




Vous trouverez de plus amples informations concernant le Programme intégré Rhin sur notre site Internet [www.irp-bw.de](http://www.irp-bw.de)  
Des informations détaillées peuvent y être téléchargées ou commandées.



# Le Programme intégré Rhin

 La protection contre les crues et la renaturation des zones alluviales du Rhin supérieur

Ces mesures sont financées par la République fédérale d'Allemagne.

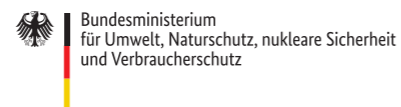


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

mit Mitteln aus dem Sonderrahmenplan „Maßnahmen des präventiven Hochwasserschutzes“ der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes zur Umsetzung des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWS).



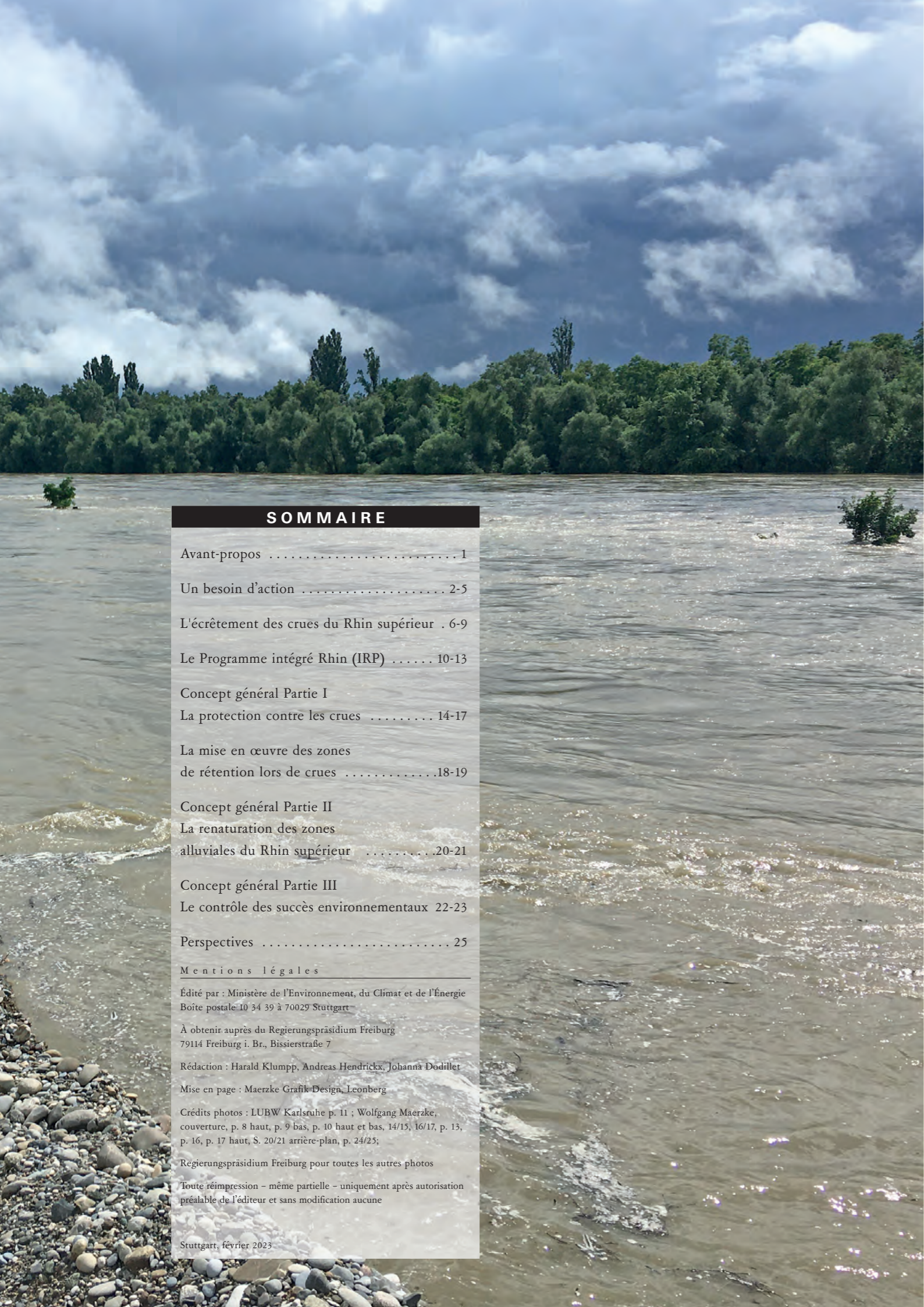
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



## SOMMAIRE

Avant-propos	1
Un besoin d'action	2-5
L'écrêtement des crues du Rhin supérieur	6-9
Le Programme intégré Rhin (IRP)	10-13
Concept général Partie I	
La protection contre les crues	14-17
La mise en œuvre des zones de rétention lors de crues	18-19
Concept général Partie II	
La renaturation des zones alluviales du Rhin supérieur	20-21
Concept général Partie III	
Le contrôle des succès environnementaux	22-23
Perspectives	25

### Mentions légales

Édité par : Ministère de l'Environnement, du Climat et de l'Énergie  
Boîte postale 10 34 39 à 70029 Stuttgart

À obtenir auprès du Regierungspräsidium Freiburg  
79114 Freiburg i. Br., Bissierstraße 7

Rédaction : Harald Klumpp, Andreas Hendrickx, Johanna Dodiller

Mise en page : Maerzke Grafik Design, Leonberg

Crédits photos : LUBW Karlsruhe p. 11 ; Wolfgang Maerzke, couverture, p. 8 haut, p. 9 bas, p. 10 haut et bas, 14/15, 16/17, p. 13, p. 16, p. 17 haut, S. 20/21 arrière-plan, p. 24/25;

Regierungspräsidium Freiburg pour toutes les autres photos

Toute réimpression – même partielle – uniquement après autorisation préalable de l'éditeur et sans modification aucune

Stuttgart, février 2023

## Chères habitantes, chers habitants de notre région,

Les événements dramatiques des dernières années nous ont montré une fois de plus combien il était important de se prémunir contre les événements de crue et de savoir les maîtriser. Or, les ouvrages de génie-civil à eux seuls ne suffisent pas à assurer la protection contre les crues extrêmes. Il nous faut donc exploiter d'autres pistes encore pour diminuer les conséquences dévastatrices d'une crue, pour nous-mêmes et notre environnement, notre culture et notre économie. Afin de minimiser les risques d'inondations, nous nous appuyons sur la stratégie du Land de Bade-Wurtemberg, qui a évolué au fil des expériences acquises. Le Programme intégré Rhin (IRP), décidé en 1996 par le Land de Bade-Wurtemberg, en est l'une des composantes.



Quelle: UWI/Regenschicht

L'IRP est destiné à protéger contre les crues et à sauvegarder et renaturer les zones alluviales du Rhin supérieur. Sa réalisation, avec un total de 13 zones de rétention de crues au Bade-Wurtemberg, le long du Rhin, est une mission de longue haleine et un grand défi. De nombreux groupes d'intérêts sont impliqués très en amont, à toutes les phases de mise en œuvre du projet – de la conception et des procédures d'autorisation jusqu'à la construction de chacune des zones de rétention.

Grâce à la mise à disposition systématique de ressources financières par le gouvernement régional et le gouvernement fédéral, nous avons déjà bien avancé et sommes en mesure de réaliser avec diligence de nouvelles zones de rétention du Programme intégré Rhin.

Ces vastes zones de rétention ne peuvent être conçues, aménagées et exploitées qu'avec la solidarité citoyenne des riverains du Rhin. Avec cette brochure, nous souhaitons vous donner un aperçu global de l'IRP et de ses objectifs. Vous pouvez trouver de nombreuses informations complémentaires, en particulier concernant la conception, les plans et l'état d'avancement des différentes zones de rétention, sur le site Internet du Regierungspräsidium de Freiburg et sur celui du Regierungspräsidium de Karlsruhe.

Je forme le vœu qu'avec votre soutien, nous puissions réaliser le Programme intégré Rhin rapidement. Ceci exige de trouver un équilibre entre les différents intérêts et ne pourra réussir que si nous parvenons à un large consensus au sein de la société et du monde politique. Je vous demande donc votre coopération, et de nous accompagner de manière constructive sur ce chemin qui n'est certes pas toujours facile.

Cordialement vôtre

Thekla Walker MdL

Ministère de l'Environnement, du Climat et de l'Énergie  
du Land de Bade-Wurtemberg



Foto: Landesdirektion Sachsen, Dienststelle Dresden, F. 36

*Crue de l'Elbe de 2013. En arrière-plan la digue de la ligne ferroviaire Berlin-Chemnitz, avec le pont ferroviaire franchissant l'Elbe. En avant-plan le port de Riesa.*

## Un besoin d'action

Conséquence de la construction des chutes entre Kembs et Iffezheim (de 1928 à 1977) : de nombreuses surfaces d'expansion des crues ont disparu dans la partie sud du Rhin supérieur, ce qui a exacerbé les difficultés d'évacuation des crues sur le secteur nord. Les événements de crue de ces dernières années sur l'Oder, l'Elbe et le Danube ont fait apparaître, sur la toile de fond des impacts du changement climatique, la nécessité plus importante que jamais d'aménager des zones de rétention de crues. Le Programme intégré Rhin a été décidé par le gouvernement régional dès 1996 à cette fin.



