



INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZE DES RHEINS
COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN

**Constat et stratégie
pour le Plan d'action
contre les inondations**

**Coblence
décembre 1995**



INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZE DES RHEINS
COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN

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

Coblence

décembre 1995

PREFACE

Les images des vastes surfaces inondées dans les villes situées sur le Rhin et la Moselle et les évacuations préventives de la population et du bétail aux Pays-Bas début 1995 ont été à la une des médias en Europe occidentale pendant presque deux semaines. A peine 13 mois après les inondations catastrophiques de Noël 1993, le Rhin, la Moselle et d'autres affluents sont à nouveau sortis de leur lit et ont entraîné des dommages matériels atteignant plusieurs milliards de Francs. Ces événements, qui ont profondément sensibilisé l'opinion publique, ont fait ressortir la nécessité urgente d'une action concertée au-delà des frontières nationales et de celles des Länder fédéraux.

Jusqu'à présent, la protection contre les inondations dans l'ensemble du bassin du Rhin n'était visiblement pas suffisante. Il est vrai que la protection des populations, du bétail et des biens matériels qu'offrent les digues du Rhin n'avait pas été perçue avec la même intensité depuis de nombreuses années. Par ailleurs, comme on l'a vu aux Pays-Bas notamment, les zones protégées derrière les digues sont en fait des zones particulièrement menacées.

Pour le Rhin, comme pour tous les autres fleuves, les riverains en aval profitent des mesures prises par les riverains en amont qui font soit baisser le niveau des hautes eaux, soit aggravent la situation, ou en subissent les dommages. C'est pourquoi il devrait être évident que les mesures préventives de protection contre les inondations soient ajustées au niveau international et mises en oeuvre sur la base de critères uniformes. Ces questions doivent donc être traitées comme le problème bien connu de la pollution du Rhin entre les riverains en amont et ceux situés en aval.

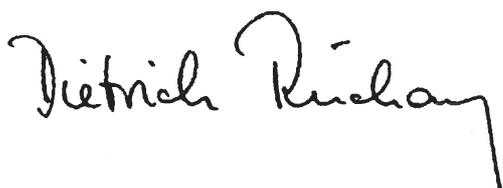
Les ministres réunis au sein de la 11ème Conférence ministérielle sur le Rhin tenue le 8 décembre 1994 avaient décidé d'intégrer les aspects quantitatifs dans les futures tâches de la CIPR. Suite aux inondations extrêmes début 1995, les ministres de l'environnement de l'UE compétents pour le Rhin et la Meuse, réunis le 4 février 1995 à Arles, ont chargé la CIPR - en concertation avec la Suisse - d'élaborer un plan d'action contre les inondations. La CIPR s'est immédiatement engagée à s'occuper de ce problème et a fixé d'ici la fin de l'année la stratégie à suivre pour le plan d'action contre les inondations; cette stratégie, ajustée au niveau international, est exposée dans le présent rapport. Elle vise à mettre au premier plan les mesures préventives de rétention naturelle des eaux, p.ex. en réactivant des surfaces inondables et en restaurant d'anciennes zones alluviales. Il convient également de réduire les dommages potentiels. Les dommages matériels sont nettement plus élevés aujourd'hui pour

un même niveau des eaux, étant donné que de nombreux biens sont accumulés dans ces zones. Il convient de mettre un terme à cette évolution. Les mesures techniques de protection contre les inondations ne devraient être envisagées qu'en tout dernier recours.

Toutefois, les inondations sont et resteront des phénomènes naturels. De nombreuses interventions humaines dans l'équilibre naturel posent certains problèmes. Le déboisement, la séparation entre les surfaces inondables et le fleuve, les corrections, les vastes surfaces imperméabilisées ont accéléré l'écoulement des précipitations et le débit des cours d'eau. Nous laissons aux fleuves de moins en moins d'espace d'expansion en cas de crue. Il est vrai que de nombreuses évolutions historiques sont irréversibles et que d'autres ne peuvent être atténuées qu'à long terme. Nous devons cependant aller dans cette voie si nous voulons réaliser une protection des eaux et une protection contre les inondations à orientation écologique.

Il est illusoire de croire que nous puissions exercer une influence décisive sur les crues extrêmes avec des augmentations de 6 à 8 mètres du niveau des eaux du Rhin. Ce sont toujours les derniers décimètres qui déclenchent les dommages matériels et c'est pourquoi il convient d'épuiser toutes les possibilités visant à faire baisser le niveau des hautes eaux. Parallèlement, le potentiel de dommage doit être réduit dans les zones susceptibles d'être inondées.

La CIPR poursuivra rapidement ses travaux sur le plan d'action contre les inondations en concertation avec les responsables de l'aménagement du territoire. L'objectif poursuivi est d'ajuster les mesures de prévention et de protection contre les crues déjà en cours ou prévues au niveau régional et de soumettre des propositions complémentaires visant à unifier les actions sur l'ensemble du bassin rhénan.



