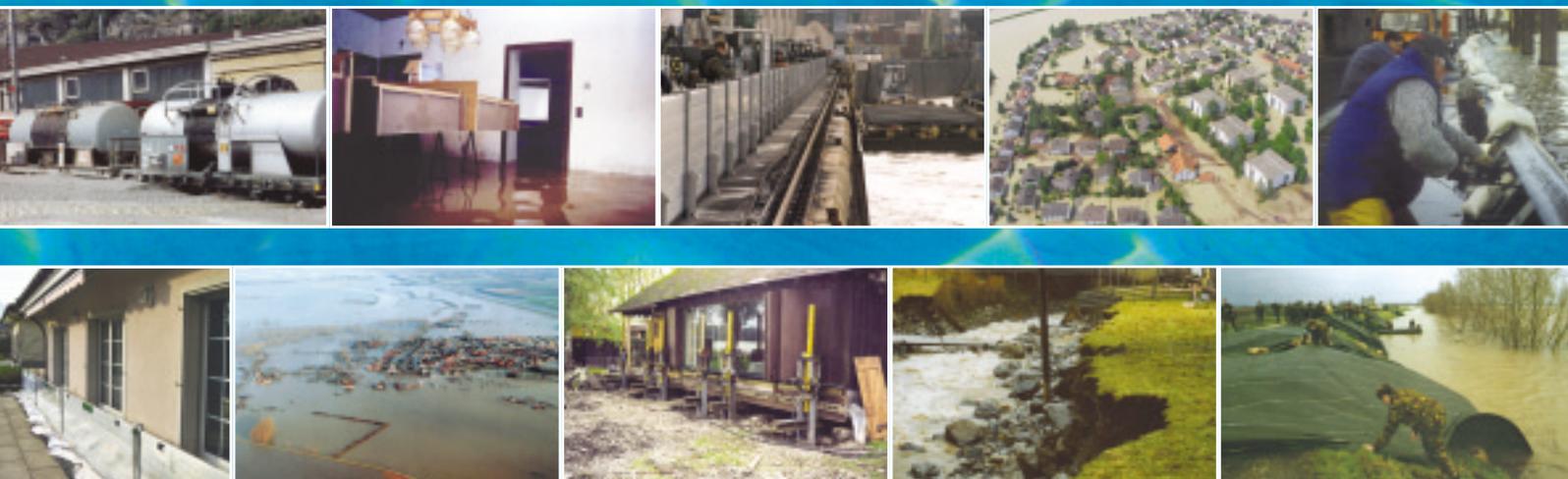


# Commission Internationale pour la Protection du Rhin



## Prévention du risque de dommages liés aux inondations: Mesures générales et leur efficacité

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

## Adresse bibliographique

© 2002

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)

### Editeur:

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)

Postfach 20 02 53

D - 56002 Coblenz

<http://www.iksr.org>

### Auteur:

Dr. Thomas Egli, Egli Engineering, St. Gall

### Membres du cercle d'experts:

Dr. Armin Petrascheck (président), Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel; Dörte Aller, Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen, Bern; Ilke Borowski, Umweltbundesamt, Berlin; Martine Brinkhuis-Jak, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft; Andreas Christ, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz; Paul Dewil, Ministère wallon de l'Équipement et des Transports, Namur; Sabine Ernst, Deutsches IRMA-Sekretariat, Düsseldorf; Dr. Laurent Marcos, Service de la Navigation, Strasbourg; Markus Moser, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart; Bart W.A.H. Parmet, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft; Dr. Dominique Ritz, Service de la Navigation, Strasbourg; Reinhard Vogt, Hochwasserschutz-zentrale, Köln; Dr. Anne Schulte-Wülwer-Leidig (secrétariat)

### Etabli à partir des rapports partiels suivants:

- Pays-Bas et Belgique (sous-mandat A1) : Flood damage modelling in the Netherlands. Damage reduction by non-structural measures. Delft hydraulics, Delft, Frank den Heijer et Karin de Bruin.
- Allemagne (sous-mandat A2 /A3) : Analyse et réduction des dommages dans les zones d'habitat. Université Technique de Hamburg-Harburg, Prof. Erik Pasche et **Timm Ruben Geissler**.
- Allemagne (sous-mandat A2/A3) : Etude d'efficacité. Statut quo et analyse des tendances, études de cas pour les sections A2 et A3, Allemagne. Björnson Beratende Ingenieure, Coblenz, Dr. Roland Boettcher et Dr. Andreas Schlenkhoff.
- France et Belgique (sous-mandat A4) : Etude d'efficacité. Section A4 France et Belgique. Cemagref, Lyon, Dr. Jean-François Perrin et Dr. Nicolas Gendreau.
- Suisse (sous-mandat A5) : Etude d'efficacité. Contribution de la Suisse. Chaire d'Hydrologie et de Gestion des Eaux de l'ETH, Zurich et Institut Géographique de l'Université de Berne, Prof. Paolo Burlando, Wolfgang Ruf et Andreas Kipfer.

### Traduction:

Isabelle Traue

Dominique Falloux

### Indication des sources photographiques:

Aller Dörte, (p.12;1+2, p.22), Bayer AG, (p.35), Boettcher Roland, (p.28;1, p.13;4), Corbat Hanspeter, (p.30;2), Dienst für Wasser- und Straßenbau, Niederlande (p.37;1+2, p.9;1+2, p.14;2, p.41), Eggel Stefan, (p.14;1), Egli Thomas, (p.14;3, p.17;1+2, p.20;1, p.24;2, p.25;2, p.28;2, p.30;3, p.36), Fäh AG, (p.23), Feuerwehr Neustadt, (p.29), Gunzenreiner Urs, (p.13;3), Hebag, (p.25;1), Heinen Christoph, (p.16), Landeshauptstadt Dresden, (p.19), Meetkundige Dienst, (p.1;7), Meyer Iris, (p.13;2), Perrin Jean-François, (p.20;2, p.27), Reb Herbert, (p.30;1), RS Stepanek GmbH, (p.24;1, p.26), Stadt Köln, (p.32), Selt Gerhard, (p.13;1, p.17;3, p.34;1+2), Versuchsanstalt für Wasserbau, ETH Zürich, (p.14;4).

### Conception et production:

AD DAS WERBETEAM

Niederpleiser Mühle, Pleistalstr. 60b

53757 Sankt Augustin

### ISBN:

3-935324-45-6

### Tirage:

2.000

(5.000 en allemand; ISBN 3-935324-44-8)

(2.000 en néerlandais; ISBN 3-935324-46-4)

(2.000 en anglais; ISBN 3-935324-47-2)



INTERNED ROLN-MAAR ACTIEFITEITEN  
INTERNED ROLN-MAAR ACTIEFITEITEN  
INTERNED ROLN-MAAR ACTIEFITEITEN





**Commission Internationale  
pour la Protection du Rhin**

**Prévention du risque de dom-  
mages liés aux inondations:  
Mesures générales et leur efficacité**





<b>2</b>	<b>Avant-propos</b>	6
<b>3</b>	<b>Synthèse</b>	7
<b>4</b>	<b>Objectifs et approche</b>	10
	▪ Objectifs de l'étude d'efficacité	10
<b>5</b>	<b>Conditions préalables</b>	11
	▪ Connaissance de l'aléa	11
	▪ Conscience de l'aléa	12
<b>6</b>	<b>Nature de l'aléa</b>	13
	▪ Paramètres d'impact de l'aléa	13
<b>7</b>	<b>Vulnérabilité des personnes</b>	14
	▪ Exposition au risque	14
<b>8</b>	<b>Protection des personnes</b>	15
	▪ Autoprotection et secours	15
<b>9</b>	<b>Genèse des dommages</b>	17
	▪ Vulnérabilité des usages	17
<b>10</b>	<b>Identification des dommages</b>	18
	▪ Dommages potentiels	18
<b>11</b>	<b>Préservation des surfaces</b>	19
	▪ Préservation	19
	▪ Prescriptions en matière de construction et d'usage	20
<b>12</b>	<b>Construction préventive</b>	21
	▪ Protection de l'habitat – inondation contrôlée du bâtiment	21
	▪ Protection de l'habitat – étanchement	23
	▪ Protection de l'habitat – mise hors d'atteinte	25
	▪ Protection des bâtiments commerciaux et industriels	27
	▪ Substances dangereuses	29
<b>13</b>	<b>Comportement préventif</b>	31
	▪ Préparation	31
	▪ Prévisions et avertissement	32
	▪ Mesures d'urgence pour l'habitat	33
	▪ Mesures d'urgence au niveau commercial et industriel	35
<b>14</b>	<b>Prévention des risques</b>	37
	▪ Services d'intervention et lutte contre les risques majeurs	37
	▪ Espaces de décharge de secours	38
	▪ Prévention financière	40
<b>15</b>	<b>Effet global</b>	42
	▪ Types d'efficacité	42
	▪ Effet des mesures	43
<b>16</b>	<b>Mise en oeuvre</b>	44
	▪ Les acteurs	44
	▪ Contribution des acteurs	45
	▪ Outils de mise en oeuvre	47
<b>17</b>	<b>Bibliographie</b>	48
<b>18</b>	<b>Notes</b>	50

### **Le Plan d'action contre les inondations**

Le Plan d'action contre les inondations s'oriente sur les objectifs opérationnels suivants:

1. Réduire les risques de dommages
2. Réduire les niveaux de crue
3. Renforcer la prise de conscience face au risque d'inondation
4. améliorer le système d'annonce des crues

La 12ème Conférence ministérielle sur le Rhin du 22 janvier 1998 a décidé le lancement d'un plan d'action contre les inondations. Ce plan a pour ambition de mieux protéger les populations et leurs biens contre les inondations et d'améliorer simultanément l'état écologique du Rhin et de ses zones alluviales.

Sa mise en oeuvre, prévue pour s'échelonner jusqu'en 2020, doit se traduire par l'atteinte d'un certain nombre d'objectifs opérationnels (voir ci-contre) qui ont été repris par la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) dans le cadre de son plan d'action contre les inondations et de son programme pour le développement durable du Rhin « Rhin 2020 ».

Dans un objectif de sensibilisation des populations, la CIPR a élaboré un rapport pouvant être vu comme un catalogue de mesures envisageables pour réduire le risque de dommages liés aux inondations dans diverses situations. Ce rapport s'appuie pour cela sur différents travaux issus d'études néerlandaises, allemandes, françaises et suisses. On peut noter que les mesures évoquées concernent toutes les zones exposées au risque d'inondation et non pas seulement le bassin du Rhin.

Dans les mesures évoquées, certaines relèvent de la compétence des pouvoirs publics, d'autres des populations concernées. La décision de mettre en oeuvre telle ou telle mesure dépend de la nature du risque et de son occurrence. Il appartient aux autorités compétentes de vérifier la réalité du risque et de mener à cet effet, en tant que de besoin, les études de risque nécessaires. Le présent document ne saurait en effet se substituer à de telles études seules à même d'intégrer les différents paramètres à prendre en considération tels que l'occurrence, l'origine des crues, les profondeurs d'eau, les durées d'inondation, les dommages potentiels ou encore les protections existantes, les mesures mentionnées étant surtout appropriées en dehors des zones bénéficiant d'un haut niveau de protection. On pourra d'ailleurs ici rappeler l'importance d'un bon entretien des dispositifs de protection collective existants (endiguements, ouvrages).

Toute crue a ses particularités, tout progrès enregistré dans la réduction de dommages repose sur la synergie de facteurs locaux et d'une multitude d'actions. Il est donc impossible d'attribuer clairement l'effet de réduction à une mesure donnée. On peut néanmoins reconnaître des impacts majeurs et déterminer des ordres de grandeur de réduction des dommages. Les résultats du rapport ne doivent donc pas être repris littéralement mais rattachés par un lien logique à un cas de figure donné. Ils sont à compléter et à adapter en permanence en fonction du développement socioéconomique.

**„Seule la volonté des différents acteurs de coopérer permet de limiter les dommages dans l'intérêt commun. La prévention des dommages nous concerne tous.“**

Le présent rapport s'efforce de présenter de manière générale et d'évaluer les mesures envisageables pour réduire le risque de dommages liés aux inondations dans diverses situations. Il met ainsi en avant les moyens de réduire, dans les conditions actuelles, les dommages potentiels en cas de crue, mais ne saurait se substituer à des études détaillées d'analyse des risques encourus, seules à même de dire s'il y a lieu de prendre des mesures complémentaires et le cas échéant d'en définir la nature précise.

### ■ Conditions préalables à la prise de mesures de prévention des dommages liés aux inondations

**Connaître l'aléa** et ses paramètres essentiels tels que la probabilité, la nature et l'intensité de l'impact est une condition préalable à la prévention des dommages. Ces connaissances doivent être transmises à tous les acteurs avec la crédibilité requise.

Les **cartes de l'aléa d'inondation** font ressortir les surfaces exposées au risque. Elles sont un outil de planification indispensable. Des éléments de rappel bien visibles dans le paysage entretiennent la conscience du risque auprès des populations.

Cette conscience du risque doit être maintenue éveillée par **l'information et la formation**.

Le **niveau des dommages potentiels** détermine la priorité et l'étendue des mesures. Pas de mesures sans dommages potentiels.

### ■ Prévisions

Des prévisions de bonne qualité permettent une occupation des sols de valeur économique plus élevée dans les zones exposées au risque.

Elles sont particulièrement efficaces pour la protection des personnes, même lorsque le temps d'avertissement est court.

Elles ne montrent toute leur efficacité que si elles sont mises en relation avec des mesures prévues et expérimentées au préalable.

### ■ Protection des personnes

Les **pertes en vies humaines** sont souvent imputables à un mauvais comportement. Des refuges sûrs doivent être accessibles rapidement.

La prise de conscience de l'aléa et la connaissance de l'accès aux refuges sont indispensables.

Lorsque l'on dispose de suffisamment de temps, le **sauvetage de personnes** est possible avec les moyens techniques actuels, même dans des situations très difficiles.

### ■ Mesures de préservation de surfaces

**Préserver les surfaces de toute construction par le biais de dispositions d'aménagement du territoire** pour éviter à long terme la croissance des dommages potentiels et donner au fleuve l'espace nécessaire pour atténuer voire empêcher l'inondation de zones d'habitat. Ce type de mesures ne fait pas baisser les dommages potentiels actuels.

**Réglementer la construction et les usages par le biais de documents de planification appropriés** pour amener les propriétaires à adapter le type de construction au risque. Des mesures de ce type sont nécessaires pour la protection des personnes et pour éviter les dégradations environnementales ou les préjudices à tierces personnes. Elles ont un effet à long terme.

### Le risque de dommages

Le risque de dommages est généralement compris comme le croisement de la probabilité de dommage et de la somme des dommages potentiels

### Possibilités d'agir sur le risque de dommages

Depuis le 19<sup>ème</sup> siècle, on s'emploie à agir sur le risque en faisant quasi exclusivement appel à des mesures de protection fondées sur le génie hydraulique pour réduire l'occurrence des crues.

Le savoir sur les moyens de limiter l'étendue des dommages par une adaptation des usages ou du mode de construction s'est perdu ou a été supplanté parce que jugé superflu. Le présent rapport entend mettre en avant les moyens de réduire, dans les conditions actuelles, les dommages potentiels en cas de crue.

### Choix des mesures

Le type de mesures à adopter est essentiellement déterminé par l'impact de eaux, c'est-à-dire leur profondeur. La justification économique d'une mesure dépend de l'occurrence de l'inondation, des coûts de la mesure et des dommages que cette dernière est censée prévenir.

## ■ Mesures de construction préventive

L'**adaptation des ouvrages au risque en présence**, combinée à différentes mesures temporaires de protection des bâtiments, est la seule mesure qui permette de réduire les dommages potentiels existants dans les zones d'habitat sans modifier fondamentalement les usages.

La **protection des bâtiments** vise à réduire ou à éviter les dommages sur un bâtiment donné. Le degré d'efficacité peut atteindre 100 % lorsque l'eau peut être retenue par un rehaussement des bâtiments menacés ou des dispositifs de protection locaux, 50 à 75 % lorsque le bâtiment est étanché et 10 à 30 % lorsque l'aménagement intérieur résiste à l'impact des eaux. Ces mesures sont réalisables en cas de remise en état suite à une inondation, lors d'aménagements importants ou dans les nouveaux bâtiments.

Les **chauffages au mazout** représentent un risque particulier. Si ces équipements sont protégés, les dommages occasionnés aux bâtiments peuvent baisser de 50 à 65 %.

Les dommages occasionnés aux **entreprises industrielles et commerciales** sont à peu près deux fois plus élevés que ceux subis par les habitations. L'étanchement et la mise hors d'atteinte sont des mesures particulièrement efficaces car elles permettent de réduire la durée de l'interruption d'exploitation. Les dommages dus à une interruption de l'exploitation peuvent dépasser les dommages directs.

Lorsque les **profondeurs d'eau dépassent deux mètres**, les mesures de protection des bâtiments ne font plus effet que dans quelques cas isolés.

