



**Plan d'Action contre les Inondations  
1995 – 2010 :  
Objectifs opérationnels,  
mise en œuvre et résultats**

**Bilan synthétique**

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport n° 200*



**Editeur:**

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)  
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Coblenz  
Postfach 20 02 53, D 56002 Coblenz  
Téléphone +49-(0)261-94252-0, télécopieur +49-(0)261-94252-52  
Courriel électronique: sekretariat@iksr.de  
[www.iksr.org](http://www.iksr.org)

ISBN 3-941994-23-9978-3-941994-23-2

© IKS-R-CIPR-ICBR 2012

# Mise en œuvre du Plan d'Action contre les Inondations 1995 – 2010

## Objectifs opérationnels, mise en œuvre et résultats - Bilan synthétique -

### 1. Introduction

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 mise en place de ce plan – qui est également partie intégrante du « Programme de développement durable du Rhin 'Rhin 2020' » depuis 2001 – a été motivée par les deux crues hivernales catastrophiques survenues en décembre 1993 et janvier/février 1995. Dans le même temps, les Commissions Internationales pour la protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS) ont développé un programme similaire pour ces deux affluents.<sup>1</sup> Le Plan d'Action contre les Inondations, qui s'étend jusqu'en 2020, met en relief les actions requises pour prévenir les inondations du Rhin à partir du lac de Constance et de son bassin. Il se décline en plusieurs étapes successives. Son objectif est de mieux protéger les personnes et les biens contre les inondations tout en promouvant la restauration du Rhin et de son milieu alluvial.

Le premier rapportage de mise en œuvre du PAI a eu lieu en 2000, les prochains rapports étant à mettre en place suivant un rythme quinquennal. La synthèse du bilan 1995 – 2005 a été publiée à l'occasion de la Conférence ministérielle de 2007 sous la forme d'une brochure intitulée « Plan d'Action contre les Inondations 1995 – 2005 – Objectifs opérationnels, mise en œuvre et résultats<sup>2</sup>» (voir aussi rapport CIPR n° 156, 2006).

Le Plan d'Action contre les Inondations et ses quatre objectifs opérationnels, détaillés dans les prochains chapitres, reposent sur cinq grands principes :

	<b>Prise en compte de l'eau –</b> nous devons accepter le fait que les crues sont un phénomène naturel.
	<b>Rétention des eaux –</b> les eaux pluviales, les eaux issues de la fonte des neiges, etc., doivent rejoindre le plus lentement possible les affluents et le cours principal.
	<b>Espace pour le fleuve –</b> le fleuve a besoin de place pour pouvoir s'épandre en cas de crue.
	<b>Connaissance des aléas –</b> 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.
	<b>Action globale et solidaire –</b> nous devons TOUS agir et nous atteler à la même tâche.

<sup>1</sup> La brochure « Mise en œuvre du Plan d'Action contre les inondations dans le bassin de la Moselle et de la Sarre – Bilan 2006-2010 » (CIPMS, 2011 ; voir <http://www.iksms-cipms.org/>) fait rapport des mesures réalisées sur la Moselle et la Sarre.

<sup>2</sup> Brochure Plan d'Action contre les Inondations 1995-2005:  
[http://www.iksr.org/fileadmin/user\\_upload/Dokumente\\_fr/Brochures/Bilanz\\_APH\\_2005\\_FR.pdf](http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_fr/Brochures/Bilanz_APH_2005_FR.pdf)

La Directive communautaire sur la gestion des risques d'inondation (directive 2007/60/CE) est entrée en vigueur le 26 novembre 2007. La CIPR a reçu mandat de la Conférence ministérielle sur le Rhin tenue le 18 octobre 2007 d'appuyer – comme pour la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau (directive 2000/60/CE; DCE) la coordination de la mise en œuvre de cette directive dans le bassin international du Rhin. Les engagements découlant de cette nouvelle directive sont donc à intégrer dans les futurs travaux de lutte contre les inondations dans le district hydrographique international du Rhin (DHI Rhin : comprend le Rhin et les bassins de ses affluents d'une taille supérieure à 2500 km<sup>2</sup>). Les travaux de mise en œuvre de cette directive ont d'ores et déjà débuté.

Le **Plan de gestion des risques d'inondation**, à achever d'ici fin 2015 conformément à la DI remplacera les plans d'actions contre les inondations actuellement engagés sur le Rhin et sur la Moselle et la Sarre.

Un projet de ce Plan de gestion des risques d'inondation est à mettre au point d'ici fin 2014 pour la procédure de participation du public. Le Plan de gestion s'appuiera sur les enseignements tirés du Plan d'Action contre les Inondations en cours de réalisation depuis 1998 et constituera à partir de 2015 l'outil de gestion et de réduction des risques d'inondation dans le bassin du Rhin, sous une forme similaire à celle pratiquée dans tous les bassins internationaux d'Europe.

Comme grand défi à relever à l'avenir, il faut désigner par ailleurs le changement climatique et ses effets déjà perceptibles. Selon l'étude de scénarios de la CIPR sur le régime hydrologique du Rhin, il est possible que les débits augmentent de 20% au maximum en hiver et baissent de 10% au maximum en été sur l'ensemble du bassin du Rhin, avec des fluctuations plus ou moins importantes selon les régions.

Les impacts de ces changements sur le régime des eaux se manifesteront plus nettement au cours des prochaines décennies – quelles que soient les mesures que nous prenons aujourd'hui – et les épisodes extrêmes, tels qu'inondations et sécheresse, seront plus fréquents et peut-être même plus étendus.

L'amélioration de la gestion des inondations constituant une tâche permanente, les mesures définies dans le Plan d'Action contre les Inondations conserveront donc leur importance à l'avenir également et seront à la base du Plan de gestion des risques d'inondation.

## 2. Mise en œuvre des 4 objectifs opérationnels sur la période 1995 – 2010 : résultats et travaux ultérieurs

### Synopsis des quatre objectifs opérationnels et des principaux résultats

Les tableaux ci-dessous montrent que les mesures relatives aux 4 objectifs opérationnels du PAI, et les efforts financiers qu'elles supposaient, ont été mises en œuvre en majeure partie.

**Tableau synoptique des mesures et de leur mise en œuvre jusqu'en 2010**

OBJECTIFS OPERATIONNELS DU PLAN D'ACTION CONTRE LES INONDATIONS POUR 2020 (ANNEE DE REFERENCE : 1995)	RESULTATS DE LA MISE EN OEUVRE DES MESURES JUSQU'EN 2010
<b>Réduire les risques de dommages de 25% d'ici 2020.</b>	De nouvelles informations ne seront probablement disponibles qu'en 2014. En 2005, on observait une réduction des risques de dommage. Celle-ci était plus importante sur les tronçons non endigués du Rhin que sur les segments endigués.
<b>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)</b>	<p>Les résultats des calculs montrent</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- que l'effet des mesures de rétention en 2010 correspond à peu près à celui de 2005, étant donné que sur la période 2005-2010 seuls trois espaces de rétention ont été créés. On se réfère donc en particulier à l'effet des mesures planifiées à l'horizon 2020 ou après 2020 (= 2020+).</li> <li>- qu'à la lumière des nouvelles connaissances relatives à la valeur maximale, l'ancien objectif de réduction du niveau d'eau jusqu'à 60 cm au moyen de mesures prises sur le cours principal était particulièrement ambitieux ;</li> <li>- que l'objectif maximal de 60 cm ne peut être atteint que ponctuellement et uniquement pour quelques crues, même si l'on tient compte de toutes les mesures envisagées aujourd'hui (conformément à la modélisation après 2020+).</li> <li>- Il ressort des analyses disponibles que la réduction de 60 cm du niveau d'eau ne peut être fiablement atteinte que si sont mis en place d'autres espaces de rétention ou prises des mesures améliorant le débit - pour autant que ceci n'augmente pas le risque auquel sont exposés les riverains en aval.</li> </ul>

<p><b>Renforcer la prise de conscience face aux risques d'inondation en établissant et en diffusant des cartes des risques pour 100% des surfaces inondables</b></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) affirment la prise de conscience du risque chez les particuliers et sont un excellent outil de communication. La CIPR va mettre à jour cet atlas en fonction des nouvelles données nationales disponibles entre temps. Depuis 2005, les Etats ont entrepris de nombreux moyens de sensibilisation, dont la réalisation de cartes précises des zones inondables pour le Rhin et ses principaux affluents. Mais la sensibilisation des personnes au risque inondation doit rester une tâche permanente !</p>
<p><b>Améliorer le système de prévision et d'annonce de crue - Améliorer à court terme les systèmes d'annonce de crue par le biais d'une coopération internationale. Augmenter les délais de prévision de 100 % d'ici 2005.</b></p>	<p>L'augmentation visée des délais de prévision de 100% a été atteinte avant 2005. Les prévisions à plus long terme n'ont cependant pas le même degré de fiabilité que les prévisions initiales à plus court terme, même s'il y a eu ces dernières années de nombreux développements dans ce domaine.</p>

Pour atteindre les 4 objectifs opérationnels, l'orientation politique et stratégique à long terme s'est fondée dans le Plan d'Action contre les Inondations de 1998 sur la quantification de différentes catégories de mesures : il est ainsi prévu de renaturer environ 11000 km de linéaire fluvial (année de référence : 1995), de redynamiser environ 1000 km<sup>2</sup> de zones inondables, d'extensifier l'agriculture sur 3900 km<sup>2</sup>, de promouvoir le développement naturel et le reboisement sur 3500 km<sup>2</sup> et l'infiltration des eaux pluviales sur 2500 km<sup>2</sup> pour accroître la rétention des eaux sur l'ensemble du bassin du Rhin. Des dispositifs techniques de rétention des crues affichant un volume de rétention d'environ 73 millions de m<sup>3</sup> devaient être construits dans les sous-bassins du Rhin. Sur le cours principal du Rhin, la rétention des eaux devait être améliorée par la redynamisation de 160 km<sup>2</sup> de zones inondables et la construction de dispositifs techniques de rétention d'un volume de 364 millions de m<sup>3</sup>. L'entretien et la consolidation de 1115 km de digues permettront également d'améliorer sensiblement la protection technique contre les inondations. Le total des coûts liés à la mise en œuvre de mesures dans les secteurs mentionnés a été estimé à l'époque à quelque 12,3 milliards d'euros.

Il existait pour 2005, comme le montrait le bilan sur la mise en œuvre du PAI sur la période 1995–2005, des objectifs intermédiaires, ce qui n'est toutefois pas le cas pour 2010 ou 2015 (cf. rapport CIPR n° 156).

Le tableau synoptique met en regard l'état de mise en œuvre des mesures entre 1995 et 2005 et l'état de mise en œuvre des mesures entre 1995 et 2010 pour les différentes catégories de mesures et comprend également des indications sur les dépenses jusque fin 2010.

Certaines indications figurant dans le tableau se fondent sur des estimations effectuées par les autorités, car les données sur l'extensification de l'agriculture ou le boisement par ex. sont rarement disponibles au niveau du bassin, mais plutôt au niveau national ou régional.

**Plan d'action contre les inondations 'Rhin'**  
**Exposé des mesures et mise en œuvre jusqu'en 2010**

Catégories de mesures	Mesures		Dépenses
	1995-2005	1995-2010	1995-2010 Coûts en millions d'euros
<b>(1) Rétention des eaux dans le bassin du Rhin</b>			
Renaturer les cours d'eau (km)	>2420	>4009	879
Redynamiser les zones inondables (km <sup>2</sup> )	>200	>331	
Extensifier l'agriculture (km <sup>2</sup> ) :	>4570	>13691	3159
Développer la nature, reboiser (km <sup>2</sup> )	>925	>1049	
Promouvoir l'infiltration des eaux pluviales (km <sup>2</sup> )	60	>60	510
Mettre en place des dispositifs techniques de rétention des crues (millions de m <sup>3</sup> )	41	>60	776
<b>(2) Rétention des eaux dans le corridor fluvial</b>			
Redynamiser les zones inondables (km <sup>2</sup> )	33	55	744
Mettre en place des dispositifs techniques de rétention des crues (millions de m <sup>3</sup> )	51*	69**	570
<b>(3) Protection technique 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	>1412	3563
<b>(4) Mesures de prévention pour la phase de planification</b>			
Sensibilisation			89
Etablir des cartes des aléas et des risques	100%	100%	
<b>(5) Prévision des crues</b>			
Prolonger les temps de prévision	100%	100%	
Améliorer le système de prévision et d'annonce des crues			
<b>Total</b>			<b>10290</b>

\* Voir tab. annexe 2 : volume opérationnel (en millions de m<sup>3</sup>) en 2005 : 211 millions de m<sup>3</sup>

\*\* Voir tab. annexe 2 : volume opérationnel (en millions de m<sup>3</sup>) en 2010 : 229 millions de m<sup>3</sup>

## 2.1. Objectif opérationnel (1) : Réduire les risques de dommage

La réduction des risques de dommages liés aux inondations de 25% d'ici 2020 est considérée comme objectif faitier du Plan d'Action contre les Inondations puisque les autres objectifs opérationnels contribuent à les réduire. Le **risque de dommages liés aux inondations** est déterminé à partir de la combinaison des **dommages potentiels** (dégâts potentiels des inondations sur l'homme et la société, l'environnement, l'activité économique et le patrimoine culturel) et de la **probabilité d'inondation**. En 2001, la CIPR a publié un atlas (voir objectif opérationnel n° 3, chap. 2.3) présentant les dommages potentiels en cas de crues extrêmes sur le Rhin).

Après publication du bilan sur la mise en œuvre du Plan d'Action contre les Inondations 1995-2005, la CIPR a décidé de perfectionner les outils d'identification de la réduction des risques de dommages liés aux inondations, qui déboucheront sur de nouveaux résultats en 2014. Ces résultats peuvent également être exploités pour décrire et éventuellement démontrer l'impact des mesures du Plan de Gestion des Risques d'Inondation 'Rhin'.

### 2.1.1 Informations générales concernant les risques de dommages en 2010

Pour le bilan synthétique 1995 – 2010, on part du principe que la situation en 2010 est similaire à celle de 2005, même si de nombreuses mesures de prévention ont été mises en œuvre, qui ont pu contribuer à réduire les risques de dommages (voir précisions ci-dessous). La modification de la probabilité d'inondation se base sur les enseignements concernant la réduction des niveaux extrêmes de crues pour l'année 2010 par rapport à l'année de référence 1995 (voir chapitre 2.2) et correspond environ à la situation de l'année 2005.