Dr.-Ing. E.h. Dietrich Ruchay
Président de la CIPR

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

page

Résumé	7
1. Situation de base	11
2. Causes des inondations et des dommages	13
2.1 Crues naturelles	13
2.2 Aggravations anthropogènes	15
2.3 Dommages dus aux inondations	17
Qu'entend-on par dommages?	17
Catégories de dommages	17
◆ Mise en danger de vies humaines	17
◆ Dommages causés aux valeurs économiques	18
◆ Dommages causés aux valeurs sociales	20
◆ Dommages écologiques	20
3. Comment intervenir sur les crues?	22
3.1 Rétention naturelle	22
◆ Rétention des eaux sur les surfaces	22
◆ Rétention des eaux dans les cours d'eau et les zones alluviales	24
3.2 Protection technique contre les inondations	25
◆ Protection contre les inondations au moyen de digues et de murs	25
◆ Protection contre les inondations à l'aide de bassins de rétention et barrages	26
4. Comment intervenir sur les dommages potentiels?	28
4.1 Aménagement du territoire, planification de construction	28
4.2 Alerte des crues	29
4.3 Autres mesures	30
◆ Protection des immeubles	30
◆ Aide aux sinistrés	31
◆ Assurances contre les inondations	31
◆ Prévention publique et responsabilité individuelle	33
5. Principes d'une protection intégrée contre les inondations	35
6. Recommandations de recherche	39



**Crues de 1993/1994 à Lay/Moselle près de Coblenz
(Photo: sapeurs-pompiers de Coblenz)**



**Crues de 1993/1994 à Neuendorf/Rhin près de Coblenz
(Photo: sapeurs-pompiers de Coblenz)**

Résumé

En janvier 1995, de nombreuses villes situées sur le Rhin et la Moselle ont été à nouveau touchées par les inondations. Aux Pays-Bas, les digues ont menacé de rompre en plusieurs endroits. Plusieurs centaines de milliers de personnes ont été évacuées à titre préventif. Le Rhin et ses affluents n'ont pas été les seuls à être en crue, de nombreuses autres régions en Europe ont été affectées par des inondations. Les dommages sont estimés à plusieurs milliards de DM.

En février 1995, les Ministres de l'environnement au sein de la Communauté européenne, compétents pour le Rhin et la Meuse, ont chargé la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) d'établir des plans d'action contre les inondations dans le bassin du Rhin. A partir de l'analyse des causes des inondations dans le bassin rhénan, il convient ici de mettre en évidence les stratégies qui permettront de limiter durablement et rapidement les dommages liés aux inondations.

Les dommages dus aux inondations naissent de l'action commune de deux mécanismes distincts: la nature d'une part, qui provoque les hautes eaux - phénomène renforcé par l'impact anthropogène - et l'accumulation par les hommes de biens de valeur le long des cours d'eau, qui créent ainsi un potentiel de dommage élevé. La combinaison de ces deux mécanismes à un moment donné fait qu'une inondation entraîne des dommages donnés.

On ne peut agir sur les inondations de grande ampleur que dans certaines limites. Si l'on souhaite réduire durablement et rapidement les dommages entraînés par les inondations, on obtiendra de bien meilleurs résultats en intervenant sur les usages en vigueur en bordure des cours d'eau plutôt qu'en cherchant à agir en profondeur sur le phénomène des crues en soi: la "gestion des surfaces inondables" doit passer avant la "gestion des crues".

Gérer les surfaces inondables signifie que les mesures de protection contre les inondations sont ajustées en fonction du potentiel de dommage. Un potentiel de dommage élevé justifie un objectif de protection élevé. Par ailleurs, gérer les surfaces inondables signifie également que les usages sont limités si les mesures de protection contre les inondations ne se justifient plus pour des raisons écologiques et économiques. Une protection contre les inondations moderne doit tenir compte de ces deux stratégies.

En résumé, on peut retenir 10 principes visant à limiter les dommages dus aux inondations:

Retenir les eaux

Chaque mètre cube d'eau susceptible d'être retenu en récupérant les zones inondables, en renaturant les cours d'eau, en supprimant les surfaces consolidées, en favorisant l'infiltration, l'agriculture et la sylviculture, est un gain pour l'équilibre naturel et atténue l'impact des inon-

dations. La rétention naturelle sur de grands espaces ne peut être réalisée qu'à long terme et n'aura pas d'impact décisif sur des crues extrêmes.

Assurer l'écoulement des eaux

Au cours du temps, l'espace requis par le fleuve a souvent été réduit sous l'effet des différents usages. Afin de garantir la capacité d'écoulement nécessaire, les zones inondables et l'espace fluvial doivent être préservés et, là où ceci s'avère possible, élargis dans l'objectif d'une restauration écologique.

Se protéger contre les crues

Les mesures techniques de protection contre les inondations visant à se protéger contre les niveaux de hautes eaux (p.ex. digues, murs, bassins de rétention et barrages) sont très efficaces jusqu'au niveau de la crue théorique. Ces dispositifs de protection sont onéreux, doivent faire l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement et doivent être entretenus. Les mesures techniques de protection contre les inondations doivent être orientées sur la réduction du potentiel de dommage et ne sont appliquées en règle générale qu'après avoir été soumises à une analyse coûts/efficacité.

Reconnaître les limites de la protection

Les populations tendent à croire qu'elles jouissent d'une protection absolue derrière les digues et les murs, ce qui entraîne une augmentation du potentiel de dommage. Les mesures techniques de protection contre les inondations ne sont pas une garantie de sécurité absolue. Au-delà de la crue théorique, un risque d'inondation subsiste. C'est alors aux personnes jouissant d'usages en bordure des cours d'eau que revient la responsabilité de composer avec ce risque résiduel. Les institutions publiques doivent constamment signaler ce risque résiduel dans le cadre de leurs travaux de relations publiques.

Entretenir les ouvrages de protection

Si l'on exige que de nouveaux ouvrages de protection contre les inondations soient réalisés, on ne doit pas cependant sous-estimer les moyens devant être mis en oeuvre pour conserver les ouvrages de protection existants, tels que digues, murs, bassins de rétention et barrages, dans l'état de sûreté requis. A eux seuls, les travaux de base nécessaires à la réfection des digues du Rhin sont estimés à plus d'un milliard de DM en Allemagne et à env. 2,5 milliards de DM aux Pays-Bas.