## ■ Mesures de comportement préventif

Une des conditions permettant d'adopter le comportement approprié en situation d'inondation consiste à **planifier les actions éventuelles** à engager en les ajustant au temps de préalerte.

L'**évacuation ou le déplacement de biens mobiliers** dans les habitations peut permettre de réduire les dommages sur ces biens de 20 à 80 % selon le temps de préalerte. Celui-ci devrait être d'au moins 4 heures.

Dans les entreprises industrielles et commerciales, l'évacuation requiert une bonne organisation en regard des grandes quantités de biens. Cette mesure est ici particulièrement efficace puisqu'elle permet de protéger des biens de grande valeur, de raccourcir la durée de l'interruption d'exploitation et d'éviter les difficultés de livraison.

## ■ Mesures de prévention des risques

Si l'on réussit à éviter une inondation en prenant des **mesures d'urgence**, on a alors un rapport coûts/efficacité très avantageux.

En cas d'événement extrême, les **surfaces de décharge de secours**, qui présentent des dommages potentiels moindres, peuvent être inondées. Les surfaces de décharge d'urgence doivent être partie intégrante des plans de lutte contre les risques majeurs.

La **prévention financière** individuelle doit figurer en première place, les contributions publiques visant à garantir le minimum vital devant arriver en dernier lieu. A mi-chemin de ces deux positions, l'Etat peut mettre en place un système d'assurance. Les assurances permettent de répartir les dommages sur la communauté, les rendant ainsi supportables pour le particulier. Elles peuvent inciter l'assuré à prévenir les dommages par le biais de recommandations et de clauses d'assurance adaptées au risque. Cependant, les conditions générales du régime d'assurance doivent être conçues de manière à rendre la prime d'assurance financièrement abordable et à favoriser l'application des mesures de prévention des dommages.

#### ■ Promouvoir la mise en oeuvre

**Information et recommandations**: elles ne posent juridiquement aucun problème. Leur succès est fonction de l'expérience ou, lorsqu'elle fait défaut, de la force de persuasion des arguments utilisés. Que l'expérience soit personnelle ou qu'elle subsiste dans les zones avoisinantes, elle ne doit en aucun cas disparaître.

Des **incitations financières** telles que des prestations d'assurance adaptées ou des subventions peuvent être mises en place.

Les **dispositions réglementaires** sont indispensables en cas de vulnérabilité des personnes et de danger pour l'environnement ou des tiers. Les dispositions réglementaires mal justifiées restent souvent sans effet.



## Objectifs de l'étude d'efficacité

### Comment utiliser l'étude d'efficacité?

L'étude d'efficacité offre une vue d'ensemble des mesures visant à limiter les dommages potentiels dans les zones exposées au risque d'inondation. L'efficacité concrète des mesures dépend des conditions locales en présence. Si le temps de préalerte disponible est court, les moyens d'action sont limités. Si les profondeurs d'eau sont trop importantes (supérieures à 2 m), le champ d'action des mesures reste également très étroit. En revanche, là où le phénomène de crue est bien connu, notamment dans les régions où les inondations sont fréquentes et leur profondeur limitée, il est possible de réduire les dommages dans une proportion déterminante. Chaque région est donc invitée à évaluer les modules de mesures les plus efficaces pour son cadre propre.

Le Plan d'action contre les inondations prévoit de diminuer les risques de dommages de 10 % d'ici 2005 et de 25 % d'ici 2020. Cette obligation quantitative de réduction des dommages implique également d'évaluer en termes quantitatifs l'efficacité des mesures dans le domaine de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, de la protection des bâtiments, des plans d'urgence, de la protection accrue des zones centrales, de la prévision, de l'avertissement et de l'information des populations. L'évaluation de l'efficacité des mesures susmentionnées est la question centrale à laquelle l'étude d'efficacité s'emploie à répondre. Cette question se pose dans les termes suivants:

«Quelles sont les mesures et les conditions générales nécessaires pour réduire les risques de dommages en situation de crue et dans quel ordre de grandeur?»

### ■ Approche

Les travaux de l'étude d'efficacité se subdivisent en plusieurs étapes:

- analyser la situation actuelle au niveau de l'espace naturel, du contexte juridique et des conditions générales socio-économiques
- analyser les évolutions actuelles au niveau des mesures de gestion des surfaces inondables et de l'aménagement du territoire
- analyser les sinistres au niveau de la vulnérabilité des personnes et des dommages matériels afin de déterminer comment influencer sur ces dommages
- mettre en avant les possibilités de réduction des dommages à l'aide d'études de cas en prenant des mesures individuelles ou en combinant les effets.

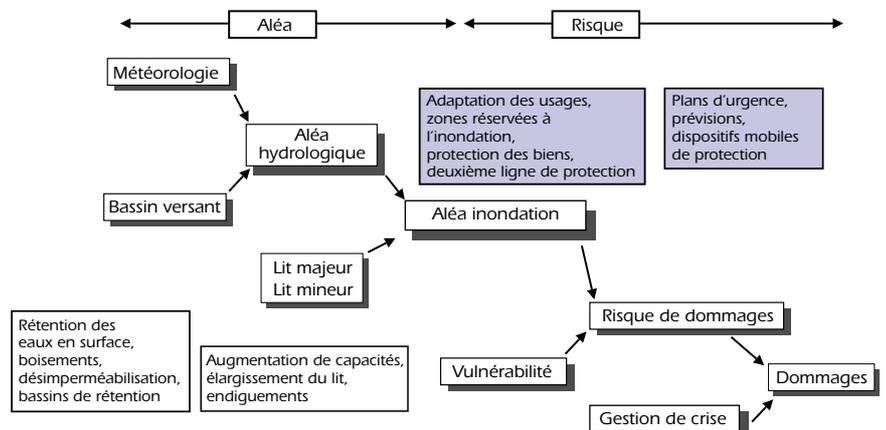
### ■ Etude

Le présent rapport de synthèse rassemble les principales connaissances sur les moyens de réduire les dommages. Il se fonde sur les rapports partiels, mentionnés à l'adresse bibliographique, qui ont été établis entre 1999 et 2001. Il s'agit donc d'une synthèse des enseignements rassemblés aux Pays-Bas, en Allemagne, en France, en Belgique et en Suisse.

### ■ Classement

On peut exercer une influence sur les dommages liés aux inondations en prenant diverses mesures. La protection classique contre les inondations englobe des mesures dans le bassin et sur le cours principal et réduit l'occurrence d'une inondation. La prévention des crues regroupe en outre des mesures visant à réduire les dommages potentiels par le biais d'un usage adapté au risque et de plans d'urgence.

Le schéma ci-dessous montre l'enchaînement des mécanismes de genèse des dommages. Le rapport se limite aux mesures de réduction des risques de dommage mises en relief dans ce schéma.



„Un aléa reconnu réduit le risque de moitié“

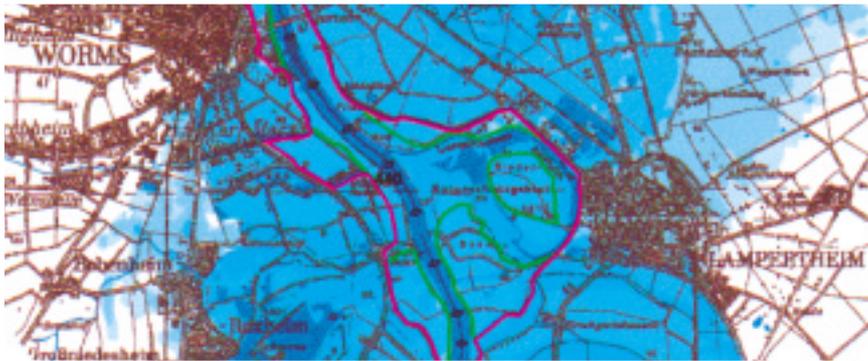
## Connaissance de l'aléa

L'aléa d'inondation n'est pas toujours aisément reconnaissable. Le problème de la reconnaissance de l'aléa est renforcé par les mesures techniques de protection contre les inondations qui donnent l'illusion d'une protection intégrale. Par ailleurs, la mobilité des personnes dans notre société moderne fait que les riverains ont peu de chance de connaître les risques émanant du fleuve et la manière de gérer ces risques.

Là où la connaissance des crues est conservée, elle n'est souvent pas communiquée à toutes les personnes concernées dans la région. Les cartes des aléas transmettent cette connaissance et ne couvrent pas uniquement les crues historiques mais également celles qui sont susceptibles de se produire à l'avenir.

Les cartes de l'aléa d'inondation servent de base aux réflexions et décisions à prendre dans le domaine de la préservation de surfaces, de la construction préventive et du comportement préventif.

Pour les plans d'intervention et la lutte contre les risques majeurs, il est judicieux de disposer de résultats pour différents scénarios et pour différentes phases de propagation des crues. Il est également intéressant de connaître la durée de l'inondation et le temps de préalerte lorsqu'on conçoit des mesures de construction préventive et de comportement préventif.



### ■ Cartes de la CIPR sur l'aléa d'inondation

Les cartes de la CIPR sur l'aléa d'inondation décrivent les enveloppes de l'inondation pour différentes probabilités de même que la profondeur d'eau pour les crues les plus rares.

Grâce aux techniques de modélisation informatique, il est désormais possible de produire à grande échelle des cartes de l'aléa d'inondation. Auparavant, on ne pouvait définir le danger qu'en se basant sur des limites topographiques précises ou sur l'extension de crues historiques. Les programmes de calcul utilisés aujourd'hui permettent d'identifier les surfaces touchées et de déterminer les profondeurs d'eau. Dans des situations locales, on peut en outre déterminer la vitesse et la direction du courant de la crue dans un endroit donné à tout moment voulu. Les observations historiques permettent de vérifier les résultats issus de la modélisation et montrent que chaque crue a une dynamique hydraulique propre.

**En estimant l'aléa, on identifie les risques. Les cartes de l'aléa d'inondation en constituent la représentation spatiale. Elles servent à informer tous les acteurs et sont à la base de mesures d'aménagement du territoire.**

### Connaissance de l'aléa

Par connaissance de l'aléa, on entend la perception du danger concret en présence.

### Cartes de l'aléa d'inondation

On fait prendre conscience des aléas aux différents acteurs en leur présentant des cartes de l'aléa d'inondation. La carte de l'aléa d'inondation localise le type d'aléa et le degré de danger.

Légende de la carte CIPR

	ligne d'inondation HQ10
	ligne d'inondation HQ100
	cours d'eau
	profondeur d'inondation jusqu'à 0,5 m
	profondeur d'inondation jusqu'à 2,0 m
	profondeur d'inondation jusqu'à 4,0 m
	profondeur d'inondation de plus de 4,0 m

### Cartes spéciales

Des cartes spéciales sont établies à une échelle plus détaillée et revêtent une importance fondamentale pour le dimensionnement des mesures. L'intensité peut être représentée à différents niveaux pour les périodes de retour. Ces informations permettent de mettre au point des plans de protection optimisés et d'en peser les avantages et les inconvénients en tenant compte de tous les éléments de la prévention des crues.



Connaître l'aléa au moyen de la simulation informatique

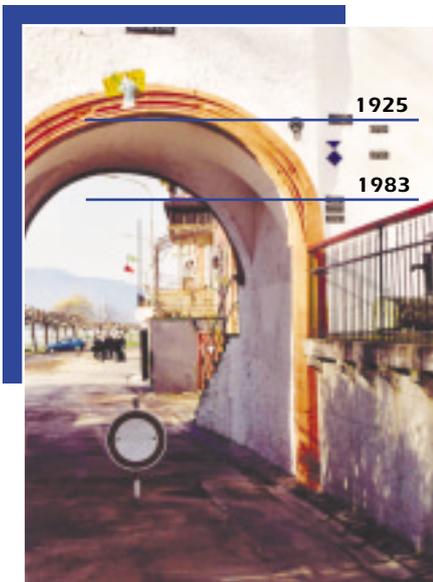
„Vivre avec les crues.“

## Conscience de l'aléa

### Conscience de l'aléa

Prendre conscience de l'aléa signifie l'avoir reconnu, le savoir latent, ne pas l'oublier ni le refouler, et le prendre dûment en considération dans ses actions.

Les crues doivent être considérées comme faisant partie de notre environnement. Le particulier doit se savoir le premier concerné. S'il n'a pas encore vécu d'inondation, il doit être informé, par exemple à l'aide des cartes des aléas. Des rappels locaux sous forme de cotes de crues apposées aux bâtiments et de plaques commémoratives sont très utiles. Sans conscience de l'aléa, les incitations restent sans effet.



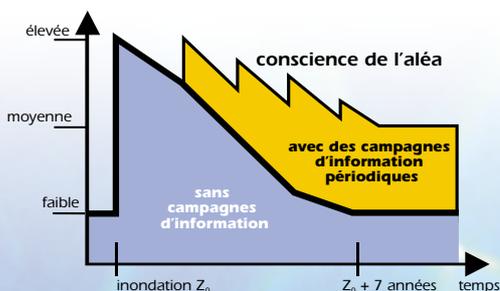
A Bâle par exemple, les assurances immobilières et les services de protection civile ont offert aux riverains du Rhin de protéger gratuitement les citernes à mazout, mais pratiquement personne n'a répondu à cette première offre. En revanche, les dispositifs mobiles de lutte contre les inondations qui avaient été mis en place, uniquement sur initiative privée, après les crues de 1986 et de 1987 dans le village de Boll (CH) étaient encore bien entretenus et opérationnels en 2001.

Il est particulièrement difficile de maintenir en éveil la conscience de l'aléa d'inondation derrière les digues.

On ne garde longtemps en mémoire que les grandes catastrophes, comme celle survenue en 1953 aux Pays-Bas. Lorsque la protection contre les inondations est assurée au moins en partie par des murs mobiles, comme à Cologne, plutôt que par des digues, la conscience de l'aléa reste en éveil.

Sans rappel de l'aléa d'inondation, 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.

La conscience de 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 latent diminue. On peut maintenir à un niveau élevé la conscience de l'aléa par le biais de manifestations d'information périodiques.



C'est tout particulièrement l'expérience vécue qui fait prendre conscience de l'aléa d'inondation. Si cette expérience fait défaut ou si elle est éloignée, il convient de maintenir la conscience des populations en éveil au moyen d'indications des cotes de crue atteintes, de plaques commémoratives ou de manifestations d'information régulières.

„Prendre en compte les forces hydrauliques.“

## Paramètres d'impact de l'aléa

### ■ Nature de l'aléa

L'**inondation statique** se caractérise par une faible vitesse de courant (inférieure à 1 m/s). L'impact résulte de la pression hydrostatique qui augmente avec la profondeur.

L'**inondation dynamique** se caractérise par des vitesses de courant moyennes à élevées (supérieures à 1 m/s). S'ajoute ici à l'impact de la pression hydrostatique la force hydrodynamique de l'écoulement.

L'**érosion des berges** s'exprime par un déplacement du lit mineur ou un glissement de terrain. Elle expose les bâtiments à l'impact direct des eaux ou compromet leur stabilité.

La **remontée des eaux souterraines** menace les bâtiments par inondation statique. Cette inondation peut se produire même si la crue ne fait pas déborder le cours d'eau.

### ■ Paramètres d'impact de l'aléa

La **profondeur d'inondation** détermine la zone d'impact verticale située au-dessus du niveau du terrain. Le plus souvent, la montée des eaux est progressive et atteint son niveau maximal au passage de la crête de crue ou peu après. Dans les crues caractérisées par une onde frontale, p.ex. les crues en montagne, les ruptures de digues ou les raz-de-marée, la profondeur d'eau maximale survient dès le début de la crue.

La **durée de l'inondation** est la période comprise entre le moment où le terrain commence à être mouillé et celui où il est à nouveau sec. Dans le cas des inondations sur le Rhin supérieur, cette période varie entre quelques heures et plusieurs jours. Dans le delta du Rhin, l'inondation peut durer des semaines.

Dans les terrains pentus (5 – 10 %), la **vitesse du courant** varie entre 3 et 5 m/s lorsque la hauteur d'eau dépasse 0,5 m. De telles vitesses apparaissent par ailleurs le long des zones canalisées (routes). Dans les terrains plus plats (moins de 2 %), la vitesse du courant est en général inférieure à 2 m/s. En cas de rupture de digue, on constate des vitesses très élevées à proximité de la brèche.

La **vitesse de montée des eaux** décrit la rapidité avec laquelle l'eau monte en cas d'inondation. Ce paramètre détermine la vulnérabilité des personnes dans les bâtiments et en dehors de ceux-ci. La vitesse de montée des eaux est élevée lors d'inondations dues notamment à des obstructions du lit (colmatage et débordements locaux consécutifs) ou à des ruptures de digues.