Pour l'année 2010, il n'y a pas de nouveaux enseignements sur la modification des dommages potentiels. En conséquence, la réduction des risques de dommages en 2010 correspond globalement à celle déjà atteinte en 2005 (pour plus de précisions, consultez le bilan 1995-2005), exception faite du « delta du Rhin » (voir précisions des Pays-Bas ci-dessous).

La réduction des dommages potentiels est plus importante sur les tronçons non endigués du Rhin que sur les tronçons endigués. Dans les **zones non endiguées** la réduction des risques de dommages visée est entre autres atteinte du fait d'une prise de conscience plus prononcée (fréquence et expérience des crues), de mesures de préservation des surfaces, d'amélioration de la protection des bâtiments et de sensibilisation (voir chap. 2.3). La réduction de la probabilité d'inondation obtenue grâce aux mesures prises pour abaisser le niveau d'eau (voir chapitre 2.2) contribue également à réduire sensiblement les risques de dommages.

Sur les **tronçons endigués**, les dommages potentiels n'ont que peu baissé car les mesures de prévention des inondations telles que la préservation de surfaces et la protection des bâtiments sont plus rarement appliquées en raison du plus haut degré de protection en présence. En combinaison avec la modification de la probabilité d'inondation (voir chapitre 2.2), l'objectif peut cependant être atteint.

Nouvelles informations pour les Pays-Bas : un recalcul de l'impact des mesures de consolidation des digues dans le cadre de la mise en œuvre du 'Plan Delta pour les grands fleuves' a clairement fait ressortir une réduction des risques de dommages sensiblement plus importante que celle mentionnée dans le rapport 2005. La réduction des risques de dommages dans le « delta du Rhin » par rapport à l'état 1995 est d'environ 80% au lieu des 10–15 % initialement communiqués.

## 2.1.2 Précisions nationales concernant l'état 2010

### Pays-Bas

La nouvelle Loi sur l'eau est entrée en vigueur le 22 décembre 2009. Cette loi remplace huit anciennes lois de gestion des eaux aux Pays-Bas et elle regroupe en une seule autorisation six types d'autorisations.

Le Plan 'Eau' publié en 2009 fixe les critères de base de la politique néerlandaise de gestion du risque d'inondation. Les Pays-Bas aspirent à mettre en place une politique durable de sécurité vis-à-vis des risques liés à l'eau en optant pour une approche cohérente alliant mesures de protection, mesures d'aménagement du territoire et approche de gestion de crise.

La Deuxième Chambre, puis la Première Chambre, ont adopté à l'unanimité fin 2006 la directive nationale d'aménagement du territoire (PKB) « Espace pour le fleuve ». L'objectif de cette directive « Espace pour le fleuve » est de créer suffisamment d'espace pour que le réseau fluvial puisse faire transiter un débit de 16000 m<sup>3</sup>/s à hauteur de Lobith à l'horizon 2015. A cette fin, des mesures diverses sont prises sur 39 sites du territoire néerlandais. Il s'agit entre autres de mesures de décaissement du lit majeur, de recul de digues, de creusement du lit mineur, de mise en place de rivières de dérivation et de dépoldérisation (voir chap. 2.2). En parallèle à l'abaissement des niveaux d'eau, un des objectifs centraux du programme « Espace pour le fleuve » consiste à améliorer la qualité de l'espace fluvial des bassins hydrographiques. Les mesures s'y rapportant contribuent à l'atteinte du deuxième objectif défini dans le PAI (voir chap. 2.2).

Dans le domaine de la gestion de crise, des exercices de maîtrise des situations d'inondation ont eu lieu pour tester le régime des eaux sous toutes ses formes. Ces exercices à grande échelle ont permis de mieux mettre en relief la gestion de crise et débouché sur de nombreuses améliorations.

La campagne intitulée 'Vivre avec l'eau aux Pays-Bas' vise à sensibiliser la population et à l'impliquer dans les questions de politique et de gestion des eaux. Une seconde campagne a été lancée en 2008. ([www.nederlandleeftmetwater.nl](http://www.nederlandleeftmetwater.nl)) L'année 2008 a également vu la mise en place du 'Canon de l'eau'. Dans ce cadre, des experts en gestion des eaux et en travaux publics, en géographie, en histoire des civilisations et en éducation ont redonné vie à l'histoire de la gestion des eaux aux Pays-Bas. Ils ont fait le point sur les événements et les interventions qui ont façonné notre paysage tel qu'il est aujourd'hui. ([www.watercanon.nl](http://www.watercanon.nl))

### Allemagne

Les Länder allemands riverains du Rhin ont pris de nombreuses initiatives constituées d'informations préventives entre 2005 et 2010. Des partenariats « inondation » par ex. ont été établis au Bade-Wurtemberg, en Rhénanie-Palatinat et en Sarre, de nouvelles brochures sur les crues publiées (voir chap. 2.3) et un centre de prévision des crues mis en place en Hesse.

On mentionnera plus spécifiquement les mesures suivantes de gestion des risques d'inondation :

- Pour l'Allemagne : mise au point des cartes des zones inondables et des cartes des risques d'inondation pour le Rhin et pour certains cours d'eau de son bassin (sous-bassins du Neckar et cours d'eau en Rhénanie-Palatinat et en Hesse).
- Rhénanie-Palatinat : réalisation d'études sur le Rhin moyen, notamment à Oberwesel et Leutesdorf, sur les possibilités de réduction des dommages à travers une gestion des risques d'inondation systématique (sans dispositif technique de protection pour la localité dans son ensemble)
- Bade-Wurtemberg : mise au point d'un système d'information et d'alerte des inondations (FLIWAS) pour l'amélioration des plans de secours aux niveaux des

communes et des administrations publiques (l'introduction à l'échelle du Land a débuté en 2010). Développement d'un guide « 5 étapes vers le plan d'alerte et d'intervention » (« In fünf Schritten zum Alarm- und Einsatzplan »).

- Bavière : Le plan de gestion des risques d'inondation 'Main' mis au point à partir du plan d'action contre les inondations 'Main' a été publié fin 2010. Il rassemble des cartes des zones inondables et des cartes des risques d'inondation ainsi que des objectifs et mesures pour les tronçons fluviaux à risque potentiel important d'inondation dans le bassin bavarois du Main. Le Plan de gestion des risques d'inondation 'Main' peut être consulté à l'adresse [www.hopla-main.de](http://www.hopla-main.de).

D'autres mesures techniques de protection contre les crues ont également permis de réduire le risque d'inondation sur le Rhin (voir chap. 2.2):

- Les travaux de restauration des digues sur le Rhin supérieur se sont poursuivis.
- Les bassins de rétention des eaux sont construits sur le Rhin supérieur, conformément aux conventions franco-allemandes conclues sur ce tronçon. Aux fins de mise en œuvre de ces mesures, un accord administratif réglant les participations financières a été passé entre le Bade-Wurtemberg et l'Etat fédéral allemand, un autre entre la Rhénanie-Palatinat, la Fédération et le Land de Hesse.
- Au Bade-Wurtemberg, les espaces de rétention de l'île de Rheinschanz et de Weil-Breisach, fixés dans le Programme Intégré pour le Rhin (IRP), sont en cours de réalisation, de même que la mesure de recul de digues à hauteur de Mannheim-Kirschgartshausen.
- En Rhénanie-Palatinat, les polders de l'île de Koller (2005), d'Ingelheim (2006) et de Bodenheim (2009), ainsi que l'opération de recul de digues de Worms-Mittlerer Busch (2007), sont achevés. Les dispositifs de rétention des crues de Wörth/Jockgrim et Mechttersheim sont en construction.
- Les installations locales de protection contre les inondations d'Andernach (2007) et de Braubach-Neustadt (2009) sur le Rhin moyen sont achevées.
- Entre 2006 et 2010, l'espace de rétention de Cologne-Langel a été achevé et les installations de protection contre les inondations du Rhin ont été consolidées (46 km) sur le Rhin inférieur.

Les services compétents ont poursuivi la désignation de zones inondables pour préserver des surfaces dans le bassin du Rhin. Au Bade-Wurtemberg, la désignation de zones inondables s'applique par acte réglementaire à tous les cours d'eau depuis 2004.

## France

Après 2005, la France a réalisé des stratégies et mesures préventives susceptibles de contribuer à la réduction des risques sur l'axe Rhin :

- Ouvrages de protection : entrée en vigueur depuis décembre 2007 d'une réforme importante sur la sécurité des ouvrages hydrauliques (barrages et digues).
- Prévisions des crues :
  - facilitation de l'accès pour la population à l'information en temps réel sur les phénomènes de crues en cours via le site internet national Vigicrues et amélioration de la chaîne d'alerte
  - développement de modèles de prévision sur les différents affluents alsaciens du Rhin et de la Sarre
  - rénovation et modernisation (2006-2008) de l'ensemble du réseau de stations hydrométriques situées au bord des cours d'eau (Rhin compris).
- La maîtrise de l'urbanisation dans les zones inondables (y compris à l'arrière des digues de protection, notamment du Rhin), la reconquête des zones d'expansion des crues (chaque fois que cela est possible) et la limitation des nouveaux ouvrages de protection aux secteurs urbains existants les plus exposés, sont intégrées au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du district Rhin (document d'application français de la Directive Cadre sur l'Eau), adopté en novembre 2009.
- Cartographies des zones inondables et/ou inondées : cartes mises en ligne en 2008, à une échelle pouvant aller jusqu'au 1/2000ème, sur l'ensemble du bassin français du Rhin au travers d'une application nationale : « Cartorisques ».

**Suisse**

La PAI ne s'étend pas au Rhin alpin et au lac de Constance, mais une crue du Rhin sur le tronçon suisse du haut Rhin entre Bâle et le lac de Constance n'est pas considérée comme un risque important du fait des conditions topographiques en présence (tronçon fluvial creusé, non endigué, avec des surfaces inondables relativement peu étendues). Différentes raisons (entre autres dommages potentiels limités, effet régulateur du lac de Constance et des usines, longue phase de préalerte) justifient cette évaluation.

En conséquence, seules ont été réalisées depuis 2005 des mesures techniques ponctuelles visant à réduire la probabilité d'inondation (par ex. ville de Bâle, assainissement et renforcement des murs sur les berges le long du Rhin ; projet global sur la prévention des inondations et le milieu alluvial au droit du débouché de la Thur ; mesures de protection à hauteur d'Ellikon am Rhein).

L'ajustement de la régulation des cours d'eau jurassiques réalisé suite à la crue de 2007 permettra à l'avenir d'atténuer plus encore les pics de crue de l'Aar, affluent du Rhin. Il contribue également à abaisser les débits de pointe dans le Rhin même.

En ce qui concerne la préservation des surfaces, la protection des bâtiments, la mise en sûreté des substances dangereuses pour les eaux, l'information/la préparation/l'avertissement ainsi que les mesures d'urgence/plan d'intervention/mesures de lutte contre les risques majeurs (rassemblés sous le terme de gestion intégrée des risques), les stades atteints jusqu'en 2010 varient sensiblement dans les tronçons exposés au risque.

Une autre étape importante a été lancée avec le projet « Optimisation de l'alerte et de l'alarme en cas de danger naturel (OWARNA) » sur l'ensemble du territoire suisse. Ces mesures permettent d'améliorer et de coordonner la prévention et l'intervention dans de telles situations d'urgence.

Depuis 2005, des activités ont été lancées et améliorées en Suisse dans toutes les catégories de mesures indiquées dans le Plan d'Action contre les Inondations. Les grandes crues de 2005 et 2007 ont contribué à renforcer la pression des autorités, l'influence des assurances immobilières cantonales et l'initiative personnelle des particuliers touchés.

**Luxembourg :**

Entre 2005 et 2010 de nombreuses mesures permettant de diminuer le risque d'inondation et d'augmenter la prise de conscience du risque d'inondation ont été réalisées :

- La nouvelle loi sur l'eau du 19 décembre 2008 (mémorial A n° 217 du 30 décembre 2008) a permis de consolider la législation existante en matière de l'eau ainsi que d'y intégrer les dispositions de la Directive Inondations. Le lien entre l'aménagement du territoire et le risque d'inondation a été particulièrement renforcé par cette nouvelle loi.
- La mise en place d'un centre de prévision des crues opérationnel pour l'ensemble du bassin versant Moselle-Sarre en collaboration étroite avec le Comité technique des CIPMS a permis de mieux gérer la prévision et la gestion des événements de crue. En cas de crue, le SPC Luxembourg informe le public au moyen du site internet [www.inondations.lu](http://www.inondations.lu) sur l'évolution des crues. La publication des prévisions est prévue dans un futur proche.
- De nombreuses mesures techniques ou naturelles de protection contre les inondations ont été entreprises à travers le pays. Il s'agit en général d'une combinaison de différents types d'ouvrages et de dispositifs (exemples : projet transfrontalier de renaturation et mesures anti-crue à Steinheim/Ralingen; projets nationaux dans les localités d'Ingeldorf, Diekirch, Schengen, Remich, Wasserbillig, Vianden, Eischen, Wilwerwiltz, Troisvierges, Bissen, Boevange et Echternach, etc.). Des études de projets de protection contre les inondations sont actuellement en cours.
- Grâce à l'instauration des « partenariats inondation » des plateformes d'échange sur la problématique des inondations ont pu être créées au niveau local et régional.

- L'élaboration fin 2010 des cartes des zones inondables et des cartes des risques d'inondation ainsi que la procédure de consultation du public y relative a permis de relancer le sujet des inondations à travers le pays.
- La mise en ligne d'un portail traitant de tous les aspects concernant l'eau a permis de faciliter largement l'accès du public à toute information en relation avec les inondations (<http://eau.geoportail.lu>).
- Un guide pour la gestion durable des eaux de pluie en zone urbaine (consultable sous [www.eau.public.lu/publications/index.html](http://www.eau.public.lu/publications/index.html)) comprenant une description des mesures décentralisées de rétention a été élaboré par l'Administration de la gestion de l'eau.