*Défense de digue lors de la crue de l'Oder en 1997*

Depuis l'aménagement du Rhin supérieur et la construction des chutes, le Rhin à l'aval du secteur aménagé, à partir d'Iffezheim, ne peut évacuer les crues que de manière restreinte. Lors d'événements de crues majeures, les agglomérations de Karlsruhe, Mannheim/Ludwigshafen et de Worms risquent de subir

des dégâts d'inondation importants à l'arrière des digues.

Au-delà des habitations, de l'industrie présente et de l'infrastructure, ce sont surtout les vies humaines et la nature qui sont menacées. Lors d'une crue majeure, les

dégâts économiques possibles sont estimés – pour les seuls riverains du Rhin au Bade-Wurtemberg, en Rhénanie-Palatinat et en Hesse – à 41 milliards d'Euros (estimations de 2021).

Dès 1978, la « Commission internationale d'études des crues du Rhin », composée de représentants venant de France, de Suisse, d'Autriche et d'Allemagne, a étudié les impacts de l'aménagement du Rhin supérieur. Elle a conclu sur la nécessité d'un niveau de protection contre les crues tel qu'il existait avant l'aménagement des biefs sur le Rhin supérieur et que ce niveau de protection devait donc être rétabli.

Comme l'exemple du Rhin le montre, il a longtemps été tenté de protéger par des digues toujours plus hautes les zones inondables qui avaient été soustraites aux fleuves. Il est clair aujourd'hui que les risques d'inondation s'en trouvent considérablement exacerbés pour les territoires situés plus en aval.

C'est la raison pour laquelle il a été exclu, pour résoudre ce problème, de rehausser les digues le long du linéaire du Rhin supérieur au-delà de ce qui a été convenu sur le plan international. La seule solution consiste à écrêter les débits de pointe critiques des crues en réactivant les champs d'expansion des crues.



Foto: WWA Deggendorf

*Crue de 2013 sur le Danube*

Les crues du Rhin supérieur menacent 95 villes et communes et leurs quelque 700.000 habitants

- plus de 350 000 emplois
- sur une surface d'env. 1 000 km<sup>2</sup> (chiffres de 2021)

Sur le Rhin supérieur, ceci est encore possible sur un certain nombre de secteurs. Les terrains y étaient inondés avant l'aménagement des chutes ; aujourd'hui, on y pratique principalement l'exploitation forestière, pour une petite partie également l'exploitation agricole. À de nombreux endroits subsistent encore des vestiges d'anciennes zones alluviales, si typiques du Rhin supérieur. Leur réactivation à des fins de protection contre les crues, ainsi que le développement de zones alluviales quasi naturelles, tels sont les objectifs du projet du Bade-Wurtemberg de protection contre les crues et de renaturation du Rhin supérieur – du Programme intégré Rhin (IRP).



*Vue du « Isteiner Klotz » sur l'ancienne zone en tresses de la partie sud du Rhin supérieur (tableau de Peter Birmann).*

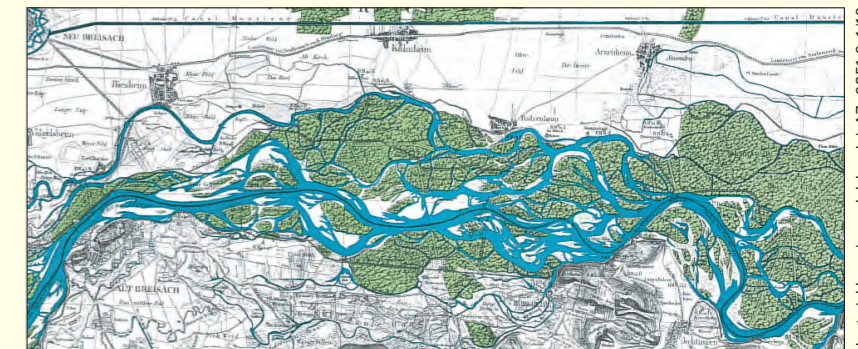
### L'ÉVOLUTION DES PAYSAGES DU RHIN SUPÉRIEUR

Il y a environ 200 ans, le Rhin était encore un fleuve sauvage. Entre Bâle et Lauterbourg, il formait un cours d'eau en tresses, avec une rivière principale, le Rhin, et de nombreux bras secondaires d'eaux peu profondes. Chaque crue en modifiait le cours. Parfois, ils étaient alors déviés vers l'intérieur des terres, parfois plus vers le chenal principal. Le Rhin disposait à cette époque d'une zone alluviale large de deux à trois kilomètres.

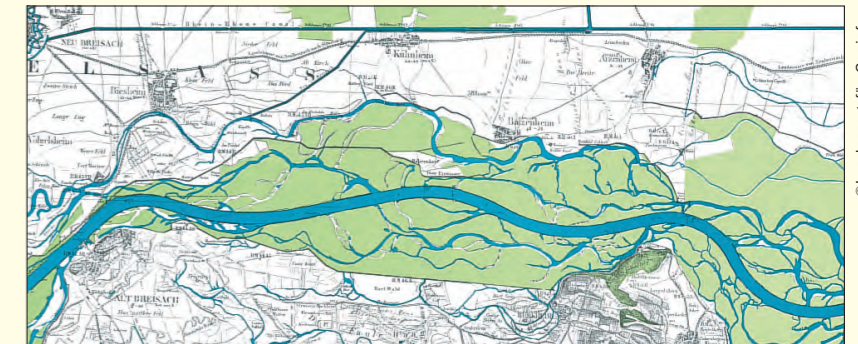


*Submersions écologiques dans le polder d'Altenheim*

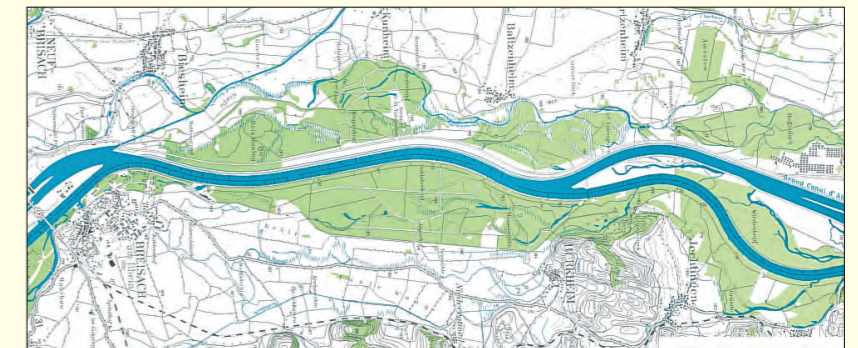
Fleuve à faible pente dans le secteur suivant, entre l'embouchure de la Lauter et la ville de Worms, le Rhin méandrait en larges boucles dans un lit presque clos, traversant la plaine du Rhin supérieur. La zone alluviale y était large d'une dizaine ou douzaine de kilomètres. À cette époque, les crues trouvaient des champs d'expansion pratiquement illimités. Les zones alluviales en bordure de fleuve, avec leur grande richesse et diversité de plantes et d'animaux, conservaient leur état largement naturel. En revanche, pour les riverains du Rhin de l'époque, le fleuve représentait une menace : des crues récurrentes emportaient régulièrement avec elles des villages entiers ; les champs, essentiels à leur survie, restaient souvent immergés durant des semaines entières.



*Carte topographique de 1828. Extrait de la carte de démarcation de la frontière, la « Rhein-gränzkarte ». Avant les corrections de Tulla, le Rhin coulait en tresses, fleuve sauvage avec de nombreuses boucles et des bras s'écoulant autour d'îlots et de bancs de gravier, modifiant constamment son tracé.*



*Carte topographique de 1872. Après les travaux de Tulla, de nombreux bras du fleuve ont été réunis en un lit unique de 200 m de largeur, pouvant évacuer un débit de moyennes eaux à peu près double. Lors de débits plus élevés, le fleuve débordait et inondait la forêt alluviale jusqu'aux digues des hautes eaux situées à l'intérieur des terres.*



*Carte topographique de 1963. Jusqu'à Breisach, le Rhin a été aménagé en Grand Canal d'Alsace puis, à partir de là, en ce qui a été appelé la « solution des festons ». Pour le bief de Marckolsheim présenté ici, un barrage a été construit près de Burkheim pour dévier l'eau dans le canal ; les digues latérales longeant le bief ont été ramenées jusqu'au bord immédiat du lit. La forêt rhénane entre Breisach et Burkheim n'était plus inondée par les crues.*

©Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (www.lgl.bw.de) AZ.-2851.9-1/19





Les polders d'Altenheim, cours d'eau en état normal

La rectification du Rhin fut effectuée entre 1817 et 1880 d'après les plans de Johann Gottfried Tulla, ingénieur et lieutenant-colonel dans le Grand-Duché de Bade. Ses travaux consistèrent à regrouper dans le lit principal, sur une largeur de 200 m à 240 m, de nombreux bras sillonnant à travers le secteur en tresses, et à court-circuiter les larges boucles dans la zone des méandres. C'est alors que le Rhin obtint en grande partie son lit actuel. Entre Bâle et Worms, le Rhin perdit en longueur, passant de 354 km à 273 km. Les crues ne purent désormais déborder que dans une zone d'env. 1 à 2 km de large.