**Pour pouvoir prendre des mesures, il faut avoir connaissance de la nature de l'aléa et des aspects quantitatifs des forces générées par les crues.**

### Nature de l'aléa

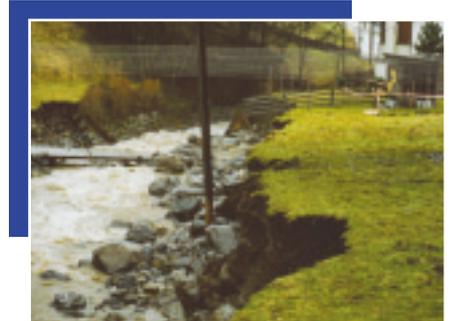
Les mesures doivent être adaptées à la nature de l'aléa et aux forces que cet aléa libère.



Inondation statique



Inondation dynamique



Erosion des berges



Remontée des eaux souterraines

„Les personnes sont exposées au risque quand elles sont surprises par la crue, qu’elles croient à tort se trouver en lieu sûr ou qu’elles ne peuvent atteindre à temps un refuge.“

## Exposition au risque

### Vulnérabilité des personnes

Ce danger dépend de l’intensité de l’impact, du lieu où se trouve la personne et de son comportement pendant la crue.



Vulnérabilité des personnes à l’extérieur



Vulnérabilité des personnes due à la submersion de bâtiments



Vulnérabilité des personnes se trouvant dans des sous-sols



Vulnérabilité des personnes due à l’écroulement de bâtiments

### ■ Effets résultant de l’impact des eaux

Plus la vitesse de montée des eaux augmente, moins on dispose de temps pour trouver refuge dans un lieu sûr. Plus la profondeur d’inondation est élevée, plus le nombre de refuges sûrs est limité. Les vitesses de courant élevées entravent ou empêchent la traversée de zones déjà inondées. La pression du courant et l’affouillement des fondations peuvent faire s’écrouler des bâtiments.

Les inondations catastrophiques majeures, comme celle de 1953 aux Pays-Bas (1800 victimes) ou de 1962 à Hambourg (315 victimes) surviennent en cas de crues étendues et profondes, quand les maisons disparaissent entièrement sous les eaux ou sont détruites et que les refuges sûrs sont trop éloignés.

En Suisse, où l’on ne connaît pas de crues aussi étendues et profondes, les inondations les plus meurtrières sont celles qui libèrent des forces dynamiques entraînant la destruction de bâtiments (p.ex. en octobre 2000 avec 15 victimes).

### ■ Influence des conditions d’exposition

Si une personne se trouve à l’extérieur, elle est exposée aux forces en présence sans jour d’aucune protection. L’obscurité et le froid réduisent les capacités d’orientation ou de maintien prolongé à la surface de l’eau. La force du courant est fréquemment sous-estimée du fait du manque d’expérience.

Dans les campings, les personnes sont aussi peu protégées qu’à l’extérieur. Cette situation est aggravée par le fait qu’elles ne prennent pas conscience du danger tant qu’elles se trouvent sous la tente, dans la caravane ou un refuge de fortune comparable. Elles peuvent alors être surprises pendant leur sommeil.

La présence dans un véhicule peut être un piège meurtrier, car la poussée de l’eau est sous-estimée, une voiture pouvant être entraînée à partir d’une profondeur d’eau de 50 cm.

### ■ Présence dans des bâtiments

Le bâtiment constitue un refuge sûr lorsqu’il comprend des étages accessibles au-delà du niveau d’inondation maximal et s’il reste stable. Si les sous-sols sont utilisés (parking souterrain, entrepôt, locaux de vente et autres), les personnes qui s’y trouvent ne reconnaissent pas le danger. L’eau qui pénètre dans le bâtiment les empêche souvent de rejoindre les étages supérieurs.

Les graves inondations survenues en novembre 1999 dans le sud de la France ont causé la mort de 24 personnes. Dix d’entre elles se trouvaient dans une voiture, neuf dans un bâtiment et trois se déplaçaient à pied à l’extérieur. Huit des neuf victimes présentes dans le bâtiment étaient des personnes âgées.

**Les personnes s’exposent à un danger de mort lorsqu’elles ne jouissent plus de la protection de bâtiments et qu’elles sont surprises à l’extérieur ou dans leurs véhicules ou encore lorsqu’elles mésestiment le danger ou leur propre vulnérabilité.**

„Connaitre les refuges sûrs – s’entraîner aux secours.“

## Autoprotection et secours

### ■ Autoprotection

La meilleure autoprotection en cas de crue imminente consiste à reconnaître l’aléa et à adopter un comportement adéquat.

Si l’on se trouve dans des bâtiments, on évitera les comportements suivants peu avant ou pendant l’inondation :

- présence de personnes âgées ou handicapées dans des locaux situés en deçà de la cote maximale d’inondation (10 victimes en 1999 dans le sud de la France)
- présence dans des locaux qui n’offrent pas de sortie de secours vers les étages supérieurs (2 victimes en 1993 à Brig en Suisse)
- présence dans les sous-sols et parkings souterrains (1 victime en 1987 à Boll en Suisse)
- utilisation des ascenseurs (une personne délivrée par des plongeurs en 1999 à Augsburg en Allemagne)

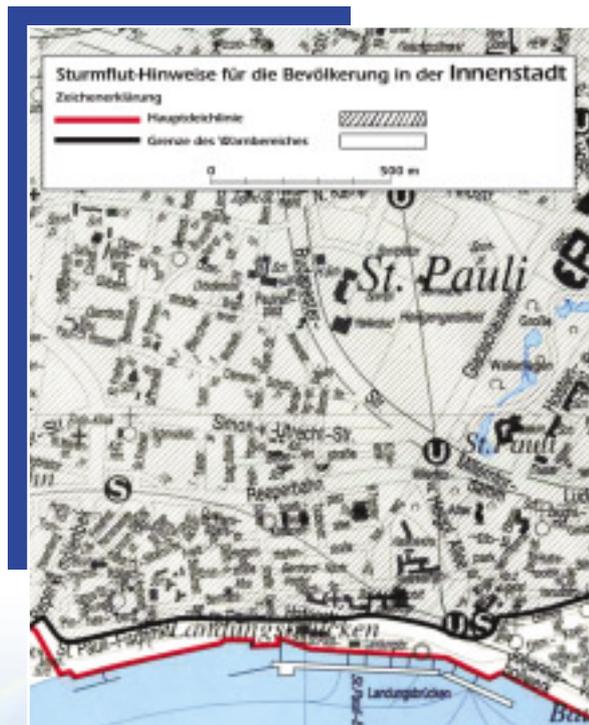
Si l’on se trouve à l’extérieur, on évitera

- de se tenir sur des ponts ou des digues pendant la crue
- de camper sur le tracé d’écoulement d’une crue (Savoie 1987, 23 victimes)
- de rouler en voiture sur des routes inondées (3 victimes en 1987 en Suisse et 10 sur les 24 au total en 1999 dans le sud de la France)
- de s’adonner au voyeurisme sensationnaliste en cas de crue

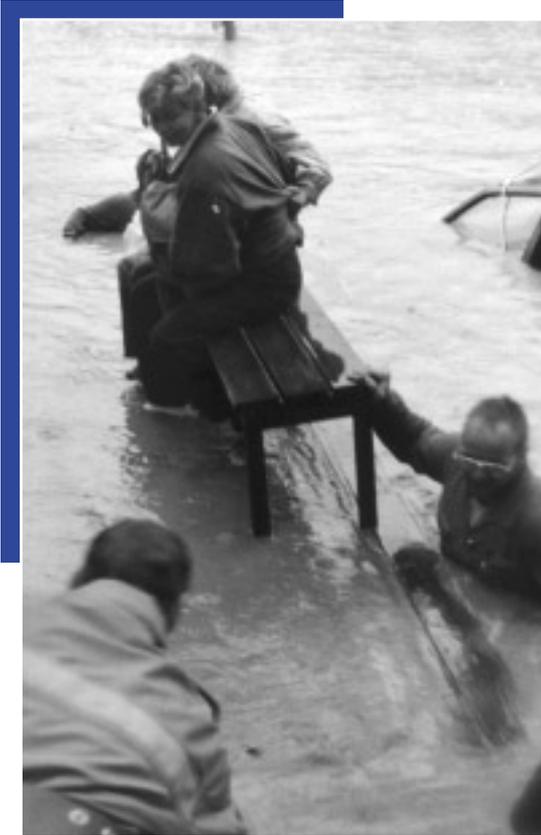
Entre 1972 et 2001, 40 % des 67 accidents meurtriers identifiés en Suisse à la suite d’inondations ont été dus en partie à un comportement non approprié.

### Protection des personnes

La protection des personnes se fonde sur une information actualisée de la situation de crue et sur le comportement préventif des populations touchées.



Plan d’évacuation de la ville de Hamburg



Opération de sauvetage

## ■ Secours

Les secours auront la meilleure efficacité s'ils démarrent suffisamment tôt et sont achevés avant que ne survienne l'inondation. Dans les zones où les cours d'eau prennent source, là où les temps de préalerte sont très courts, les secours démarrent parfois après l'apparition de l'inondation; leur efficacité est alors beaucoup plus aléatoire.

L'évacuation de 200.000 personnes aux Pays-Bas a montré:

- que seule une politique d'information claire et uniforme, à ajuster entre les différents services décisionnels régionaux et les médias, pouvait convaincre les populations de la nécessité d'évacuation;
- qu'il s'imposait d'engager les mesures préparatoires bien avant l'événement et que les organisations locales jouaient un rôle important;
- qu'il était difficile d'amener certains particuliers à quitter leur maison;
- que toutes les personnes devaient être évacuées et qu'il fallait clairement montrer qu'une protection contre le vol et le vandalisme était assurée;
- qu'un grand nombre de personnes avaient atteint par leurs propres moyens les lieux de refuge désignés ou s'étaient organisées de manière autonome;
- que l'aide devait viser en particulier les handicapés, les personnes assistées et les enfants;
- que le retour des personnes pouvait se faire sans organisation particulière;

**Quand le temps de préalerte est court, les lieux sûrs (refuges) doivent se trouver à proximité des personnes en danger. En se conformant à des informations adéquates, les personnes touchées doivent pouvoir atteindre par leurs propres moyens ces refuges (exemple du plan d'évacuation de Hambourg). Si le temps de préalerte disponible est plus long, on peut envisager l'évacuation à grande échelle de la population et du bétail (exemple des Pays-Bas).**

„L’humidité et les salissures sont à l’origine de l’endommagement.“

## Vulnérabilité des usages

### ■ Nature des usages

La vulnérabilité des biens vis-à-vis de l’impact des eaux augmente progressivement dans l’ordre suivant : agriculture, habitat, entreprises commerciales, industrie. Les dommages occasionnés aux usages peuvent être directs ou indirects :

### ■ Dommages directs

Le dommage est dû à l’impact direct de l’eau et des substances qu’elle achemine. L’humidité et le dépôt d’impuretés entraînent parfois une dépréciation partielle ou totale de la structure des bâtiments (sols, murs, plafonds), des équipements et des biens rassemblés dans les bâtiments. Dans certains cas, l’équilibre statique des bâtiments peut également être affecté (poussée des eaux, érosion et autres). Plus la durée d’inondation se prolonge, plus l’humidité s’étend au-dessus du niveau de submersion. Il convient de tenir compte de ce fait dans les zones de séjour prolongé des hautes eaux. L’eau contaminée par des combustibles liquides ou les matières fécales peut endommager intégralement les bâtiments du seul fait des odeurs qui s’y incrustent. Les substances solides qui pénètrent dans les appareils électriques ou mécaniques provoquent des dysfonctionnements et ne peuvent souvent pas être retirées à un coût raisonnable. Le matériel informatique et les installations commandées par ordinateur sont tout particulièrement menacés.

### ■ Dommages indirects

On entend par dommages économiques indirects les interruptions d’exploitation, les interruptions des services d’équipement (approvisionnement et assainissement), les coûts de mise en place de systèmes provisoires et les pertes subies sur le marché. Ces coûts peuvent dépasser ceux des dommages directs, notamment dans les branches commerciales et industrielles.

En résumé, les dommages directs et indirects peuvent être désignés comme suit en fonction de la nature des usages :

	Dommages directs	Dommages indirects
<b>Artisanat, commerce, industrie</b>	Pertes de matériel, outils, stock Pertes de mobilier et d’archives	Coût de nettoyage Coût de déplacement Pertes d’exploitation
<b>Entreprises agricoles</b>	Dommages aux dépendances Pertes de matériel, outils, stock Pertes de cheptel et de récolte	Pertes d’exploitation Pertes de production
<b>Maisons particulières</b>	Dommages aux biens immobiliers Pertes de mobilier et de valeurs	Coût de logement Coût de nettoyage
<b>Services publics et réseaux</b>	Pertes de biens immobiliers Pertes d’équipement	Coût de nettoyage Coût de l’organisation des secours et des services de remplacement
<b>Patrimoine culturel, environnement</b>	Dommages au patrimoine (évaluation imparfaite)	Coût de remise en état
<b>Economie locale</b>		Baisse des finances, des recettes ultérieures, du prix du foncier

**Les dommages naissent du conflit entre les crues générées par des mécanismes naturels et les usages humains. La nature et l’étendue des dommages évoluent en permanence en fonction du développement social.**



Dommages dus à l’humidité



Dommages dus aux salissures



Dommages dus aux interruptions d’exploitation

# 10 Identification des dommages

„Il n’y a pas lieu d’agir là où les dommages potentiels sont inexistants.“

## Dommages potentiels

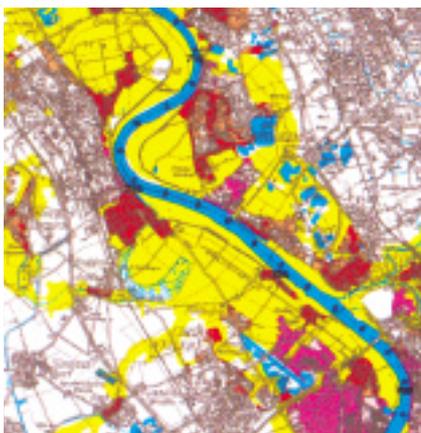
### Dommages potentiels

Les dommages potentiels correspondent à la somme des biens susceptibles d’être endommagés dans la zone menacée. Ils se distinguent des dommages occasionnés par l’inondation qui sont les dommages réellement survenus, eu égard aux sollicitations concrètes des eaux et aux mesures prises.

### Fonctions de dommage

Les fonctions de dommage décrivent le lien entre l’intensité de l’inondation et les dommages. Les fonctions utilisées dans différents pays sont présentées en annexe. Les fonctions de dommage peuvent varier d’un facteur 2 à 5.

### Dommages potentiels en cas de crues extrêmes : atlas de la CIPR



#### Légende des dommages potentiels en cas de crues extrêmes

- dommages occasionnés par les inondations sur l’équipement et les transports: dommages allant jusqu’à 25000 euros / km<sup>2</sup>
- dommages occasionnés par les inondations sur l’équipement et les transports: dommages supérieurs à 25000 euros / km<sup>2</sup>
- dommages occasionnés par les inondations dans les zones d’habitat, jusqu’à 5000 euros / 100 qm d’habitat
- dommages occasionnés par les inondations dans les zones d’habitat, supérieurs à 5000 euros / 100 qm d’habitat
- dommages occasionnés par les inondations dans l’agriculture

### Comparaisons coûts/efficacité

Sur la base d’analyses de terrain sur les bâtiments et de cartes détaillées de l’aléa, on peut procéder à des comparaisons coûts/ efficacité pertinentes en vue de la prise de mesures préventives.

### ■ Identification des dommages potentiels

Pour estimer la nécessité et le degré d’efficacité de mesures à engager, il s’impose d’identifier les dommages potentiels :

A grande échelle:

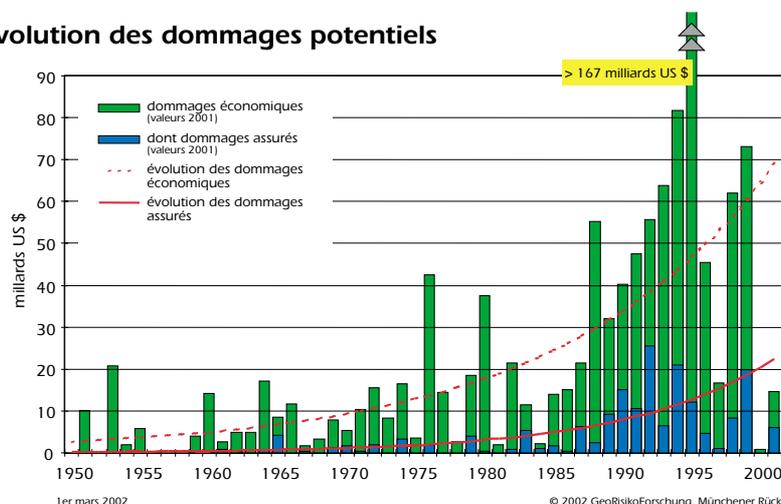
On détermine pour différents types d’usage par unité de surface ou par type de bâtiment des valeurs moyennes et un degré de dommage dépendant de la profondeur d’inondation (fonction de dommage). Ces valeurs sont ensuite additionnées pour la surface concernée dans son ensemble.