## 2.2 Objectif opérationnel (2) : Réduction des niveaux de crue extrêmes

La « réduction des niveaux de crue<sup>3</sup> » jusqu'à 70 cm qu'il convient d'obtenir par le biais de mesures de redynamisation des zones inondables et de dispositifs techniques de rétention sur le Rhin (jusqu'à 60 cm) et dans son bassin (env. 10 cm), et le bilan des impacts de ces mesures en 2010, sont les sujets traités dans le présent chapitre.

L'identification 2005 s'est uniquement fondée sur quelques crues modélisées. L'identification 2010 a intégré au total dans la modélisation 18 crues historiques qui ont été amplifiées jusqu'à un niveau extrême et à partir desquelles ont pu être générées (artificiellement) 108 crues modélisées synthétiques. A la différence de l'identification 2005, on a utilisé des facteurs uniformes pour l'ensemble du bassin. Cette méthode permet de conserver les particularités régionales des genèses des crues historiques.

L'évaluation de la réduction **le long du Rhin** est effectuée au niveau de points donnés (échelles) et de tronçons fluviaux. Sur le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les échelles sélectionnées sont représentatives des tronçons fluviaux correspondants. En revanche, l'évaluation des modifications de niveau d'eau sur le Rhin inférieur et son delta suit une approche par tronçon.

Dans la définition des objectifs du PAI, on est en outre parti de l'hypothèse d'un faible impact de mesures de réduction des niveau d'eau **dans le bassin** de l'ordre d'env. **10 cm**. Des analyses plus poussées, mises en retrait par manque de temps, restent à effectuer dans ce volet. On propose donc de reprendre les déclarations correspondantes figurant dans le rapport CIPR n° 153 (2006).

Les échelles de Maxau, Worms, Mayence, Kaub, Andernach, Cologne et Lobith sont les échelles déterminantes pour l'évaluation des modifications des débits de pointe et de niveau d'eau. Pour le Rhin supérieur et le Rhin moyen, les modifications de niveau d'eau rassemblées dans les tableaux suivants font référence aux échelles correspondantes (tableaux 1 à 5). Pour le Rhin inférieur et le delta du Rhin, les modifications de niveau d'eau sont respectivement indiquées sous forme de moyennes rapportées à des tronçons (tableaux 6 à 10). Les tableaux 1 à 10 présentent les modifications de niveau d'eau, rapportées à l'état 1995 pour chacun des états d'aménagement analysés. Ces modifications sont respectivement subdivisées en trois niveaux de probabilité d'occurrence de crue. En règle générale, les indications sur les probabilités de crue sont rapportées à l'état d'aménagement 1977 (= fin de la régulation du Rhin supérieur).

Les calculs de modélisation reposent donc sur un ensemble de 108 crues modélisées. Ces crues englobent différentes formes d'onde et de genèse et illustrent ainsi une large palette d'effets susceptibles d'être obtenus au travers des mesures de protection contre les inondations.

---

<sup>3</sup> Objectif du Plan d'action contre les Inondations 'Rhin' (champ d'application : bassin à partir de la sortie du lac de Constance ou en aval du tronçon régulé du Rhin supérieur pour les mesures techniques de rétention) dont la mise en œuvre a été décidé en Conférence ministérielle de janvier 1998.

Il convient ici de noter que deux variantes ont été calculées notamment pour le niveau de la crue extrême à l'état de référence 1995 ainsi qu'aux états d'aménagement 2010 et 2020 : une valeur théorique que l'on obtiendrait s'il n'y avait pas de submersions de digues même en situation de crue extrême et une valeur (plus réaliste) tenant compte de submersions de digues en cas de crue extrême.

Les résultats présentés tiennent compte des progrès accomplis en matière de protection technique contre les inondations, des améliorations apportées aux outils de modélisation, du cadre élargi de l'approche d'identification et des évolutions survenues au niveau du contrôle et de l'extension des bases de données. Les différences numériques constatées par rapport aux analyses antérieures résultent de ces faits.

Parallèlement, des écarts sont également possibles entre les résultats communiqués dans le présent rapport et les calculs officiels établis par la « Commission permanente pour l'aménagement du Rhin supérieur » ainsi que ceux effectués dans le cadre du programme néerlandais « Espace pour le fleuve », car les dispositions à la base des calculs de modélisation sont différentes de part et d'autre. Il n'est donc pas admissible, sous l'angle scientifique, de transposer directement les résultats de calcul présentés dans le présent bilan aux analyses d'efficacité d'autres institutions.

Les tableaux ci-dessous présentent, pour les **états d'aménagement 2005, 2010, 2020 et ultérieur à 2020 (= 2020+)**, les **modifications minimales, moyennes et maximales de niveau d'eau** obtenues par calcul et rapportées à différentes **échelles ou tronçons du Rhin**, que les mesures de rétention sont susceptibles d'occasionner. Les **valeurs moyennes** surlignées en gras sont les indications les plus informatives.

Maxau	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini-mum	<b>Moy- enne</b>	Maxi-mum	Mini-mum	<b>Moy- enne</b>	Maxi-mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini-mum	<b>Moy- enne</b>	Maxi-mum	Mini-mum	<b>Moy- enne</b>	Maxi-mum
Δ W 2005	0	<b>-3</b>	-13	3	<b>-6</b>	-12	3	<b>-3</b>	-10	-	-	-
Δ W 2010	0	<b>-3</b>	-13	3	<b>-6</b>	-12	3	<b>-3</b>	-10	1	<b>-2</b>	-4
Δ W 2020	2	<b>-3</b>	-14	0	<b>-10</b>	-18	3	<b>-6</b>	-16	2	<b>-3</b>	-7
ΔW 2020+	0	<b>-5</b>	-17	-10	<b>-18</b>	-26	-4	<b>-14</b>	-27	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 1: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés à l'échelle de Maxau ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Worms	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum
Δ W 2005	0	<b>-3</b>	-11	-4	<b>-10</b>	-15	1	<b>-9</b>	-18	-	-	-
Δ W 2010	0	<b>-3</b>	-11	-5	<b>-10</b>	-16	0	<b>-9</b>	-18	0	<b>-5</b>	-12
Δ W 2020	1	<b>-7</b>	-18	-15	<b>-23</b>	-32	-4	<b>-21</b>	-36	-4	<b>-15</b>	-31
Δ W 2020+	-1	<b>-9</b>	-25	-18	<b>-31</b>	-43	-17	<b>-36</b>	-54	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 2: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés à l'échelle de Worms ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Mayence	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum
Δ W 2005	-5	<b>-10</b>	-20	-6	<b>-11</b>	-15	-4	<b>-6</b>	-8	-	-	-
Δ W 2010	-5	<b>-11</b>	-21	-7	<b>-13</b>	-18	-4	<b>-6</b>	-8	-2	<b>-4</b>	-7
Δ W 2020	-5	<b>-16</b>	-30	-10	<b>-22</b>	-32	-7	<b>-11</b>	-15	-2	<b>-7</b>	-10
Δ W 2020+	-6	<b>-19</b>	-36	-13	<b>-36</b>	-54	-13	<b>-24</b>	-33	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 3: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés à l'échelle de Mayence ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Kaub	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini-mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum
Δ W 2005	-6	<b>-12</b>	-24	-9	<b>-16</b>	-21	-9	<b>-15</b>	-23	-	-	-
Δ W 2010	-6	<b>-14</b>	-24	-11	<b>-19</b>	-25	-10	<b>-17</b>	-24	-4	<b>-13</b>	-22
Δ W 2020	-6	<b>-19</b>	-37	-17	<b>-29</b>	-42	-14	<b>-27</b>	-40	-4	<b>-21</b>	-32
Δ W 2020+	-6	<b>-23</b>	-44	-18	<b>-46</b>	-71	-25	<b>-41</b>	-63	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 4: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés à l'échelle de Kaub ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Andernach	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum
Δ W 2005	0	<b>-6</b>	-15	0	<b>-6</b>	-13	3	<b>-1</b>	-7	-	-	-
Δ W 2010	0	<b>-8</b>	-18	-1	<b>-8</b>	-16	0	<b>-3</b>	-7	-8	<b>-10</b>	-13
Δ W 2020	-1	<b>-13</b>	-29	0	<b>-16</b>	-29	-3	<b>-7</b>	-12	-11	<b>-14</b>	-17
Δ W 2020+	-2	<b>-16</b>	-36	-1	<b>-29</b>	-56	-4	<b>-12</b>	-23	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 5: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés à l'échelle d'Andernach ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Tronçon fluvial compris entre la Sieg et le débouché de la Ruhr	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini-mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum
Δ W 2005	5	<b>1</b>	-5	8	<b>2</b>	-10	5	<b>0</b>	-3	-	-	-
Δ W 2010	5	<b>-1</b>	-7	8	<b>0</b>	-10	5	<b>-1</b>	-8	4	<b>1</b>	-1
Δ W 2020	5	<b>-7</b>	-18	7	<b>-4</b>	-21	4	<b>-7</b>	-19	-1	<b>-4</b>	-6
Δ W 2020+	5	<b>-12</b>	-30	6	<b>-7</b>	-28	3	<b>-12</b>	-34	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 6: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés pour le tronçon fluvial compris entre la Sieg et le débouché de la Ruhr ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Tronçon fluvial compris entre le débouché de la Ruhr et Pannerdensche Kop	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum
Δ W 2005	2	<b>-2</b>	-7	4	<b>1</b>	-2	3	<b>2</b>	-1	-	-	-
Δ W 2010	2	<b>-2</b>	-8	6	<b>1</b>	-4	4	<b>3</b>	0	6	<b>3</b>	-1
Δ W 2020	-3	<b>-11</b>	-22	-4	<b>-14</b>	-25	-21	<b>-27</b>	-31	-9	<b>-17</b>	-23
Δ W 2020+	-4	<b>-13</b>	-27	-4	<b>-19</b>	-32	-22	<b>-33</b>	-40	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 7: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés pour le tronçon fluvial compris entre le débouché de la Ruhr et Pannerdensche Kop ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Cours d'eau Nederrijn/Lek	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
Δ W 2005	0	-1	-4	0	-1	-3	0	-1	-3	-	-	-
Δ W 2010	0	-2	-5	-1	-3	-5	-1	-2	-3	0	-2	-5
Δ W 2020	-5	-11	-17	-4	-10	-17	-8	-15	-26	-6	-9	-16
Δ W 2020+	-5	-12	-20	-4	-11	-20	-9	-20	-32	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 8: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés pour le Nederrijn/Lek ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Waal	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
Δ W 2005	0	-2	-5	0	-3	-5	-1	-2	-4	-	-	-
Δ W 2010	-1	-3	-6	-2	-5	-8	-3	-5	-6	0	-2	-7
Δ W 2020	-9	-17	-31	-11	-19	-24	-21	-25	-29	-12	-19	-26
Δ W 2020+	-9	-18	-32	-11	-23	-33	-26	-32	-41	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 9: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés pour le Waal ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

Ijssel	Modifications minimales, moyennes et maximales des niveaux d'eau [cm] des états d'aménagement analysés par rapport à l'état 1995											
	pour un HQ <sub>10</sub>			pour un HQ <sub>100</sub>			Pour un HQ <sub>extrême</sub>					
	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	sans submersion de digues			avec submersion de digues		
							Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum	Mini- mum	Moy- enne	Maxi- mum
Δ W 2005	0	-1	-3	0	-2	-4	-1	-2	-4	-	-	-
Δ W 2010	0	-2	-4	-1	-3	-6	-3	-5	-7	-1	-3	-7
Δ W 2020	-32	-38	-42	-39	-45	-56	-44	-52	-60	-41	-46	-53
Δ W 2020+	-32	-39	-45	-39	-46	-59	-46	-58	-73	-	-	-

*Valeurs minimales et valeurs maximales évaluées pour le percentile 10 et le percentile 90, pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe.*

Tab. 10: Modifications des niveaux d'eau (réduction : valeur négative) pour les états d'aménagement analysés pour l'IJssel ; chiffres rapportés à l'état 1995 (état de référence CIPR).

L'écart des modifications de niveau d'eau est indiqué dans les tableaux 1 à 10. Cependant, ce sont les moyennes qui sont déterminantes pour l'évaluation globale des résultats. Les valeurs minimales et maximales ne reflètent que des cas particuliers rapportés aux crues et tronçons considérés. Afin de limiter les variations aléatoires dans la représentation des résultats, les tableaux indiquent dans chaque cas les percentiles 10 et 90 (pour autant que l'on ait plus de 10 valeurs dans la classe).

Dans l'ordre de grandeur de HQ<sub>extrême</sub>, on tiendra compte par ailleurs du fait que des submersions éventuelles de digues affaiblissent généralement l'impact des mesures de rétention.

L'étude ne vise pas à déterminer l'impact de submersions de digues mais plutôt à estimer l'effet de ces submersions sur l'efficacité des mesures de rétention.

Les analyses des impacts des mesures sur le Rhin entre Bâle et la mer du Nord se fondent sur les résultats de calculs pour les états d'aménagement suivants (voir mesures correspondantes dans la carte en **annexe 1**, dans les tableaux en **annexe 2** et dans l'**annexe 3** : glossaire sur les mesures) :

- **Etat d'aménagement 1977** (= date d'achèvement des travaux du dernier barrage construit sur le Rhin supérieur, celui d'Iffezheim au PK Rhin 334) et avant la construction et la mise en service de mesures de rétention sur le Rhin supérieur. L'état 1977 permet de tirer des enseignements sur les crues du Rhin supérieur sans l'impact de mesures de rétention<sup>4</sup>.
- **Etat d'aménagement 1995** (état de référence du Plan d'Action contre les Inondations de la CIPR). 160 millions de m<sup>3</sup> de volume de rétention étaient opérationnels sur le cours principal du Rhin à l'état 1995.

<sup>4</sup> Avant même l'adoption du PAI en 1998, il existait déjà des accords de construction de plusieurs espaces de rétention fondés sur la Convention franco-allemande de 1969 et prévoyant le rétablissement du niveau de protection des crues qui existait avant l'aménagement jusqu'en 1977 du Rhin supérieur. S'il n'avait pas été fixé 1995 comme année de référence dans le Plan d'Action contre les Inondations, il serait possible d'ajouter à l'évaluation actuelle de l'impact des mesures mises en œuvre jusqu'en 2010 celui des mesures réalisées sur le Rhin supérieur entre 1977 et 1995 sous forme d'ouvrages de rétention manœuvrables pour un volume total d'env. 105 millions de m<sup>3</sup>.