Réduire le potentiel de dommage

Les cartes des surfaces susceptibles d'être inondées doivent faire partie intégrante de toutes les planifications ayant trait à l'espace. Ces connaissances doivent être transposées en mesures concrètes dans le cadre de la politique et des documents d'urbanisme, p.ex. en s'abstenant de déclarer zones urbanisables les espaces exposés au risque d'inondation, en recommandant d'adapter la construction au risque de crue et en orientant les usages en fonction des temps d'annonce des crues. Seules ces mesures permettront d'obtenir les meilleurs résultats pour réduire à court terme les dommages dus aux inondations.

Faire prendre conscience du risque d'inondation

Afin de mettre un frein aux usages sollicités par les particuliers à proximité des cours d'eau, le risque d'inondation doit être compris par tous - responsables politiques, institutions et citoyens - comme une part indissociable des conditions naturelles aux abords d'un cours d'eau. Une crue centennale ne survient pas après cent ans mais peut se produire dès la semaine prochaine et se répéter l'année suivante.

Avertir de l'arrivée d'une crue

Avertir la population de l'arrivée d'une crue, c'est viser en premier lieu à sauver des vies humaines et à préserver le bétail, puisqu'il est alors possible d'engager à temps les mesures d'évacuation nécessaires. Il convient en outre de mieux mettre à profit le temps ainsi disponible pour réduire plus encore les dommages matériels dus aux inondations. Tout prolongement de temps obtenu grâce à une alerte précoce est donc bénéfique; les progrès techniques sont à utiliser dans ce sens. Les mesures réalisables sont à mettre en oeuvre sans délai.

Renforcer la prévention privée

La prévention fondée sur la solidarité de la communauté a ses limites. Tout individu reste en définitive responsable de ses actes, en situation d'inondation également. Il ne pourra à l'avenir non plus réclamer d'être totalement protégé contre les inondations. Comme dans d'autres domaines, une assurance peut ici servir à renforcer la prévention privée.

Agir globalement

Pour mieux se protéger contre les inondations, il s'impose de prendre conjointement toute une série de mesures allant de la rétention naturelle des eaux à la prévention privée, en passant par les ouvrages de protection, la réduction du potentiel de dommage et la prise de conscience d'un risque résiduel d'inondation. Il convient à cet effet de distinguer les mesures efficaces à court, moyen et long terme. On mesurera la volonté d'appliquer une gestion efficace des surfaces inondables aux moyens requis qui seront mis à disposition et à la détermination avec laquelle les restrictions d'usage nécessaires seront appliquées, également dans le cadre d'une coopération internationale.



**Crue de 1995 dans la zone de Düsseldorf, quartier d'Oberkassel
(Photo: STUA Krefeld)**



**Crue de 1995 dans la circonscription administrative de Kleve, Rhin inférieur,
localité de Schenkenschanz (Photo: STUA Krefeld)**

1. Situation de base

Pour la deuxième fois en 13 mois, de nombreuses villes situées sur le Rhin et la Moselle ont été inondées en janvier 1995. Aux Pays-Bas, les digues ont menacé de rompre en plusieurs endroits. Plusieurs centaines de milliers de personnes ont été évacuées à titre préventif. Le Rhin et ses affluents n'ont pas été les seuls à être en crue, de nombreuses autres régions en Europe ont été affectées par des inondations. Les dommages sont estimés à plusieurs milliards de DM.

Les principales zones endommagées se situaient sur le cours aval de la Moselle et sur le Rhin à partir de Coblenche, ainsi que sur leurs affluents du Mittelgebirge comme la Nahe, la Sarre et la Sûre. Les périodes de récurrence de ces inondations variaient selon les régions. Sur la Nahe et la Sûre, de même que sur quelques autres affluents de la Moselle, les niveaux de hautes eaux avaient une récurrence de plus de 100 ans. Sur le cours aval de la Moselle, les inondations de décembre 1993 avaient une récurrence de 80 ans et celles de janvier 1995 une récurrence de 20 ans. Sur le Rhin à hauteur de Cologne, la période de récurrence était de 30 à 40 ans dans les deux cas.

Le mur mobile de protection de la ville de Cologne, conçu pour parer aux inondations présentant une période de récurrence de l'ordre de 15 à 20 ans, a été submergé dans les deux cas. Rien que pour Cologne, les dommages encourus à la suite de ces inondations se sont élevés à 110 millions de DM en décembre 1993 et à 65 millions de DM en janvier 1995. D'autres dispositifs de protection sur le Rhin et la Moselle, dimensionnés pour des périodes de récurrence plus longues, ont bien fonctionné et permis d'éviter les dommages. Aux Pays-Bas également, le système de digues existant a bien résisté malgré les craintes temporaires sur la résistance de ces digues qui ont incité les autorités à procéder à des évacuations à grande échelle.

Pour les populations concernées, chaque inondation est une catastrophe personnelle liée à de graves conséquences matérielles mais aussi et surtout à une perte de confiance dans la sécurité de l'environnement immédiat. La confiance dans la sécurité de l'environnement immédiat est un bien si précieux que le risque de le perdre porte parfois plus fortement atteinte à la qualité de vie que le dommage réel encouru. Ceci est d'autant plus vrai dans une société à haute technologie habituée à maîtriser tous les risques. Dans l'esprit des gens, il ne devrait plus y avoir d'inondations de nos jours.

