cette fin, des premiers prélèvements ont été effectués à grande échelle en 2012 dans les zones d'atterrissement des retenues de Marckolsheim, Rhinau, Gerstheim et Strasbourg. Dans les biefs de Gerstheim et de Strasbourg, les analyses n'ont pas fait ressortir de contaminations exigeant une dépollution. Sur la base de ces résultats, différentes options sont à l'étude sur la manière de gérer à l'avenir les sédiments contaminés des zones à risque localisées dans les retenues de Marckolsheim et de Rhinau.*

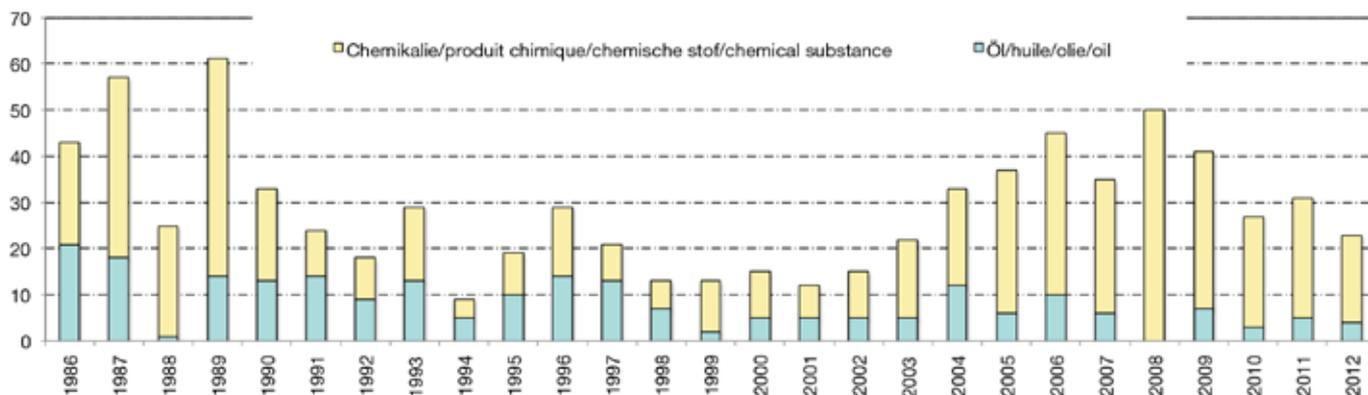
## **6. DOMMAGES ENVIRONNEMENTAUX AYANT DES IMPACTS SIGNIFICATIFS SUR LE RHIN**

La protection du Rhin contre la pollution due à des accidents industriels et des pannes d'exploitation est également un aspect non négligeable que la CIPR a examiné en détail par le passé à la suite de l'accident survenu à proximité de Bâle (Sandoz) et que les Parties contractantes ont concrétisé sous forme de mesures. Les Parties contractantes et les entreprises ont ici pris des mesures importantes sur la manipulation de substances dangereuses pour les eaux dans les installations industrielles le long du Rhin. Par ailleurs, des stations d'analyse ont été aménagées le long du Rhin pour surveiller 365 jours par an et en temps réel la qualité des eaux du Rhin par contrôle intensif de plusieurs centaines de substances présentes dans le Rhin.

En situation de dommage, le Plan d'Avertissement et d'Alerte Rhin (PAA) rentre en action. Des collaborateurs sont d'astreinte dans 7 centres principaux internationaux d'avertissement pour

réceptionner les déclarations de sinistres ou de concentrations surélevées de substances dans le Rhin, les évaluer et les transmettre aux riverains amont et aval, notamment aux usines d'eau potable sur le Rhin. Les laboratoires des Etats et des Länder allemands coopèrent étroitement pour identifier dans les meilleurs délais les points de rejet et estimer les impacts sur l'approvisionnement en eau et sur l'écosystème.

Les déclarations sont consignées, évaluées et rassemblées tous les ans dans un recueil. On constate au fil des ans un net recul des rejets accidentels à partir d'installations industrielles, de sorte que la majorité des déclarations porte aujourd'hui sur des apports issus de la navigation. En outre, les pressions décrites au chap. 4 sont encore observées régulièrement lors des applications saisonnières de produits phytosanitaires.



Evolution du nombre de déclarations PAA concernant des produits chimiques entre 1986 et 2012

Le nombre des déclarations PAA sur les produits chimiques a globalement diminué sur la période allant de la fin des années 80 à la fin des années 90 ; il est ensuite resté à peu près constant autour de 10 déclarations (dont un avertissement par an en moyenne) jusqu'en 2002. Depuis 2003, on observe une augmentation des déclarations, notamment de celles ayant trait à des produits chimiques. Le point culminant a été atteint jusqu'à présent en 2008 avec 50 déclarations. Leur nombre est retombé à 19 en 2012. L'augmentation du nombre de déclarations sur des

produits chimiques à partir de 2003 est notamment due à l'amélioration des méthodes d'analyse dans quelques stations et la régression constatée depuis 2008 est imputable à la baisse du nombre de déclarations de MTBE/ETBE. L'influence de certains facteurs, tels que les quantités transportées sur le Rhin ou le nombre de rejets illicites non détectés, sur le recul observé des pollutions du Rhin par le MTBE/ETBE imputables à la navigation, ne ressort pas clairement des données actuelles sur les cargaisons et les déplacements des bateaux.