- **Etat d'aménagement 2005** (date d'évaluation du Plan d'Action contre les Inondations de la CIPR par rapport à 1995). Environ 211 millions de m<sup>3</sup> au total de volume de rétention étaient opérationnels sur le cours principal du Rhin à l'état 2005.
- **Etat d'aménagement 2010** (date d'évaluation CIPR par rapport à 1995). 229 millions de m<sup>3</sup> de volume de rétention au total étaient opérationnels sur le cours principal du Rhin à l'état 2010.
- **Etat d'aménagement 2020** (état attendu CIPR par rapport à 1995). En l'état 2020, 361 millions de m<sup>3</sup> de volume de rétention seront opérationnels sur le cours principal du Rhin d'après la méthode utilisée jusqu'à présent. Viennent s'y ajouter d'autres mesures visant à réduire les niveaux d'eau dans les bras du Rhin en aval de Lobith.
- **Etat d'aménagement 2020+** (état attendu CIPR par rapport à 1995). L'état 2020+ comprend toutes les mesures de rétention prévues sur le Rhin supérieur (également celles qui ne pourront probablement être mises en service qu'après 2020), y compris les espaces de réserve du Land de Rhénanie-Palatinat et les zones/espaces figurant dans l'approche de protection contre les inondations de Rhénanie-du-Nord-Westphalie. En l'état 2020+, 535 millions de m<sup>3</sup> de volume de rétention seront probablement opérationnels. Viennent s'y ajouter d'autres mesures visant à réduire les niveaux d'eau dans les bras du Rhin en aval de Lobith.

## • **Vue synoptique des résultats**

Pour l'état **2010**, les réductions **moyennes** atteintes par les mesures pour une crue d'un débit de l'ordre de **HQ<sub>100</sub>** sont les suivantes :

- Rhin supérieur 6 à 13 cm (valeur individuelle maximale de 25 cm)
- Rhin moyen 8 à 19 cm (valeur individuelle maximale de 33 cm)
- Rhin inférieur aucune réduction (valeur individuelle maximale de 11 cm)
- Delta du Rhin 3 à 5 cm (valeur individuelle maximale de 8 cm)

Pour l'état **2010**, les réductions **moyennes** atteintes par les mesures pour une crue d'un débit de l'ordre de **HQ<sub>extrême</sub>** (compte tenu de submersions de digues) sont les suivantes :

- Rhin supérieur 2 à 5 cm (valeur individuelle maximale de 14 cm)
- Rhin moyen 10 à 13 cm (valeur individuelle maximale de 22 cm)
- Rhin inférieur aucune réduction (valeur individuelle maximale de 6 cm)
- Delta du Rhin 2 à 3 cm (valeur individuelle maximale de 7 cm)

Pour l'état **2020**, les réductions **moyennes** atteintes par les mesures pour une crue d'un débit de l'ordre de **HQ<sub>100</sub>** sont les suivantes :

- Rhin supérieur 10 à 23 cm (valeur individuelle maximale de 44 cm)
- Rhin moyen 16 à 29 cm (valeur individuelle maximale de 50 cm)
- Rhin inférieur 4 à 14 cm (valeur individuelle maximale de 25 cm)
- Delta du Rhin 10 à 45 cm (valeur individuelle maximale de 57 cm)

Pour l'état **2020**, les réductions **moyennes** atteintes par les mesures pour une crue d'un débit de l'ordre de **HQ<sub>extrême</sub>** (compte tenu de submersions de digues) sont les suivantes :

- Rhin supérieur 3 à 15 cm (valeur individuelle maximale de 31 cm)
- Rhin moyen 14 à 21 cm (valeur individuelle maximale de 32 cm)
- Rhin inférieur 4 à 17 cm (valeur individuelle maximale de 29 cm)
- Delta du Rhin 9 à 46 cm (valeur individuelle maximale de 56 cm)

A propos du 2<sup>ème</sup> objectif opérationnel de la CIPR (réduction des niveaux de crue jusqu'à 70 cm, à savoir 60 cm env. par rétention d'eau sur le Rhin et 10 cm env. par rétention d'eau dans le bassin du Rhin), on retient les résultats suivants :

- qu'à la lumière des nouvelles connaissances relatives à la valeur maximale, l'ancien objectif de réduction du niveau d'eau jusqu'à 60 cm au moyen de mesures prises sur le cours principal était particulièrement ambitieux ;
- que l'objectif maximal de 60 cm ne peut être atteint que ponctuellement et uniquement pour quelques crues, même si l'on tient compte de toutes les mesures envisagées aujourd'hui (conformément à l'état modélisé pour 2020plus) ;
- qu'il ressort des analyses disponibles que la réduction de 60 cm du niveau d'eau ne peut être fiablement atteinte que si sont mis en place d'autres espaces de rétention ou prises des mesures améliorant le débit - pour autant que ceci n'augmente pas le risque auquel sont exposés les riverains en aval.

La présente étude est la première 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.

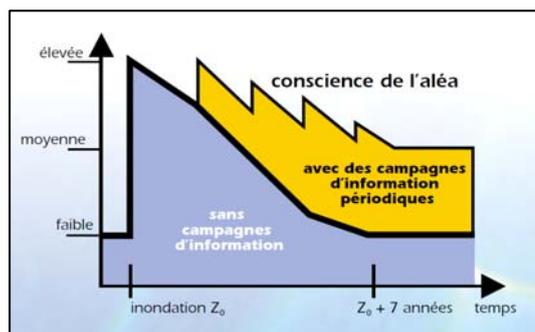
### ***Indications complémentaires***

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'aménagements 1977 et 1995.

Les mesures de baisse des niveaux d'eau ont des effets distincts sur les 3 bras néerlandais 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. Les mesures agissant sur le régime hydraulique du fleuve (par ex. le programme « Espace pour le fleuve ») sont possibles, notamment dans le delta du Rhin, car elles ne mettent pas en danger de riverains plus en aval.

## 2.3 Objectif opérationnel (3) : Renforcer la prise de conscience face aux risques d'inondation

Améliorer la conscience du risque d'inondation est une tâche permanente qui invite tous les acteurs à agir de manière intégrée et solidaire à l'échelle du bassin. Les personnes concernées doivent devenir acteurs. Comme le montre l'illustration ci-dessous, la conscience du danger (l'aléa) est très forte chez les personnes touchées juste après une crue. Lorsqu'il n'y a pas de crue, la conscience du danger potentiel diminue. On peut maintenir à un niveau élevé la conscience de l'aléa par le biais de manifestations d'information périodiques. Sans ce rappel, il suffit que la dernière crue date de 7 ans pour que la conscience du risque tombe à son niveau le plus bas. Les populations touchées sont alors totalement prises au dépourvu quand survient la crue suivante.



Avec l'établissement en 2001 de l'Atlas du Rhin de la CIPR, qui présentent 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 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 en 2005. Pour évaluer cet objectif en 2010, on est parti du principe qu'une augmentation du nombre et des types de moyens de sensibilisation conduit à un accroissement de la conscience des risques et de l'aléa inondation, puisqu'ils viennent compléter ceux déjà mis en place entre 1995 et 2005. Les principaux résultats de l'enquête récemment menée sur ce sujet auprès des Etats membres de la CIPR montrent que depuis 2005, de nombreux moyens de sensibilisation ont été déployés aux niveaux national et régional. Ils couvrent des thématiques diverses comme des explications sur les phénomènes naturels et des conseils de préparation et de protection des bâtiments. De plus, les épisodes de crues survenus depuis 2005 dans le bassin du Rhin ont réactivé la mémoire du risque et ont montré que la diffusion d'information à la population et le degré de préparation de celle-ci s'étaient améliorés par rapport aux inondations catastrophiques de 1993 et 1995. D'autre part, différentes enquêtes régionales soulignent que, dans certains territoires, les acteurs et la population restent encore insuffisamment préparés à d'éventuelles inondations. Les médias traditionnels (radio, télévision, journaux) demeurent pour beaucoup la source principale d'information mais ce type de communication du risque reste sporadique et n'est généralement diffusé que pendant ou peu après l'inondation. Ces exemples montrent que les Etats du Rhin doivent poursuivre leurs efforts pour mettre en place une sensibilisation régulière et spécifique aux différents types d'acteurs et à l'aléa en présence.

Les prochaines années, des avancées sont attendues dans ce domaine grâce à la mise en œuvre de la Directive Inondations et la montée en puissance des nouvelles techniques de communication. En guise d'exemple, on soulignera la publication à grande échelle de cartes des zones inondables et des risques d'inondation qui permettront aux personnes d'approcher de façon précise et localisée le risque d'inondation.

### **2.3.1 Contribution de la CIPR à l'amélioration de l'information préventive depuis 2005**

Ces dernières années, la CIPR a permis la coordination et l'échange entre les Etats du bassin du Rhin dans le domaine de l'information préventive. La CIPR a récemment facilité l'accessibilité de l'Atlas du Rhin 2001 en le publiant sous forme de « cartes interactives » sur son site internet. Les couches cartographiques de l'Atlas sont désormais superposables avec des données sur la qualité de l'eau ou le milieu écologique. Le site internet de la CIPR présente désormais des renseignements sur la gestion des inondations (dont des brochures téléchargeables) et des liens vers des sites nationaux ou régionaux. En comparant statistiquement le nombre d'accès aux pages (en langue allemande) traitant la thématique des « inondations » sur le site (périodes de novembre à mars analysées sur différentes années), on constate des pics de fréquentation liés à la survenance de crues sur le Rhin et ses affluents. Peu avant ou pendant un épisode de crue, les internautes visitent majoritairement les pages du site CIPR liées aux prévisions des crues, vers lesquelles ils sont dirigés pour une bonne part à partir du site national allemand de prévision des inondations. Ceci montre l'effet « positif » des inondations sur la prise de conscience des individus ainsi que l'importance du site internet de la CIPR pour sensibiliser les individus sur les risques qu'ils encourent et les moyens d'y faire face.

En réponse aux dispositions de la Directive Inondation, la Conférence ministérielle sur le Rhin a donné mandat à la CIPR en 2007 de mettre à jour l'Atlas du Rhin 2001 dans le prolongement de la mise en œuvre de la DI.

### **2.3.2 Contribution des Etats à l'amélioration de l'information préventive depuis 2005**

#### **Campagne globale de sensibilisation**

Trois Etats ont mené une campagne globale : le Pays-Bas (« Living with water »), la Suisse (Plate-forme nationale «Dangers naturels» - PLANAT) et l'Autriche (« Protection against natural hazards »). De façon générale, les services au citoyen au sein des administrations se sont améliorés et des organes spéciaux, centres de compétence et d'information se sont constitués (Rhénanie-Palatinat, Cologne, Autriche), proposant une large gamme d'outils de sensibilisation.

#### **Cartes des zones inondables et des risques d'inondation**

Depuis 2005, de nombreuses cartes ont été élaborées ou actualisées, notamment sur les principaux affluents du Rhin. Elles sont publiées sur internet sous forme d'atlas (voir liste de liens en annexe 4). Ce travail cartographique s'est vu accéléré par l'obligation de la Directive Inondation de réaliser des cartes des zones inondables et des risques d'inondation avant fin 2013.

Exemples nationaux :

*Allemagne* : des atlas existent dans chaque Land (voir liste en annexe 4). Des sites cartographiques spécifiques existent pour certaines villes comme Cologne ou Bonn. Les cartes publiées par le Bade-Wurtemberg et la Rhénanie-Palatinat répondent déjà aux exigences de la Directive Inondation.

*France* : application nationale « Cartorisques » : mise en ligne en 2008 de cartes pouvant aller jusqu'au 1/2000ème et qui couvrent l'ensemble du bassin français du Rhin.

*Pays-Bas* : le site [www.risicokaart.nl](http://www.risicokaart.nl) visualise les différents risques et parmi eux les risques d'inondation.

*Suisse* : les cartes des dangers d'inondation font l'objet d'une enquête nationale annuelle<sup>5</sup> sur l'état de réalisation et de transposition dans l'aménagement. Les résultats de l'enquête ont reçu un important écho médiatique et un vif intérêt de la part du public permettant l'accélération de la cartographie au niveau cantonal et sa publication.

*Luxembourg* : fin 2010 : publication de cartes des zones inondables et des cartes des risques d'inondation et procédure de consultation du public.

*Autriche* : voir liens en annexe 4.

### **Sites Internet**

Bien qu'il soit important de développer et conserver des moyens de communication plus traditionnels (articles de journaux, spots de télévision, ...), les sites internet présentent de nouvelles possibilités d'appropriation par le public de la notion de risque. Ils suscitent surtout l'intérêt des personnes peu avant (sites de prévision des crues), pendant et juste après un épisode de crue. Au regard de l'augmentation de la part des ménages disposant d'un accès à internet dans les Etats membres de la CIPR entre 2006 et 2010, ceux-ci pourraient devenir à terme une source principale d'information (voir liste de liens internet en annexe 5). La plupart des Etats procèdent au suivi et à l'analyse de fréquentation des sites en question et un peu plus de la moitié des Etats recensent une hausse des visites sur la période considérée. Un exemple significatif en lien avec l'objectif opérationnel 4 du PAI constitue certainement le récent pic d'accès au site<sup>6</sup> allemand d'annonce des crues du Rhin et de ses principaux affluents. Celui-ci compte en moyenne chaque année 15 à 20 millions d'accès. Lors de l'épisode de crue du Rhin de janvier 2011, se sont plus de 40 millions d'accès qui ont été comptabilisés.

Pour finir, en diffusant et conservant des informations visuelles sur les crues passées, les moteurs de recherche ou sites d'archivage de vidéos et de photos contribuent à leur manière à la pérennisation de la culture du risque d'inondation.

### **Brochures et fascicules**

Fréquemment publié sur internet, ce type de documentation est largement développé au sein des Etats (voir liste de brochures en annexe 5). Les brochures résument et rendent compréhensibles des informations parfois très techniques ou complexes. Elles recouvrent des thématiques variées: informations sur l'aléa, la protection des bâtiments privés contre les dégâts, des conseils en cas d'inondation, les coordonnées des services de secours, etc. Elles doivent être largement distribuées mais réussir également à présenter les caractéristiques régionales ou locales des risques.