Les cartes des dommages potentiels à grande échelle servent à définir les priorités d’action au niveau suprarégional.

A échelle réduite:

Les dommages potentiels sont identifiés à échelle réduite à la fois au moyen de fonctions de dommage et d’une analyse de terrain sur les bâtiments. Cette méthode a l’avantage de permettre d’identifier le niveau d’eau à partir duquel il y a dommage et d’estimer les dommages réels subis au niveau des différents étages. Elle sert aux plans de détail, notamment ceux relatifs aux mesures de construction préventive.

### Evolution des dommages potentiels



Les compagnies d’assurance annoncent des sommes de dommages en hausse constante. Cette évolution est due à une plus-value croissante et à une urbanisation toujours plus dense. On ne doit pas oublier que l’augmentation de la vulnérabilité favorise également une extension des dommages, puisque la confiance accordée aux ouvrages de protection contre les inondations incite les populations à construire et à exploiter les surfaces sans les adapter au risque.

### Efficacité des mesures préventives

Dans le présent rapport, l’efficacité de la réduction des dommages s’apprécie toujours par rapport à une situation de référence sans aucune mesure de protection. L’impact de mesures faisant effet à long terme, p.ex. celles consistant à préserver des surfaces, est évalué sous l’angle qualitatif. Lorsque cela est nécessaire, l’efficacité est indiquée en relation avec des facteurs d’influence significatifs.

„Espace pour le fleuve – il n’y a pas de dommages là où les dommages potentiels sont inexistants.“

## Préservation

Préserver une zone d’activités de constructions est la mesure la plus efficace pour limiter les dommages potentiels. Si la surface bâtie augmente continuellement dans les zones inondables, l’étendue des dommages ne cessera de croître, même si les nouvelles constructions sont adaptées au risque. Préserver des surfaces permet non seulement d’éviter les dommages, mais a également pour but

- de retenir les eaux
- d’évacuer les hautes eaux



L’exemple de Dresde montre très clairement comment la stratégie de préservation des surfaces a laissé à l’Elbe l’espace nécessaire pour s’épandre. Du fait de la forte densité de population en Europe, il est rare que l’on libère a posteriori des zones habitées à proximité des fleuves.

Suite aux graves inondations du Mississippi en 1993, l’Etat a accordé des subventions dans le cadre de déplacements de populations.

Préserver les surfaces de constructions ne veut pas dire systématiquement y prohiber tout usage. Selon la fréquence d’inondation, ces surfaces peuvent être utilisées à des fins agricoles ou être vouées à des activités de détente. Les surfaces offrant de faibles dommages potentiels sont justement celles auxquelles on peut faire appel en cas de sinistre majeur pour dériver et retenir temporairement les volumes d’eau libérés par le cours d’eau en crue.

### Efficacité

**En préservant des surfaces, on évite une extension des zones bâties dans le champ d’inondation des fleuves. En procédant ainsi, on veille à ne pas faire augmenter plus encore les dommages potentiels. L’efficacité de ce type de mesures s’applique à tout le bassin du Rhin. C’est dans les zones où l’occurrence d’inondation est élevée que l’impact maximum est obtenu.**

### Préservation des surfaces

La préservation des surfaces est à la base de toute mesure d’orientation des dommages potentiels. Elle peut également orienter l’étendue et le type d’urbanisation. L’efficacité de cet outil se fait sentir s’il est utilisé systématiquement pendant une période assez longue.

### Exemple de Dresde

Préservation systématique du champ d’inondation de l’Elbe pendant des siècles

### Utilisation de l’espace préservé

L’espace préservé peut être utilisé comme aire de détente ou pour des activités temporaires de loisirs.

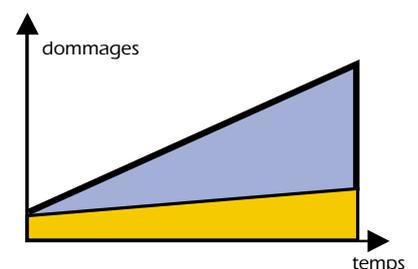
### Pression hydraulique dans les surfaces préservées

La pression hydraulique de surfaces préservées soumises à certains usages dans les zones urbanisées ne devrait pas dépasser les valeurs limites suivantes:

- 1 m de hauteur d’eau dans les jardins
- 0,3 m de hauteur d’eau sur les parkings
- 0,2 m de profondeur et 2 m/s sur les routes
- 0,2 m de profondeur et 1,5 m/s sur les places

### Réduction des dommages potentiels par la préservation

La croissance des dommages n’est que marginale sur les surfaces préservées (surface jaune); elle augmente sensiblement dans les zones surbâties.



„Les projets de construction et d'occupation des sols sont à adapter à l'aléa en présence.“

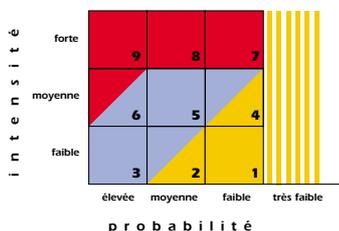
## Prescriptions en matière de construction et d'usage

### Niveaux de danger

En France et en Suisse, les règles d'urbanisme sont fonction de différents niveaux de danger. Ce niveau est défini comme étant le produit de l'intensité et de la probabilité.

### Niveaux de danger en Suisse

Rouge: niveau de danger élevé  
Bleu: niveau de danger moyen  
Jaune: faible niveau de danger  
Surface hachurée jaune/blanc: danger résiduel



### Prescriptions d'usage

Les prescriptions d'usage sont normales en cas de danger de mort pour les personnes touchées, de danger pour les tiers ou d'atteinte à l'environnement

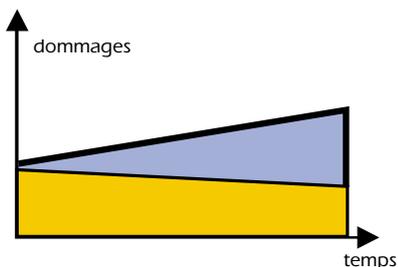
### Prescriptions en matière de construction

Prescription relative à la hauteur des entrées



### Réduction des dommages potentiels par les prescriptions en matière de construction et d'usage

Les prescriptions en matière de construction et d'usage entraînent à long terme une baisse des dommages (surface jaune) en comparaison avec la croissance soumise à aucune influence.



Les prescriptions en matière de construction et d'usage stipulent que les ouvrages prévus soient érigés compte tenu du danger en présence, l'objectif étant de limiter en cas de crue les dommages subis par les tiers, les dommages environnementaux et l'étendue des dommages.

Le rayon d'application de la prescription est fonction du degré de danger (niveau de danger) et de la protection requise pour le bâtiment. Les administrations peuvent imposer des prescriptions d'autant plus rigoureuses que l'aléa est intense et fréquent et que la nécessité de protéger l'ouvrage est grande.

Les niveaux de danger suivants ont fait leurs preuves dans différents pays:

- **Faible danger:** aucune restriction n'est faite à l'usage de constructions et d'installations nécessitant un niveau de protection normal. Il est cependant fait référence aux risques limités et il est recommandé de prendre des mesures de protection. Pour les ouvrages nécessitant un niveau de protection plus élevé, il convient de prendre des mesures de protection des bâtiments.
- **Danger moyen:** il convient de prendre les mesures nécessaires de protection des bâtiments pour les nouveaux bâtiments et les ouvrages aménagés.
- **Danger élevé:** il est interdit de construire de nouveaux ouvrages et installations. Les ouvrages et installations existants peuvent être entretenus et modernisés. Les administrations se réservent le droit d'obliger les propriétaires à prendre des mesures de protection des bâtiments. La présence de l'inondation n'est pas toujours aussi manifeste pour le maître d'ouvrage que sur la photo ci-dessous.



### Efficacité

Les nouveaux bâtiments doivent être érigés et les ouvrages aménagés compte tenu de l'aléa d'inondation en présence. Seule l'urbanisation croissante du champ d'inondation potentiel entraîne une hausse des dommages. Si l'on parvient a posteriori, au travers de mesures de protection des bâtiments, à réduire les dommages potentiels de 25 à 50 % par bâtiment, et si l'on part de l'hypothèse de renouvellements tous les 30 à 50 ans, on peut estimer que le taux de progression des dommages potentiels baissera annuellement de un à deux pour cent, même dans les zones déjà urbanisées.

„Reliée à des usages et un équipement adaptés, la mise en eau de bâtiments constitue une mesure de limitation des dommages.“

## Protection de l'habitat – inondation contrôlée du bâtiment

### Principaux dommages:

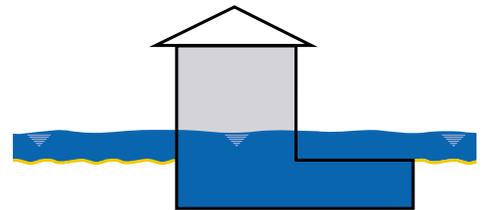
Sans aucune mesure préventive, les dommages dus aux inondations dans les zones résidentielles surviennent pour une part égale sur les biens mobiliers et les bâtiments. Pour les biens mobiliers, les dommages portent sur les meubles et autres équipements (40 % pour chacune de ces catégories) et pour les 20 % restants sur les portes et les gros appareils électriques. Parmi les dommages occasionnés aux bâtiments, on trouve en première place les murs, les plafonds et les revêtements (36 %), suivis des sols et revêtements ainsi que des installations de chauffage (27 % respectivement). Les 10 % restants portent sur l'électricité et les fenêtres. L'efficacité de la prévention ressort de l'illustration présentée ci-dessous.

A l'exemple des inondations de Kraiburg, on constate que l'endommagement des meubles, du chauffage et des autres biens d'équipement représente environ 40 % des dommages totaux. Dans le cas de Braubach en revanche (usages et équipement adaptés au risque d'inondation), la part occupée par cette catégorie de dommages tombe à 15 %.

### Construction préventive

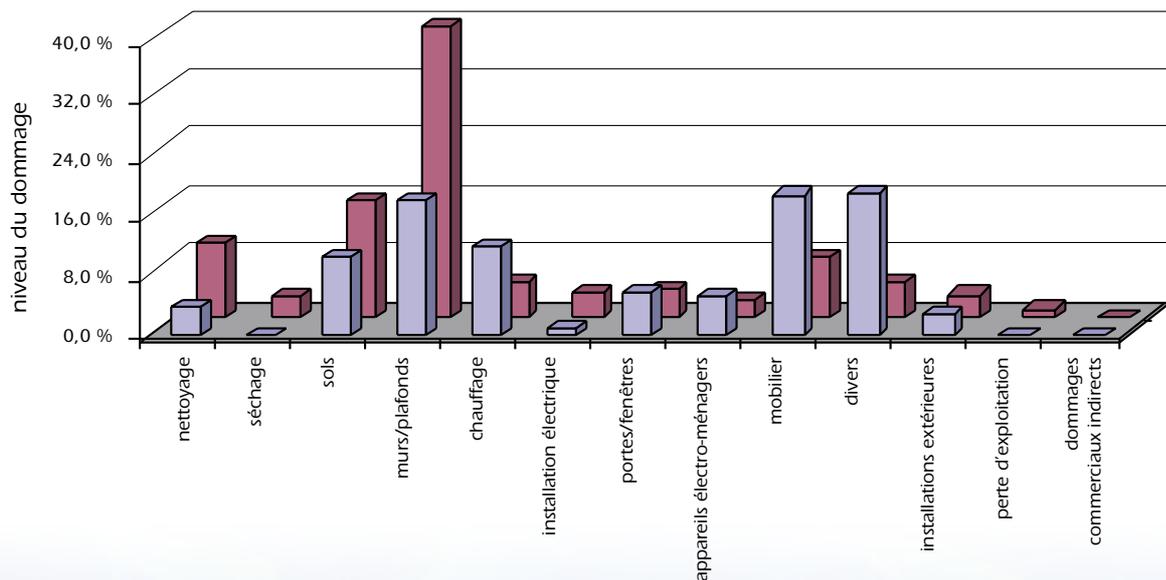
La construction préventive s'efforce de minimiser les dommages en adaptant l'usage et l'équipement des bâtiments au risque d'inondation ou en prenant des mesures d'étanchéement, de renforcement et de mise hors d'atteinte.

### Prévention par inondation contrôlée du bâtiment



### principaux dommages

**ROUGE:** préparé et en partie adapté (Braubach 1988)  
**BLEU:** non préparé (Kraiburg 1985)





Disposition surélevée de l'équipement d'approvisionnement en gaz

### ■ Adaptation des usages

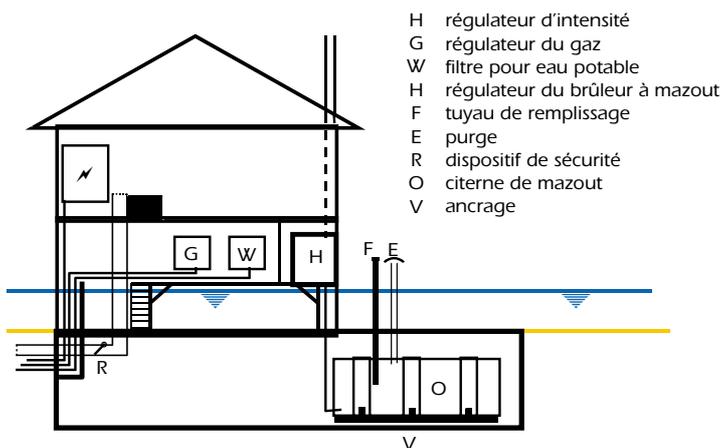
Sur les ouvrages existants, on peut réduire les dommages en renonçant à certains usages sensibles dans les pièces situées en deçà du niveau d'inondation. Sur les nouveaux bâtiments, les dommages sont minimisés lorsque l'utilisation des ouvrages tient compte dans toute son ampleur de l'aléa d'inondation. Ceci peut se traduire par les mesures suivantes:

- En renonçant à une cave ou au sous-sol, on abaisse les dommages totaux en moyenne de 3000 à 6000 €.
- En rendant la cuve à mazout résistante aux eaux ou en optant pour un chauffage au gaz, on peut éviter les dommages consécutifs dans un ordre de grandeur de 50 % ou plus
- En plaçant les principaux interrupteurs et les distributeurs au-dessus du niveau d'inondation, on peut continuer à utiliser les étages supérieurs même pendant la crue.

### ■ Adaptation de l'équipement

En utilisant des matériaux si possible résistants ou insensibles à l'eau, on débourse au plus les coûts de nettoyage et de séchage, dont l'ordre de grandeur est compris entre 1500 et 3000 €. Les coûts de séchage peuvent toutefois s'élever à un montant compris entre le triple et le quintuple dans les anciens bâtiments pendant la période hivernale.

### Schéma des équipements d'approvisionnement



### Réduction des dommages potentiels par adaptation des usages

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

### Réduction des dommages potentiels par adaptation de l'équipement

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

### Efficacité

En adaptant l'usage des pièces menacées au risque, on peut réduire les dommages potentiels de 30 à 40 %. L'utilisation de matériaux résistants à l'eau pour les bâtiments et l'aménagement intérieur permet de réduire les dommages potentiels de 15 à 35 %.

„L'étanchement de bâtiments compte parmi les mesures les plus efficaces quand le bâti est en mesure de supporter la pression de eaux.“

## Protection de l'habitat – étanchement

### ■ Mesures d'étanchement

L'étanchement complet d'ouvrages permet de protéger l'intérieur du bâtiment de l'impact des eaux. Les dommages se limitent alors à une façade extérieure salie et humide.

#### Ouvrages existants:

Si la façade et la cave sont étanches, l'étanchement se limite aux ouvertures du bâtiment. Il est ainsi possible d'installer des portes et des fenêtres étanches ou, si la période d'avertissement est suffisante, d'ériger des batardeaux ou de mettre en œuvre d'autres mesures de fortune (sacs de sable et bâches etc.)

Si la façade du bâtiment n'est pas étanche, on peut la recouvrir de batardeaux ou d'une bâche pour la rendre étanche. Etancher durablement a posteriori des bâtiments équipés de caves non étanches entraîne un travail et des frais importants, car il faut mettre à nu la construction dans son ensemble.

Si la cave n'est pas étanche et que les quantités d'eau sont faibles, on les évacue par pompage permanent, de sorte qu'il reste seulement à nettoyer et à faire sécher les murs et le sol de la cave. Si la cave ne résiste pas systématiquement à la poussée des eaux, il faut alors la remplir d'eau propre, en tout ou en partie, pour assurer sa stabilité.

Il convient en tout cas d'accorder suffisamment d'importance au risque de poussée des eaux et de reflux des eaux d'égout lorsque l'on étanche un bâtiment.