Laisse à l'état naturel jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle, le fleuve fut rectifié à partir de 1817 par J.G. Tulla

La construction des digues latérales du Rhin a déconnecté le Rhin de ses zones alluviales : ici au droit de la zone de rétention de l'embouchure de l'Elz



Par ces mesures, Tulla créa des surfaces urbanisables et transforma la zone marécageuse de la vallée du Rhin supérieur en une zone d'exploitation forestière et agricole. Les riverains quant à eux étaient mieux protégés contre des crues.

A partir de 1906, Max Honsell, directeur des Ponts et Chaussées du Grand-Duché de Bade à Karlsruhe, poursuivit les travaux de Tulla. Des remblais de roches pointant de la berge dans le fleuve, les épis, rétrécirent la section d'écoulement du Rhin et concentrèrent l'eau dans le lit mineur. L'aménagement d'un chenal navigable continu, avec 2 m de profondeur et une largeur de 75 m à 100 m, fut bénéfique à la navigation, dorénavant possible tout au long de l'année jusqu'à Bâle.

Le Traité de Versailles de 1919 fut à l'origine de nouvelles interventions importantes sur le Rhin supérieur. L'article 358 du traité accorda le droit à la France de prélever de l'eau du Rhin supérieur pour en exploiter la force hydraulique. Entre 1928 et 1977, dix chutes en tout ont ainsi été aménagées, durant trois phases de construction. Tout d'abord, le Grand Canal d'Alsace fut aménagé entre Märkt et Breisach, avec les chutes de Kembs, d'Ottmarsheim, de Fessenheim et de Vogelgrun. Entre 1957 et 1970, l'aménagement du Rhin supérieur se poursuivit avec les quatre festons entre Breisach et Strasbourg et les chutes de Marckolsheim, Rhinau, Gerstheim et Strasbourg. Jusqu'en 1977, les chutes de Gamsheim et d'Iffezheim, sur le fleuve lui-même, représentèrent pour le moment la dernière phase d'aménagement.



Le bief d'Iffezheim, avec vue sur le Rhin à courant libre

Bildrechte bei EnBW Daniel Meier-Gerber

## LES CONSÉQUENCES POUR LA PROTECTION CONTRE LES CRUES

Les interventions sur le Rhin Supérieur eurent pour effet de restreindre considérablement les surfaces d'expansion des crues et de réduire la fréquence des inondations des zones adjacentes. La construction des digues entre Märkt, près de Bâle, jusqu'à Karlsruhe, fit disparaître à elle seule 660 km<sup>2</sup> de zones inondables. L'érosion renforcée du Rhin au sud a fait disparaître 80 km<sup>2</sup> de surfaces inondables supplémentaires.

Des biocénoses typiques des paysages alluviaux, vivant des inondations récurrentes, ont été détruites. Malgré ces altérations et en comparaison avec aujourd'hui, les paysages alluviaux du Rhin supérieur conservèrent encore un état assez naturel et les biotopes étaient mieux interconnectés.

Du fait de l'aménagement du Rhin supérieur, quelque 130 km<sup>2</sup> de surfaces alluviales auparavant submergées par les crues, représentant des habitats essentiels pour



Vue aérienne du cours du Rhin à Mannheim

des espèces animales devenues rares telles que le martin-pêcheur, le castor ou la cigogne noire, furent perdus. Certes, les habitats naturels si typiques des zones alluviales ne disparurent pas entièrement au fil de l'aménagement de cette partie du Rhin, mais les surfaces encore régulièrement submergées par les crues furent de plus en plus exploitées par l'homme. À la place d'une bande alluviale continue, interconnectant un vaste réseau de biotopes, ne subsistèrent plus que des îlots résiduels d'anciennes zones alluviales.



Foto: Ralph-Dieter Görner

Crue du Rhin près de Leopoldshafen, 2021

Conséquence directe de l'aménagement des biefs : le risque d'inondation à l'aval du secteur aménagé, à partir d'Iffezheim, s'est considérablement accru. La perte en surfaces alluviales inondables amplifie aujourd'hui considérablement les ondes de crues. Par ailleurs, le raccourcissement du fleuve fait se chevaucher les ondes de crue du Rhin et celles de ses affluents, le Neckar et le Main.



Port rhénan de Karlsruhe lors de la crue de janvier 2018

© Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd





© AIRDIASOL Rothbar

Mise en œuvre de la zone de rétention du barrage agricole de Kehl/Strasbourg en 2013



© AIRDIASOL Rothbar

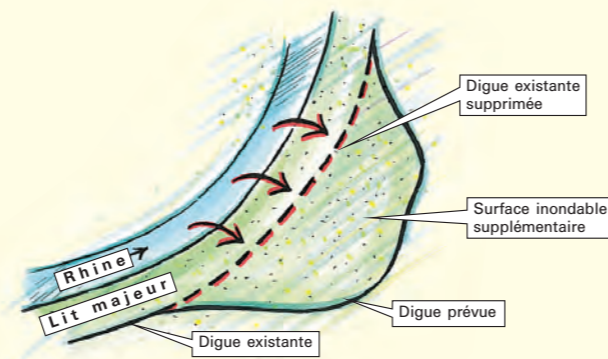
Décaissement de la zone de rétention de Weil-Breisach, crue de 2013

## L'écrêtement des crues du Rhin supérieur

Il existe différentes possibilités d'écrêter les crues du Rhin supérieur : en reculant les digues, en décaissant certaines zones, en régulant les zones de rétention, ou bien par des manœuvres des barrages et des manœuvres exceptionnelles des usines hydroélectriques du Rhin. L'écrêtement des crues doit s'appuyer sur la situation locale et l'efficacité requise du système dans son ensemble.

Les options d'écrêtement de crues	Régulable activement ?
Recul d'une digue	non
Décaissement	non
Zones de rétention régulée	oui
Barrages	oui
Manœuvres exceptionnelles des usines du Rhin	oui

Quasi naturels



Recul d'une digue

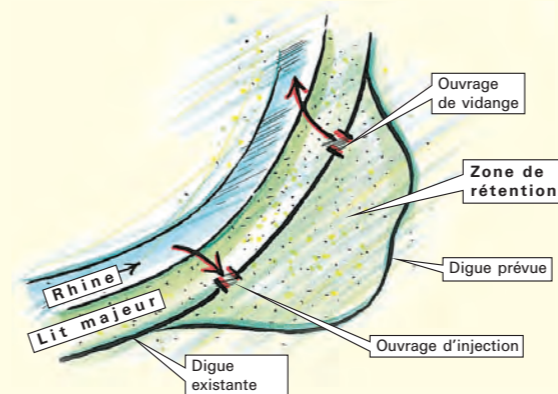


Regierungspräsidium Karlsruhe

Vue aérienne de la future zone de rétention d'Elisabethenwört qui sera aménagée en reculant une digue

### LE DÉCAISSEMENT DE PARTIES DU LIT MAJEUR

En décaissant la rive du Rhin, l'effet produit est le même que celui d'un recul de digue : la mise à disposition de champs d'expansion de crues. Entre Weil am Rhein et Breisach, le lit du Rhin s'est enfoncé de sept à douze mètres à la suite des travaux de rectification. Avec cette ligne d'eau plus basse, le lit majeur ne pouvait plus être submergé et la zone alluviale est tombée à sec. En décaissant certaines parties du lit majeur dans ce secteur, donc en l'abaissant à nouveau environ au niveau du Rhin, ces surfaces peuvent à nouveau être mises en eau. Les surfaces graveleuses très rapidement se repeuplent, entre autres de saules ou de peupliers. Une forêt alluviale très naturelle se recrée. Les arbres résistent à l'écoulement de l'eau, en ralentissent le débit et, en interaction avec la surface élargie d'expansion de crue, on obtient l'effet souhaité d'écrêtement des crues.



Zone de rétention régulée



Ouvrage d'injection central de la zone de rétention de l'embouchure de l'Elz

### LES ZONES DE RÉTENTION RÉGULÉES

Lors de débits du Rhin plus élevés, les zones de rétention régulées sont mises en eau de manière ciblée par le biais d'ouvrages d'injection, selon des critères définis avec précision dans des consignes d'exploitation. Les manœuvres d'écrêtement de crues permettent à l'eau du Rhin de s'écouler en continu à travers la zone de rétention, pour être restituée, plus tard, au Rhin par le biais d'un ouvrage de vidange. Ces manœuvres ne seront à exécuter que tous les dix ans environ, voire moins souvent. Afin d'obtenir l'autorisation environnementale de cette exploitation régulée dans les zones principalement forestières, des submersions écologiques sont régulièrement nécessaires durant les années entre les rétentions de crue. Ainsi, des habitats et conditions de vie semblables aux zones alluviales se forment et une situation en large mesure naturelle se recrée.