### **Colloques, expositions, excursions**

Divers types de manifestations ont eu lieu au sein des Etats (voir liste en annexe 5). L'aspect interactif, la possibilité pour différents acteurs (citoyens, services, ...) d'obtenir directement des réponses aux questions posées, constitue la plus value de ce moyen de sensibilisation. La culture du risque s'améliore d'autant plus, si sur une longue période, les thèmes spécifiques sont traités régulièrement.

### **Exercices (simulation de crues, gestion de crise)**

La tenue d'exercices fréquents a un effet durable sur la préparation des citoyens et acteurs de la gestion de crise, surtout s'ils font intervenir un nombre important d'individus. Sur la période 2005-2010, l'entièreté des Etats a procédé à des exercices, annuellement pour une moitié, bisannuellement pour l'autre. Pour la plupart des Etats, les acteurs mis à contribution dans les exercices sont les autorités publiques, les centres de prévision et d'annonce. Pour une moindre partie, également les associations de riverains, les partenariats d'inondation ainsi que la population. Sur la période considérée, minimum 33 exercices ont été recensés sur le Rhin, dont 10 exercices transnationaux. Les exercices sont effectués à tous les niveaux (local, régional, national et international).

---

<sup>5</sup> Enquête de l'OFEV : voir sous [www.bafu.admin.ch/showme](http://www.bafu.admin.ch/showme)

<sup>6</sup> <http://www.hochwasser-rlp.de/>

## **Episodes de crues**

Mentionnées à plusieurs reprises, les crues – même si elles ne sont pas souhaitées – constituent l'un des facteurs principal de renforcement de la conscience des risques d'inondation. Depuis 2005, les épisodes de crue suivants (période de retour supérieure ou égale à 5 ans) ont contribué à la conscience du risque:

- minimum quatre crues du Rhin et de ses affluents
- minimum treize crues survenues sur d'autres cours d'eau. Notons que des évènements ayant lieu à l'extérieur du bassin du Rhin peuvent aussi avoir un effet « bénéfique » sur la prise de conscience du public rhénan.

## **Partenariats et associations**

Ces dernières années, des « Partenariats Inondation » ont été instaurés sur le Rhin et la Moselle, notamment dans le cadre transfrontalier de l'application du « Plan d'Action contre les Inondations dans le bassin de la Moselle et de la Sarre »<sup>7</sup> et de la mise en œuvre de la DI en Rhénanie-Palatinat, en Sarre et au Luxembourg. Le Bade-Wurtemberg a vu naître 21 Partenariats Inondation sur son territoire depuis 2003. Ils servent de plateformes d'échange d'information et d'entraides intercommunales en cas d'inondation. La culture du risque inondation est également entretenue sur place par diverses associations (Hochwassernotgemeinschaft Rhein, associations de riverains, Rheinkolleg etc.).

## **2.4 Objectif opérationnel (4) : Améliorer le système de prévision et d'annonce des crues**

### **2.4.1 Coopération internationale et connexion des centres de prévision**

La coopération des Etats et des Länder dans le cadre du système d'annonce et de prévision des crues pour le Rhin est régie par des accords administratifs nationaux et internationaux. Sur le Rhin, ces travaux relèvent de la compétence des centres d'annonce et de prévision de la Suisse, des Länder allemands Bade-Wurtemberg et Rhénanie-Palatinat (avec la Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest) 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 bonnes connaissances de terrain et de modèles et les transmet rapidement au centre situé en aval. Ces centres se retrouvent une fois par an pour échanger leurs expériences, améliorer la chaîne de prévision commune, s'informer et ajuster les nouvelles évolutions.

### **2.4.2 Améliorations apportées au système de prévision de 2005 à 2010**

Les systèmes de prévision hydrologiques utilisés par les centres de prévision du Rhin ont été sensiblement améliorés et perfectionnés au cours des dernières années. On citera à titre d'exemples parmi les nombreuses améliorations réalisées :

- Le système de prévision commun pour le lac de Constance (Suisse, Allemagne – Voralberg – et Allemagne – Bade-Wurtemberg) a été complété par un modèle de bilan hydrique détaillé pour le bassin de la Bregenzerach.
- Le système de prévision pour le haut Rhin jusqu'à Bâle, utilisé par l'Office fédéral de l'Environnement en Suisse, a été complété par des modèles météorologiques supplémentaires (COSMO-2, COSMO-LEPS, EZMWF) et par différents modèles régionaux.
- Le modèle de prévision utilisé par le centre de prévision du Bade-Wurtemberg pour le bassin du Rhin entre Bâle et Mannheim a été complété par un module d'eau du

---

<sup>7</sup> <http://www.iksms-cipms.org/servlet/is/62017/>

sol et un module de fonte des neiges, élargi à d'autres échelles du Rhin et actualisé dans le règlement régissant les mesures de rétention.

- Les mesures de rétention prises en compte ont été actualisées et d'autres prévisions effectuées pour des affluents, notamment des prévisions améliorées pour la Moselle et la Nahe à partir du système opérationnel d'avertissement précoce des crues du LUWG (Rhénanie-Palatinat), ont été intégrées dans le système de prévision utilisé par le centre d'annonces des crues Rhin de Mayence.
- Le système de prévision FEWS utilisé par le centre de crue néerlandais pour effectuer des prévisions dans le delta néerlandais du Rhin a été amélioré et perfectionné. Les modèles de transformation pluies-débits ont été recalibrés et différentes méthodes d'assimilation des données ont été introduites.

Il est prévu par ailleurs d'intégrer à l'avenir dans la chaîne de prévision pour le Rhin les prévisions du Service de Prévision des Crues (SPC) Rhin-Sarre pour les affluents français du Rhin supérieur (Ill, Moder), dès que le SPC aura opérationnalisé les systèmes de prévision correspondants.

Une autre condition essentielle à l'amélioration de la prévision des crues est l'optimisation des données d'entrée météorologiques. Les services météorologiques nationaux (entre autres Deutscher Wetterdienst, MétéoSuisse et KNMI) ainsi que le Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMPT) perfectionnent également régulièrement sous cet aspect les modèles de prévision météorologique déjà utilisés. On citera ici l'introduction d'une microphysique des nuages améliorée dans le modèle COSMO-EU du Deutsche Wetterdienst à titre d'exemple de nombreuses autres évolutions. Il est également essentiel de disposer rapidement d'un grand nombre de données météorologiques actuelles comme paramètre d'entrée dans la prévision des crues.

### 2.4.3 Temps de prévision et fiabilité des prévisions

La prolongation des temps de prévision de 100% prévue dans le Plan d'Action contre les Inondations a déjà été réalisée en 2005. Le tableau suivant présente pour quelques échelles du Rhin un relevé des temps de prévision réalisables pour 1995 et 2010.

Tronçon du Rhin / échelle	Temps de prévision en situation de crue		Période d'estimation supplémentaire pour l'avertissement précoce de crues (avant la crue)
	1995	2010	2010
Haut Rhin / Bâle	72 h	72 h <sup>1)</sup>	jusqu'à 9 jours
Rhin supérieur / Maxau	24 h	48 h <sup>2)</sup>	jusqu'à 7 jours
Rhin moyen / Andernach	24 h	48 h <sup>2)</sup>	jusqu'à 4 jours
Rhin inférieur / Lobith	48 h	96 h	jusqu'à 10 jours
<sup>1)</sup> = sur le haut Rhin, il n'était pas nécessaire de prolonger le temps de prévision			
<sup>2)</sup> = Les heures de prévision 25-48 sont désignées comme une « estimation »			

Toutefois, les centres de prévision soulignent que les prévisions de crue prolongées de 100% ne peuvent pas présenter la même fiabilité que les prévisions antérieures effectuées sur une période plus courte.

Les prévisions de niveau d'eau les plus précises sont celles qui se fondent sur des niveaux d'eau mesurés au droit des échelles amont au passage de l'onde de crue du Rhin. La prévision perd en précision dès qu'elle se base sur les précipitations mesurées

lorsque la période de prévision augmente, et encore plus lorsqu'elle intègre les prévisions de précipitation et éventuellement de fonte des neiges.

L'apport de débit des affluents du Rhin dont la durée des ondes de crue est relativement courte (par ex. le Neckar, la Lahn, la Moselle) abaisse la précision de la prévision sur le cours aval du Rhin, car les prévisions effectuées pour chacun de ces affluents du Rhin dépendent aussi en grande partie de la prévision des précipitations.

En résumé, on peut retenir

- que le temps de prévision fiablement réalisable sur la base des temps d'écoulement dans le Rhin **augmente** généralement **vers l'aval** (à l'exception de l'apport de grands affluents du Rhin dans lesquels la crue s'écoule rapidement) et simultanément
- que la fiabilité des prévisions des crues **baisse lorsque le temps de prévision augmente**, en fonction des prévisions météorologiques utilisées.

Il est difficile de fournir des **indications quantitatives générales** sur la précision des prévisions de crue du fait :

- d'une base de données limitée (de par nature, les crues surviennent rarement) et
- des caractéristiques individuelles de chaque crue (par ex. apport variable d'eau de fonte de neige ou non) ainsi que
- des améliorations permanentes apportées aux systèmes météorologiques et hydrologiques de prévision.

Les centres de prévision des crues du Rhin visent donc à développer des méthodes communes devant permettre à l'avenir d'évaluer la qualité des prévisions sur la base de critères uniformes et objectifs.

On citera comme exemple concret du degré de précision réalisable une évaluation des prévisions de la crue relevée en janvier 2012 à l'échelle de Maxau sur le Rhin supérieur. Pour cette crue, la différence de niveau entre la pointe pronostiquée et celle calculée est de 35 cm maximum pour un temps de prévision prolongé (de 25 à 48 h) et de 15 cm maximum pour une prévision à 24 h.

Les écarts moyens sont de 21 cm pour la prévision prolongée et d'un peu moins de 10 cm pour la prévision à 24 h.

En pratique, on applique en général la procédure suivante pour présenter les incertitudes des prévisions de crue dues au prolongement des temps de prévision :

- Le centre de prévisions en Suisse tient compte des incertitudes de la prévision de crue en calculant un ensemble à partir de différentes prévisions de précipitations. Il n'existe plus ainsi pour l'échelle de Bâle de prévision de niveau d'eau individuelle désignée « best-guess » a priori, mais il est montré à l'aide de l'éventail de variation des prévisions d'ensemble quelles sont les différentes évolutions concevables de la crue.
- Les centres de prévision allemands du Rhin calculent une prévision individuelle « best-guess » pour la mise en œuvre des mesures de rétention sur le Rhin. Pour faire ressortir les incertitudes, l'horizon de prévision est subdivisé en une zone fiable (« prévision des crues ») et une zone moins fiable (« estimation de l'évolution future »). Les horizons respectifs sont déterminés par le biais de calculs du temps d'écoulement (en fonction des échelles) des ondes de crue du Rhin et de ses principaux affluents.
- Le centre de prévision néerlandais publie différentes valeurs de niveau d'eau pour chaque jour de prévision. Il est envisagé d'indiquer également à l'avenir une fourchette pour les niveaux d'eau pronostiqués.

Cette méthode appliquée tient compte de l'utilisation et de l'importance des prévisions des inondations, qui varie fortement selon les régions, par exemple de la manœuvre des espaces de rétention sur le Rhin supérieur ou de l'avertissement précoce face à des situations critiques dans le delta du Rhin.

#### **2.4.4 Mise à disposition et utilisation des informations sur les crues**

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. L'Internet joue un rôle central dans la diffusion de l'information. Les sites internet [www.iksr.org](http://www.iksr.org) et [www.hochwasserzentralen.de](http://www.hochwasserzentralen.de) permettent un accès suprarégional/international aux sites internet détaillés des centres de prévision et d'annonce des crues sur le Rhin (voir annexe 5). Selon les besoins régionaux, les informations sur les crues sont également mises à disposition par le biais du télétexte, de services d'annonce téléphoniques, de services mobiles internet, du fax et des bulletins de crue diffusés à la radio.

Selon le mode de diffusion, les informations comprennent des données actuelles sur les niveaux d'eau et les débits, des prévisions, des rapports de situation et des informations météorologiques. Ces informations contribuent largement à la prévention des crues et à la réduction des dommages et sont entre autres à la base des mesures suivantes :

- Coordonner les restrictions dues aux crues et rétablir la navigation
- Evacuer à temps les zones exposées au risque d'inondation (par ex. campings, caves et habitations exposées au risque, mise en sécurité de sites de production industrielle)
- Mettre en place à un stade précoce les dispositifs mobiles de protection contre les inondations (par ex. fermeture des entrées portuaires et des portes de digues, installation de parois mobiles de protection)
- Assurer la manœuvre des dispositifs de rétention conformément aux critères définis et ajustés en plus au niveau international sur le Rhin supérieur (y compris les critères de prévision)
- Procéder à des évacuations méthodiques avant d'arriver à une situation critique.

En regard des biens existants et des dommages potentiels le long du Rhin, le système de prévision sur le Rhin a une importance majeure pour les économies nationales et rhénanes.

### 3. Perspectives à l'horizon 2020

Les Etats riverains du Rhin ont engagé sur la période 1998 à 2010 des moyens financiers importants pour mettre en œuvre les mesures de prévention des inondations fixées dans le Plan d'Action contre les Inondations. Celles-ci portent leurs fruits dès aujourd'hui, la protection des personnes et des biens s'étant améliorée depuis 1998. Néanmoins, les objectifs opérationnels n'ont pas tous pu être atteints intégralement et il apparaît clairement dès à présent que les objectifs opérationnels politiques formulés pour 2020 à l'époque où le PAI a été instauré seront difficiles à atteindre.

Bien qu'un certain risque subsiste toujours, la nécessité de réduire les conséquences négatives des inondations est confirmée par l'évolution socio-économique future (accroissement de la population et des activités économiques en zone inondable) et les impacts du changement climatique qui modifient le régime hydrologique du Rhin et de ses affluents. En effet, selon les connaissances actuelles, les phases de crue et d'étiage seront probablement plus fréquentes et plus prononcées. Les inondations peuvent donc avoir des niveaux d'eau plus élevés, durer plus longtemps et provoquer par là même des dommages plus fréquents et plus importants. Les périodes d'étiage peuvent entraver le trafic fluvial et l'approvisionnement en eau.

Les Etats riverains du Rhin doivent donc poursuivre leurs efforts à court et long terme pour ne pas aggraver la situation en présence et éviter les dommages futurs.