Les documents historiques relatifs au Rhin et à la Moselle montrent qu'il y a déjà eu des inondations dépassant sensiblement les niveaux d'eaux des récentes inondations. Lors des fortes inondations sur le Rhin en 1342, "un homme se trouvant dans la cathédrale de Mayence avait de l'eau jusqu'à la ceinture", ce qui devait correspondre environ à un niveau d'eau supérieur de 2 m au niveau record de ce siècle enregistré en mars 1988. A Cologne, de même qu'à d'autres endroits sur la Moselle et le Rhin moyen, les niveaux d'eau enregistrés lors des

fortes inondations de 1784 dues à l'obstruction des eaux par les glaces dépassaient également ceux de 1988 d'1,5 m à 2 m. Lors des plus fortes inondations sur le Rhin supérieur fin 1882/début 1883, la rupture des digues a entraîné la submersion d'une grande partie de la plaine alluviale du Rhin supérieur.

Suite à l'aménagement de chutes sur le Rhin supérieur et à la perte de zones inondables à l'aval du secteur canalisé au cours du dernier siècle, il faudrait s'attendre, en présence de conditions météorologiques similaires, à des niveaux d'eaux supérieurs d'environ 1 mètre aux niveaux historiques enregistrés à cette époque. Les dommages potentiels qui en résulteraient rien que pour la plaine du Rhin supérieur sont estimés à plusieurs milliards de DM. Ce potentiel de dommages est dû à l'usage intensif des plaines rhénanes pratiqué jusqu'à aujourd'hui. Toutes les communes situées dans la frange rhénane ont permis le développement de zones habitées et industrielles à proximité du fleuve dans les dernières décennies sans avoir réfléchi aux conséquences qu'aurait une nouvelle submersion des digues. Ce comportement, typique pour toute les plaines fluviales dans les centres d'agglomération européens, fait que les zones protégées sont en réalité les zones menacées.

Les coûts de l'évacuation préventive aux Pays-Bas au printemps 1995 se sont élevés à un milliard de florins. Les dispositifs de protection contre les inondations ont permis d'éviter le pire. Il est cependant manifeste que des dommages sensiblement plus importants que ceux enregistrés en 1993 et 1995 peuvent survenir sur le Rhin et la Moselle.

Tout comme les bassins versants, les crues du Rhin et la Moselle sont transfrontalières. Les citoyens concernés attendent de l'Etat qu'il écarte le danger d'inondation. La communauté internationale doit dire dans quelle mesure elle peut répondre à cette attente.

En février 1995, les Ministres de l'environnement au sein de la Communauté européenne, compétents pour le Rhin et la Meuse, ont chargé la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) d'établir un plan d'action contre les inondations dans le bassin du Rhin. A partir de l'analyse des causes des inondations dans le bassin rhénan, il convient ici de mettre en évidence les stratégies qui permettront de limiter durablement et rapidement les dommages liés aux inondations.

2. Causes des inondations et des dommages

2.1 Crues naturelles

Les crues sont des précipitations transformées par les conditions de rétention du bassin versant. Dans le cadre des conditions naturelles de rétention, les crues font donc partie du cycle naturel des eaux. Les crues apparaissent lorsque de grandes quantités d'eaux s'écoulent en peu de temps le long des pentes, rejoignant les vallées des ruisseaux et fleuves. Les sources des crues sont les pluies ainsi que les eaux dues à la fonte des neiges lors du dégel.

Outre le volume total d'eau transporté, l'arrivée de ces masses d'eau à un endroit déterminé est décisive et détermine le débit le plus élevé, exprimé couramment en mètres cubes par seconde. Le niveau d'eau correspondant dépend par ailleurs des conditions locales de pente et de figuration du fleuve.

En outre, les matières charriées, les glaces formant barrage et les cailloux peuvent perturber l'écoulement sur une courte durée; les niveaux des hautes eaux sont alors indépendants de l'évolution des débits. Les grandes inondations de 1784 dues à l'obstruction des eaux par les glaces ont ainsi donné lieu aux plus hauts niveaux d'eaux jamais enregistrés sur le Rhin moyen et le Rhin inférieur.

Dans les vallées des grands fleuves comme le Rhin, des pluies torrentielles peuvent engendrer des inondations, lorsqu'elles s'abattent pendant plusieurs jours sur l'ensemble du bassin versant, pouvant atteindre plusieurs centaines de litres par mètre carré.

Outre la répartition des précipitations dans l'espace et dans le temps, la capacité d'emmagasinement de la végétation, des sols, des terrains et du réseau hydrographique du bassin du Rhin a un effet déterminant sur le niveau des crues.

Végétation

La pluie est tout d'abord retenue par les arbres et les plantes avant qu'elle n'atteigne le sol. La végétation joue donc un rôle d'emmagasinement au début des précipitations. Les prairies emmagasinent deux litres de précipitations par mètre carré, les forêts jusqu'à cinq litres. Dès que la pluie a cessé, l'eau qui adhère aux plantes s'évapore, de telle sorte que la capacité d'emmagasinement de la végétation reste présente même si plusieurs précipitations se succèdent.

Sols

Les sols ont une grande capacité d'emmagasinement de l'eau, puisqu'ils peuvent retenir environ cent fois plus d'eau que la végétation. Les espaces poreux qui se trouvent dans le sol

sont déterminants pour les propriétés d'emmagasinement, et ce en fonction de la teneur en humus, du type de sol, de l'épaisseur et de la densité du sol. La végétation permet de retenir les sols, même si les terrains sont escarpés, et les racines favorisent la rétention des eaux dans les sols.

En cas de crues, la capacité actuelle d'absorption d'eau est limitée par les quantités d'eau déjà emmagasinées. Les sols font fonction d'éponge; ils peuvent d'abord absorber beaucoup d'eau, mais cette propriété décroît au fur et à mesure que les précipitations durent. Une fois saturés d'eau, même les sols à l'état naturel ne peuvent plus emmagasiner d'eau. La capacité d'emmagasinement des sols dépend donc notamment des conditions météorologiques antérieures. Le gel limite également la capacité d'absorption des eaux. En règle générale, les sols absorbent moins d'eau en hiver qu'en été, étant donné que l'humidité du sol est plus grande. En période de temps sec, l'eau retenue dans les sols s'évapore et retourne dans l'atmosphère.