Vue aérienne de la zone de rétention du barrage agricole de Kehl/Strasbourg

### LES BARRAGES

Grâce aux barrages, le niveau d'eau dans le lit du Rhin peut être régulé dans les zones à l'amont des barrages, à l'aide d'une consigne d'exploitation spécifique.

Tout d'abord, la crue est retenue par le barrage en lui-même ; puis, les niveaux d'eau ainsi surélevés à l'amont du barrage peuvent s'écouler dans les champs d'expansion des crues adjacents. Une fois les passes de

barrage abaissées, la zone de rétention peut de nouveau être vidangée.



L'Atrheinzug dans le polder d'Altenheim

### LES MANOEUVRES EXCEPTIONNELLES DES USINES HYDROÉLECTRIQUES DU RHIN

Entre Bâle et Strasbourg, le débit du Rhin se subdivise entre les chenaux usiniers des festons ou le Grand Canal d'Alsace et le lit naturel du Rhin. En cas de crue, les « Manœuvres exceptionnelles des usines du Rhin » permettent de réduire le débit s'écoulant dans les chenaux usiniers, pour rediriger la totalité du débit du Rhin vers le lit naturel du fleuve dont les niveaux d'eaux s'élèvent.

L'eau peut alors déborder et s'écouler dans les champs d'expansion des crues adjacents.



Feston de Rhinau avec le Taubergiessen

Bruggler Luftbild, Stuttgart

### L'EFFICACITÉ DES MESURES

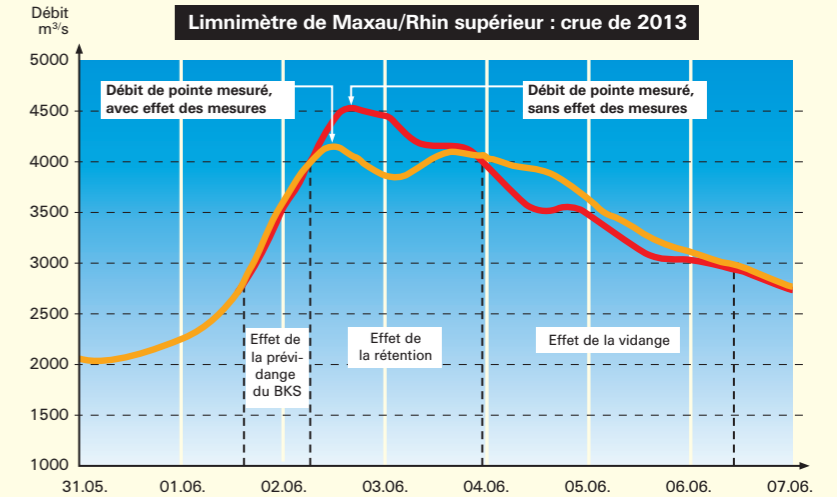
Un groupe de travail franco-allemand a vérifié à l'aide d'un modèle hydrologique/hydraulique d'écoulement des crues si les mesures définies dans le programme général I du Programme intégré Rhin, conjuguées à celles mises en place en France et en Rhénanie-Palatinat, produisaient l'efficacité souhaitée. Cette justification est mise à jour au fil des mesures. « Les résultats des calculs font apparaître que, conformément aux préconisations de la convention franco-allemande, les mesures de rétention déjà existantes et celles qui sont encore prévues permettent de rétablir le niveau de protection contre les crues tel qu'il existait avant l'aménagement du Rhin Supérieur (Convention, 1982) » (CP - Commission Permanente, sous-groupe de travail Efficacité, rapport 2020). Pour atteindre cet objectif de protection contre les crues, toutes les zones de rétention sur les anciennes zones alluviales, avec les effets d'écêtement qu'elles produisent et qui sont prévues dans le concept général I de l'IRP, se sont avérées nécessaires.

### UN EFFET DIFFÉRENT DES ZONES DE RÉTENTION RÉGLÉES ET NON RÉGLÉES

Les zones de rétention non réglées (digues reculées et zones décaissées) étant submergées directement lors d'une crue, ces surfaces sont déjà pour leur plus grande partie en eau lorsque le débit de pointe d'une crue est atteint.

Par conséquent, ces mesures retiennent et retardent déjà l'onde de crue. Les zones de rétention réglées,

quant à elles, ne sont mises en eau que lorsque des niveaux d'eau critiques sont dépassés. Leur mise en œuvre ciblée permet d'écêter le débit de pointe.



Ce schéma montre l'onde de crue de 2013 et l'effet produit par les mesures de d'écêtement à cette époque. La courbe orange représente les débits réels, jaugés à la station limnimétrique de Maxau. Les mesures alors mises en œuvre étaient le bief de Strasbourg et le polder d'Erstein côté français, ainsi que les polders d'Altenheim et la zone de rétention du barrage agricole de Kehl/Strasbourg au Bade-Wurtemberg. Sans ces mesures, l'onde de crue aurait atteint un pic nettement plus élevé (courbe rouge).



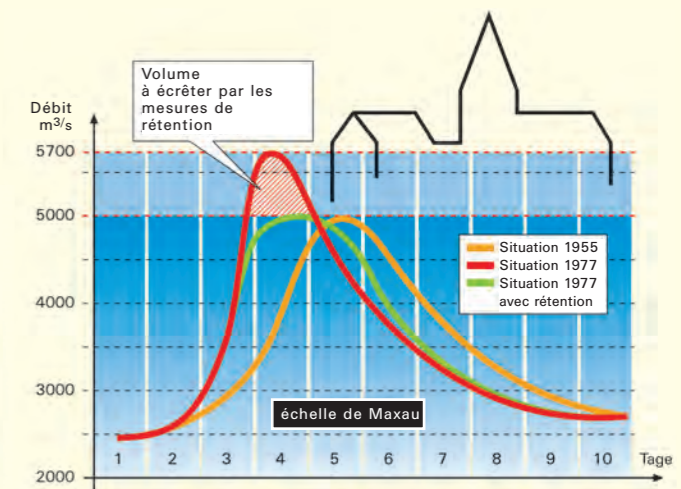
Ouvrage d'injection de la zone de rétention de l'embouchure de l'Elz

### Polder?

Par le passé, le terme de polder était synonyme, dans le cadre de l'IRP, des zones de rétention réglées. Le terme est devenu un nom propre pour les zones de rétention appelées Polders d'Altenheim, Polder de Söllingen/Greffern et Polder de Bellenkopf/Rappenwört.



Vue sur les polders d'Altenheim en direction du nord



Si l'on veut rétablir la même protection contre les crues qu'avant l'aménagement du Rhin supérieur (jusqu'en 1977), les pointes des crues bi-centennales à la station de Maxau doivent être écêtées de 700m³/s par la mise en œuvre de mesures de rétention.





## Le Programme intégré Rhin (IRP)

Les objectifs du Programme intégré Rhin consistent, d'une part, à protéger contre les crues et, d'autre part, à maintenir ou à renaturer d'anciennes zones alluviales du Rhin supérieur. À cette fin, sur la rive du Rhin située au Bade-Wurtemberg, 13 zones de rétention sont à créer sur d'anciennes surfaces alluviales, celles-ci devant être globalement maintenues dans leur fonction première naturelle ou renaturée pour répondre à ces objectifs.

L'objectif premier est d'améliorer la protection contre les crues dans le secteur non canalisé du Rhin, entre Iffezheim et Worms, et plus particulièrement pour les agglomérations de Karlsruhe et de Mannheim/Ludwigshafen :

il s'agit de rétablir le même niveau de protection contre les crues qu'avant la construction des chutes. Afin de protéger la nature et de respecter le droit environnemental dans le cadre de l'instruction des projets de protection contre les crues, des paysages alluviaux proches de leur état naturel, avec les biocénoses animales et végétales qui les caractérisent, sont sauvegardés ou recréés.

### LA CONVENTION FRANCO-ALLEMANDE

Dès 1978, la « Commission internationale d'étude des crues du Rhin » exigea le rétablissement du niveau de protection contre les crues tel qu'il existait avant l'aménagement des biefs du Rhin supérieur. Ceci aboutit à la Convention franco-allemande de 1982, signée par la République Française et la République fédérale d'Allemagne au sujet de l'aménagement du Rhin entre Strasbourg/Kehl et Lauterbourg/Neuburgweier. L'objet de cette convention était, outre les manœuvres exceptionnelles des usines du Rhin en territoire allemand, de construire un barrage au droit du kilomètre du Rhin 220,5, les barrages agricoles près de Breisach et de Kehl, les polders d'Altenheim et de Söllingen/Greffern, ainsi que d'autres polders en aval de la frontière franco-allemande. Aux termes de cette convention, la France contribue au rétablissement de la protection contre les crues par les manœuvres exceptionnelles des usines du Rhin et les polders de la Moder et d'Erstein.