Ceci passe par la mise en œuvre d'actions dans les domaines suivants:

- Préserver les surfaces inondables, adapter les usages, les bâtiments et les infrastructures
- Réaliser les mesures de rétention planifiées et examiner la possibilité de créer des espaces de rétention supplémentaires le long du Rhin
- Affiner les prévisions des crues et améliorer les systèmes d'alerte et les outils de gestion des catastrophes
- Renforcer la culture du risque via la sensibilisation des particuliers, des administrations, et des entreprises concernés.

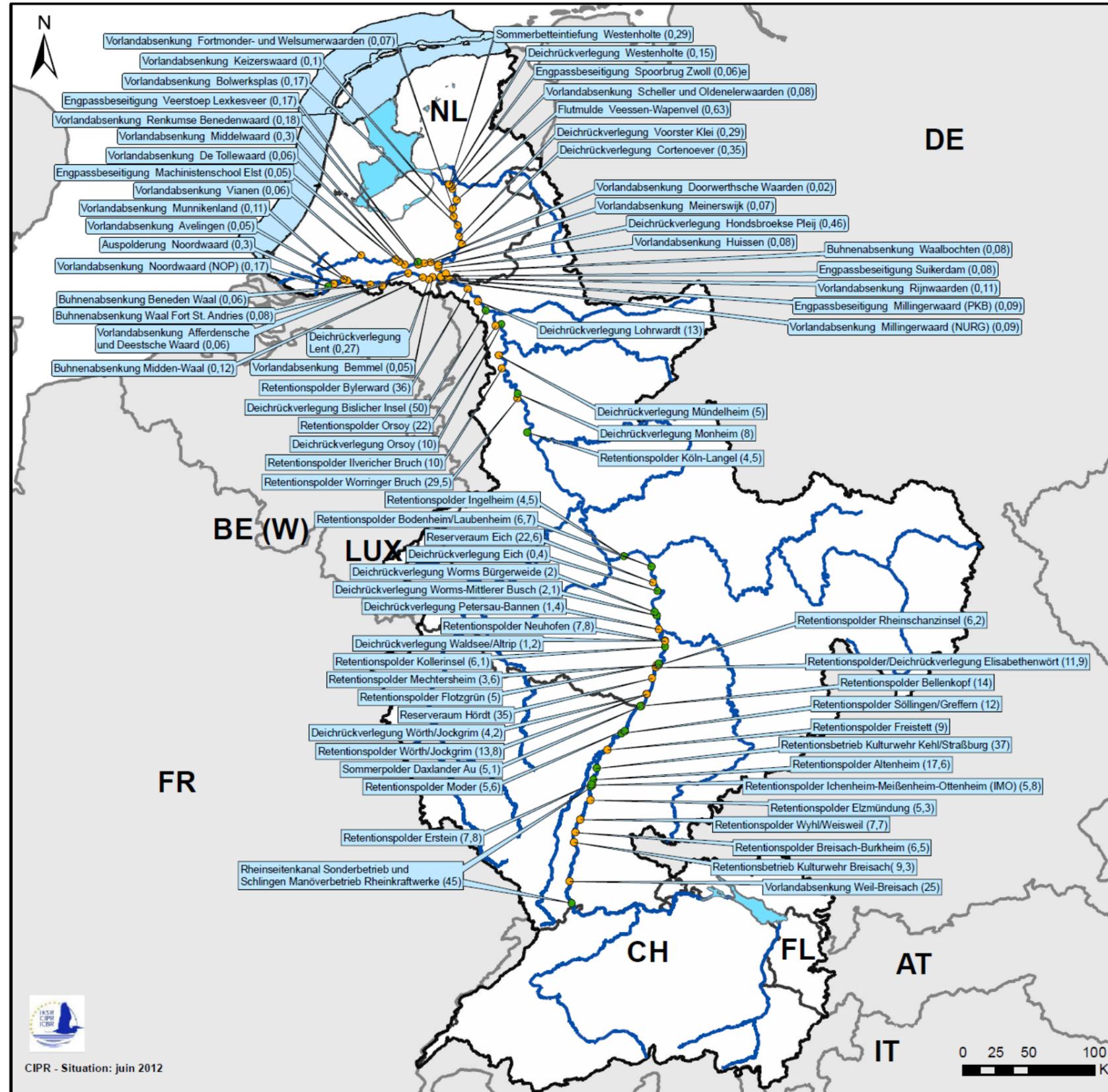
Les expériences acquises jusqu'à présent lors de la mise en œuvre du Plan d'Action contre les Inondations et les domaines d'intervention précités serviront aux Etats du bassin du Rhin à définir d'ici fin 2014 les grandes orientations et les objectifs du projet de « Plan de gestion des risques d'inondation » du cours du Rhin et de ses affluents exigé par la Directive communautaire relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondations.

Les efforts visant à réduire les risques et les dommages dus aux inondations seront donc à l'avenir partie intégrante du Plan de gestion des risques d'inondation actuellement mis au point et qu'il convient d'achever, aux termes de la DI, d'ici fin 2015. Le premier cycle de mise en œuvre du Plan de gestion des risques d'inondation couvre la période comprise entre 2015 et 2021.

En outre, les Etats rhénans se sont également engagés à mettre au point une stratégie d'adaptation aux conséquences du changement climatique sur la gestion de l'eau à l'échelle du bassin du Rhin.

### Annexe 1 – Carte synoptique des mesures relatives au 2<sup>ème</sup> objectif opérationnel

Les indications et explications sur les types de mesures représentés dans la carte figurent dans les tableaux (annexe 2) ainsi que dans le glossaire (annexe 3).



#### Mesures de rétention sur le cours principal du Rhin

##### Etat de mise en œuvre des mesures

- Réalisé
- En construction/Planifié

##### Eaux

- Cours d'eau
- Eaux côtières et eaux de transition

##### Remarques concernant les données chiffrées

Concernant les mesures d'abaissement des niveaux d'eau situées dans le Delta du Rhin à partir de Lobith: Réduction des niveaux d'eau en m

Concernant les mesures de rétention entre Bâle et Lobith: volume de rétention en millions de m<sup>3</sup>

Remarque: les noms français ou néerlandais des mesures sont donnés dans les tableaux ci-joints.



CIPR - Situation: juin 2012

## Annexe 2 -Tableaux synoptiques sur les mesures relatives au 2<sup>ème</sup> objectif opérationnel

On trouvera dans le glossaire (annexe 3) les explications sur les types de mesures mentionnés dans les tableaux.

### Mesures de rétention entre Bâle et Lobith avec indications des volumes correspondants (en millions de m<sup>3</sup>)

PK du Rhin	Zone	Etat/Land	Localisation de la mesure	Type de mesure	Volume opérationnel [millions de m <sup>3</sup> ]					
					1977	1995	2005	2010	2020	2020+
174 - 226 234 - 291	Rhin supérieur	F	Grand Canal d'Alsace et festons	Manœuvres exceptionnelles des usines du Rhin		45	45	45	45	45
174,6 – 219		D-BW	Weil-Breisach	Décaissement du lit majeur					2,8 <sup>2)</sup>	25
224,8		D-BW	Breisach	Manœuvres de rétention des barrages agricoles					9,3	9,3
228,4		D-BW	Breisach-Burkheim	Polder de rétention					6,5	6,5
243		D-BW	Wyhl-Weisweil	Polder de rétention						7,7
260,5		D-BW	Débouché de l'Elz	Polder de rétention					5,3	5,3
272		D-BW	Ichenheim-Meißenheim-Ottenheim (IMO)	Polder de rétention						5,8
276		F	Erstein	Polder de rétention			7,8	7,8	7,8	7,8
278,4		D-BW	Altenheim	Polder de rétention		17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
290,3		D-BW	Kehl/Strasbourg	Manœuvres de rétention des barrages agricoles		37 <sup>1)</sup>	37	37	37	37
302		D-BW	Freistett	Polder de rétention						9
317,4		D-BW	Söllingen/Greffern	Polder de rétention			12	12	12	12
330		F	Moder	Polder de rétention		5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
354,9		D-BW	Bellenkopf	Polder de rétention						14
357,5		D-RP	Daxlander Au	Polder d'été	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
368		D-RP	Wörth/Jockgrim	Recul de digues					4,2	4,2
377		D-RP	Hördt	Polder de rétention					13,8	13,8
381,3		D-RP	Hördt	Espace de réserve						35
390		D-BW	Elisabethenwört	Polder de rétention / recul de digues						11,9
390,4		D-RP	Mechtersheim	Polder de rétention					3,6	3,6
392,6		D-BW	Ile de Rheinschanz	Polder de rétention					6,2	6,2
409,9		D-RP	Flotzgrün	Polder de rétention			5	5	5	5
411,5		D-RP	Ile de Koller	Polder de rétention			6,1	6,1	6,1	6,1
436		D-RP	Waldsee/Altrip	recul de digues					1,2	1,2
439		D-RP	Neuhofen	Polder de rétention					7,8	7,8
440,2		D-RP	Petersau-Bannen	Recul de digues					1,4	1,4
467,3		D-RP	Worms – Mittlerer Busch	Recul de digues				2,1	2,1	2,1
468,5		D-RP	Worms Bürgerweide	Recul de digues			2	2	2	2
489,9		D-RP	Eich	Recul de digues			0,4	0,4	0,4	0,4
517,3		D-RP	Eich	Espace de réserve						22,6
668,5		D-RP	Bodenheim/Laubenheim	Polder de rétention				6,7	6,7	6,7
705,5		D-RP	Ingelheim	Polder de rétention				4,5	4,5	4,5
707,5		D-NRW	Cologne-Langel	Polder de rétention				4,5	4,5	4,5
750		D-NRW	Worringer Bruch	Polder de rétention					29,5	29,5
760,5		D-NRW	Monheim	Recul de digues			8	8	8	8
802		D-NRW	Ilvericher Bruch	Polder de rétention						10
797,5		D-NRW	Mündelheim	Recul de digues					5	5
818,5		D-NRW	Orsoy	Recul de digues			10	10	10	10
832,5		D-NRW	Orsoy	Polder de rétention					22	22
850		D-NRW	Ile de Bislich	Recul de digues	50 <sup>3)</sup>	50	50	50	50	50
		D-NRW	Lohrwardt	Recul de digues					13	13
		D-NRW	Bylerward	Polder de rétention						36
<b>Somme des volumes de rétention des mesures d'abaissement des niveaux d'eau sur le Rhin par état d'aménagement</b>					<b>55,1</b>	<b>160,3<sup>1)</sup></b>	<b>211,6</b>	<b>229,4</b>	<b>361</b>	<b>535,2</b>
<sup>1)</sup> Barrage agricole de Kehl : volume opérationnel de 13 millions de m <sup>3</sup> en régime régulier jusqu'en 2002 et 24 millions de m <sup>3</sup> supplémentaires opérationnels en cas exceptionnel <sup>2)</sup> 2,8 millions de m <sup>3</sup> = 1 <sup>er</sup> tronçon sur 4 au total. De plus, des parties des tronçons III et IV seront déjà achevées en 2020. <sup>3)</sup> Daxlander Au et l'île de Bislich étaient déjà des zones inondées par les crues du Rhin avant l'achèvement des mesures de rétention.										

Mesures de réduction des niveaux d'eau dans le delta du Rhin à partir de Lobith avec effet minimal d'abaissement du niveau d'eau attendu (en m) ; seules sont listées les principales mesures. Le tableau ne rassemble que les mesures réalisées dans le cadre de la décision nationale d'aménagement du territoire (planologische kernbeslissing) « Espace pour le fleuve »

PK	Zone	Etat/Land	Localisation de la mesure	Type de mesure	Effet minimal d'abaissement de niveau d'eau attendu <sup>4)</sup> (par mesure) (m)				
					1995	2005	2010	2020	2020+
865	Bovenrijn/Waal/Merwedes	NL	Rijnwaarden	décaissement du lit majeur				0,11	0,11
871		NL	Millingerwaard (PKB)	élimination des obstacles				0,09	0,09
871		NL	Millingerwaard (NURG)	décaissement du lit majeur					
871		NL	Suikerdam	élimination des obstacles				0,08	0,08
878		NL	Bemmel	décaissement du lit majeur				0,05	0,05
882		NL	Lent	recul de digues				0,27	0,27
897		NL	Afferdensche et Deestsche Waard	décaissement du lit majeur				0,06	0,06
867		NL	Méandres du Waal	abaissement d'épis				0,08	0,08
887		NL	Midden-Waal	abaissement d'épis				0,12	0,12
916		NL	Waal à Fort St. Andries	abaissement d'épis				0,08	0,08
934		NL	Beneden Waal	abaissement d'épis				0,06	0,06
948		NL	Munnikenland	décaissement du lit majeur				0,11	0,11
955		NL	Avelingen	décaissement du lit majeur				0,05	0,05
964		NL	Noordwaard	dépoldérisation				0,3	0,3
968		NL	Noordwaard (NOP)	décaissement du lit majeur			0,17	0,17	0,17
871		Pannerdensch Kanaal, Nederrijn, Lek	NL	Huissen	décaissement du lit majeur				0,08
883	NL		Meinerswijk	décaissement du lit majeur				0,07	0,07
893	NL		Doorwerthsche Waarden	décaissement du lit majeur				0,02	0,02
898	NL		Renkumse Benedenwaard	décaissement du lit majeur					
898	NL		Rampe d'accès au bac de Lexkesveer	élimination des obstacles			0,17	0,18	0,18
908	NL		Middelwaard	décaissement du lit majeur				0,03	0,03
911	NL		De Tollewaard	décaissement du lit majeur				0,06	0,06
917	NL		Machinistenschool Elst	élimination des obstacles				0,05	0,05
946	NL		Vianen	décaissement du lit majeur				0,06	0,06
878	IJssel		NL	Hondsbroekse Pleij	recul de digues				0,46
918		NL	Cortenoever	recul de digues				0,35	0,35
930		NL	Voorster Klei	recul de digues				0,29	0,29
943		NL	Bolwerksplas	décaissement du lit majeur				0,17	0,17
947		NL	Keizerswaard	décaissement du lit majeur				0,1	0,1
957		NL	Fortmonder- et Welsumerwaarden	décaissement du lit majeur				0,06 - 0,08	0,06 - 0,08
961		NL	Veessen-Wapenveld	chenal de dérivation des crues				0,63	0,63
977		NL	Scheller et Oldenelerwaarden	décaissement du lit majeur				0,08	0,08
978		NL	Pont ferroviaire de Zwolle	élimination des obstacles				0,06	0,06
980		NL	Westenholte	recul de digues				0,15	0,15
980		NL	Westenholte	creusement du lit mineur				0,29	0,29

<sup>4)</sup> Ces mesures visent principalement à augmenter la capacité d'écoulement dans le delta du Rhin. Il n'est donc indiqué que l'effet minimal d'abaissement du niveau d'eau par mesure. Ceci explique pourquoi les mesures ne sont pas prises en compte dans le volume total de rétention.