*Exemples d'ondes de pollution ayant eu des incidences sur la production d'eau potable :*

#### **Diglyme**

*Le diglyme est un solvant entrant principalement dans des applications industrielles et dont les concentrations les plus élevées ont été mesurées en 2009 dans le cours aval du Rhin. Les ondes polluantes de diglymes, fréquemment mesurées dans le Rhin avant 2006, ont pu être abaissées grâce aux mesures prises auprès d'un rejeteur industriel important.*

#### **Métolachlore**

*Une onde de métolachlore (herbicide) a été mesurée fin mai 2012 dans le Rhin. Il est possible que les fortes précipitations survenues dans les régions de culture du maïs concentrées dans le sud du Palatinat et la région est de la Hesse Rhénane aient provoqué cette onde de métolachlore.*

#### **Isoproturon**

*Quand arrive le temps des cultures de céréales d'hiver et d'été, on relève chaque année dans le Rhin au droit de la station d'analyse de Bimmen des pressions d'isoproturon supérieures à 0,1 µg/l, notamment quand des jours de précipitations intenses suivent les phases d'épandage de cet herbicide.*

# 3

## PLAN D'ACTION CONTRE LES INONDATIONS

---

1. Mise en œuvre 1995 - 2010 : principaux résultats
2. Explications sur les différents objectifs opérationnels
  - (a) Réduire les risques de dommages dus aux inondations
  - (b) Réduire les niveaux de crue
  - (c) Renforcer la conscience du risque d'inondation
  - (d) Améliorer le système de prévision et d'annonce de crue
3. Perspectives

# PLAN D'ACTION CONTRE LES INONDATIONS

La CIPR a adopté le Plan d'Action contre les Inondations lors de la 12<sup>ème</sup> Conférence ministérielle sur le Rhin tenue le 22 janvier 1998 à Rotterdam. La décision de mettre en place un tel plan a été motivée par deux inondations hivernales d'amplitude extrême survenues en décembre 1993 et en janvier/février 1995. Il en a été de même pour le Plan d'Action contre les Inondations des Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS). L'objectif du PAI, qui s'étend jusqu'en 2020, est de mieux protéger les personnes et les biens contre les inondations le long du Rhin et de ses affluents tout en promouvant la restauration du Rhin et de son milieu alluvial. Le Plan d'Action se fonde sur cinq grands principes généraux (cf. figure ci-dessous), sur quatre objectifs opérationnels (voir tableau de la page droite) et sur un échéancier de mise en œuvre de mesures. La CIPR coordonne la mise en œuvre du PAI, les mesures étant réalisées au niveau national ou régional.

## Les cinq grands principes généraux de gestion des risques d'inondation encadrant la mise en œuvre du PAI



### Prise en compte de l'eau –

nous devons accepter le fait que les crues sont un phénomène naturel.



### Rétention des eaux –

les eaux pluviales, les eaux issues de la fonte des neiges, etc., doivent rejoindre le plus lentement possible les affluents et le cours principal.



### Espace pour le fleuve –

le fleuve a besoin de place pour pouvoir s'épandre en cas de crue.



### Connaissance des aléas –

les personnes éventuellement touchées doivent d'une part connaître l'aléa d'inondation, ses impacts probables et les éventuels dommages, d'autre part savoir également ce qu'elles peuvent entreprendre à titre de prévention individuelle et quel comportement adopter en cas d'urgence.



### Action globale et solidaire –

nous devons TOUS agir et nous atteler à la même tâche.

En 2001 et en 2006/2007, la CIPR a fait rapport en détail de la mise en œuvre du PAI. Le présent bilan rassemble les principaux résultats obtenus sur la période 1995-2010 et dessine les perspectives des prochaines étapes, entre autres celle de la mise en œuvre à brève échéance de la directive européenne sur la gestion des risques d'inondation (DI). La CIPR est responsable de la mise en œuvre coordonnée de la DI dans le bassin du Rhin depuis 2007. Il en résulte donc logiquement que les actions de la CIPR dans le volet de la gestion des risques d'inondation ne se limiteront plus à

l'avenir uniquement au bassin versant en aval du lac de Constance mais porteront également sur le Rhin alpin, le lac de Constance, l'IJsselmeer et la côte néerlandaise (delta du Rhin).

On trouvera sur le site web de la CIPR [www.iksr.org](http://www.iksr.org) des informations détaillées sur le PAI et sa mise en œuvre (cf. rapports n° 200 et 199) et sur la directive sur la gestion des risques d'inondation.

## 1. MISE EN ŒUVRE 1995 - 2010 : PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les Etats et Länder ont déjà mis en œuvre de nombreuses mesures au travers desquelles ils entendent atteindre progressivement les quatre objectifs opérationnels du Plan d'Action contre les Inondations.