Zone de rétention du barrage agricole de Breisach : ouvrage d'injection avec échelle à poissons – l'écologie et le génie-civil main dans la main

### LA MISE EN ŒUVRE DES CONCEPTS GÉNÉRAUX I À III

Au fil de la conception et de l'instruction des projets, il apparut que les mesures de protection contre les crues ne pourraient pas être mis en œuvre tel que prévues. D'une part, des problèmes techniques s'y opposaient ; d'autre part, les études d'incidences environnementales déjà réalisées avaient fait apparaître d'autres impacts. La prise en compte plus forte d'intérêts environnementaux désormais demandée et les dispositions prévues jusque là faisaient que les projets ne satisfaisaient plus aux exigences du droit environnemental.

Le gouvernement régional du Bade-Wurtemberg demanda alors au ministère de l'Environnement de l'époque de développer un concept de rétablissement de la protection contre les crues (concept général partie I), un concept de renaturation des zones alluviales du Rhin supérieur (concept général partie II) et un concept de contrôle du succès environnemental (concept général partie III). En 1996, le conseil des ministres du Land de Bade-Wurtemberg approuva la mise en œuvre du Programme intégré Rhin.



Le chantier d'un des ouvrages d'injection dans la zone de rétention de Breisach/Burkheim



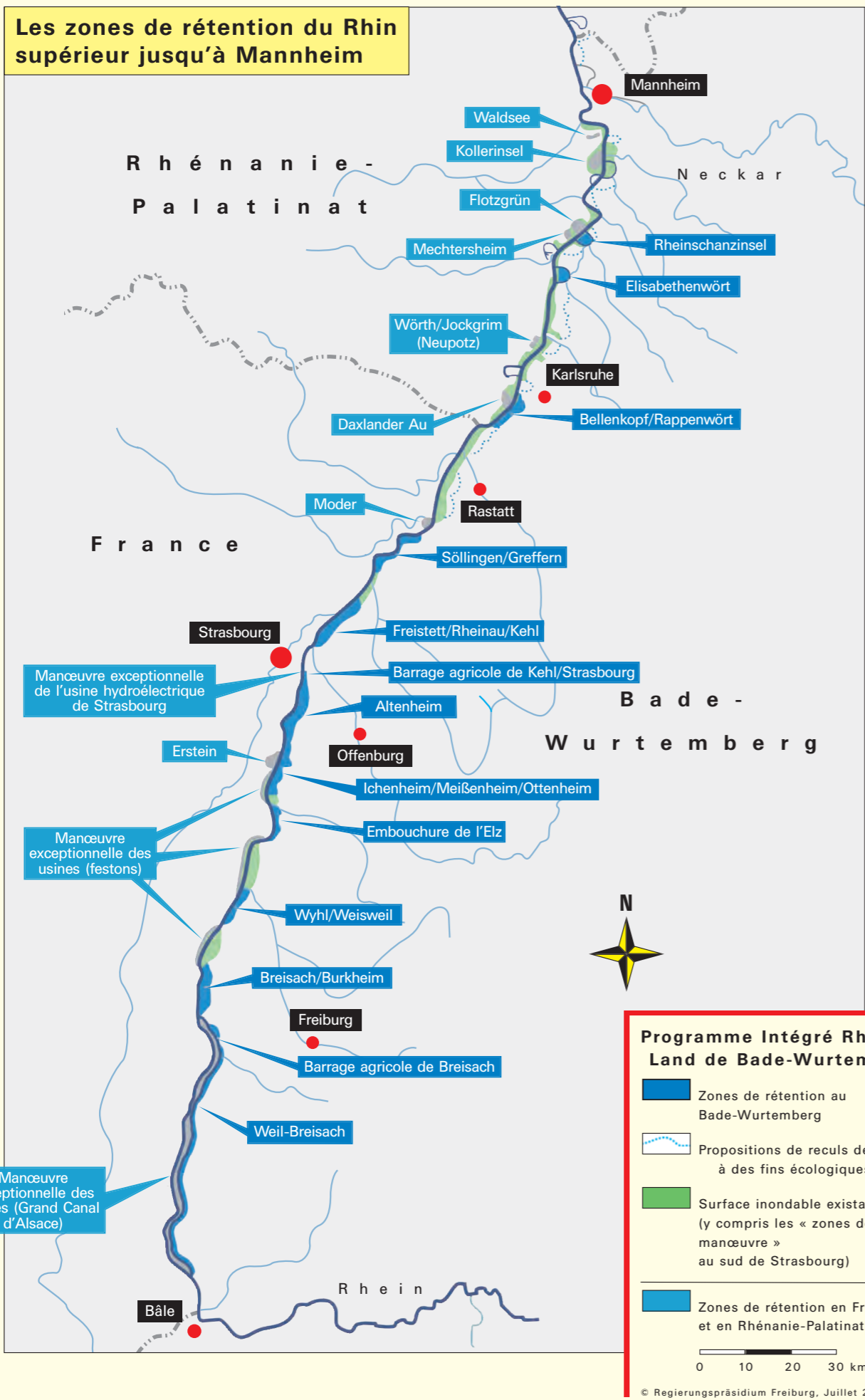
Dépôt de gravier dans le Vieux Rhin – structures typiques du Rhin



L'Altrheinzug dans le polder d'Altenheim

naturel, avec les biocénoses animales et végétales qui les caractérisent, sont sauvegardés ou recréés.

**Les zones de rétention du Rhin supérieur jusqu'à Mannheim**



**UN PROJET TRANSFRONTALIER**

Le Programme intégré Rhin a été élaboré sur mandat du gouvernement du Land par l'administration en charge de l'environnement. En coopération pluridisciplinaire avec d'autres services et des experts externes, un concept général composé de trois parties, permettant de concevoir et de mettre en œuvre les uns après les autres les objectifs et les améliorations prévus en termes de protection contre les crues. La maîtrise d'ouvrage de l'ensemble du projet IRP et la réalisation dans le district de Freiburg ont été confiées au Regierungspräsidium Freiburg. Pour le district de Karlsruhe, la réalisation a été confiée au Regierungspräsidium Karlsruhe. Le rétablissement de la protection contre

les crues tel qu'il a été convenu sera atteint par l'effet conjoint de l'IRP et des mesures en France et en Rhénanie-Palatinat. Un certain nombre de conventions franco-allemandes structurent cette coopération transnationale. Plusieurs fois par an, différentes commissions et instances se réunissent pour faire le point, rapporter l'état d'avancement des mesures, et pour discuter dans ce cadre de problématiques et de missions d'actualité, en vue d'en décider ensemble.



**Événements importants :**

- 1919** Traité de Versailles
- 1928-77** Aménagement du Rhin Supérieur
- 1968** Constitution de la « Commission internationale d'études des crues du Rhin »
- 1982** Convention franco-allemande sur l'aménagement du Rhin
- 1987** Les premières zones de rétention, les polders d'Altenheim et le barrage agricole de Kehl/Strasbourg sont opérationnels
- 1988** Décision du gouvernement régional de Bade-Wurtemberg d'élaborer un concept général
- 1996** Approbation du gouvernement régional de Bade-Wurtemberg du concept général pour la réalisation du Programme intégré Rhin
- 2002** Approbation, à nouveau unanime, du parlement régional (Landtag) des 13 sites du Programme Intégré Rhin
- 2010** Nouvelle approbation de l'IRP par le cabinet ministériel du Bade-Wurtemberg et décision du Landtag de recevoir un rapport tous les 3 ans





La construction du nouvel ouvrage busé dans la zone de rétention de l'embouchure de l'Elz

## Concept général partie I – La protection contre les crues

**A**u cœur de l'IRP se trouvent les zones de rétention régulées. Au nord d'Iffezheim, sur le Rhin à courant libre, une zone de rétention non régulée sera mise en place sur le site d'Elisabethenwört, où une digue existante sera reculée. Les parties sud de la zone de rétention de Weil-Breisach, abaissée (décaissée) sur une grande surface, produiront le même effet qu'une digue qui aurait été reculée.

En termes de coûts, les 13 zones de rétention de l'IRP exigeront un montant d'environ 1,88 milliards d'Euros, en valeur actuelle. Il faut opposer à cela quelque 41 milliards d'Euros, montant significativement plus élevé, qu'occasionneraient des dégâts d'inondation rien que pour les riverains du Rhin du Bade-Wurtemberg, de Rhénanie-Palatinat et de Hesse (chiffres de 2021). Le financement est assuré par des ressources du Bund et du



L'ouvrage d'injection de la zone de rétention de l'embouchure de l'Elz

Land. Ci-après nous détaillons les principaux aspects de la conception et de la mise en œuvre de la protection contre les crues.

### LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Soixante-dix pour cent des zones de rétention de l'IRP sont boisées et se trouvent presque pour leur totalité sur des sites Natura 2000. Elles forment ensemble un réseau européen protégé, destiné à sauvegarder des habitats et des espèces remarquables. La mise en œuvre, c.-à-d. la mise en eau des zones de rétention destinées à protéger les riverains à l'aval, aura lieu, statistiquement parlant, environ tous les dix ans, voire moins souvent encore. Par conséquent, chacune de ces mises en œuvre aurait un impact négatif sur les communautés animales et végétales qui ne se seraient pas adaptées aux submersions. Ces mises en œuvre contreviendraient donc à la loi fédérale allemande de protection de la nature. C'est pourquoi, au fil des années de conception et de l'expérience acquise en termes d'exploitation, des standards environnementaux ont été développés.