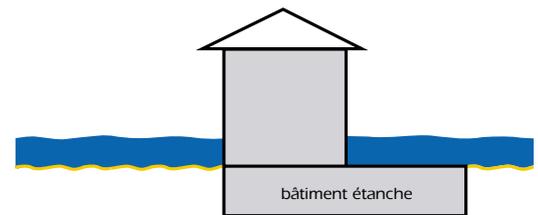
#### Nouveaux ouvrages :

On peut étancher les nouveaux ouvrages en plaçant une cuve blanche ou noire. On entend par cuve blanche l'utilisation de béton d'étanchement et de joints étanches. Dans le cas de la cuve noire, il s'agit de constructions avec une couche imperméable (au bitume).

#### Exemple de la maison de commerce 'Seehof' à Lucerne en Suisse

Cette maison de commerce se compose de 4 niveaux de sous-sol et de 4 étages supérieurs. L'intégralité de l'équipement (réseau de distribution électrique, système d'aération, eau et eaux usées ainsi que le chauffage au mazout et la cuve correspondante) se trouve dans les niveaux inférieurs. Leur inondation provoquerait une interruption d'exploitation de plusieurs mois dans l'ensemble du bâtiment. Quand le bâtiment a été construit, l'étanchement a été pris en compte pour parer au risque d'inondation. Les entrées situées à un bas niveau (entrées des garages souterrains p.ex.) sont protégées par des éléments mobiles immédiatement opérationnels en cas de crue. Les investissements requis pour la protection des bâtiments se sont élevés à environ 0,15 million €. Grâce à ces dispositifs, des dommages potentiels d'environ 9 millions € ont pu être évités lors de la crue de 1999.

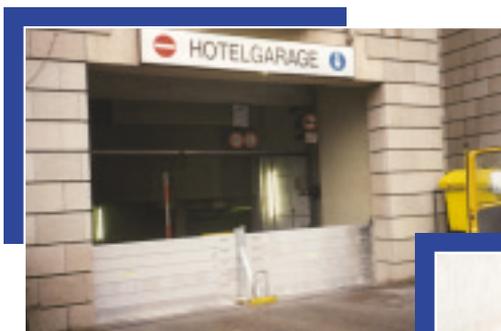
### Etanchement



Etanchement de la façade d'un bâtiment (dispositif mobile)

# 12 Construction préventive

Continuation: Protection de l'habitat – étanchement



Etanchement d'ouvertures (dispositif mobile)



Etanchement d'ouvertures (dispositif permanent) par pose d'un avant-mur

## Réduction des dommages potentiels par étanchement

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

### Efficacité

Lorsque la cave est étanche, l'efficacité est équivalente à une réduction des dommages de l'ordre de 75 % - 85 % des dommages globaux. Si la cave doit être inondée, le degré d'efficacité est alors de 10 à 40 %. On parvient à réduire les dommages de 50 à 60 % en évacuant l'eau par pompage lorsque seule la cave est touchée; le degré d'efficacité est de l'ordre de 60 à 70 % lorsque la cave et le rez-de-chaussée sont concernés. L'application de mesures de ce type est très restreinte dans les zones exposées à des profondeurs d'inondation importantes.

„L'étanchement de bâtiments compte parmi les mesures les plus efficaces quand le bâti est en mesure de supporter la pression de eaux. “

## Protection de l'habitat – mise hors d'atteinte

### ■ Mesures de mise hors d'atteinte

La mise hors d'atteinte permet d'éviter que les eaux n'entrent en contact avec le bâtiment, ce qui peut avoir un effet sur l'extension et l'intensité des inondations. Cette mesure ne doit pas avoir pour conséquence d'accroître le danger pour les bâtiments avoisinants.

### ■ Rehaussement:

Le rehaussement est une option très efficace et financièrement avantageuse pour protéger les nouvelles constructions. Les réalisations suivantes sont envisageables.

- construction sur piliers: offre une grande liberté de conception. L'espace gagné sous le bâtiment peut servir de parking.
- construction sur murs: agrandit les possibilités d'utilisation du bâtiment
- construction sur remblai: constitue une mesure financièrement très avantageuse, notamment si le terrain avoisinant est en pente, et judicieuse quand le niveau des eaux souterraines est élevé.

### ■ Dispositifs permanents ou parois mobiles

La mise en place d'une digue ou d'un mur constitue une mesure permanente. L'accès peut être assuré par une rampe ou un portail étanche. On peut prévoir des dispositifs relevables ou repliables vers le haut à titre de mesure temporaire. Lorsque les temps de préalerte sont suffisamment longs, on peut utiliser des systèmes de batardeaux, des digues de sacs de sable, ou combiner ces deux types de mesures.

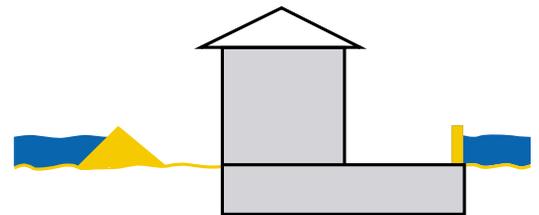
Dans tous les cas de mise hors d'atteinte à l'aide de parois, il subsiste des dommages imputables aux eaux souterraines pour autant que des dispositifs spécifiques n'aient pas été prévus contre ce type de danger.

L'exemple de la crue de 1999 dans le canton de Berne montre les différences constatées entre inondations et dommages dus aux eaux souterraines.

Type d'aléa	Total	Dommages en FS		% d'endommagement	
		moyenne	médiane	moyenne	médiane
Inondation	214	62'000	39'000	10.1	6.9
Eaux souterraines	837	19'000	9'000	3.3	1.4

Dans tous les cas, il convient de prendre dûment en compte la poussée des eaux et le reflux des eaux d'égout, de même que les eaux d'infiltration et les eaux souterraines, lorsque sont mis en place des parois ou murs de protection.

Mise hors d'atteinte



Rehaussement de constructions légères



Mise en place d'une digue de protection

# 12 Construction préventive

Continuation: Protection de l'habitat – mise hors d'atteinte

Exemple du quartier de Rodenkirchen à Cologne

Au moyen d'un système des parois mobiles de protection composées de supports d'aluminium, de palettes et de bâches, on a pu éviter l'inondation du quartier de Rodenkirchen lors de la crue de 1999. Ce système a été mis en place par 18 personnes en 5 heures sur une longueur de 500 mètres. Du fait de sa souplesse d'utilisation, de sa maniabilité et de son poids faible, ce système est également opérationnel dans les zones d'habitat.



Mise en place d'une paroi mobile

Réduction des dommages potentiels par mise hors d'atteinte

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

**Efficacité**

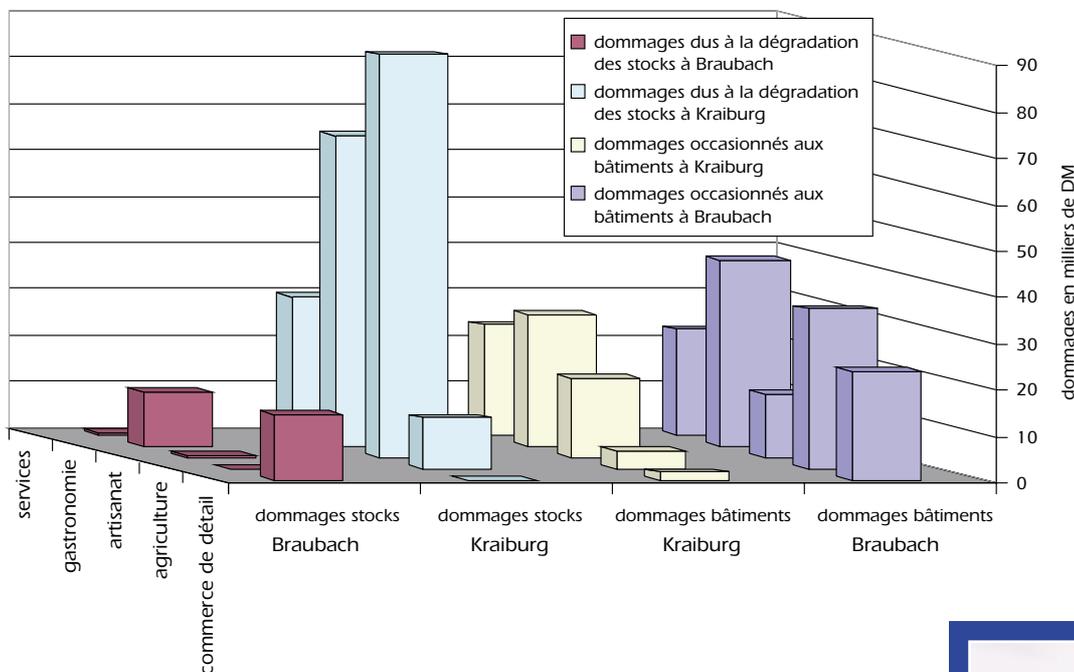
Les mesures de mise hors d'atteinte peuvent réduire l'étendue des dommages de 60 % à 80 %. Les dommages restants, et par conséquent le degré d'efficacité global, dépendent fortement des dommages potentiels rassemblés dans la cave. Si celle-ci est étanche, l'efficacité peut atteindre pratiquement 100 %. La mise en œuvre de cette mesure est nettement restreinte dans les zones exposées à de grandes profondeurs d'inondation.

„Les dommages commerciaux et industriels sont considérablement plus élevés que les dommages occasionnés à l’habitat et menacent la bonne marche de l’exploitation, voire même la survie de l’entreprise.“

## Protection des bâtiments commerciaux et industriels

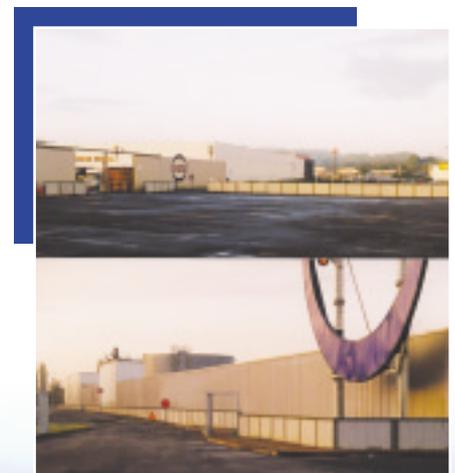
### ■ Protection des bâtiments dans les zones commerciales et industrielles

Dans les entreprises commerciales, les dommages dus à la dégradation des stocks et aux interruptions d’exploitation sont souvent plus élevés que les dommages occasionnés aux bâtiments. L’impact de la prévention est notamment visible dans le cas des biens stockés dans le bâtiment. A Braubach p.ex. (ville préparée à l’arrivée de la crue), les dommages subis par les bâtiments ont été similaires à ceux de Kraiburg (ville non préparée). Dans le dernier cas, les dommages occasionnés aux stocks ont été sensiblement supérieurs.



On note cependant de très grandes variations du degré de dommage dans les branches commerciales et industrielles, au niveau des bâtiments également. On constate notamment des dommages souvent élevés dans le secteur gastronomique.

Les mesures de construction préventive sont très diverses dans les branches commerciales et industrielles. On peut uniquement limiter les dommages dus aux interruptions d’exploitation sans jamais les éviter totalement. Il peut s’avérer judicieux, le cas échéant, de prévoir un déplacement temporaire de la production ou d’adapter la gestion des entrepôts à une éventuelle phase d’interruption.



Mise hors d’atteinte avec parois (Meuse, F)

# 12 Construction préventive

Continuation: Protection des bâtiments commerciaux et industriels



Station-service protégée à Vallendar

Mesure de protection des bâtiments à l'exemple d'une station-service à Vallendar  
Au cours des crues de 1993 et de 1995, la station-service a été inondée pendant deux semaines sous une profondeur d'eau de 1,3 m, suite à quoi l'exploitant a décidé de reconstruire intégralement l'installation:

- en protégeant le magasin par des éléments mobiles
- en réduisant les points de jonction des conduites d'approvisionnement dans la zone des pompes
- en installant des séparateurs d'essence et de liquides fluides étanches à la pression des eaux
- en utilisant des matériaux de construction résistants à l'eau et faciles à nettoyer pour le bâtiment
- en installant des pompes d'évacuation dans le périmètre extérieur
- en surélevant le chauffage

Grâce à ces mesures, on estime pouvoir réduire les dommages de 80 % par rapport à ceux occasionnés par la crue de 1993.



Protection du système d'approvisionnement en énergie'  
(installation dans les étages supérieurs)

Réduction des dommages potentiels par protection des bâtiments commerciaux et industriels

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

## Efficacité

Les mesures de construction préventive permettent de réduire les dommages dans un ordre de grandeur de 25 à 100 % dans les entreprises commerciales et industrielles. Le choix des mesures dépend en grande partie du bâtiment et de l'équipement mobilier menacé.

„Le stockage en lieu sûr de combustibles liquides et de substances dangereuses pour l'environnement permet de réduire de moitié l'étendue des dommages et écarte le risque de dommages environnementaux.“

## Substances dangereuses

### ■ Habitat: dommages occasionnés par les fuites de combustible liquide

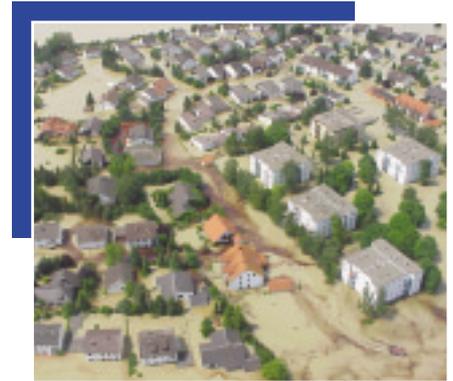
En cas de séjour prolongé des eaux, les fuites de combustible liquide peuvent doubler, voire tripler, l'étendue des dommages.

Enseignements tirés de la crue de 1999 à Kelheim:

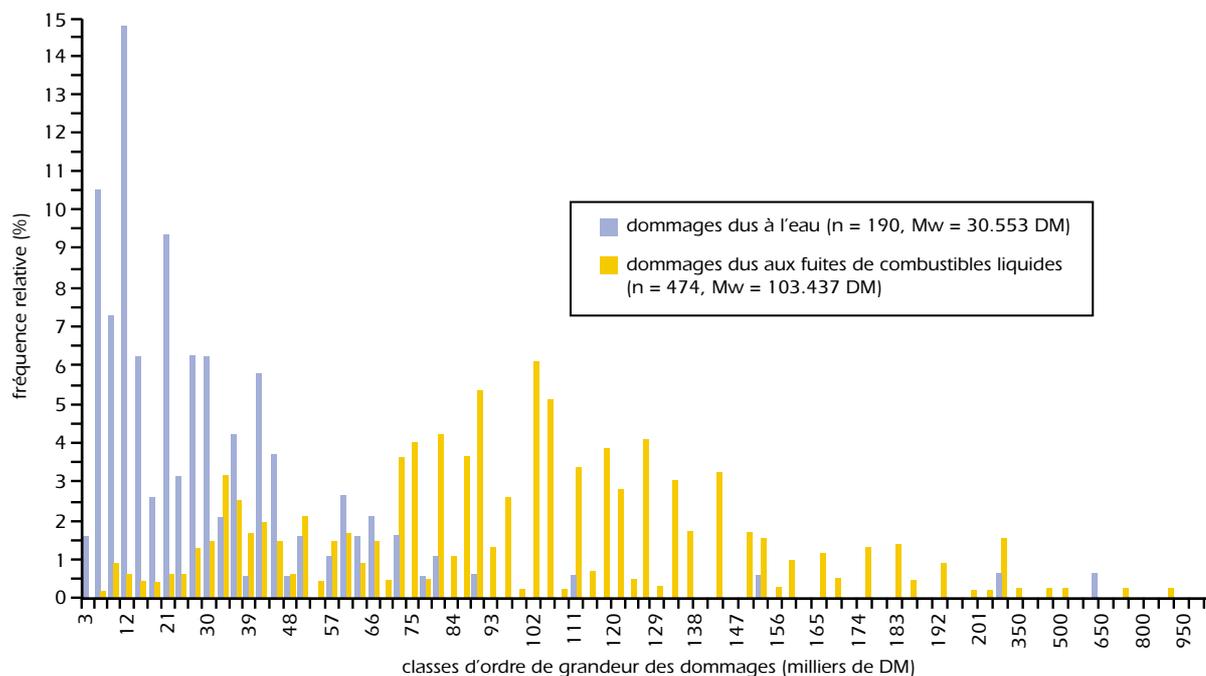
70 % des dommages immobiliers au total sont dus à des fuites de combustible liquide. Dans les bâtiments endommagés, les dégâts spécifiques dus aux combustibles liquides contraignent à :

- restaurer les plafonds, chapes, carrelages, peintures et plâtres
- remplacer les murs et cloisons (maçonnerie, boiseries)

Les fuites de combustibles liquides aggravent les dommages car ils pénètrent également dans des matériaux résistants à l'eau, les carrelages par exemple, entraînant des travaux de réparation importants.