Terrains

Les terrains escarpés offrent moins de surfaces de rétention et les eaux s'écoulent plus rapidement. La rétention des surfaces est par nature limitée dans les zones montagneuses. Par contre les quantités d'eau emmagasinées sont plus importantes en plaine.

La rétention des surfaces est favorisée par la végétation et certaines formes d'exploitation des sols. Lorsque la végétation est dense, que l'exploitation se fait sur de petites parcelles ou que l'exploitation des sols est parallèle à la pente, la rétention des surfaces est plus importante et la durée d'infiltration plus longue. Sur les terrains, jusqu'à dix litres de précipitations par mètre carré sont retenus sur les surfaces.

Une couche de neige peut multiplier l'efficacité de la rétention des surfaces. Il faut cependant tenir compte du fait que les eaux emmagasinées sous forme de neige viennent renforcer les débits en cas de radoucissement prolongé.

Réseau hydrographique

Outre leur fonction naturelle d'emmagasinement, les cours d'eau et leurs zones alluviales ont une autre fonction de rétention importante. C'est dans les plaines et les surfaces inondables étendues que la capacité d'emmagasinement est la plus élevée. Plus le fleuve déborde rapidement, plus cette capacité est grande. Lorsque la crue s'écoule, ce réservoir naturel se vide. Il permet donc d'influencer le niveau et surtout la durée de la crue et par là même l'arrivée simultanée des crues provenant du fleuve majeur et des affluents.

La capacité d'emmagasinement du réseau hydrographique a donc une influence déterminante sur la naissance de crues. La durée de la capacité d'emmagasinement est liée à la durée des débits. Sur les petits cours où les pointes des crues sont brèves, la capacité de rétention est également brève.

Ces quatre moyens de rétention remplissent leur fonction dans le cadre de certaines limites naturelles. Lorsqu'un de ces moyens de rétention est épuisé, le suivant est plus fortement sollicité. Lorsque la capacité de rétention qu'offrent la végétation, les sols, les terrains et le réseau hydrographique est épuisée dans son ensemble et que tout effet d'équilibre manque, la situation s'aggrave brutalement.

Comme le prouvent les grandes crues historiques, p.ex. celle survenue en 1342, ces quatre moyens de rétention peuvent être également épuisés dans des conditions naturelles. La capacité d'absorption des sols diminue non seulement sous l'effet de précipitations très intenses mais aussi lorsque se succèdent des précipitations de longue durée.

2.2 Aggravations anthropogènes

Outre les causes naturelles des crues, les inondations sont également le fait des hommes. Toutes les interventions sur les moyens de rétention naturels des eaux qu'offrent la végétation, les sols, les terrains et le réseau hydrographique y contribuent:

- les surfaces imperméabilisées par les lotissements, l'industrie et le trafic, la transformation de prairies en terres cultivées, la diminution des surfaces boisées due au défrichement et à la détérioration des forêts réduisent la capacité de rétention de la végétation;
- certaines formes de gestion des sols, non adaptées au site, et le regroupement de petites parcelles en de grandes surfaces d'exploitation avec des chemins d'exploitation imperméabilisés restreignent la capacité d'emmagasinement des sols;
- un aménagement des cours d'eau conçu pour évacuer rapidement les eaux fait que la capacité de rétention des zones alluviales est plus rarement sollicitée;
- la construction des digues, les zones habitées et les voies de circulation dans les surfaces inondables réduisent les champs naturels d'inondation et par là même le "potentiel d'emmagasinement" des cours d'eau.

Ces interventions humaines sur les crues ont des répercussions variables selon le cours d'eau - ou parfois même le tronçon de cours d'eau - considéré. Ces répercussions sont notamment fonction de l'étendue et des caractéristiques de chaque bassin versant.

Sur le Rhin, les modifications anthropogènes de la capacité naturelle d'emmagasinement des zones alluviales et du réseau fluvial jouent un rôle important dans la formation des crues.

Sous l'effet

- de l'endiguement d'env. quatre cinquièmes des surfaces inondables naturelles,
- de la construction de lotissements et de voies de communication dans les zones d'épandage des crues,
- du raccourcissement du cours du fleuve,

les crues atteignent un niveau plus élevé et s'écoulent plus rapidement; les ondes de crues du Rhin et celles de ses affluents se superposent, renforçant ainsi le potentiel de dommage.

Le retrait de 130 km² de surfaces inondables naturelles sur le Rhin supérieur par exemple, dû à l'aménagement de chutes entre 1955 et 1977, a réduit de moitié (de deux jours à un seul jour) la durée de l'écoulement de la pointe de la crue entre Bâle et Karlsruhe. Les crues du Rhin supérieur coïncident ce fait avec les pointes de crues du Neckar, de la Nahe et de la Moselle qui normalement passent avant.

Du fait de la configuration complexe du sujet, on ne dispose jusqu'à présent d'estimations fiables sur une base physico-déterministe pour évaluer l'effet des interventions humaines sur les crues que pour quelques cas de figure.

Une étude de l'Université de Kaiserslautern montre que l'augmentation des surfaces occupées par les lotissements, l'industrie et les voies de circulation dans le bassin du Rhin a provoqué depuis 1950 une hausse des niveaux de hautes eaux sur le Rhin moyen de 15 à 20 cm. Dans certains cas, l'aménagement du Rhin supérieur entre Bâle et le niveau de Baden-Baden entraîne une hausse des niveaux de crue pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres.