Submersions écologiques dans le polder d'Altenheim

### LES SUBMERSIONS ÉCOLOGIQUES

Si elles ne sont pas mises en eau durant les années entre les mises en œuvre de rétention de crue, les zones alluviales et leurs biocénoses ne trouveront pas la stabilité dynamique qui les caractérise. Celle-ci ne peut être obtenue que par des submersions écologiques régulières, tributaires du débit naturel du Rhin. Ainsi, à terme, les interventions dérogeant au droit environnemental que seraient les rares mises en œuvre des zones de rétention sont évitées ou du moins réduites en nombre. Des biocénoses adaptées aux inondations, donc des habitats similaires aux zones alluviales d'antan, peuplés d'espèces animales et végétales typiques, se recréent au sein de la zone de rétention. L'espace naturel ainsi créé sera d'une valeur écologique au moins équivalente. L'exploitation forestière, elle aussi, s'orientera vers un régime propre aux zones alluviales, afin d'éviter des dégâts récurrents. Les submersions écologiques sont une condition préalable impérative à l'exploitation des zones de rétention régulées.

Les administrations compétentes (protection de la nature, forêts, rivières), l'institut pour l'écologie des paysages et de la protection de l'environnement de Bühl (*Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz Bühl*) et l'institut des zones alluviales dépendant du WWF (*WWF-Aueninstitut*) ont élaboré ensemble le modèle des « Étapes des forêts alluviales pour l'espace s'étendant entre Iffezheim et Karlsruhe » (*Auenwaldstufen für den Raum Iffezheim bis Karlsruhe*). Ces étapes sont à la base de la conception des zones de rétention de l'IRP, afin de recréer, d'un commun accord, des conditions aussi naturelles que

possibles dans les zones alluviales. Les hauteurs et durées des submersions y sont définies, à partir des communautés d'espèces animales et végétales recensées.

### LA HAUTEUR DES SUBMERSIONS

La hauteur d'eau maximale pouvant être atteinte lors des submersions de la zone de rétention a été fixée à 2,50 mètres au-dessus de la hauteur de terrain moyenne. Ceci est le résultat de l'étude d'impact réalisée pour les trois zones de rétention près de Breisach. Elle a été confirmée à la suite de l'événement de crue de 1999. Dans les futures zones de l'IRP, les forêts n'ayant pas été inondées depuis longtemps souffriraient plus de la mise en eau que si elles avaient déjà poussé dans les conditions alluviales naturelles. Étant donné qu'à partir d'un certain niveau d'eau, les arbres subissent plus de dommages, les experts de l'époque se sont accordés sur cette limite à 2,50 m.

### UN RÉGIME D'ÉCOULEMENT DYNAMIQUE

Autre résultat de l'étude d'impact environnemental d'alors : dans des zones à courant faible ou d'eaux stagnantes, les arbres souffrent plus des submersions que les arbres se trouvant dans des zones dans lesquelles l'eau circule rapidement. La raison principale en est la plus faible teneur en oxygène des eaux stagnantes ou à faible courant. C'est pourquoi, lors des submersions, l'eau traversera les zones de rétention de manière dynamique.

## DÉDOMMAGEMENT

Actuellement, les terrains formant les zones de rétention de l'IRP sont exploités de différentes manières (exploitation agricole et forestière, pêche, chasse, loisirs, gravières etc.). Des compensations sont reversées pour dédommager les différents usagers.

Pour les surfaces situées dans les zones de rétention, un dédommagement de base est payé pour leur utilisation, garanti par une servitude au profit du Land. Les dommages causés aux surfaces forestières par l'exploitation des zones de rétention sont compensés en une fois, à l'aide d'un modèle de reversement qui a déjà fait ses preuves.

Pour les surfaces agricoles, le dédommagement se fait au cas par cas à la suite d'une submersion, sur la base d'une expertise par un expert agréé.

## L'USAGE POUR LES LOISIRS

Pour les habitantes et habitants des communes avoisinantes, les zones de rétention sont des espaces appréciés de loisir et de détente dont l'usage sera temporairement restreint par les mesures de l'IRP. C'est pourquoi des concepts spécifiques de loisirs ont été élaborés avec les communes pour chacune des zones de rétention, afin d'améliorer les usages récréatifs des zones alluviales du Rhin et des zones adjacentes. Ceci favorise également l'acceptation des mesures de protection contre les crues. En coopération avec les communes, certains projets exemplaires ont ainsi déjà vu le jour.

Les populations de moustiques du Rhin supérieur sont contrôlées depuis longtemps par un groupement spécifique, la *Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V.* (KABS). Lorsque les zones de rétention de l'IRP sont mises en eau, la KABS interviendra par ses moyens éprouvés, sur mandat du Land.



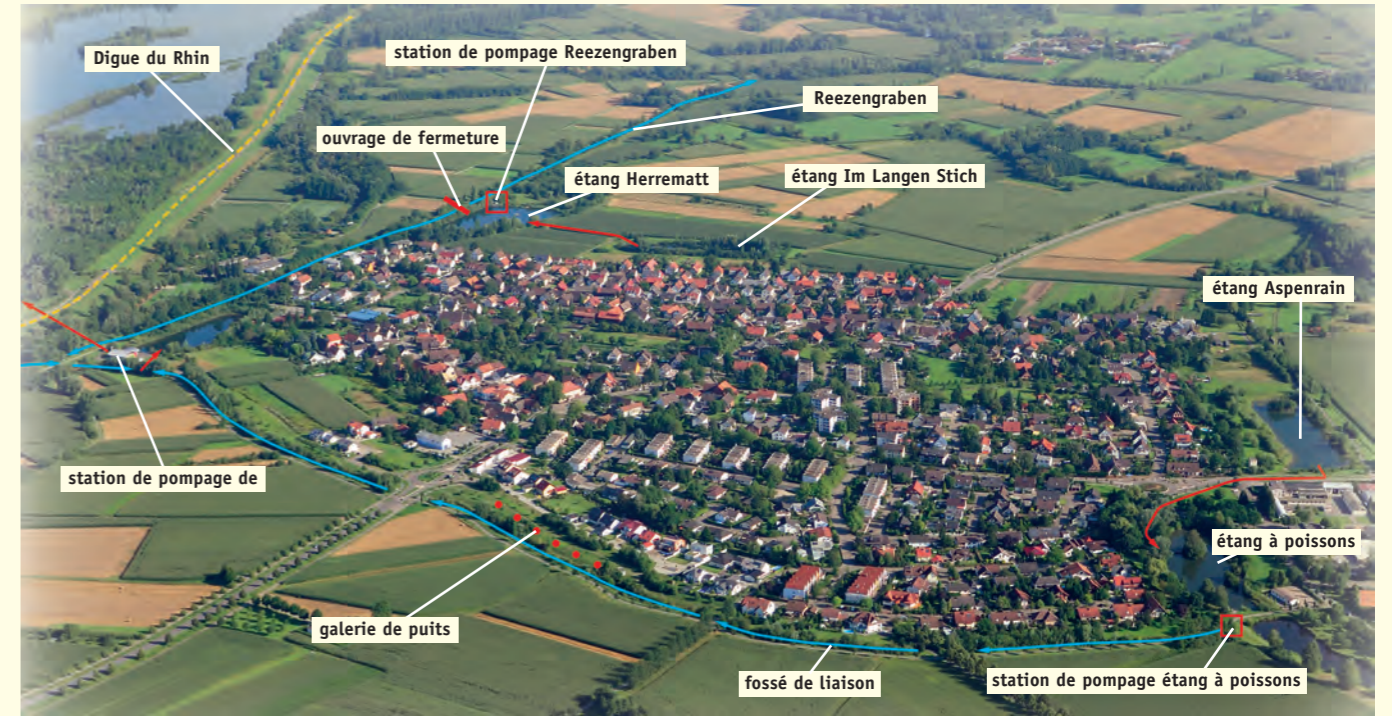
Sentier sauvage dans le polder d'Altenheim



Plateforme panoramique dans les Jardins du Rhin à Neuenburg



L'accès au sentier sauvage dans les polders d'Altenheim en cas de crue



Mesures de protection autour de la commune de Kehl-Marlen

## LES MESURES DE PROTECTION POUR LES COMMUNES

Les hauteurs de nappe fluctuent tout au long de l'année, selon les précipitations et les niveaux d'eau dans les cours d'eau. Dès aujourd'hui, des précipitations longues et fortes peuvent – sans la mise en œuvre des zones de rétention – relever le niveau de la nappe dans la plaine du Rhin. La mise en eau d'une zone de rétention peut également saturer les cours d'eau traversant la zone de rétention, les empêchant d'absorber encore plus d'eau de nappe. Ajoutée aux niveaux d'eau plus élevés dans la zone de rétention, cette restriction de la fonction de puits perdu occasionne des surélévations de la nappe phréatique à l'extérieur de la zone de rétention.

Afin d'empêcher des surélévations de nappe dans les communes et des endommagements (p. ex. par des inondations plus fréquentes de caves), des mesures de protection supplémentaires sont prises : forage de puits, aménagement de galeries de puits, de stations de pompage, d'étangs, de fossés de drainage et pose de conduites souterraines d'évacuation d'eau.