Fuite de combustible liquide à Neustadt a. d. Donau (Landkreis Kelheim) en 1999



### ■ Statistiques sur les dommages survenus à Kelheim:

On a relevé des dommages imputables aux fuites de combustible liquide dans tous les sinistres, mais rarement aussi fréquemment qu'à Kelheim. Le nombre élevé de dommages importants vient du manque d'expérience des personnes vivant dans des zones protégées par des digues et de la durée prolongée d'une inondation profonde. Quand l'inondation est brève, il pénètre moins de combustible liquide dans les murs et les parties de bâtiment touchées sont souvent peu nombreuses. Il est donc difficile de bien mesurer l'importance des dommages dus aux combustibles liquides dans le large éventail des statistiques de dommages.

Continuation: Substances dangereuses



Remplacement de l'ouvrage de maçonnerie suite à une pollution par des combustibles liquides Neustadt a. d. Donau (Landkreis Kelheim) en 1999

### ■ Entreprises commerciales et industrielles

En règle générale, les substances stockées doivent être estimées en fonction de leur toxicité, de leurs propriétés inflammables et explosives et de leur écotoxicité. En cas d'inondation, les fuites de substances dangereuses pour l'environnement ne se produisent pas uniquement dans les zones commerciales et industrielles mais également dans les zones d'habitat (huile, eaux usées) et dans les exploitations agricoles (pesticides, engrais). En présence de substances dangereuses pour les eaux, un travail de prévention s'impose, non seulement pour des raisons financières mais également pour éviter les atteintes à l'environnement.

La meilleure prévention consiste à stocker les substances dangereuses en dehors de la zone exposée au risque d'inondation ou à rehausser les aires de stockage. En fonction de la nature et de la quantité des substances et des contraintes d'exploitation, des solutions spécifiques sont à mettre en place.



Protection d'une citerne de mazout contre la poussée des eaux (Bâle)



Stockage dans des citernes fixes

### Réduction des dommages potentiels par stockage de substances dangereuses adapté au risque d'inondation

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

### Efficacité

**En cas de stockage hors du champ d'inondation, on peut réduire les dommages de 100 %. L'efficacité des mesures de surélévation et de stockage à l'abri des hautes eaux est de l'ordre de 50 % à 75 %.**

„La préparation doit démarrer bien avant que ne survienne la crue.“

## Préparation

### ■ Information / formation

L'information est la condition première de tout comportement préventif:

- Longtemps avant que ne survienne la crue, on veillera à présenter les moyens de limiter les dommages au travers d'actions spécifiques d'information et de formation. Ces connaissances sont à communiquer régulièrement aux acteurs impliqués.
- En cas de montée des eaux, les alertes et prévisions des crues donnent le temps de prendre des mesures préventives sélectionnées.

Le temps de préalerte disponible est déterminant pour la conception des mesures préventives. Il peut aller de quelques minutes dans les régions montagneuses à plusieurs jours dans le delta du Rhin.

### ■ Qui requiert quelles informations?

Les pouvoirs publics:

Les pouvoirs publics doivent disposer d'informations sur le risque d'inondation, sur la situation actuelle et sur les plans d'intervention. La coopération entre les différentes disciplines doit être coordonnée.

### Les personnes touchées:

Leur information commence par la description du risque potentiel. Chacun doit pouvoir saisir la mesure de ses dommages potentiels et connaître le temps de préalerte à sa disposition. Doivent en outre être exposées les différentes mesures qu'il est possible de prendre sur les bâtiments, les équipements et le mobilier pour réduire les dommages. Il convient de communiquer les adresses des services d'information et de renseignement. Enfin, les personnes touchées doivent connaître les différents types d'avertissement et les mesures recommandées.

### Les Services de protection civile et d'intervention (services d'urgence):

Les services d'urgence doivent savoir où sont les risques et les mesures à prendre. Ces dernières sont à régler dans le cadre de plans de lutte contre les risques majeurs.

### ■ Préparation

Tous les représentants des services d'urgence et tous les particuliers sont tenus de planifier les formes de comportement préventif requises en établissant un plan individuel d'urgence. Ce plan énumère les mesures préventives d'urgence à prendre dans un ordre de priorité donné. Il comporte les adresses et les numéros de téléphone de services d'aide ou de réparateurs.

### Efficacité

L'information, la formation et la préparation sont les conditions préalables à l'adoption d'un comportement préventif efficace. Ces mesures sont d'autant plus efficaces qu'elles reposent sur la création d'une prise de conscience du danger et sur la reconnaissance des actions individuelles possibles. La sensibilisation est la seule voie possible pour réduire à long terme la croissance des dommages.

### Comportement préventif

L'information, la formation et la préparation sont les conditions préalables à un comportement adéquat, susceptible de réduire les dommages en cas d'urgence.



Campagne d'information visant à sensibiliser la population de Cologne

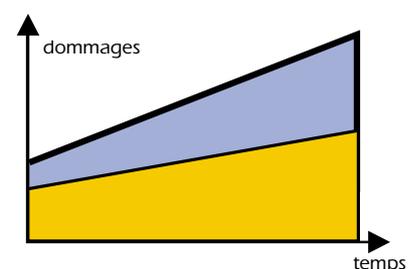
### Réduction des dommages potentiels par comportement préventif

Surface bleue:

dommages potentiels évités

Surface jaune:

dommages potentiels restants



„Le comportement préventif doit pouvoir s’ancre dans des prévisions fiables.“

## Prévisions et avertissement

### Avertissement

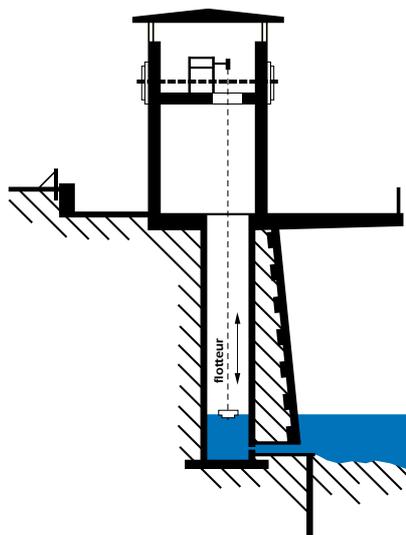
Les prévisions et l’avertissement sont les conditions préalables à toute mise en œuvre, dans les délais nécessaires, des mesures d’urgence prévues.

Les **prévisions** signalent les niveaux d’eau attendus et leur évolution dans le temps.

L’**avertissement** indique que les niveaux d’eau attendus sont susceptibles de dépasser les valeurs limites.

L’**alerte** est un appel à engager des actions concrètes de protection des personnes et des biens.

### Schéma: station limnimétrique



Centre de protection contre les inondations à Cologne

Pour que le comportement préventif soit efficace, il doit pouvoir se fonder sur des avertissements et des prévisions de crues fiables et suffisamment précoces. Les temps d’avertissement et de prévision varient d’un bassin à l’autre et dépendent également de la position de la zone à prévenir au sein d’un bassin versant donné. Ils vont de quelques minutes dans les torrents à plusieurs heures dans le delta du Rhin. Pour vider un appartement, il faut pouvoir disposer d’un temps de prévision d’au moins 4 heures. Dans le delta du Rhin, les prévisions doivent être communiquées au moins 72 heures à l’avance lorsqu’il s’agit d’évacuer plusieurs centaines de milliers de personnes.

Les centres d’annonce des crues compétents à l’échelon régional produisent pour l’ensemble du bassin du Rhin des informations actualisées sur les crues. Plus le bassin est petit, plus la fiabilité des prévisions de crue dépend de la qualité des prévisions des précipitations. Au cours des dernières années, les centres d’annonce des crues existants ont contribué pour une grande part à réduire les dommages. La qualité des informations et des prévisions est en progression constante.

Des avertissements non fiables se traduisent toujours par une perte de confiance. La signification de l’avertissement doit être claire pour tous, sinon toutes les mesures de comportement préventif perdent en efficacité.

Les inondations de la Meuse à Charleville en janvier 1995 ont dépassé la cote record de 1993 de 52 cm. Les dispositifs mis en place n’ont pas suffi. Ils ont été submergés et les dommages ont été pratiquement deux fois plus élevés qu’en 1993. Bien que l’onde de crue ait en principe été correctement signalée par les prévisions, elle est survenue plus tard que prévue. La population n’a pas pris l’alerte au sérieux, parce que les prévisions dépassaient l’expérience vécue et que la situation observée au moment où avait été déclenchée l’alerte (niveau d’eau constant) ne correspondait pas aux prévisions (niveau d’eau en forte hausse).

De l’avis des experts, le fait que la crainte d’une submersion des digues ne soit pas devenue réalité en 1995 aux Pays-Bas risque d’abaisser sensiblement la motivation des populations touchées à accepter une nouvelle évacuation. Des enquêtes récentes montrent toutefois que la conscience d’un danger latent est plus forte en raison des nombreuses crues enregistrées au cours des dernières années et que des mesures de prévention de ce type sont mieux comprises.

Les moyens suivants entrent en ligne de compte pour l’avertissement: affichage, radio locale, véhicules équipés de mégaphones, patrouilles, systèmes automatiques de renseignement (téléavertisseurs etc.), sirènes, internet et numéros de téléphone gratuits.

On peut accéder aux sites internet des centres d’annonce et de prévision sur le Rhin en cliquant sur la carte générale intégrée dans le site internet de la CIPR ([www.ikrs.org](http://www.ikrs.org)):

### Efficacité

**Tout comme l’information et la préparation, l’avertissement est une des conditions préalables au comportement préventif. Plus l’avertissement est précis et fiable, plus les mesures d’urgence sont efficaces.**

„Réduire presque de moitié les dommages avec des moyens simples!“

## Mesures d'urgence pour l'habitat

### ■ Mesures d'urgence pour l'habitat

Evacuation des biens mobiliers :

Evacuer les biens mobiliers constitue la mesure technique la plus simple, la plus évidente, et par conséquent la plus appliquée par les personnes touchées non informées au préalable ou en cas d'inondation inattendue. En fonction du temps de préalerte disponible, on distingue:

- l'évacuation simple : biens mobiliers de petite taille
- l'évacuation intensive: biens mobiliers de grande taille
- l'évacuation complète: démontage du mobilier fixé

Le déplacement et la mise en sécurité des biens contenus dans les caves doivent absolument être terminés avant le début de l'inondation.

Outre le temps de préalerte, le deuxième facteur limitant l'efficacité de l'évacuation des biens est celui constitué par la profondeur d'inondation dont dépend l'espace restant disponible pour une mise en sûreté. En cas de faible hauteur d'eau, il suffit souvent de disposer les biens en hauteur.

Quand il a été constaté en 1999 à Kelheim que l'inondation était inévitable, il a été conseillé à la population de transporter le plus possible de biens dans les étages supérieurs. Lorsque ces étages ont également été atteints dans les quartiers les plus touchés, les personnes se sont plaintes de cette recommandation inutile, estimant qu'ils auraient pu mieux tirer profit du peu de temps dont ils avaient disposé.

Un exemple très illustrateur d'une réduction des dommages mobiliers nous est fourni par les inondations de la Meuse aux Pays-Bas où, grâce à des mesures d'évacuation adaptées, il a été possible en 1995 de réduire les dommages de 80 % par rapport à ceux de la crue de 1993. Dans les deux cas, la profondeur d'inondation et le temps de préalerte se situaient dans le même ordre de grandeur.

On retrouve un ordre de grandeur comparable de dommages évités lorsqu'on compare l'impact qu'a eu la crue de 1995 sur les ménages du quartier de Rodenkirchen (circonscription de Cologne) par rapport à celle de 1993.

Ménages	Dommages moyens par ménage		Réduction par ménage
	1993	1995	
Total	20'500 €	6'100 €	14'400 €
Sans expérience d'inondation	<b>27'600 €</b>	<b>8'100 €</b>	<b>20'000 €</b>
Expérience récente d'inondation	2'500 €	1'900 €	600 €

### Mesures d'urgence

On entend par mesure d'urgence les dispositions permettant de réduire l'étendue des dommages peu avant, pendant et après la crue

# 13 Comportement préventif

Continuation: Mesures d'urgence pour l'habitat

Après le retrait de la crue, il convient de séparer les biens réparables des biens totalement endommagés. La priorité doit être donnée aux objets pouvant être le plus rapidement remis en marche après nettoyage adéquat.



Disposition des meubles en hauteur



Disposition en hauteur de l'électroménager

Réduction des dommages potentiels par évacuation des biens mobiliers

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

### Efficacité

Selon l'ampleur de la prévention, on peut abaisser le volume total des dommages de 20 à 50 % par des mesures d'évacuation et de disposition en hauteur des biens mobiliers, à condition que l'on dispose dans le bâtiment de suffisamment d'espace à l'abri des hautes eaux et d'assez de temps de préalerte pour mettre ces biens mobiliers hors de danger.

„Planifier les mesures de prévision des dommages et s’y entraîner avec le personnel de l’entreprise!“

## Mesures d’urgence au niveau commercial et industriel

### ■ Mesures d’urgence au niveau commercial et industriel

Le comportement préventif dans les branches commerciales et industrielles prend des formes très diverses et variables selon ces branches. La nature des biens menacés, les quantités à mettre en sécurité et le personnel disponible sont déterminants dans le choix des mesures. La priorité doit aller à la mise à l’abri des substances dangereuses pour les eaux.

Politique de protection contre les inondations de l’entreprise Bayer AG, usine de Leverkusen

Après que les pouvoirs publics aient redéfini les objectifs de protection en réaction aux dernières grandes inondations du Rhin, l’entreprise Bayer AG a étendu ses dispositifs de protection contre les inondations en construisant des murs fixes et des parois mobiles de protection et en mettant en place une station de pompage, afin de pouvoir faire face à une crue théorique bicentennale. Les coûts se sont élevés à env. 4 millions d’euros. Même sans mur de protection, une crue bicentennale n’atteindrait que le périmètre de l’usine proche des berges, car le terrain s’élève progressivement. Cependant, les eaux pouvaient s’engouffrer dans les canalisations par le biais des regards du réseau d’évacuation des eaux pluviales et perturber l’écoulement normal des eaux. L’entreprise Bayer AG voulait surtout éviter des interruptions de production. Elle entendait également respecter son engagement volontaire « d’action responsable » vis-à-vis de l’environnement et de la sécurité. Les mesures de protection contre les inondations sont intégrées dans le système d’organisation des alertes et de la lutte contre les dangers des pompiers de l’entreprise Bayer. En fonction du niveau des eaux, des scénarios de protection sont fixés dans un « plan d’alerte et de lutte contre les dangers ». Il existe en outre un « projet logistique » pour la mise en place rapide des parois mobiles de protection. Des exercices réguliers garantissent la bonne formation et la disponibilité permanente du personnel d’intervention de l’entreprise Bayer AG.



Parois mobiles de l’entreprise Bayer AG, Leverkusen

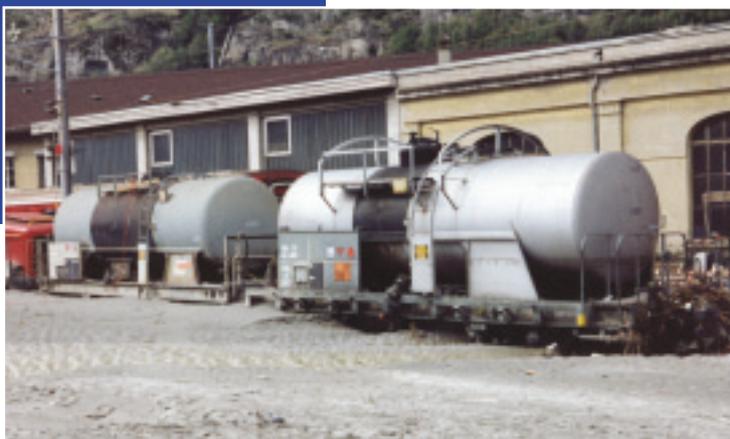
Continuation: Mesures d'urgence au niveau commercial et industriel

Comportement des usines Eternitwerke AG à Niederurnen (CH) lors de la crue de 1999:

Les exploitants des usines de fibrociment (industrie du ciment) de Niederurnen (CH) ont pu éviter des dommages de plusieurs millions et une interruption prolongée de l'exploitation en mettant en œuvre un plan d'urgence préalablement établi. On trouve à la base de la stratégie comportementale un plan altimétrique détaillé du site de l'entreprise spécialement mis au point pour la planification des mesures d'urgence. Les actions suivantes ont été réalisées :

- mise en place d'une unité de lutte contre les inondations bien formée et prête à intervenir
- mise au point d'une installation de remplissage de sacs de sable à haut rendement
- ajustements divers concernant l'alimentation électrique de secours
- examen et adaptation des citernes susceptibles de céder à la poussée des eaux
- mise en place d'une station d'annonce des crues avec alerte du service de garde
- établissement d'un plan d'urgence englobant toutes les actions à engager pour différents niveaux de hautes eaux

Pour les remercier de leur engagement, la direction de l'entreprise a accordé au personnel et à l'unité spéciale de lutte des bonifications spéciales. L'assurance de l'entreprise a versé 10.000 € à titre de reconnaissance des mesures de lutte réalisées.