### Présentation synoptique des quatre objectifs opérationnels du PAI et de leur degré de réalisation jusqu'en 2010

Objectifs opérationnels du Plan d'Action contre les Inondations pour l'objectif 2020 par rapport à 1995	Résultats de la mise en œuvre du PAI jusqu'en 2010 par rapport à l'année de référence 1995
<p><b>1</b></p> <p>Réduire de 25% les risques de dommages dus aux inondations d'ici 2020</p>	<p>Il a été constaté en 2005 sur la base d'estimations grossières que les risques de dommages avaient baissé par rapport à l'état 1995. Dans les tronçons non endigués du Rhin, cette baisse est dans l'ordre de grandeur de l'objectif visé ; elle est cependant nettement moins prononcée dans les tronçons endigués. De nouveaux résultats plus détaillés sont attendus pour 2014.</p>
<p><b>2</b></p> <p>Réduire les niveaux de crue - Réduire les niveaux de crue extrêmes jusqu'à 70 cm d'ici 2020 en aval du tronçon régulé (60 cm par la rétention d'eau sur le Rhin et environ 10 cm par la rétention d'eau dans le bassin du Rhin)</p>	<p>On constate que l'impact le plus important d'abaissement des niveaux de crue le long du Rhin est celui obtenu au travers des mesures de rétention réalisées sur le Rhin même. Le volume de rétention disponible sur le Rhin en 2010 est de l'ordre de 230 millions de m<sup>3</sup>. Il en résulte que même avec les mesures actuellement planifiées, l'objectif maximal de 60 cm ne pourra être atteint que ponctuellement et uniquement pour quelques crues. L'objectif visé ne pourrait être atteint dans sa totalité que si des espaces supplémentaires étaient créés en combinaison avec des mesures favorisant l'écoulement du débit.</p>
<p><b>3</b></p> <p>Renforcer la prise de conscience face aux risques d'inondation en établissant et en diffusant des cartes des risques pour 100% des surfaces inondables</p>	<p>L'objectif a été atteint pour le cours principal du Rhin. Les cartes des aléas et des risques d'inondation disponibles depuis 2001 (cf. Atlas du Rhin 2001 de la CIPR) ont permis de renforcer la conscience du risque chez les particuliers et constituent d'excellents outils de sensibilisation. En outre, les Etats ont réalisé de nombreuses autres mesures de sensibilisation. L'Atlas va être remis à jour d'ici 2014 sur la base de nouvelles données nationales.</p>
<p><b>4</b></p> <p>Améliorer le système de prévision et d'annonce des crues - Améliorer à court terme les systèmes de prévision et d'annonce de crue par le biais d'une coopération internationale. Augmenter les délais de prévision de 100% d'ici 2005</p>	<p>Jusqu'en 2005, les délais de prévision ont déjà été prolongés, passant de 24 à 48 heures sur le Rhin supérieur et le Rhin moyen et de 48 à 96 heures sur le Rhin inférieur. Malgré les nombreuses avancées réalisées dans ce domaine au cours des dernières années, le degré de fiabilité des prévisions prolongées reste inférieur à celui des prévisions à plus court terme.</p>

Les coûts globaux des mesures listées dans le PAI à l'horizon 2020 ont été grossièrement estimés début 1998 à un montant de 12,3 milliards d'euros. Les sommes investies jusqu'à fin 2010 s'élèvent déjà à 10,3 milliards d'euros, car la construction de polders de rétention des crues, les reculs de digues, les décaissements du lit majeur, de même que l'entretien et le renforcement de digues, sont des mesures particulièrement onéreuses. Des dépenses supplé-

mentaires de plusieurs milliards d'euros sont attendues pour les mesures à réaliser jusqu'en 2020, de sorte que le total initialement estimé sera largement dépassé. Le tableau suivant présente le niveau atteint fin 2010.

Plan d'Action contre les Inondations 'Rhin' : présentation comparative des mesures dans les deux phases et total des dépenses sur la période globale

Catégories de mesures	Actions		Coûts en millions d'euros
	1995-2005	1995-2010	Dépenses 1995-2010
<b>Rétention dans le bassin du Rhin</b>			
Renaturer les cours d'eau (km)	>2400	>4000	880
Redynamiser les zones inondables (km²)	>200	>300	
Extensifier l'agriculture (km²)	>4600	>14000	3160
Développer la nature, reboiser (km²)	>900	>1000	
Promouvoir l'infiltration des eaux pluviales (km²)	60	>60	510
Mettre en place des dispositifs techniques de rétention des crues (millions de m³)	40	>60	780
<b>Rétention des eaux dans le corridor fluvial</b>			
Redynamiser les zones inondables (km²)	30	60	740
Mettre en place des dispositifs techniques de rétention des crues (millions de m³)	50	70	570
<b>Mesures techniques de protection contre les inondations</b>			
Entretien et consolider les digues (km), les adapter au niveau de protection général et local et mettre en place des dispositifs locaux de protection sur le Rhin et dans son bassin (km)	1160	>1400	3560
<b>Mesures préventives dans le domaine de la planification</b>			
Sensibilisation	au moyen de sites web, de brochures, de manifestations diverses et d'exercices de lutte contre les inondations		90
Etablir des cartes des aléas et des risques	100 %	100 %	
<b>Prévision des crues</b>			
Prolonger les temps de prévision	100 %	100 %	10
Améliorer le système de prévision et d'annonce des crues	perfectionnement des systèmes et des bases de données, mise au point de sites web etc.		
<b>Total</b>			<b>10300</b>

## 2. EXPLICATIONS SUR LES DIFFÉRENTS OBJECTIFS OPÉRATIONNELS

### (a) Réduire les risques de dommages dus aux inondations

L'objectif faitier du Plan d'Action contre les Inondations est celui de réduire d'un quart, par rapport à 1995, les risques de dommages liés aux inondations d'ici 2020. Les autres objectifs opérationnels contribuent également, au travers de mesures plus spécifiques, à abaisser ce risque. L'Atlas du Rhin établi par la CIPR en 2001 met en relief les risques de dommages qui pourraient résulter d'une crue extrême sur le cours principal depuis l'écoulement du lac de Constance jusqu'au débouché dans la mer du Nord (cf. [www.iksr.org](http://www.iksr.org)). L'Atlas est en cours de remise à jour sur la base des cartes des zones inondables et des risques d'inondation réalisées au niveau national pour la DI.