L'étang Aspenrain à Kehl-Marlen



Forage d'un puits



Tubage du puits

# La mise en œuvre des zones de rétention lors d'une crue

Et maintenant, la météo : « Un front de chaleur se maintient en altitude. Comme déjà ces derniers jours, de longues et fortes précipitations sont attendues dans le sud de l'Allemagne. D'ici la fin de la semaine, aucun changement en perspective. » Voilà ce que pourrait annoncer un bulletin météo du service météorologique allemand (DWD). Une crue se formant alors dans le Rhin supérieur, le déroulé des mesures régularisées de l'IRP serait le suivant pour l'écrêter :



Hochwasservorheragezentrale der LUBW, Karlsruhe

**Étape 1 :** Suites aux fortes précipitations, les niveaux d'eau du Haut Rhin et d'autres affluents provenant de la Forêt-Noire dépassent les niveaux d'alerte critiques. La centrale de prévision des crues (HVZ) du Land de Bade-Wurtemberg, surveillant en continu et avec assistance par ordinateur les débits dans les principaux cours d'eau du Land, est en vigilance H24. La HVZ calcule toutes les heures, pour les principales stations limnimétriques du Land, des prévisions de crue à partir de jaugeages transmis en continu, de précipitations mesurées et de prévisions de pluie du service météo allemand. Les calculs de la HVZ prévoient un épisode de crue important : Le débit de la station de Maxau, près de Karlsruhe, est en règle générale le déclencheur de la mise en œuvre des zones de rétention régularisées de l'IRP. Tout est concerté entre les partenaires français et allemands et tout se passe sur la base de consignes d'exploitation pour chacune des zones de rétention, validées sur le plan international. Les zones décaissées de la zone de rétention de Weil-Breisach sont alors déjà submergées. Comme un collier de perles, les installations de l'IRP passent à l'état opérationnel. Les informations s'échangent en continu entre la HVZ, les autorités françaises et les exploitants des zones de rétention côté français et allemand, au Bade-Wurtemberg et en Rhénanie-Palatinat.



**Étape 2 :** La mise en eau des zones de rétention est annoncée par haut-parleurs, déclenchant leur évacuation. Les équipes de l'exploitant des ouvrages, celles des dépôts communaux de matériel et d'engins, de la police et des pompiers volontaires sont d'astreinte H24. L'accès à un vaste périmètre autour des zones de rétention est coupé en l'espace de quelques heures à l'aide de barrières pivotantes. L'accès est interdit pour des raisons de sécurité et pour permettre aux animaux de chercher refuge à l'extérieur des zones de rétention. La surveillance continue et la direction des opérations sur le terrain a lieu depuis des postes de commande centralisés, par exemple au barrage agricole de Kehl/Strasbourg.



**Étape 3 :** Lorsque les critères de mise en œuvre sont atteints, les zones de rétention sont mises en eau. L'eau du Rhin se déverse de manière contrôlée par les ouvrages d'injection ou les ouvrages busés. Le niveau des cours d'eau présents dans la zone de rétention s'élève de plus en plus, jusqu'à ce qu'ils débordent de leur lit et submergent presque la totalité de la zone. Les ouvrages de vidange ne sont pas entièrement fermés, pour assurer un écoulement continu tout au long de la mise en œuvre de la mesure d'écrêtement de crue.



**Étape 4 :** Afin d'éviter une surélévation dommageable de la nappe dans les communes adjacentes, les stations de pompages, puits de rabattement, fossés drainants etc. sont mis en œuvre en parallèle. Grâce à ces dispositifs, les niveaux de nappe dans les communes adjacentes ne sont pas impactés par la mise en eau des zones de rétention. Durant la rétention, les pompiers locaux contrôlent les digues. Des instruments et du matériel sont disponibles pour conforter, le cas échéant, des points de résurgence d'eau.



**Étape 5 :** La mise œuvre d'une zone de rétention peut durer jusqu'à une semaine. Avec la décrue du Rhin, la mesure d'écrêtement est terminée et la vidange des zones de rétention commence. Les ouvrages de vidange sont complètement ouverts à cette fin. Par la suite, l'exploitant réalise des travaux de nettoyage et de remise en état dans la zone.





Foto: Dr. V. Späth

Le bord du Rhin, au Altrhein Backofen au sud de Mannheim, n'a pas de chemin de halage et ne consiste qu'en une galerie de saules blancs, par laquelle l'eau peut affluer.

## Concept général partie II – la renaturation des zones alluviales du Rhin supérieur

Vastes espaces naturels, le Rhin supérieur et ses zones alluviales revêtent toujours, malgré de nombreuses modifications dues à l'homme, une importance majeure. L'écosystème des zones alluviales offre toute une mosaïque de biocénoses diverses ; sa valeur est inestimable grâce à sa grande diversité d'espèces, de biotopes et d'habitats. Le concept général II est destiné en premier lieu à promouvoir la renaturation des zones alluviales.

L'accent est mis sur le lit majeur du Rhin, au nord d'Iffezheim. L'ancienne zone humide sera reconnectée au Rhin, parfois en reculant des digues. L'exploitation intensive de certaines surfaces agricoles diminuera, des forêts seront entretenues ou reconçues de sorte à mieux supporter les inondations. En même temps, ceci permet de mettre en œuvre les objectifs de la directive cadre sur l'eau (DCE). Ces projets sont financés par des ressources financières du Land et, le cas échéant, par des ressources autres, par exemple à partir du programme fédéral *Blaues Band Deutschland*.

Le long du Rhin supérieur se trouvent encore les vestiges de forêts alluviales, aujourd'hui protégés, comme la réserve naturelle du Taubergiessen. L'IRP permettra d'atteindre les objectifs et de respecter les principes de protection des espaces naturels pour la réserve « Vallée du Rhin supérieur nord et sud ». Les objectifs sont les mêmes que ceux des conventions internationales et nationales pour la protection de la Vallée du Rhin supérieur. Dès aujourd'hui, la faune et la flore du Rhin supérieur tirent largement profit de l'IRP.



Foto: Thomas Kaiser

### Les mesures



Foto: USt Heimbach

En déplaçant des digues vers l'arrière, d'anciennes zones alluviales peuvent de nouveau être librement inondées lorsque le débit du Rhin augmente. À titre d'exemple : à Mannheim-Kirschgartshausen, environ 75 hectares ont été réactivés comme zones submersibles ; des zones remarquables en termes de protection de l'environnement ont ainsi pu être créées.



Foto: R. Deible

Le régime hydraulique du Rhin majeur s'est amélioré. Pour faciliter l'écoulement, d'anciens bras du Rhin sont par exemple reconnectés au Rhin. Au Auer Brückenkopf, en face du port de Lauterbourg, un champ d'épis a été reconçu et le Illinger Altrhein a été reconnecté.



La construction d'échelles à poissons permet de relier des cours d'eau traversant des zones alluviales au Rhin. Ceci permet à des poissons comme le saumon de revenir vers leurs frayères.



Foto: Dr. Volker Späth

La renaturation des berges, comme ici dans la partie nord de la Rastatter Rheinaue, crée des habitats très naturels (des rives graveleuses, par exemple, pour les poissons lithophiles), aujourd'hui devenus rares à cause de l'aménagement artificiel des berges. Elle offre aussi des aires de repos aux oiseaux aquatiques.

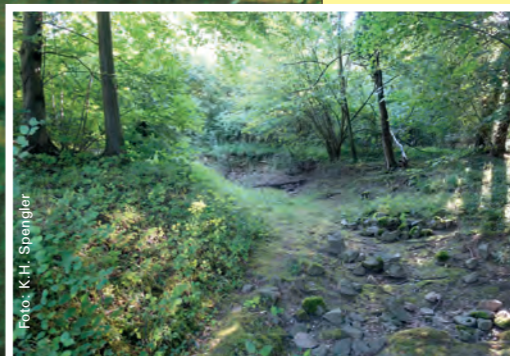


Foto: K.H. Spengler

En aménageant des gués, comme dans la Rastatter Rheinaue, les dépressions naturelles de terrain sont mieux mises en eau, l'envasement est réduit et des berges abruptes dynamiques se créent, bénéfiques à des espèces telles que le martin-pêcheur.



La stratégie de survie de la faune

## Concept général partie III – le contrôle des succès environnementaux

Peu à peu, l'IRP modifie les habitats des espèces animales et végétales. Le concept général III (contrôle des succès environnementaux) a été développé dans le but de documenter l'évolution produite par les mises en eau et de les vérifier, à l'aide de méthodes appropriées et standardisées.

Depuis de nombreuses années, des bioindicateurs sont utilisés par les scientifiques pour évaluer les modifications d'un écosystème. Pour l'IRP, les indicateurs appropriés sont des espèces animales ou des biocénoses (par exemple la faune des carabes), vivant dans les couches de sol en surface et réagissant rapidement et de manière visible aux submersions. Ainsi, le développement de la flore et de la faune dans les zones de rétention, reconnectées

au Rhin grâce à leur exploitation, est recensé au fil des années. Les changements n'intervenant que lentement, les standards définis dans le concept général III



Sympetrum déprimé

garantissent, dans de nombreuses années encore, la comparabilité des résultats obtenus dans les différentes zones de rétention.