Déplacement précoce de substances dangereuses pour l'environnement

Réduction des dommages potentiels par des mesures d'urgence dans le cadre commercial et industriel

0-25%	25-50%	50-75%	75-100%

### Efficacité

Les dommages que les inondations font subir aux grandes entreprises atteignent rapidement des dizaines ou des centaines de millions. Par contre, les coûts des mesures préventives et des exercices d'intervention se limitent à quelques millièmes ou centièmes de ces sommes. Il n'est pas possible d'indiquer globalement l'efficacité de ce type de mesures, qui est en outre limitée en cas de profondeur d'eau importante.

„Planifier la prévention des crues extrêmes et s’entraîner à y faire face!“

# Services d’intervention et lutte contre les risques majeurs

## ■ Services d’intervention et lutte contre les risques majeurs

La condition principale de la maîtrise d’une situation d’urgence en cas d’inondation est de pouvoir se reposer sur une organisation des secours bien structurée. Cette dernière se décompose généralement comme suit: direction, information et avertissement, sécurité et maintien de l’ordre, service d’intervention, évacuation et sauvetage, protection et assistance, santé et protection sanitaire, infrastructures techniques.

Expérience des services d’intervention lors de la crue de l’Oder en 1997: Les services d’intervention ont permis d’empêcher sur l’Oder la submersion d’env. 68.000 ha de terres et de protéger 26.000 habitants, ce qui correspond à un dommage d’environ 300 millions d’euros. Malgré tout, les services d’intervention ont également entraîné des coûts (292 millions d’euros). Les dommages occasionnés par les gros engins utilitaires sur les digues et les routes ont été pris en compte dans les coûts des services d’intervention. Dans les zones inondées, les dommages se sont élevés à 12 millions d’euros.

Exemple du plan d’avertissement et d’alerte de la commune de Warcq (F)

Phase	pré-alerte	alerte	Evacuation
Echelle (m)	3.00	3.00 - 4.50	4.50 - 6.30 (1995)
Consignes et instructions	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inventaire matériel mobile : bateau, outils, TW...</li> <li>▪ Logements de secours</li> <li>▪ Liste des moyens humains, désignation responsable d’îlot</li> <li>▪ organisation du parking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ cellule de crise (chaque jour)</li> <li>▪ évacuations 1</li> <li>▪ ravitaillement</li> <li>▪ voiture méga-phone</li> <li>▪ poste de commande Inondations Secours</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ circulation stoppée</li> <li>▪ bouclage de la ville par pompiers et armée</li> <li>▪ évacuations 2 (totale à 6.30 m) Plan Orsec.</li> </ul>

Expériences tirées de la crue de la Meuse en 1995

Les 6.700 interventions effectuées au total par 150 pompiers englobent les prestations suivantes: évacuations préventives et assistance aux personnes en danger (42 %), protection de biens privés et mesures de sécurité (30 %), évacuation des eaux par pompage et (évacuation du mobilier dans les habitations et bâtiments annexes (13 %), autres interventions (15 %). Ces actions ont reçu le soutien de 2.500 policiers ou employés des services publics, notamment pour régler la circulation et maintenir en activité les équipements publics.

### Efficacité

L’efficacité de la lutte contre les risques majeurs s’évalue principalement de manière qualitative. Les évacuations et opérations de sauvetage visent à empêcher les pertes humaines. Les services d’intervention abaissent la probabilité des dommages. Il n’est pas possible de quantifier globalement l’efficacité de telles mesures en termes de réduction des dommages.

Dans les zones touchées par de grandes profondeurs d’inondation, ce type de prévention des risques tient une place très importante.

## Prévention des risques

La prévention des risques a pour but de limiter l’étendue des dommages et leur charge financière en cas d’événements très rares. On fait ici appel aux équipes d’intervention, aux services de lutte contre les risques majeurs et, si l’aide publique fait défaut, aux compagnies d’assurance.



Service d’intervention: colmatage d’une digue



Evacuation de la plaine rhénane en 1995

La zone évacuée englobe env. 640 km<sup>2</sup> et rassemble une population de plus de 200.000 personnes.

„Les espaces de décharge de secours sont les derniers remparts de la prévention des crues.“

## Espaces de décharge de secours

### Espaces de décharge de secours

Les espaces de décharge de secours ne sont prévus que pour les situations d'urgence et s'inscrivent donc dans les plans de lutte contre les risques majeurs. Il ne constituent pas une alternative aux mesures structurelles de sécurité, comme p.ex. la désignation d'un espace de rétention.

### Mode de fonctionnement

La deuxième ligne de défense vise à prévenir les risques, tout comme un mur pare-feu vise à empêcher que ne brûle la ville et non pas à éviter l'incendie de la maison.

### ■ Espaces de décharge de secours

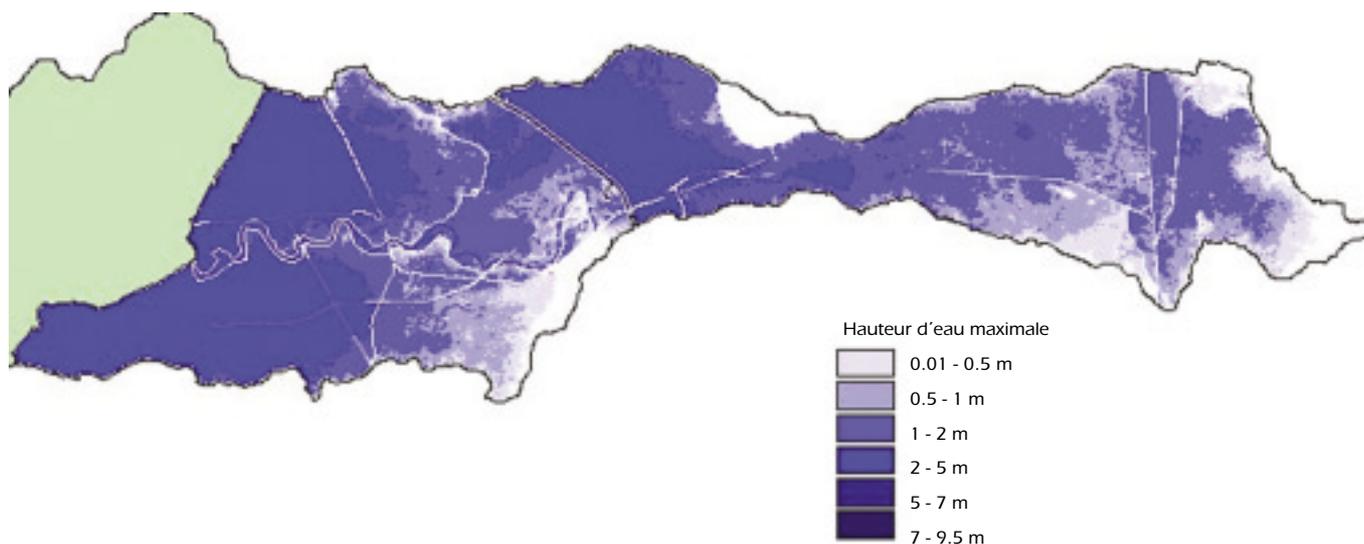
L'objectif d'un espace de décharge de secours est de laisser déborder les eaux à des endroits précis à faible potentiel de dommages lorsque le volume de crue théorique est dépassé, afin d'empêcher une submersion incontrôlée aux conséquences imprévisibles. On entend ainsi épargner des victimes humaines et restreindre les dommages. En dérivant les eaux de manière contrôlée vers un espace de décharge de secours, on fait baisser le niveau des eaux des zones plus en aval et on préserve ainsi ces régions. Les espaces de décharge de secours s'inscrivent dans les plans de lutte contre les risques majeurs.

### ■ Deuxième ligne de défense:

Les structures linéaires telles que les routes, les anciennes digues et les canaux peuvent être utilisés comme dispositifs supplémentaires de protection pour les espaces particulièrement vulnérables au cas où les ouvrages de protection des inondations proprement dits viendraient à défaillir.

Aux Pays-Bas, on peut subdiviser de grandes surfaces de polder (compartimentage) pour faire en sorte que ne soit submergée qu'une partie des surfaces et non pas l'ensemble du polder en cas de rupture de digue.

### Exemple de plan sans compartimentage d'un polder



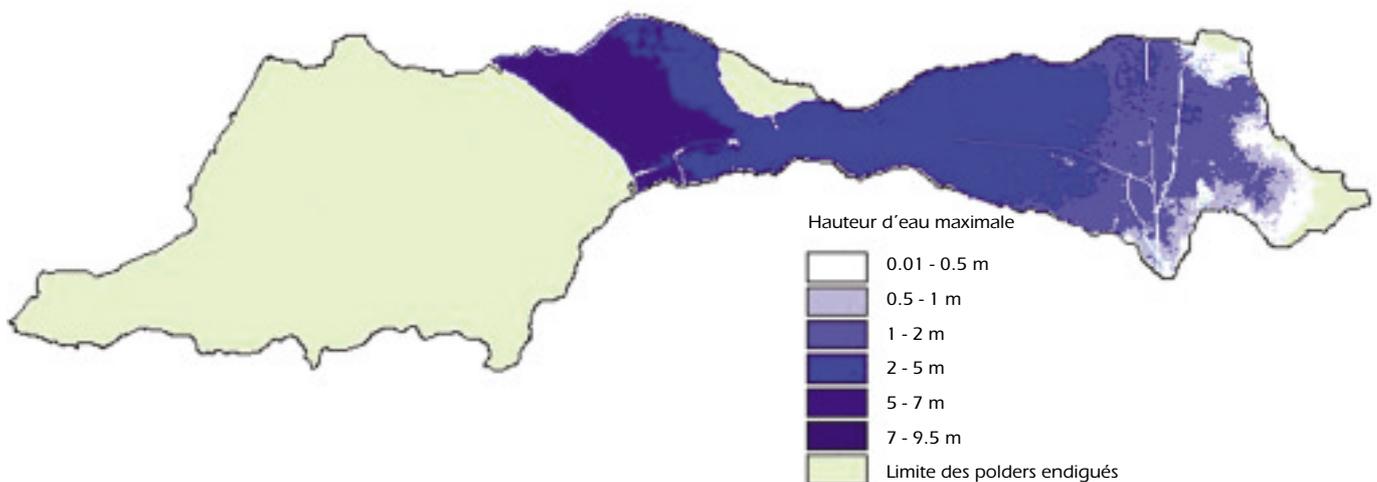
Dans l'exemple proposé, les dommages ont été réduits de 25 %. Le nombre moins important de bâtiments touchés est en partie contrebalancé par une plus grande profondeur d'eau dans les surfaces restantes.

En réservant une zone comme espace de décharge de secours, on ne restreint pas les usages appliqués à cette zone dans le cadre des dispositions d'occupation du sol définies. Il est important que soit maintenu le degré de protection normal ou celui juridiquement exigé. Les usages pratiqués plus en aval, dont la valeur est estimée supérieure, profitent d'une sécurité supplémentaire.

Tielerswaard et Culemborgerwaard  
La chambre de l'économie néerlandaise a examiné les conséquences économiques qu'aurait la désignation de la zone de Tielerswaard et Culemborgerwaard comme espace de décharge de secours. Contre toute attente, il est apparu que les conséquences économiques seraient positives pour cette zone.

Dans le delta néerlandais du Rhin, la désignation d'espaces de décharge de secours est une mesure importante pour limiter les dommages dus aux inondations.

#### Exemple de plan avec compartimentage d'un polder



#### Efficacité

Les espaces de décharge de secours doivent empêcher la formation de dommages imprévus et incontrôlés de grande ampleur. L'efficacité maximale est obtenue quand la différence est grande entre les dommages potentiels de la zone plus protégée et ceux de la zone moins protégée. Cette efficacité n'est généralement pas quantifiable.

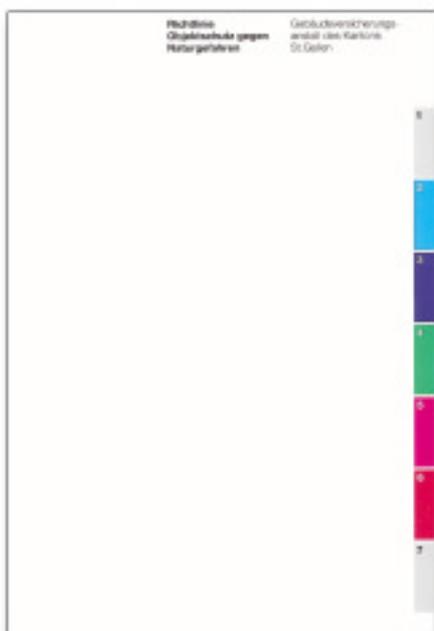
„Assurer le minimum vital en situation cruciale.“

## Prévention financière

Les assurances répartissent le dommage sur une grande communauté et le rendent ainsi supportable pour les particuliers en cas de crue. Pour éviter une répercussion injustifiée de risques, les compagnies peuvent obliger les assurés à prendre des mesures visant à réduire le risque de dommage.

Par exemple:

Page de garde du guide sur la protection des bâtiments contre les risques naturels (Etablissements cantonaux d'assurance de Saint Gall en Suisse)



### Comportement préventif

Selon les clauses de l'assurance, l'assuré est tenu de réduire les dommages en cas de crue imminente. En général, des franchises adaptées au risque en présence peuvent inciter les assurés à prendre l'initiative dans le but de limiter les dommages.

### ■ Prévention individuelle privée ou publique

En principe, la prévention privée, c'est-à-dire celle consistant pour le particulier à économiser pour faire face à des imprévus majeurs, passe au premier plan. Contracter une assurance, à la conception de laquelle l'Etat peut s'associer p.ex. par le biais d'une assurance obligatoire, est également une forme de prévention individuelle. S'il n'est proposé aucune assurance (p.ex. aux Pays-Bas) ou s'il n'en est pas contracté pour diverses raisons, c'est alors aux organisations de collecte de dons ou à l'Etat qu'il revient de contribuer à assurer le minimum vital. S'il était possible de contracter une assurance et que cela n'a pas été fait, les solliciteurs de dons ou de subventions publiques ne doivent pas être privilégiés ou placés sur un pied d'égalité avec les assurés. Ceci remettrait en question le système des compagnies d'assurance.

### ■ Assurance

L'assurance permet de couvrir les dommages imprévus provoqués par des sinistres rares ou très rares en les répartissant sur une communauté de risque. Pour que les primes à verser pour jouir de cette protection évoluent dans un ordre de grandeur financièrement abordable, il convient d'étendre l'assiette de cotisation à un collectif équilibré et suffisamment large. Là où un système d'assurance obligatoire n'existe pas, la rareté d'une inondation peut conduire les personnes menacées à renoncer à une couverture d'assurance. On peut constituer un collectif équilibré

- en regroupant différentes assurances privées pour constituer un collectif « dommages dus aux inondations »
- en raccordant le collectif « dommages dus aux inondations » à un collectif générique « dommages dus aux catastrophes naturelles »
- en mettant en place une assurance obligatoire englobant les « dommages dus aux catastrophes naturelles » et assurant systématiquement toutes les personnes.

L'Etat fixe les conditions générales dans une loi sur les assurances. Les recommandations de prévention des dommages peuvent être élaborées par les compagnies d'assurance et diffusées en fonction des polices d'assurance. La mise en oeuvre des mesures de prévention des dommages dépend du système d'assurance. En adaptant les clauses d'assurance, p.ex. sous forme de franchises et/ou d'obligations variables en fonction du risque, on peut encourager l'assuré à prévenir les dommages et garantir une couverture d'assurance pour les événements rares et très rares.



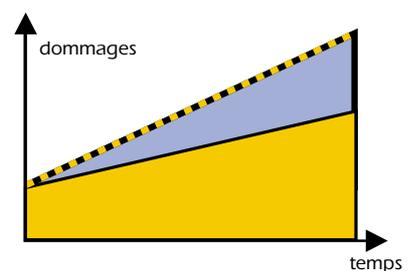
Situation cruciale – photos de la crue catastrophique survenue aux Pays-Bas en 1953



**Efficacité des assurances**

Evolution des dommages potentiels  
 En bleu: évolution sans influence  
 En jaune: évolution des dommages potentiels dans le cas de prescriptions des compagnies d'assurance visant à limiter les dommages  
 Ligne hachurée jaune/noire: évolution des dommages potentiels lorsque les modalités de dédommagement sont trop complaisantes

**Réduction des dommages potentiels par les assurances**



**Efficacité**

Une couverture d'assurance raisonnable rend supportable le risque résiduel constitué par les événements rares ou très rares. La mise en place de conditions d'assurance appropriées peut encourager les mesures de construction préventive et les comportements préventifs. Les assurances peuvent ainsi assumer une importante fonction dans le processus de sensibilisation, d'information et de formation. Sans obligation de prévention individuelle, notamment vis-à-vis d'événements fréquents, on ne peut s'attendre à une baisse de la tendance à augmenter les dommages potentiels.