Les risques ont pu être abaissés sur les tronçons non endigués du Rhin. Ici, la conscience du risque est plus prononcée en raison de la fréquence des crues et de l'expérience en résultant. Les riverains sont donc plus disposés à appliquer des mesures de prévention individuelle. Dans ces zones, les riverains savent comment s'informer, se préparer et protéger leurs biens en cas de crue annoncée (cf. exemple ci-joint et brochure de la CIPR intitulée « Prévention des crues – Mesures et leur efficacité »).



*Tronçons du Rhin non endigués (Rhin moyen ;  
source : Klaus Wendling, MULEWF Rhénanie-Palatinat)*

Sur les tronçons endigués, les dommages potentiels n'ont pas ou ont peu baissé, car les propriétaires de biens immobiliers pensent rarement ou ne pensent pas à protéger leurs bâtiments du fait du degré de protection élevé qu'offrent les digues. En cas de rupture de digue, les dommages peuvent être élevés.



En outre, quand sont mis en place des dispositifs de protection ayant pour effet d'abaisser le niveau d'eau, la probabilité change : les inondations sont moins fréquentes ou moins hautes, ce qui réduit sensiblement le risque.



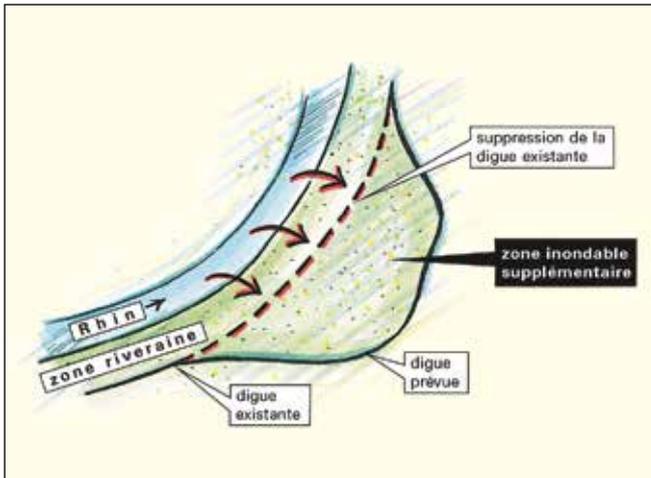
*Tronçons du Rhin endigués (Rhin supérieur)*

Quelques tronçons sont aujourd'hui moins exposés au risque de dommages qu'en 1995 grâce aux mesures prises pour consolider les digues, améliorer la protection des bâtiments et abaisser la probabilité d'inondation.

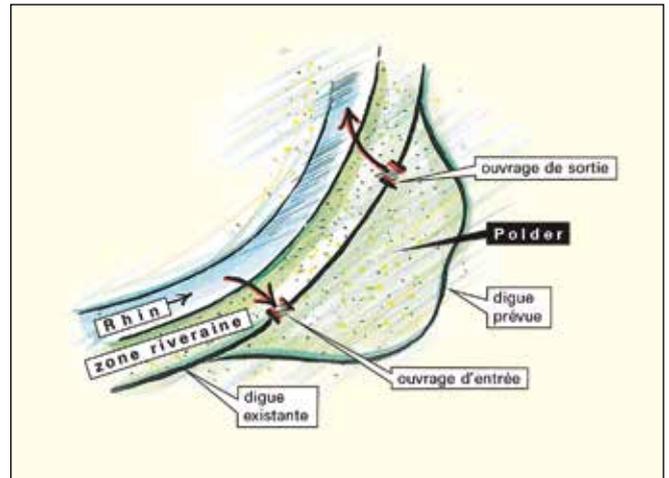
## (b) Réduire les niveaux de crue

Quelques exemples de mesures efficaces susceptibles d'abaisser les niveaux de crues sont représentés ci-dessous :

- Recul de digues permettant de redynamiser le milieu alluvial
- Création d'espace et de polders de rétention des crues
- Décaissement du lit majeur



© Regierungspräsidium Freiburg - Programme Intégré sur le Rhin



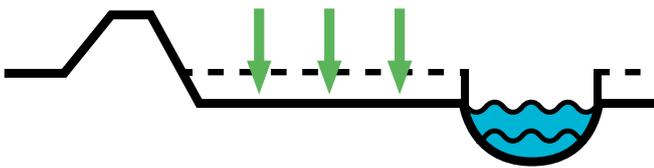
© Regierungspräsidium Freiburg - Programme Intégré sur le Rhin

### Mise en retrait de digues :

Déplacement d'une digue vers les terres, ce qui permet de reconquérir le lit majeur et de redonner plus d'espace au fleuve.