Des mesures atteignant environ 17 km<sup>2</sup> de surface ont déjà été réalisées en 2005 (voir Bilan PAI 1995-2005). Cette surface a été étendue à 38 km<sup>2</sup> en 2010 grâce à la réalisation de mesures supplémentaires.

PKB = Planologische Kernbeslissing (directive nationale d'aménagement du territoire)

NURG = Nadere Uitwerking Rivierengebied (développement de la zone fluviale)

NOP = Natuurontwikkelingsproject (projet de développement de la nature)

## Annexe 3 - Glossaire

### Mesures de protection contre les inondations

Mesures de réduction (ou d'élimination) du risque d'inondation par abaissement des probabilités et/ou des impacts de crues dans une zone donnée. Il est fait la distinction entre mesures de protection actives et passives, mesures constructives (par ex. digues) et non constructives (par ex. prévention des inondations), mesures de protection fixes et mobiles.

### Polder

Ce terme désigne globalement les surfaces habituellement protégées des eaux mais qui peuvent être temporairement mises en eau. Cette intrusion d'eau ou mise en eau peut être intentionnelle ou non intentionnelle. Elle peut survenir par effet d'une inondation, de mesures engagées ou encore de défaillance des installations de protection.

Les surfaces poldérisées sont donc soit des zones situées derrière les ouvrages de protection contre les inondations, soit des espaces de rétention des crues, soit encore des zones asséchées mais malgré tout exposées à une défaillance des systèmes de pompage.

Selon les régions, ouvrages ou modes de fonctionnement considérés, plusieurs expressions intègrent la notion de « polder » et doivent être précisées selon leur contexte (voir plus bas).

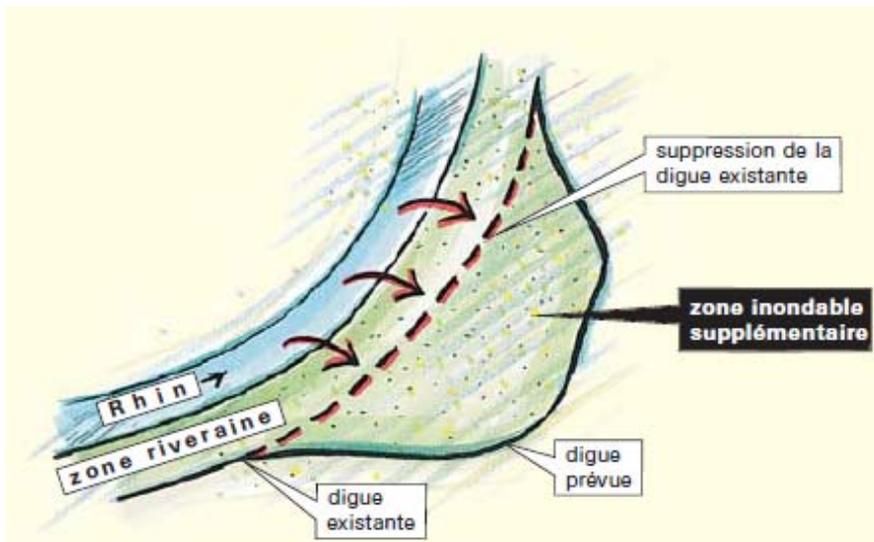
Dans le cadre des mesures techniques de protection contre les inondations, un polder est une zone déconnectée du régime naturel des crues du fait de la mise en place de dispositifs de protection contre les inondations. Dans le sens traditionnel qui lui est donné aux Pays-Bas, la zone peut être urbanisée ou soumise à exploitation agricole etc. du fait de la protection quasiment totale dont elle jouit contre les submersions.

Dans un contexte plus spécifique, le terme 'polder' est fréquemment utilisé pour les zones fondamentalement protégées contre les submersions par des dispositifs correspondants, mais qui sont (ou peuvent être) mises en eau (intentionnellement). Le terme 'polder' est alors utilisé en relation avec d'autres expressions telles que 'polder d'été' (voir plus bas) ou 'polder de rétention' (voir également ci-après), ou encore 'diguetiroir' ou 'polder de submersion'.

Aux fins d'évaluation du 2<sup>ème</sup> objectif opérationnel du Plan d'Action contre les Inondations, le GE HVAL analyse à l'aide de techniques de modélisation les types de mesures d'abaissement des niveaux d'eau et les impacts de rétention sur le Rhin mentionnés ci-dessous :

## 1. Mesures non manœuvrables d'abaissement des niveaux d'eau

### 1a) Recul 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.

### 1b) Dépoldérisation



La digue située côté fleuve d'un polder est mise en retrait vers les terres, parfois mise en eau ou complètement retirée. Cette zone est alors dépoldérisée et l'eau peut y affluer à nouveau en situation de crue.

### 1c) Polders d'été

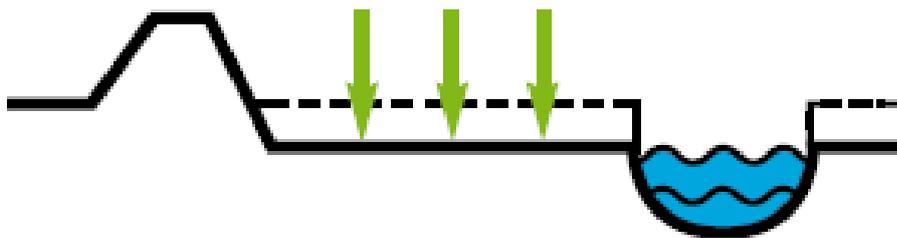
Des surfaces séparées du lit mineur du Rhin par une digue basse (« digue d'été ») sont remises en eau par submersion (non manœuvrable) de la digue d'été en période de crues de faible amplitude. Les polders d'été ne sont généralement pas équipés d'ouvrage de prise ou de vidange.

*Submersion de la digue d'été « Daxlander Au » (août 2007) :*



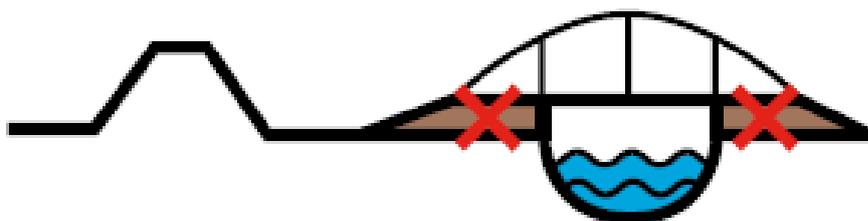
*Digue d'été côté Rhin en situation d'inondation et montée des eaux dans une zone poldérisée*

### 1d) Décaissement du lit majeur



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

**1e) Elimination des obstacles = élimination des goulets d'étranglement**



Elimination d'un goulet hydraulique d'étranglement pour supprimer une accumulation d'eau à un niveau local. Il en résulte une meilleure évacuation de l'eau et, par là même, une baisse du niveau d'eau en situation de crue.

**1f) Abaissement d'épis**



Abaissement d'épis sur les voies navigables. Il en résulte une meilleure évacuation de l'eau et, par là même, une baisse du niveau d'eau en situation de crue.

**1g) Chenal de dérivation des crues**



Un chenal de dérivation des crues est un lit majeur séparé du milieu fluvial par des digues, dérivé du fleuve et évacuant par là même une partie de l'eau par une autre voie.

**1h) Creusement du lit mineur**



Le lit mineur est approfondi par creusement. Cette mesure a pour effet d'augmenter la capacité à un niveau d'eau constant.

## 2. Mesures de rétention manœuvrables

### 2a) Manœuvres exceptionnelles des usines du Rhin supérieur méridional

En situation de crue, le débit turbiné est progressivement diminué dans le tronçon canalisé et une partie du débit est dirigée vers le Vieux Rhin (non navigable) parallèle au Grand Canal d'Alsace ou vers les festons, ce qui permet d'utiliser le Vieux Rhin comme espace de rétention.



*Dans le Grand Canal d'Alsace et les festons : Le ralentissement du débit dans les canaux de fuite donne lieu à un débordement et une rétention dans le lit naturel du fleuve.*

### 2b) Manœuvres de rétention des barrages agricoles du Rhin supérieur méridional

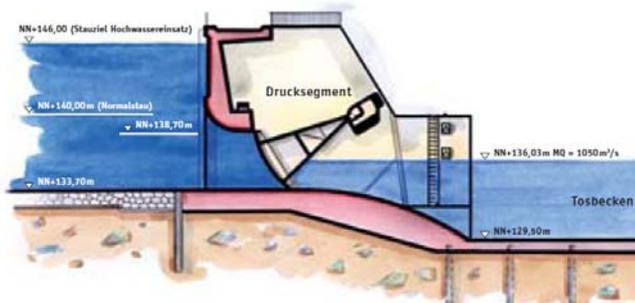
Les barrages agricoles permettent de gérer le niveau de la nappe alluviale pour l'agriculture.

En mode de rétention, les barrages agricoles placés sur le cours principal du Rhin sont manœuvrés pour retenir les crues de manière ciblée. Un règlement défini est appliqué aux barrages agricoles du Rhin pour gérer le niveau d'eau dans le lit du Rhin et dans les zones inondables en amont des barrages. Dans un premier temps, la retenue dans le barrage agricole doit être vidangée pour permettre de retenir la crue par la suite. Du fait de la hausse des niveaux d'eau à l'aval du barrage, les zones contiguës peuvent être inondées.

Après abaissement des vannes du barrage, l'espace de rétention est à nouveau vidé. Comme les polders, les barrages manœuvrés de manière ciblée sont des outils très efficaces de rétention des crues.

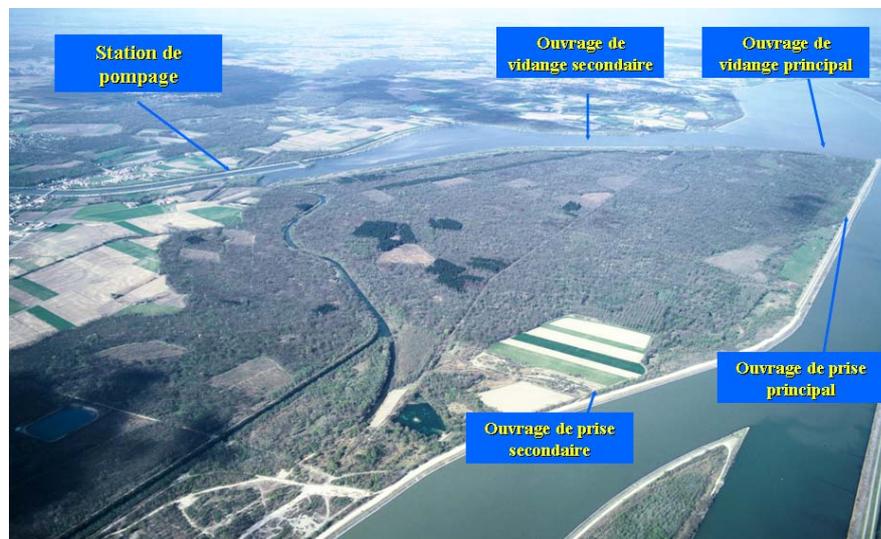
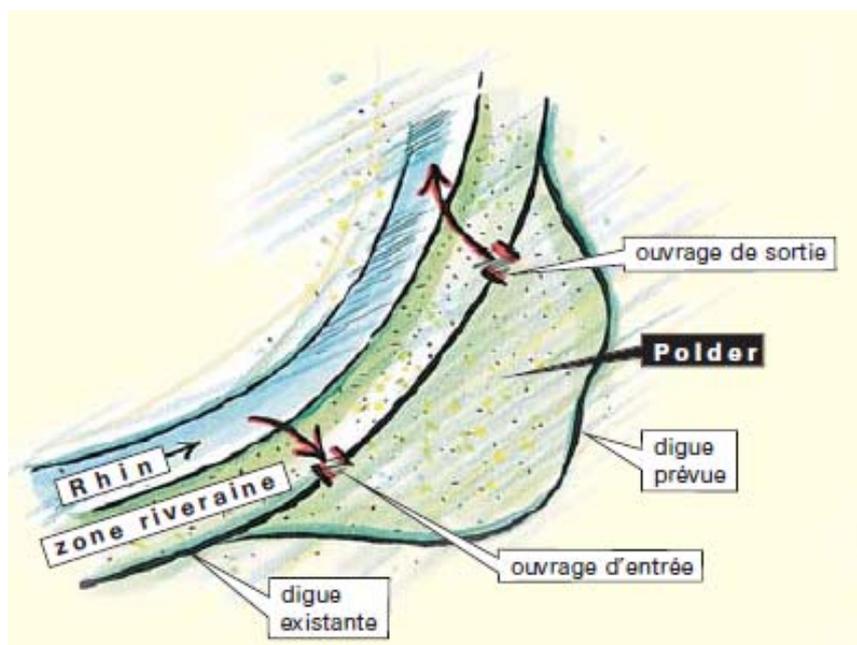


*Barrage agricole de Kehl/Strasbourg*



## 2c) Polders de rétention

Les surfaces de polder situées dans les zones de rétention parallèles au cours principal du Rhin sont inondées pour écrêter les pointes de crue par le biais d'ouvrages de prise aux fins de rétention des crues. A titre de mesure écologique compensatoire, des polders sont inondés au passage de crues de petite amplitude (« inondations écologiques »). Les polders de rétention sont généralement appelés 'espaces de rétention des crues' ou encore 'polders de submersion' dans d'autres bassins.