„Quelles mesures choisir? Comment agissent-elles? “

## Types d'efficacité

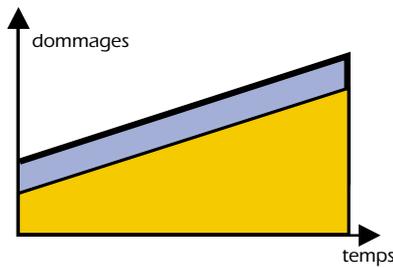
En bleu:

Evolution sans aucune mesure

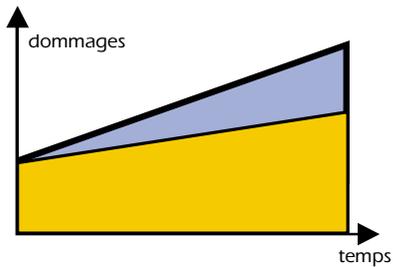
En jaune:

Evolution compte tenu des mesures

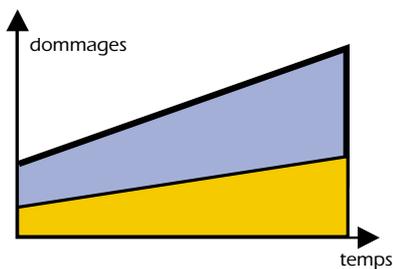
### Effet sur les dommages potentiels en présence



### Effet sur la croissance des dommages potentiels



### Combinaison des deux types d'effet



### ■ Types d'efficacité

Les mesures de prévention des crues présentées font apparaître différents types d'efficacité. Il s'agit d'une part de mesures susceptibles de réduire les dommages potentiels en présence et d'autre part de mesures susceptibles de limiter la croissance des dommages potentiels.

### ■ Effet sur le niveau des dommages:

La mesure classique appliquée pour réduire les dommages potentiels en présence est celle consistant à mettre en sécurité les biens mobiliers. Si l'on compare les crues de 1993 et de 1995 à Cologne et aux Pays-Bas, on constate que les dommages ont pu être ainsi sensiblement diminués. Cette mesure ne peut cependant à elle seule agir sur la croissance des dommages.

### ■ Effet sur la croissance des dommages potentiels:

La mesure classique appliquée pour empêcher une augmentation des dommages potentiels est celle consistant à limiter l'accumulation de valeurs dans les zones inondables. On voit clairement au travers de l'exemple de Dresde que les dommages se sont maintenus à un faible niveau au fil des siècles, même dans le cas d'une grande agglomération. Lorsque des implantations humaines se trouvent dans les zones menacées par les inondations, et c'est le cas en de nombreux endroits depuis des siècles, on doit s'efforcer, en cas de crue, de maintenir les dommages à un bas niveau en adaptant les constructions au risque en présence. Les mesures de construction préventive ne sont applicables qu'aux nouveaux bâtiments et aux travaux de rénovation de grande ampleur ou de remise en état après le passage de la crue.

### Seule la combinaison judicieuse de toutes les mesures de prévention

est susceptible de réduire les dommages potentiels en présence et d'empêcher qu'ils n'augmentent. On veillera à éviter tout nouveau projet d'urbanisation dans les zones exposées à un risque élevé. Dans les zones de moindre risque, un tel projet pourra être autorisé à condition que soient prises les mesures requises de construction préventive et de comportement préventif. Au cours des aménagements urbains, on veillera à mieux adapter au risque les zones d'habitat situées dans les surfaces exposées à ce risque. Pour mesurer l'efficacité des mesures, il convient cependant de prendre en compte les spécificités locales des différents tronçons du Rhin.

„La prévention des dommages nous concerne tous!“

## Contribution des acteurs

### ■ Vue synoptique de l'effet des mesures

	Prévention des surfaces		Construction préventive					Comportement préventif			Prévention des risques		
	surfaces exemptes d'usages	règlements sur la construction / les usages	occupation des sols	équipement	étanchement	mise hors d'atteinte	substances dangereuses	Information / préparation	avertissement	mesures d'urgence	Services d'intervention / lutte contre les risques majeurs	espaces de décharge de secours	Prévention financière
<b>Limitation de la croissance des dommages potentiels</b>	●	●	●					●					●
<b>Réduction des dommages potentiels</b>			●	●	●	●	●		●	●	●	●	
0 - 25 %													
25 - 50 %													
50 - 75 %													
75 - 100 %													

N.B.: Les degrés d'efficacité indiqués pour les mesures de construction préventive se réfèrent à des profondeurs d'inondation modérées (< 2 m).

Les cases orange représentent l'efficacité quantifiée de la mesure. Les cases grises représentent les mesures qui ont un impact sur la croissance des dommages ou dont l'efficacité ne peut pas être quantifiée en général.

### ■ Importance des mesures eu égard à la fréquence et à l'intensité

L'intensité, et notamment la profondeur d'inondation, a un impact sur les coûts des mesures. La fréquence a une influence sur la rentabilité et la disposition des populations à accepter les mesures.

	Prévention des surfaces		Construction préventive					Comportement préventif			Prévention des risques		
	surfaces exemptes d'usages	règlements sur la construction / les usages	occupation des sols	équipement	étanchement	mise hors d'atteinte	substances dangereuses	Information / préparation	avertissement	mesures d'urgence	Services d'intervention / lutte contre les risques majeurs	espaces de décharge de secours	Prévention financière
<b>Événements fréquents</b>													
<b>Événements très rares</b>													
<b>Faible profondeur d'inondation</b>													
<b>Grande profondeur d'inondation</b>													

Les cases orange représentent les principaux domaines où sont prises différentes catégories de mesures, alors que les cases grises font état de mesures plutôt secondaires.

„Qui fait quoi?“

## Les acteurs

### Qui fait quoi?

Le tableau ci-contre fait état de tous les acteurs et de leurs éventuels domaines d'intervention pour réduire les dommages potentiels.

	Prévention des surfaces		Construction préventive					Comportement préventif			Prévention des risques		
	surfaces exemptes d'usages	règlements sur la construction / les usages	occupation des sols	équipement	étanchement	mise hors d'atteinte	substances dangereuses	Information / préparation	avertissement	mesures d'urgence	Services d'intervention / lutte contre les risques majeurs	espaces de déchargement de secours	Prévention financière
<b>Personnes touchées</b>													
habitants			●	●	●	●	●	●	●	●			●
entreprises commerciales				●	●	●	●	●	●	●			●
industrie					●	●	●	●	●	●			●
agriculture							●	●	●	●			
équipement								●	●	●			
<b>Services publics</b>													
services de la gestion des eaux								●	●		●	●	
services d'urbanisme et de planification	●	●						●				●	
communes	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	
<b>Experts du bâtiment</b>													
ingénieurs / architectes		●	●	●	●	●	●	●		●		●	
artisans				●	●	●	●	●		●			
<b>Organisation des secours</b>													
direction									●		●	●	
police									●		●	●	
services d'intervention et autres services de secours									●	●	●	●	
services sanitaires et assistance											●	●	
<b>Assurances</b>													
assurances de droit public		●	●	●	●	●	●	●		●			●
assurances privées			●	●	●	●	●	●		●			●
fonds d'indemnisation des dommages dus aux catastrophes naturelles													●

„La prévention des dommages nous concerne tous!“

## Contribution des acteurs

### ■ Personnes touchées

#### Habitants

En leur qualité de propriétaires ou de locataires, les habitants sont invités à prendre les mesures requises de construction préventive et de comportement préventif en vue de limiter les dommages. Les éventuels risques résiduels, notamment ceux engendrés par les événements très rares, peuvent être couverts par des garanties dommages de contrats d'assurance. Une autre option consiste à constituer des fonds de secours de type « catastrophes naturelles » pour couvrir les dégâts engendrés par des inondations exceptionnelles.

#### Entreprises commerciales et industrielles

Les entrepreneurs commerciaux et industriels sont invités à préparer leur exploitation à l'éventualité d'une inondation au travers de mesures constructives et d'un plan d'urgence. Une bonne maîtrise de l'événement impose d'assurer que l'existence de l'entreprise ne soit pas mise en danger, même en cas d'interruption temporaire des réseaux de distribution d'électricité, de téléphone et d'eau.

#### Exploitations agricoles

Les principaux efforts doivent viser à protéger les animaux (comportement préventif) et à stocker hors d'atteinte des inondations les substances dangereuses pour l'environnement (engrais, pesticides etc.). Des mesures de construction préventive sont à prendre pour limiter l'endommagement des installations très mécanisées.

#### Entreprises d'équipement

Les entreprises d'approvisionnement et d'assainissement et les organismes de gestion du réseau routier et ferroviaire peuvent prendre leurs propres dispositions spécifiques de préparation et élaborer les plans d'urgence correspondants en se basant sur les cartes des aléas. Ces travaux sont à coordonner avec les services d'organisation des secours (p.ex. barrages routiers, remplacement des transports ferroviaires, approvisionnement des sinistrés etc.).

### ■ Service publics

#### Services de gestion des eaux

Ils sont responsables de l'information sur les crues et de l'avertissement dans le cadre de la prévention des crues et soutiennent les organisations de secours. Ils veillent en outre à mettre à disposition les cartes de l'aléa d'inondation et interviennent dans la sélection d'espaces de décharge de secours.

#### Autorités compétentes en matière d'urbanisme et de planification

Les services de l'urbanisme et de planification ont pour compétence première de gérer la préservation des surfaces. En se fondant sur les cartes des aléas, ils peuvent procéder à la subdivision requise des surfaces en zones réservées et zones soumises à des règles de construction et d'usages adaptés au risque d'inondation. Les personnes et entreprises concernées doivent en être informées en détail.

#### Communes

La conception et l'exécution des règlements relatifs à la construction et aux usages relèvent de la compétence des communes. Elles sont l'interlocuteur direct pour toutes mesures appropriées de comportement préventif et sont associées aux plans de lutte contre les risques majeurs.

### Les acteurs de la mise en oeuvre –

#### Qui fait quoi?

Ci-contre: description succincte des contributions des acteurs à la limitation des dommages

## ■ Experts en bâtiment

### Ingénieurs et architectes

Il faut prendre en compte du début à la fin du projet, les paramètres d'exposition aux risques dans la construction ou l'aménagement de bâtiments. Il faut éventuellement contacter des experts en étanchement etc. Il convient en outre d'élaborer les plans de masse et les plans d'urgence avec le maître d'ouvrage.

### Artisans

Les mesures de construction préventive passent par des prestations d'artisans spécialisés. C'est notamment le cas pour les mesures d'étanchement des bâtiments.

## ■ Organisation des secours

### Direction

Les services de lutte contre les risques majeurs peuvent se préparer aux interventions d'urgence au moyen des cartes des aléas et d'éventuels scénarios. Les dispositions sur les moyens requis et leur mise en service sont à prendre au sein de la cellule de direction. Il convient d'accorder une attention particulière à l'information des personnes et entreprises touchées et des médias.

### Police

La police doit être associée aux exercices de lutte contre les risques majeurs. Sa tâche principale consiste à déclencher l'alerte, à exécuter à grande échelle les mesures de sécurité et à mettre en place les barrages routiers. Elle a également une tâche de soutien dans le cadre des évacuations.

### Services d'intervention et autres services de secours

Les services d'intervention peuvent également se préparer et s'entraîner sur la base des cartes des aléas. Selon le type d'aléa (rupture de digue, débordement, érosion des berges, obstruction etc.) et selon la nature des dommages potentiels (zones d'habitat, industrie, agriculture etc.), on envisagera différents modes d'intervention.

### Services sanitaires et assistance

A l'aide des cartes des dommages potentiels, on peut identifier les besoins en hébergements de fortune hors du champ d'inondation (ou dans des refuges hors d'atteinte des hautes eaux). On veillera à vérifier que les hôpitaux, centres de soins et autres installations vulnérables offrent bien la sécurité requise en cas d'inondation.

## ■ Assurances

Dans le cadre des dispositions réglementaires, les assurances peuvent contribuer à la prévention des dommages en adaptant leurs clauses contractuelles. Elles élaborent à cette fin des recommandations ou des directives ciblées, émettent des conditions à respecter et rabaisent éventuellement la couverture des dommages.

Là où elles existent, les assurances de droit public ont mandat d'assurer le minimum vital et couvrent en règle générale tous les bâtiments de leur champ d'action. De par leur conception, elles sont les plus à même de promouvoir la responsabilité individuelle pour la prise de mesures de construction préventive et de comportement préventif.

„La tâche de persuasion est un outil important!“

## Outils de mise en oeuvre

### ■ Dispositions réglementaires

Des dispositions à caractère réglementaire sont nécessaires dans les domaines suivants:

- Occupation des sols : les règlements d'aménagement du territoire et de construction peuvent aider à ajuster les aléas d'inondation et les usages revendiqués. Un tel ajustement tient compte du fait que les crues sont des phénomènes indissociables de la vie à proximité des fleuves et qu'on ne se peut se prémunir de l'impact de tels phénomènes, en particulier lorsqu'ils sont très rares. La protection de l'intérêt public passe ici au premier plan.
- Protection des personnes: la sécurité des personnes doit être garantie par des dispositions réglementaires spécifiques. On vérifiera notamment que la sécurité des personnes est garantie avant octroi éventuel de permis de construire ou d'aménagement de bâtiments dans les zones exposées au risque d'inondation.
- Protection de l'environnement: il convient d'empêcher ou pour le moins de limiter de manière déterminante, au travers de dispositions réglementaires, les fuites de substances dangereuses pour l'environnement en cas d'inondation.

### ■ Conditions

Il est opportun de concevoir des conditions spécifiques visant tout particulièrement à réduire les dommages matériels. La mise en place de ces conditions s'inscrit dans le cadre de contrats individuels. Une telle possibilité s'offre par exemple dans le secteur des assurances ainsi que dans celui des financements immobiliers (prêt hypothécaire).

### ■ Informations

L'outil informatif est essentiel pour promouvoir

- la prévention individuelle
- les mesures de comportement préventif

Il est indispensable que l'information soit convaincante pour la prise de mesures. En effet, les dispositions réglementaires mal justifiées restent le plus souvent sans effet.

### Les outils de la mise en oeuvre –

Dispositions réglementaires, conditions, informations

Indépendamment des acteurs, on s'efforcera d'obtenir le degré d'engagement ou d'obligation approprié de mise en oeuvre des mesures.

Lorsqu'on parvient à convaincre, l'outil réglementaire est alors beaucoup moins lourd. Si les efforts de persuasion restent sans effet et si les contrôles manquent, alors les dispositions réglementaires ne sont pas non plus respectées.

## **Rapports partiels**

Boettcher, R., Schlenkhoff, A., Löwenberg, A. (2001): Wirksamkeitsstudie. Status Quo und Trendanalyse sowie Fallstudien zu den Teilräumen A2 und A3 in Deutschland. Björnson Beratende Ingenieure, Koblenz.

Bruijn de, K.M., Heijer den, F., Hooijer, A. (2001): Flood damage modelling in the Netherlands. Damage reduction by non-structural measures. Delft hydraulics, Delft.

Burlando, P., Ruf, W. (2001): Wirksamkeitsstudie. Beitrag der Schweiz (Teilauftrag A5). Internationale Kommission zum Schutz des Rheins. Professur für Hydrologie und Wasserwirtschaft, ETH Zürich.

Pasche, E., Geissler, T.R. (2001): Schadenanalyse und Schadenverminderung im Siedlungsbereich. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins. Technische Universität Hamburg-Harburg.

Perrin, J.-F., Gendreau, N. (2001): CIPR - IRMA: Etude d'efficacité. Section A4 France et Belgique. Rapport final, CEMAGREF, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Groupement de Lyon, Lyon.

WASY (2002) : Auswertung der Schadensdaten des Oderhochwassers, Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH, Berlin

## **Sources bibliographiques supplémentaires**

Deutsche Rück (1999): Das Pfingsthochwasser im Mai 1999. Deutsche Rückversicherung AG, Düsseldorf

Egli Th. 1996: Hochwasserschutz und Raumplanung. Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung dargestellt am Beispiel von Hochwasser und Murgängen. Mitteilung des Institutes für Orts-, Regional- und Landesplanung, Nr. 100, ETH Zürich.

GVA SG (1999): Richtlinie Objektschutz gegen Naturgefahren. Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons St. Gallen, St. Gallen.

MURL (1999): Hochwasserfibel - Bauvorsorge in hochwassergefährdeten Gebieten. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

**Bibliographie CIPR sur les inondations**

Constat et stratégie pour le Plan d'action contre les inondations (1995)

Protection contre les inondations sur le Rhin - inventaire (1997)

Annonce et prévision des crues dans le bassin du Rhin - état actuel et propositions d'amélioration (1997)

Plan d'action contre les inondations (1998)

Atlas du Rhin : écologie et protection contre les inondations (1998)

Estimation de l'impact de la rétention des eaux dans le bassin du Rhin (1999)

Critères pour la détermination et la représentation de cartes mettant en évidence les aléas d'inondation et les risques de dommages (2000)

Mise en oeuvre du Plan d'action contre les inondations jusqu'en 2000 (2001)

Atlas de l'aléa d'inondation et des dommages potentiels en cas de crues extrêmes sur le Rhin (2001)