### Polder de rétention :

Les polders de rétention sont des zones qui sont (ou peuvent être) mises en eau (intentionnellement) dans des cas particuliers. Les eaux du Rhin traversent le polder et sont restituées au fleuve par le biais d'un ouvrage de vidange avec un certain décalage dans le temps.

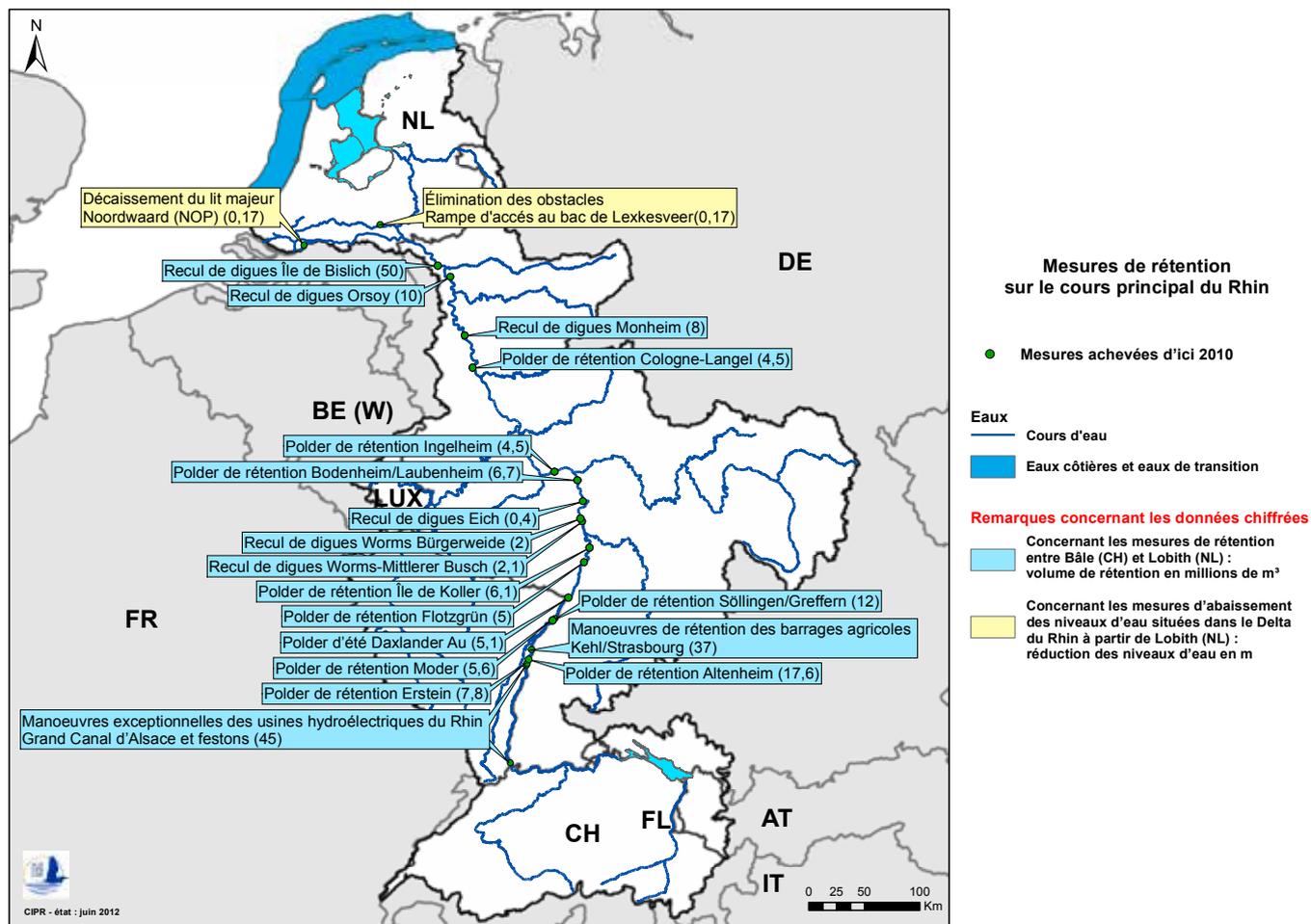


### Décaissement du lit majeur :

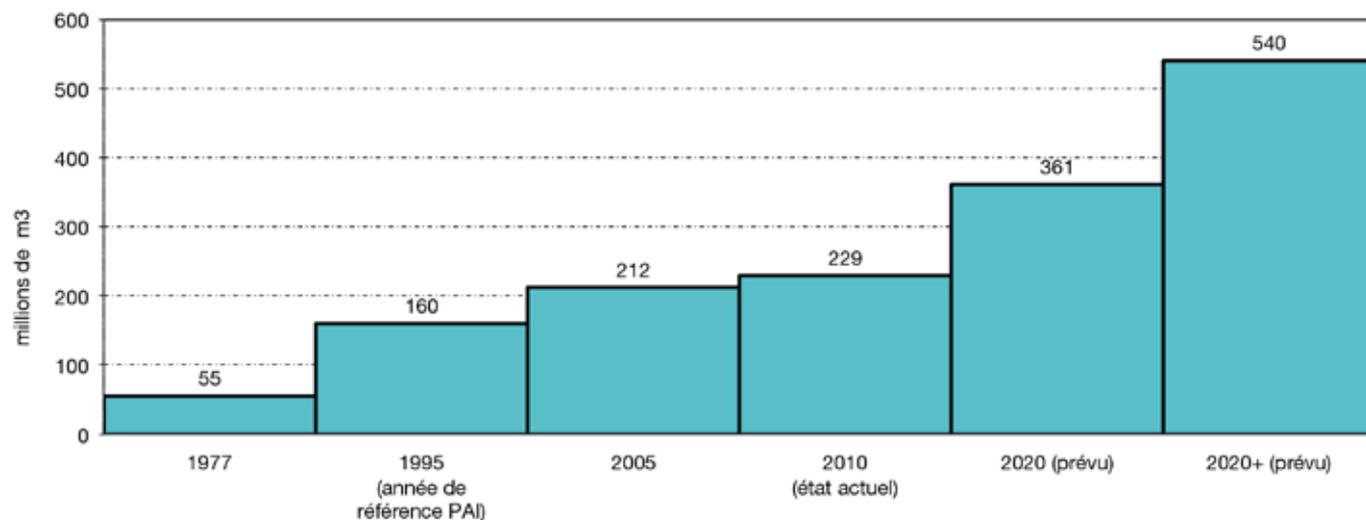
Le creusement (de parties) du lit majeur permet de redonner plus d'espace au fleuve.

Source : RWS, *Ruimte voor de Rivier*

La carte synoptique ci-dessous présente les mesures de rétention réalisées jusqu'en 2010 et les volumes de rétention opérationnels.