Il est clair que lorsque le niveau des hautes eaux du Rhin croît de 6 à 8 m, les interventions humaines ont un impact assez faible sur les crues extrêmes. Mais même si les interventions anthropogènes sur les grands cours d'eau ne déclenchent pas en soi les inondations, elles peuvent sensiblement aggraver le risque d'inondation pour les populations touchées. Ce sont toujours les derniers décimètres qui déclenchent les dommages.

Au cours des dernières années, on a constaté un renforcement des précipitations en hiver et une baisse de fréquence de l'enneigement. Cette évolution va dans le sens de la thèse de certains climatologues qui estiment que le dégagement des gaz de serre va entraîner un réchauffement global et une augmentation des conditions météorologiques extrêmes. Comme les précipitations représentent le principal facteur de formation des crues, l'augmentation des pluies pourrait dépasser de loin tous les autres risques d'inondation directement imputables aux effets anthropogènes dans le bassin du Rhin, si ces prévisions annonçant un changement climatique venaient à se confirmer.

2.3 Dommages dus aux inondations

Qu'entend-on par dommages?

Le milieu naturel ne connaît pas de dommages dus aux inondations mais uniquement un cycle de renouvellement et de transformation. Les dommages naissent uniquement de la confrontation avec les usages humains. Il n'existe pas de définition générale du terme "dommage". C'est toujours le particulier ou la société qui considère qu'un événement particulier est un dommage. Le système social de référence est déterminant pour ce classement. Selon qu'il touche une famille, une commune, une région ou la nation entière, ce même dommage est considéré comme plus ou moins grave. Les dommages économiques sont certes tous mesurés en termes financiers, ils sont toutefois jugés en fonction de la performance économique du système concerné.

Lors des fortes inondations de 1868 en Suisse, les dommages ont été estimés à 14 millions de FS. En 1987, des inondations comparables ont entraîné un dommage total de l'ordre de 1200 millions de FS. L'écart important entre ces deux sommes ne s'explique pas par la dépréciation monétaire. En effet, convertis en valeur monétaire actuelle, les dommages des inondations de 1868 s'élèveraient à environ 160 millions de FS au lieu de 14 millions de FS. Sa-chant que la population était alors inférieure d'un tiers à celle d'aujourd'hui et que la productivité était plus faible, un montant de 14 millions de FS représentait jadis le revenu national de 4 à 6 jours, alors que 1200 millions de FS correspondaient en 1987 au revenu national de deux jours environ. Les dommages ont certes augmenté, ils nous affectent moins cependant, puisque nous pouvons les surmonter plus aisément grâce à l'augmentation de la productivité.

De même que les dommages sont plus faciles à supporter par un groupe assez important, leur répartition dans le temps est aussi un critère important pour l'évaluation de ces derniers. Nous sommes plus durement frappés par un sinistre de grande ampleur que par une série de petits dégâts, même si au bout du compte le montant des dommages est le même dans les deux cas. Les événements entraînant des dommages importants, peu fréquents, peuvent constituer une menace vitale pour les particuliers ou les petites communes.

Catégories de dommages

◆ Mise en danger de vies humaines

Les inondations représentent un danger pour les vies humaines. Seules les inondations extrêmes et peu fréquentes, caractérisées par des courants violents ou une forte montée des eaux, peuvent être meurtrières. Trois éléments déterminent le degré de danger:

- l'effet de surprise: dans les zones montagneuses, des endroits jugés à tort sans danger peuvent être submergés par des orages soudains qui entraînent un écoulement rapide des

eaux charriant une quantité importante de matériaux sur leur passage. Le long des grands fleuves, c'est le scénario au cours duquel les digues de protection se rompent (Hambourg 1963);

- le manque de protection des bâtiments: que ces derniers s'effondrent sous l'impact direct des flots ou par effet d'affouillement des eaux, ou encore lorsque des personnes sont surprises en plein air ou dans des caravanes, maisons de jardin ou autres bâtiments de petite taille qui, s'ils abritent de la pluie, n'offrent pas la protection nécessaire contre les inondations.

Des études sur les pertes humaines dues aux inondations survenues en Suisse entre 1970 et 1992 montrent que dans 82 % des cas les victimes ont été surprises par les eaux alors qu'elles se trouvaient en plein air. Il est particulièrement dangereux de rester enfermé dans sa voiture en supposant à tort s'y trouver en sécurité.

- la négligence et l'imprudence

Les études suisses précédemment citées signalent que 50 % des accidents mortels sont dus à un mauvais comportement face au danger, ce qui est difficile à corriger par le biais de mesures particulières.

Il ne faut pas non plus sous-estimer les dommages consécutifs pour la santé humaine. Avec l'amélioration des mesures de sauvetage, une meilleure mise en garde et grâce notamment à des bâtiments plus sûrs, les pertes humaines imputables aux inondations sont aujourd'hui plutôt faibles comparées à celles que provoquaient des phénomènes similaires au cours des siècles passés.

Cependant, le nombre des pertes humaines n'est pas l'unique critère à considérer. En 1995 sur le Rhin p.ex., des millions de personnes ont été averties du danger et des centaines de milliers évacuées. Par chance, le nombre de victimes est resté très bas. L'expérience de cette évacuation a pour le moins eu effet de modifier l'attitude des personnes touchées vis-à-vis de leur sentiment de sécurité.