*Polder d'Erstein*

**2d) Espaces de réserve** (également désignés **espaces de décharge (exceptionnels)** ou **deuxième ligne de défense** dans la brochure sur la prévention du risque de dommages liés aux inondations publiée par la CIPR en 2002)

Il s'agit de surfaces de rétention parallèles au Rhin qui sont très rarement submergées. En règle générale, elles n'entrent en action que quand le débit de dimensionnement des digues est dépassé et apportent ainsi une marge de sécurité supplémentaire au-delà de ce débit de dimensionnement. Dans la plupart des cas, le volume d'un espace de réserve est nettement supérieur à celui d'un polder de rétention classique.

### 3. Surfaces submersibles en situation de crue extrême

En situation de crue extrême, il peut arriver, notamment en cas de dépassement des débits de dimensionnement, que les digues soient submergées ou rompent, ce qui peut provoquer l'inondation à grande échelle de surfaces situées derrière les digues (entre autres des zones d'urbanisation étendues).

L'écoulement des eaux du Rhin dans les terres situées derrière les digues et leur reflux vers le Rhin à des endroits parfois très éloignés plus en aval peut avoir un impact très marquant sur l'évolution de l'onde de crue du Rhin.



*Rupture de digue sur le Rhin supérieur à Flotzgrün (crue de juin 1953)*

## Annexe 4 – Mise à jour des liens internet sur les cartes des zones inondables

### Pays-Bas :

<http://nederland.risicokaart.nl/risicokaart.html> ou [www.risicokaart.nl](http://www.risicokaart.nl)  
[www.nederlandleeftmetwater.nl](http://www.nederlandleeftmetwater.nl)  
([www.watercanon.nl](http://www.watercanon.nl)).

### Allemagne :

- **Rhénanie-du-Nord-Westphalie :**

LANUV (NRW) : <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/hwberkarten.htm>

[http://www.uvo.nrw.de/uvo/uvo\\_main.html](http://www.uvo.nrw.de/uvo/uvo_main.html)

Cologne (nouvelles cartes des zones inondables, mai 2011) : <http://www.hw-karten.de/koeln/>

Bonn : [http://stadtplan.bonn.de/cms/cms.pl?Amt=Stadtplan&set=0\\_0\\_0\\_0&act=0](http://stadtplan.bonn.de/cms/cms.pl?Amt=Stadtplan&set=0_0_0_0&act=0)  
(y compris vues aériennes de la crue de 1995)

- **Rhénanie-Palatinat :**

Cartes interactives des zones inondables et des risques d'inondation :

<http://www.hochwassermanagement.rlp.de/>

Transnational Internet Map Information System – TIMIS :

<http://webgis.timisflood.net/>

- **Hesse :**

Cartes des risques d'inondation du Rhin et du Main hessois : [http://www.rp-darmstadt.hessen.de/irj/RPDA\\_Internet?cid=afe8747f79b29d3ef93cfd462cec804b](http://www.rp-darmstadt.hessen.de/irj/RPDA_Internet?cid=afe8747f79b29d3ef93cfd462cec804b)

Mapviewer (non finalisé) : <http://hessenviewer.hessen.de/initParams.do>

Cadastre des espaces de rétention (projet sur le cadastre des espaces de rétention en Hesse – RKH) :

<http://www.hlug.de/medien/wasser/rkh/kataster.htm>

- **Bade-Wurtemberg :**

Cartes interactives des zones inondables et des risques d'inondation :

[www.hochwassser.baden-wuerttemberg.de](http://www.hochwassser.baden-wuerttemberg.de) et [http://rips-dienste.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/hwgk\\_internet/%28S%282oi0oojuvqs3b4qr5emcuue4%29%29/De\\_fault.aspx](http://rips-dienste.lubw.baden-wuerttemberg.de/rips/hwgk_internet/%28S%282oi0oojuvqs3b4qr5emcuue4%29%29/De_fault.aspx)

- **Sarre :**

<http://gdzims.lkvk.saarland.de/website/USG1/viewer.htm>

- **Bavière :**

<http://www.geodaten.bayern.de/bayernviewer-flood/flood/index.cgi>

Informationsdienst Alpine Naturgefahren – IAN: [www.ian.bayern.de](http://www.ian.bayern.de)

### France :

<http://cartorisque.prim.net/>

### Luxembourg :

Cartes des zones inondables et cartes des risques d'inondation (projets) :

<http://eau.geoportail.lu>

Transnational Internet Map Information System – TIMIS:

<http://maps.ebp.ch/timis/webgis/lux/>

**Belgique :**

**Région Wallonne :**

<http://cartopro3.wallonie.be/alino/viewer.htm>

<http://cartographie.wallonie.be/NewPortailCarto/index.jsp?page=CitCartesDynAutrApplic&node=10>

**Suisse :**

<http://www.bafu.admin.ch/gefahrenkarten>

<http://www.bafu.admin.ch/cartes-dangers>

<http://map.bafu.admin.ch/>

**Autriche :**

<http://www.hora.gv.at/>

[http://gis.lebensministerium.at/ehora/frames/index.php?PHPSESSID=ae7c7f12b8eaf9f39110e958a790e56a&146=true&gui\\_id=eHORA](http://gis.lebensministerium.at/ehora/frames/index.php?PHPSESSID=ae7c7f12b8eaf9f39110e958a790e56a&146=true&gui_id=eHORA)

[www.hochwasserrisiko.at](http://www.hochwasserrisiko.at) (plans des zones exposées au danger)

[www.naturgefahren.at](http://www.naturgefahren.at)

## Annexe 5 – Mesures d’information préventive : liste non exhaustive de sites internet, brochures et manifestations

### Sites Internet

*De nombreux nouveaux sites internet liés aux risques d’inondation ont vu le jour depuis 2005. D’autres ont subi une refonte ou des mises à jour.*

**France** : les sites internet de prévision des crues [www.vigicrues.ecologie.gouv.fr](http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr) mis en ligne en 2006, et ceux d’informations préventives [www.prim.net](http://www.prim.net) et, depuis 2010, [www.risques.gouv.fr](http://www.risques.gouv.fr).

**Allemagne** : On peut prendre comme exemples les sites internet du Land de Rhénanie-Palatinat sur la gestion des risques d’inondation (<http://www.hochwassermanagement.rlp.de/servlet/is/391/>), le site du Land de Bade-Wurtemberg ([www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de](http://www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de)) et un site bavarois se concentrant sur le Main ([www.hopla-main.de](http://www.hopla-main.de)). Les différents centres de prévision des Länder sont accessibles à partir du site commun [www.hochwasserzentralen.de](http://www.hochwasserzentralen.de).

### Suisse :

- La plateforme nationale «Dangers naturels» PLANAT<sup>8</sup> <http://www.planat.ch/fr/> a fait l’objet d’améliorations dans le cadre du plan d’action ‘Dialogue sur le risque’ et s’est dotée de nouveaux instruments pour l’utilisateur.
- Le Portail de prévention des dangers naturels [www.ch.ch/gefahren](http://www.ch.ch/gefahren), issu du projet OWARNA (Optimisation du système d’alerte et d’alarme en cas de catastrophe naturelle) fait suite aux inondations de 2005 (accès à partir de la page centrale de la Confédération, des cantons et des communes).
- La Plate-forme commune d’information sur les dangers naturels (GIN): <http://www.gin-info.ch/> (documents techniques sur les dangers naturels des services techniques de la Confédération mis à disposition des services techniques cantonaux et locaux : mesures et observations, prévisions, alertes, modèles et bulletins)
- <http://www.dangers-naturels.ch/> (Alertes actuelles de la Confédération aux dangers naturel)
- Sites de l’OFEV, avec [www.bafu.admin.ch/naturgefahren](http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren) et [www.bafu.admin.ch/hydrologie](http://www.bafu.admin.ch/hydrologie)

**Luxembourg** : mise en ligne d’un portail concernant la gestion de l’eau : <http://eau.geoportail.lu> ainsi que <http://www.inondations.lu/> qui donne des informations sur les inondations et les stations de mesure, les cotes d’alerte etc.

**Autriche** : les sites [www.hora.gv.at](http://www.hora.gv.at), [www.hochwasserrisiko.at](http://www.hochwasserrisiko.at) et [www.naturgefahren.at](http://www.naturgefahren.at).

### Nouvelles brochures

*Outre leur distribution au format papier, les brochures sont fréquemment consultables et téléchargeables sur les sites internet.*

#### Allemagne

Nouvelle édition du guide technique sur la protection des bâtiments du Ministère fédéral des Transports, du Bâtiment et du développement urbain : « *Hochwasserschutzfibel – Objektschutz und bauliche Vorsorge* »)

**Bade-Wurtemberg** : Prolongements juridiques des cartes des zones inondables : „*Leitfaden Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg*“ (Octobre 2005), Gestion des catastrophes: „*In 5 Schritten zum Hochwasseralarm- und Einsatzplan*“, WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (septembre 2006); planification

<sup>8</sup> PLANAT est une commission extraparlamentaire qui s’occupe des dangers naturels en Suisse.

Priorités de PLANAT: élaborer et coordonner une stratégie nationale et durable contre les dangers naturels et institutionnaliser la gestion intégrée des risques naturels.

de la gestion des risques d'inondation : „Hochwasserrisikomanagementplanung in Baden-Württemberg“ (décembre 2011),

<http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/B/hochwasserschutzfibel.html>

**Rhénanie-Palatinat** : réduction des dommages personnels „Land unter, ein Ratgeber für Hochwassergefährdete und solche, die es nicht werden wollen“, brochure de 2005 concernant la protection des digues „Hinweise für die Wasserwehren“ ainsi que récemment une brochure générale sur la gestion du risque inondation (<http://www.hochwassermanagement.rlp.de>).

**Rhénanie-du-Nord-Westphalie** : brochure „Mit dem Wasser leben – Hochwasserschutz in NRW“

([http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/broschuere\\_mit\\_dem\\_wasser\\_leben.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/broschuere_mit_dem_wasser_leben.pdf)), et un document destiné aux enfants

[http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/info\\_fuer\\_kinder/index.php](http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/info_fuer_kinder/index.php)

Ville de Cologne et association Hochwassernotgemeinschaft Rhein : différentes brochures : [http://www.steb-koeln.de/pool/files/Broschuere\\_Hochwasser.pdf](http://www.steb-koeln.de/pool/files/Broschuere_Hochwasser.pdf) , « Wohnen am Strom » <http://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf15/regionale/6.pdf> ainsi qu'un calendrier de photos de crues historiques, un jeu de cartes, etc.

**Hesse** : Plan d'action du Land pour la protection contre les inondations, différentes brochures sur la protection par des digues : <http://www.hessen.de>

**Thuringe** brochure sur les repères de crues „Hochwassermarken in Thüringen“ : <http://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1062.pdf>

Association Rheinkolleg : catalogue de mesures innovantes „Living with Floods“ (disponible sur commande, contact : <http://www.rheinkolleg.de/>).

**Pays-Bas et Rhénanie du Nord-Westphalie** (documentation commune): quatre magazine allemand-néerlandais („Hochwassermagazine“) portant sur la coopération bilatérale en matière de protection et (renforcement de la conscience transfrontalière des inondations).

#### **Pays-Bas**

Brochure néerlandaise « Waterveiligheid, begrippen en begrijpen » (en version anglaise également: flood risk, understanding concepts)

<http://www.helpdeskwater.nl/publish/pages/4309/waterveiligheid-lowres.pdf>

**France** : le Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM), Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM), et d'autres brochures: [www.prim.net](http://www.prim.net) et [www.risques.gouv.fr](http://www.risques.gouv.fr). Publication du Centre Européen de Prévention des Risques d'Inondation (CEPRI) : entre autres, le guide méthodologique sur la protection individuelle du bâti :

[http://www.cepri.net/fr/63/Outils\\_et\\_guides\\_methodologiques.html](http://www.cepri.net/fr/63/Outils_et_guides_methodologiques.html).

**Suisse** : nombreuses publications, voir sites mentionnés ci-dessus. Diffusion à grande échelle du rapport de synthèse des crues de 2005 :

<http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01921/01948/index.html?lang=fr>

**Luxembourg** : guide pour la gestion durable des eaux de pluie en zone urbaine et autres brochures : [www.eau.public.lu/publications/index.html](http://www.eau.public.lu/publications/index.html)

**Autriche** : différentes brochures « Leben mit Naturgefahren » et « Hochwasserschutz in Österreich », « Die Kraft des Wassers » ainsi que celles du projet FloodRisk.

## Colloques, expositions, excursions

### Allemagne :

- L'association allemande de la gestion des eaux, des eaux usées et des déchets (DWA) organise de nombreux séminaires techniques touchant différentes facettes de la prévention.
- Au Bade-Wurtemberg, sur le Neckar, les autorités organisent des sorties pour les plus petits ainsi que des visites des polders du Haut Rhin<sup>9</sup>.
- En Hesse des séminaires particuliers s'intéressent à la protection des digues.
- La ville de Cologne et le Centre de compétence sur les inondations<sup>10</sup> organisent de nombreuses activités pour faire connaître les inondations : tours en vélo, sorties, etc. La station de pompage<sup>11</sup> de la Schönhauser Straße, illuminée en différentes couleurs selon les hauteurs d'eau, constitue un exemple très original de sensibilisation.
- En 2010, l'association « Hochwassernotgemeinschaft Rhein<sup>12</sup> » a réalisé un concours artistique à destination des enfants.

### Suisse :

Depuis 2007, organisation d'une conférence annuelle interdisciplinaire entre les spécialistes des risques naturels fédéraux et cantonaux (gestion intégrée des risques naturels). Une conférence grand-public (environ 400 visiteurs) sur les crues de 2005 s'est tenue en 2008. En 2009, des ateliers sur la répartition des tâches entre la Confédération et les cantons en matière de prévention et d'intervention ont servi à améliorer la coopération entre services techniques et de commandements.

### Autriche :

- *Exposition itinérante "Protection contre les dangers naturels".*
- *Colloque technique sur le thème "100 ans d'inondation".*

---

<sup>9</sup> <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/2100/> et <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de>

<sup>10</sup> <http://www.steb-koeln.de/aktuelleinfos.html>

<sup>11</sup> [http://www.steb-koeln.de/pool/media/Lichtzenen\\_PW\\_Schoenhauser\\_Str.pdf](http://www.steb-koeln.de/pool/media/Lichtzenen_PW_Schoenhauser_Str.pdf)

<sup>12</sup> <http://www.hochwassernotgemeinschaft-rhein.de>