Le graphique ci-dessous montre les volumes totaux de rétention disponibles sur le cours principal du Rhin en 1977, 1995 (année de référence du Plan d'Action contre les Inondations), 2005 et fin 2010 du fait des mesures finalisées au cours de l'année correspondante (= état d'aménagement). Les indications communiquées pour 2020 et pour l'après 2020 (2020+) correspondent à l'état attendu après réalisation de toutes les mesures prévues.



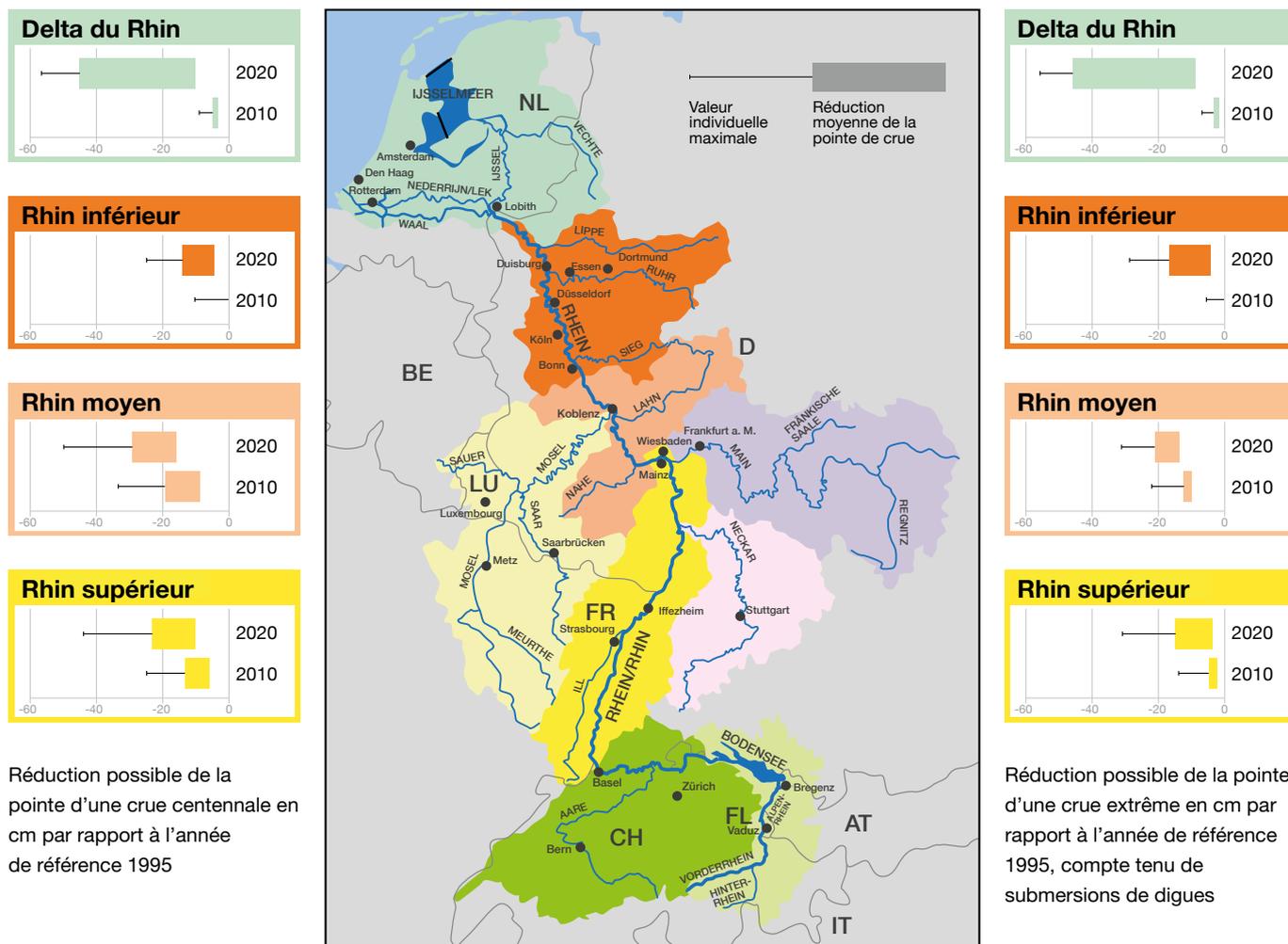
Volumes de rétention sur le Rhin conformément au rapport CIPR n° 200.