◆ Dommages causés aux valeurs économiques

On peut faire la distinction entre dommages directs, parmi lesquels on compte en règle générale le remplacement des biens endommagés (bâtiments, mobilier, terres et cultures, infrastructure) et les dommages indirects (pertes d'exploitation, coûts consécutifs à l'interruption de production, perte de parts de marché). Le calcul des dommages directs se fonde le plus souvent sur les coûts de remplacement et non pas sur la valeur résiduelle du bien endommagé. L'estimation des dommages indirects dépend principalement des limites dans le temps et dans l'espace fixées dans le cadre de l'inventaire des dommages. Il s'ensuit que

plus ces limites sont larges, plus l'estimation perd en fiabilité. La nature des dommages recensés reflète en outre la situation économique du moment.

A propos des inondations qui ont touché la Suisse en 1868, et dont il a déjà été fait mention plus haut, 56% de l'ensemble des dommages se rapportaient aux terres et aux cultures alors que les dégâts causés aux routes et aux ponts ne représentaient que 8%. En 1987, lors d'inondations comparables, la part revenant aux terres et aux cultures était tombée à 9% alors que celle incombant aux infrastructures était passée à 47%, les dommages occasionnés aux réseaux de chemins de fer, téléphone et électricité venant néanmoins s'ajouter à ceux des routes et des ponts.

Il faut savoir cependant que l'étendue des dommages ne dépend pas uniquement de la nature des usages mais également de celle de l'impact des inondations. En règle générale, la structure des bâtiments et les infrastructures ne sont endommagées qu'en de rares occasions, sous les effets dynamiques (courant violent, affouillement des fondations) d'inondations de très grande ampleur. Habituellement, la pénétration des eaux n'endommage pas en soi la structure des bâtiments mais contraint à des rénovations intérieures coûteuses et provoque des dégâts importants parmi les biens mobiliers.

Les coûts élevés de construction de logements et de bâtiments à usage industriel ou commercial, liés aux exigences d'un usage économe du sol, font que chaque mètre carré de surface connaît une utilisation intensive. Les caves ont été aménagées et des biens de valeur y sont entreposés. Le rez-de-chaussée est la surface d'habitation et d'exploitation la plus utilisée. Les dommages sont donc logiquement élevés en cas d'inondation. Le potentiel de dommage peut néanmoins être abaissé, comme le montre l'exemple précédemment cité de Cologne où malgré un niveau d'eau plus élevé, les dommages dus aux inondations de 1995 avaient pratiquement pu être réduits de moitié par rapport à ceux des inondations de 1993.

Les dommages causés aux terres et aux cultures n'ont plus le même poids économique qu'au cours des siècles passés. Alors que jadis la perte d'une récolte pouvait déclencher une famine, il est aujourd'hui possible de se procurer des produits de remplacement sur toute la surface du globe. Pour les exploitations touchées, les dommages occasionnés par la perte des moyens de production sont malgré tout très lourds à supporter, du fait notamment de l'importance des capitaux individuels engagés.

On compte parmi les dommages économiques indirects les coûts de perte de production. Pour les entreprises directement touchées, ceci représente le temps nécessaire à la remise en état de fonctionnement des moyens de production. En raison de l'imbrication des partenaires économiques, les dommages peuvent également s'étendre aux entreprises sous-traitantes et aux usines de montage, contraintes alors de restreindre leur production, notamment lorsque des systèmes d'infrastructure sont détruits (routes, chemins de fer). C'est un facteur qui rend l'ensemble du système économique de plus en plus vulnérable, du fait des relations étroites qui existent entre les entreprises et de la production "just-in-time" liée à des stocks de plus en plus réduits. Les interruptions prolongées de production entraînent la perte de parts

de marché, ce qui peut s'avérer fatal pour l'entreprise touchée lorsqu'elle opère dans un secteur économique de forte concurrence.

Une part déterminante du total des dommages recensés rassemble les dommages causés aux ouvrages mêmes de protection contre les inondations. Ceux-ci entrent dans la catégorie des dommages causés aux infrastructures dans la mesure où l'assainissement consiste juste à rétablir l'état initial. Toutefois, on améliore souvent les ouvrages de protection après le passage des inondations. Par définition, les coûts ainsi occasionnés ne sont pas dus aux dommages mais représentent plutôt un investissement à accomplir pour une meilleure protection.

◆ **Dommages causés aux valeurs sociales**

Les inondations, notamment celles de longue durée, peuvent mettre en danger les structures sociales existantes. On observe dans un premier temps un sentiment de solidarité renforcé, dû à la prise de conscience d'un danger commun. Par la suite, l'impression d'impuissance face aux forces de la nature prend le dessus et la crainte d'une ruine matérielle s'installe. On constate alors un ralentissement de la disposition individuelle à prendre des initiatives et à investir, ce qui peut entraîner une spirale de désengagement de plus en plus néfaste.

S'il est possible de quantifier les pertes de production, il n'en est pas de même pour la perte de parts de marché, surtout quand elle est liée à une "perte de renommée"; en effet, une entreprise dans l'impossibilité de tenir ses engagements de livraison du fait de dommages dus aux inondations n'est plus jugée "suffisamment fiable". Cette perte de confiance peut s'étendre à toute une région et constituer un frein aux investissements car il n'est pas fait alors de distinction nette entre surfaces "exposées" et surfaces "non exposées" au risque d'inondation, mais c'est une ville ou une commune entière qui est considérée exposée au risque d'inondation.

La perte de biens culturels et d'une certaine qualité d'habitation peut entraîner un déclassement social de quartiers entiers ou de localités entières (structures urbaines dégradées).