Suivi de la végétation dans les polders d'Altenheim

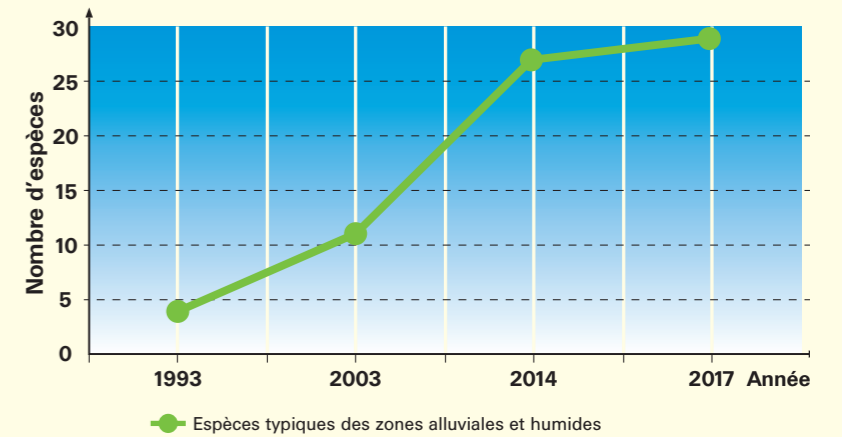


Vertigo de Des Moulins

Les résultats obtenus au cours de longues années déjà dans les polders d'Altenheim prouvent que, depuis 1989, des biocénoses très diversifiées, adaptées au régime alluvial, se développent sur des surfaces fréquemment submergées. Les carabes en sont un exemple.

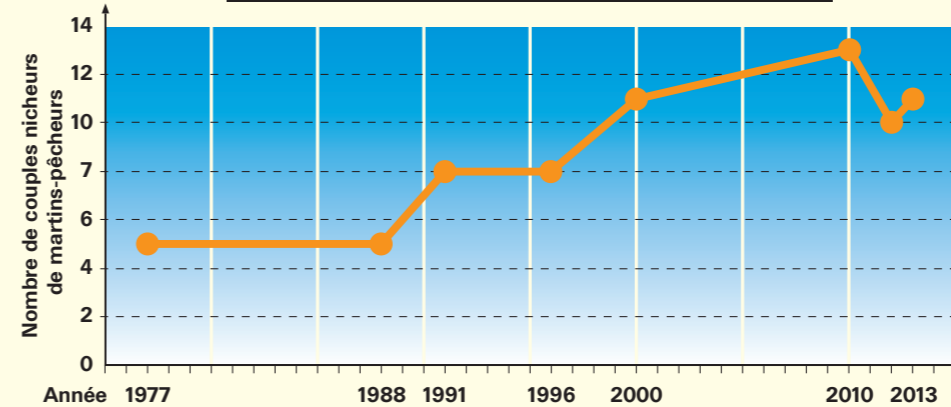
Les polders d'Altenheim montrent que les submersions régulières produisent l'effet dynamique souhaité à l'intérieur de la zone de rétention et que, peu à peu, les dégâts qui seraient occasionnés par de rares mises en œuvre de rétention de crues sont évités ou de moins diminués.

Évolution des espèces de carabes



L'illustration montre l'évolution du nombre d'espèces de carabes sur une surface fréquemment inondée entre 1993 et 2017. Cette surface de contrôle appartenant aux polders d'Altenheim montre une nette augmentation des espèces supportant les crues.

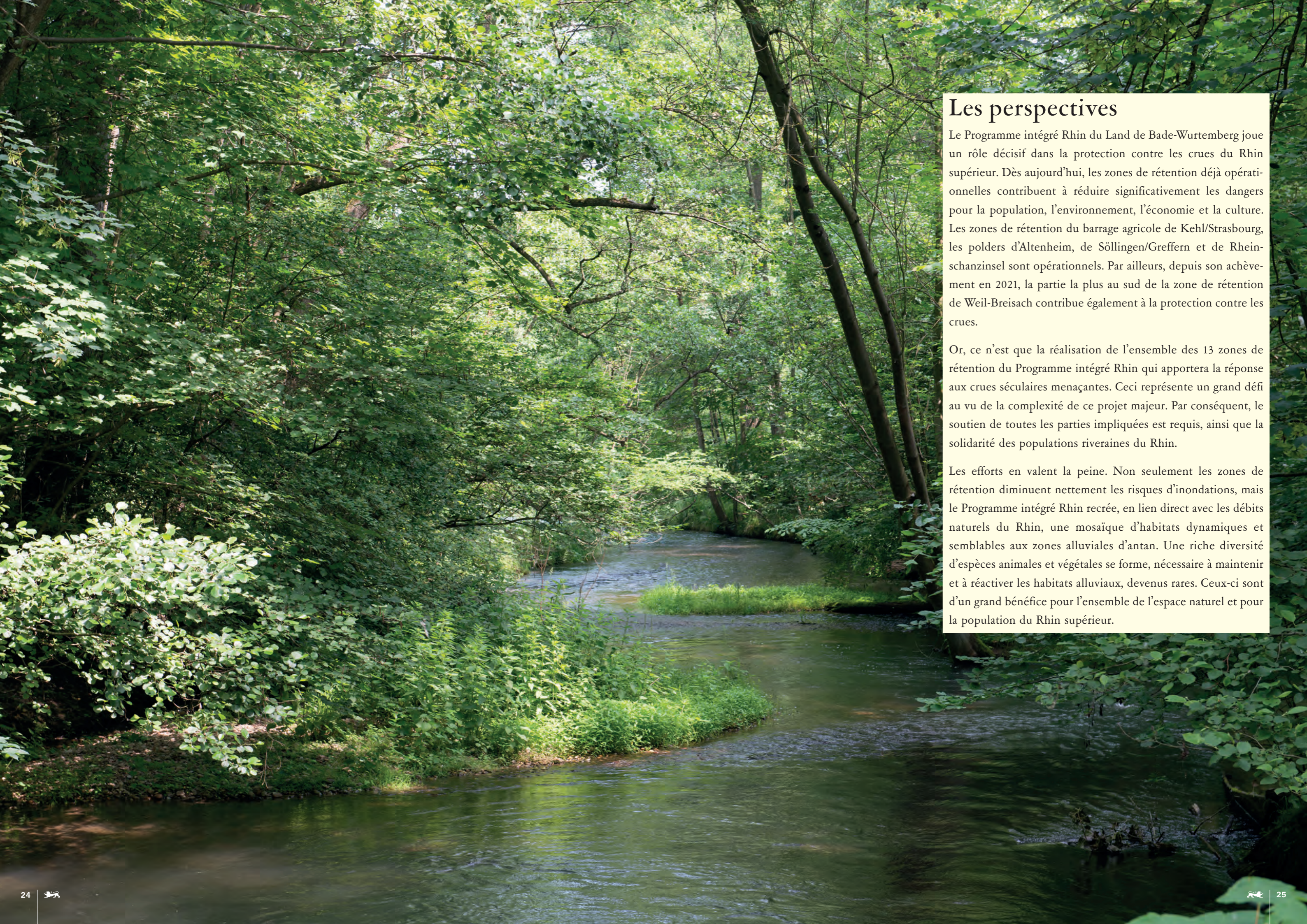
Évolution des couples nicheurs de martins-pêcheurs



L'illustration montre l'évolution positive du martin-pêcheur à l'aide du nombre de couples nicheurs entre 1977 et 2013. Au fil du monitoring, une population stable s'est implantée dans les polders d'Altenheim.



Martin-pêcheur



## Les perspectives

Le Programme intégré Rhin du Land de Bade-Wurtemberg joue un rôle décisif dans la protection contre les crues du Rhin supérieur. Dès aujourd'hui, les zones de rétention déjà opérationnelles contribuent à réduire significativement les dangers pour la population, l'environnement, l'économie et la culture. Les zones de rétention du barrage agricole de Kehl/Strasbourg, les polders d'Altenheim, de Söllingen/Greffern et de Rheinschanzinsel sont opérationnels. Par ailleurs, depuis son achèvement en 2021, la partie la plus au sud de la zone de rétention de Weil-Breisach contribue également à la protection contre les crues.

Or, ce n'est que la réalisation de l'ensemble des 13 zones de rétention du Programme intégré Rhin qui apportera la réponse aux crues séculaires menaçantes. Ceci représente un grand défi au vu de la complexité de ce projet majeur. Par conséquent, le soutien de toutes les parties impliquées est requis, ainsi que la solidarité des populations riveraines du Rhin.

Les efforts en valent la peine. Non seulement les zones de rétention diminuent nettement les risques d'inondations, mais le Programme intégré Rhin recrée, en lien direct avec les débits naturels du Rhin, une mosaïque d'habitats dynamiques et semblables aux zones alluviales d'antan. Une riche diversité d'espèces animales et végétales se forme, nécessaire à maintenir et à réactiver les habitats alluviaux, devenus rares. Ceux-ci sont d'un grand bénéfice pour l'ensemble de l'espace naturel et pour la population du Rhin supérieur.