Le présent bilan est le premier à avoir modélisé dans son ensemble le cours principal du Rhin et ses dispositifs de rétention pour un grand nombre de crues. Pour la première fois également, les résultats obtenus permettent d'évaluer de manière fondée l'ordre de grandeur dans lequel les objectifs exprimés dans le Plan d'Action contre les Inondations ont été atteints.

Les résultats montrent les modifications moyennes des niveaux d'eau pour les états d'aménagement du Rhin 2010 et 2020 sur les différents tronçons du Rhin pour une crue centennale et pour une crue extrême. Ils couvrent la fourchette des valeurs moyennes jugées les plus informatives pour mettre en relief la réduction des niveaux d'eau attendue au droit d'échelles ou sur des tronçons du Rhin consécutivement à la mise en eau des espaces de rétention et aux mesures d'élargissement du lit, comme le montre le graphique suivant.

Pour l'état 2010 (avec un volume de rétention opérationnel maximal de 229 millions de m<sup>3</sup>) et l'état 2020, les réductions moyennes susceptibles d'être atteintes sur la pointe d'une crue centennale (HQ100) par les mesures réalisées jusqu'en 2010 et jusqu'en 2020 (par rapport à l'année de référence 1995) figurent dans la partie gauche du graphique.

Pour l'état 2010 et l'état 2020, les réductions moyennes susceptibles d'être atteintes sur la pointe d'une crue extrême (HQextrême) – compte tenu de submersions de digues<sup>1</sup> – par les mesures réalisées jusqu'en 2010 et jusqu'en 2020 (par rapport à l'année de référence 1995) figurent dans la partie droite du graphique.



Réduction possible de la pointe d'une crue centennale en cm par rapport à l'année de référence 1995

Réduction possible de la pointe d'une crue extrême en cm par rapport à l'année de référence 1995, compte tenu de submersions de digues

Remarque : le delta du Rhin est constitué de trois bras, le Nederrijn/Lek, le Waal et l'IJssel. Les mesures de baisse des niveaux d'eau ont des effets distincts sur ces trois bras du Rhin. Les réductions de

niveau d'eau sont les plus prononcées dans l'IJssel ; elles le sont moins dans le Waal et le Lek. Le graphique montre la fourchette des réductions moyennes sur les trois bras (delta du Rhin).

<sup>1</sup>En situation de crue extrême, des digues peuvent être submergées. Cet effet est pris en compte dans les calculs.

En tenant compte de l'impact de toutes les mesures de rétention des crues réalisées entre 1977 et 2010, on obtient des réductions de niveau d'eau nettement plus importantes, avec un abaissement supplémentaire de l'ordre de 20 à 40 cm sur le Rhin supérieur. Les réductions de niveau d'eau obtenues sur le Rhin moyen sont

intégralement dues aux mesures de rétention des crues prises sur le Rhin supérieur. Concernant la réduction des pointes de crue sur le Rhin inférieur, il n'y a pas de différence particulière entre les états d'aménagement 1977 et 1995.

### (c) Renforcer la conscience du risque d'inondation



*Atlas de l'aléa d'inondation et des dommages potentiels en cas de crues extrêmes sur le Rhin (Atlas du Rhin 2001) à consulter sous forme de carte interactive à l'adresse [www.iksr.org](http://www.iksr.org).*

La conscience du danger des populations touchées est très vive juste après le passage d'une inondation. Si aucune crue ne survient pendant une longue période de temps ou s'il n'est pas régulièrement organisé de campagne de sensibilisation, la conscience des risques potentiels s'affaiblit rapidement.

Avec l'Atlas du Rhin de la CIPR, qui présente pour le cours principal du Rhin les zones exposées aux inondations ainsi que les dommages potentiels en présence, l'objectif du Plan d'Action contre les Inondations de renforcer la prise de conscience du risque d'inondation en établissant et en diffusant des cartes des risques

pour 100 % des surfaces inondables le long du Rhin a été atteint dès 2005.

Par ailleurs, les Etats, les Länder et les régions ont mis au point et appliqué depuis 1995, en plus de cartes, de nombreux outils de sensibilisation tels que pages web, brochures, expositions et exercices divers. Des partenariats se sont constitués entre communes et associations pour améliorer la prévention des inondations. A l'aide de ces outils, les particuliers sont informés de multiples manières, par exemple sur les mécanismes de genèse des crues et sur les points essentiels de la prévention individuelle.

#### (d) Améliorer le système de prévision et d'annonce de crue

Sur le Rhin, la coopération en matière de prévision et d'annonce des crues relève de la compétence des centres de prévision et d'annonce de la Suisse, de la France, des Länder allemands Bade-Wurtemberg et Rhénanie-Palatinat et des Pays-Bas. Pour garantir la meilleure prévision possible pour le Rhin, chacun des centres de prévision élabore des prévisions pour les bassins qui relèvent de son ressort sur la base de ses connaissances de terrain et de modèles et les transmet automatiquement et en temps réel aux centres situés en aval. Les experts se rencontrent une fois par an pour échanger leurs expériences et perfectionner la chaîne de prévision dans son ensemble.

Les outils de prévision hydrologiques utilisés par les centres de prévision du Rhin ont été sensiblement améliorés et perfectionnés au cours des dernières années. L'objectif de prolongation des temps de prévision de 100% prévu dans le Plan d'Action contre les Inondations a été atteint dès 2005.

Les informations relatives aux crues du Rhin et de ses affluents sont mises à la disposition des administrations compétentes en matière de gestion des eaux et des services de lutte contre les accidents majeurs, des populations concernées, des entreprises industrielles et commerciales ainsi que du grand public et des médias par différentes voies.

Les prévisions sont diffusées en particulier sur les sites internet (également sur téléphones portables) comme par ex. [www.hochwasser-rlp.de](http://www.hochwasser-rlp.de). Une carte placée sur le site web de la CIPR ([www.iksr.org](http://www.iksr.org)) rassemble tous les liens vers les centres de prévision et d'annonce des crues. Avant et pendant une crue, des rapports de situation actualisés sont établis et diffusés (internet, radio, télévision) plusieurs fois par jour.



Centre de protection contre les inondations de Cologne  
(Source : STEB Cologne)





### 3. PERSPECTIVES

Entre 1995 et 2010, les Etats riverains du Rhin ont mis en œuvre avec succès de nombreuses mesures de gestion fixées dans le Plan d'Action contre les Inondations (PAI). L'approche de gestion des risques d'inondation déjà intégrée dans le PAI est résolument confirmée dans le Plan de gestion des risques d'inondation du Rhin (PGRI) à mettre au point d'ici 2015. A côté des mesures techniques de protection, dont le développement permettra d'augmenter nettement le volume de rétention des crues sur le Rhin entre 2010 et 2020, on entend surtout mettre en avant les mesures de réduction des risques d'inondation. L'examen du risque ne se limite pas ici à la protection des personnes et des activités économiques mais englobe également l'environnement et le patrimoine culturel.

La directive européenne sur la gestion des risques d'inondation (DI) est un outil important devant permettre de poursuivre les activités engagées, de les réajuster et de renforcer certains points jugés prioritaires. Elle engage les Etats membres à établir d'ici fin 2013 des cartes des zones inondables et des cartes des risques d'inondation. Dans le prolongement de ces engagements, l'Atlas du Rhin sera réactualisé en 2014.

Les impacts du changement climatique représentent un défi de taille qu'il conviendra de relever à l'avenir. A l'horizon 2050, les débits moyens du Rhin et de ses affluents pourraient augmenter jusqu'à 20% pendant l'hiver hydrologique et baisser jusqu'à 10 % pendant l'été hydrologique. Le risque d'inondation est donc susceptible d'augmenter en hiver, de même que celui d'étiage en été.

Les Etats du Rhin poursuivent donc leurs efforts visant à sensibiliser les riverains concernés au risque d'inondation et à les préparer à se prémunir contre les dommages que les inondations sont susceptibles de provoquer. L'objectif majeur à l'échelle du bassin du Rhin reste celui de continuer à abaisser le risque d'inondation en coopération avec les nombreux acteurs concernés et les populations potentiellement vulnérables.

## MENTIONS LÉGALES

Editeur :

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15

D-56002 Coblenze

Tél. : +49-(0)261-94252-0 Fax : +49-(0)261-94252-52

E-Mail : Sekretariat@iksr.de; www.iksr.org

© IKS-R-CIPR-ICBR 2013

Tirage total : 6.000 exemplaires

Langues : français, allemand, néerlandais, anglais

ISBN : 978-3-941994-45-4

### Référence des illustrations

**Crédit photos** (quand les sources ne sont pas directement mentionnées dans le texte)

Page de couverture : à gauche : berge du Rhin (BfG), au milieu : eaux courantes (BMU), à droite : échelle limnimétrique (Shutterstock); p. 2 : le Rhin à Bingen (Klaus Wendling) ; p. 6 : giessen (M.-H. Claudel), p. 14 : station d'épuration de Coblenze (services d'assainissement de la ville de Coblenze) ; pp. 18 et 20 : vues de laboratoires à Worms (Flussgebiets-gemeinschaft Rhein, Worms) ; p. 10 écluses du Haringvliet (CIPR) ; p. 27 : en haut (STEB Cologne), en bas à droite (CIPR) ; p. 32 : le Rhin à Kaub (Klaus Wendling) ; p. 33 : Rhin moyen (Klaus Wendling)

*Toute reproduction, même partielle, est interdite sauf autorisation expresse de l'éditeur et indication de la source.*





*Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins*

---

*Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin*

---

*Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn*

---

*International  
Commission  
for the Protection  
of the Rhine*