◆ **Dommages écologiques**

L'intervention la plus néfaste à l'écosystème d'un cours d'eau est souvent l'usage lui-même de ce cours d'eau et les ouvrages de protection qu'il exige. Cependant, les crues extrêmes modifient également les systèmes existants, p.ex. en détruisant les zones alluviales et en érodant les rives. Ces modifications ne sont pourtant pas considérées comme des dommages puisqu'elles entrent dans un cycle naturel de renouvellement perpétuel. Lorsqu'on évoque les dommages écologiques dus aux inondations, on pense surtout aux dommages consécutifs provoqués par la fuite de substances dangereuses suite à la submersion d'entre-

pôts. Dans les régions agricoles, il s'agit notamment d'entrepôts d'engrais et de pesticides. Dans les zones de lotissement, le mazout s'écoulant des citernes constitue la principale source de pollution potentielle de l'environnement en cas d'inondation. Les entrepôts de magasins, p.ex. de pharmacies et de drogueries, constituent également un potentiel de dommage significatif. Pour les entreprises industrielles et artisanales, il est nécessaire de procéder à une analyse spécifique pour évaluer le potentiel de dommage.

Le dépôt de sédiments sur les surfaces inondées est une caractéristique essentielle du phénomène naturel des crues. Si les sédiments sont cependant eux-mêmes contaminés par des substances nuisibles, les crues contribuent à répandre ces substances dans l'environnement. Dans de tels cas, il s'impose de supprimer les causes de ces pollutions. On serait mal conseillé d'exiger ici des mesures de protection contre les inondations puisqu'au contraire la survie des zones alluviales des cours d'eau dépend des crues qui les alimentent.

Sur la question des dommages en situation de crue on retient en résumé que la sauvegarde de la vie humaine est plutôt meilleure aujourd'hui. Cependant, on note que les dommages économiques, qui sont le reflet de la situation économique du moment, ont sensiblement augmenté par rapport aux dommages matériels potentiels qui existaient par le passé, et cette tendance à la hausse se poursuit jusqu'à présent sans interruption.

3. Comment intervenir sur les crues?

Nous pouvons contribuer à atténuer les inondations en promouvant les fonctions naturelles de la rétention des eaux. Cependant, les crues extrêmes ne peuvent être évitées pour autant. Les mesures de rétention naturelle n'apportent cependant pas partout la protection souhaitée. Pour atteindre certains objectifs ambitieux de protection contre les inondations, il s'impose de prendre certaines mesures constructives en érigeant des digues, des murs, des bassins de rétention ou des barrages.

Par conséquent, il est impossible de bannir à coup sûr les grandes inondations, mais il est tout à fait réaliste d'arriver à limiter les dommages causés par ces inondations.

3.1 Rétention naturelle

Nous devons retenir autant d'eau que possible et aussi longtemps que possible sur les surfaces et accroître la capacité d'emmagasinement naturel des cours d'eau et des zones alluviales.

Par le passé, la gestion des eaux a été beaucoup trop rapidement subordonnée aux intérêts des différents usagers, qu'il s'agisse de l'agriculture, du trafic ou du développement de surfaces habitées et zones industrielles. Le drainage des zones rurales et des zones habitées, exigé et réalisé par le passé, doit être aujourd'hui révisé.

Nous avons besoin de surfaces humides dans les zones rurales et ne devons pas drainer chaque flaque d'eau. Nous ne devons pas non plus évacuer chaque goutte d'eau des toitures ou des cours, par le biais des canalisations, vers le cours d'eau le plus proche. Chaque mètre cube d'eau qui n'alimente pas directement les débits a un impact positif sur le régime des eaux et amoindrit les risques d'inondation.

◆ Rétention des eaux sur les surfaces

Les usages humains entraînent une modification du milieu naturel et ont par là même un impact sur ces moyens de rétention globaux. Les capacités d'emmagasinement qu'offrent la végétation, les sols et les terrains ont été gravement modifiées depuis le moyen-âge. Alors que la part tenue par les forêts, avec tous les aspects positifs de rétention des eaux qu'elles présentent, augmente à nouveau depuis le milieu du 19ème siècle, l'intensification de l'agriculture et l'augmentation des surfaces occupées par les lotissements ont réduit la rétention des eaux sur les surfaces, notamment depuis le début de notre siècle, et tout particulièrement depuis le début des années 50. Toutefois, même les forêts doivent être considérées

comme menacées si les dégâts forestiers continuent à augmenter.

Il convient notamment de protéger et de conserver les sols qui constituent le plus grand dispositif de rétention des eaux en surface.

Les eaux pluviales qui s'écoulent des surfaces consolidées doivent s'infiltrer sur place au lieu d'être évacuées par le biais des égouts. Les conditions générales s'appliquant à l'évacuation des eaux pluviales sont différentes en campagne et en ville. La mise en oeuvre à la campagne des modèles de drainage applicables en secteur urbain s'est avérée malencontreuse dans l'optique de la protection contre les inondations. L'infiltration des eaux pluviales dans les zones construites combine l'efficacité de la gestion des eaux et les avantages écologiques.

La construction sur des espaces restreints n'est pas une fin en soi. Cet objectif montre rapidement ses limites lorsque l'on transpose sans réfléchir plus avant des formes de construction urbaines à l'espace rural.

Nous devons éviter à l'avenir de consolider sans nécessité la surface des sols, comme nous pouvons le constater un peu partout dans les entrées de garages, les parkings, les cours d'école, etc. Ces fautes passées ne doivent cependant pas toujours être réparées en investissant d'énormes sommes. Pour atteindre les objectifs de gestion des eaux, il suffit de déconnecter la surface en question des égouts et de laisser les eaux pluviales s'infiltrer dans les surfaces libres.

Il ne faut toutefois pas se limiter à retenir autant d'eau que possible aussi longtemps que possible dans les zones habitées. Dans l'espace rural également, une gestion des terres adaptée aux différents sites doit tenir compte de cet objectif en s'appuyant sur une exploitation plus extensive des sols, la jachère et le boisement de surfaces agricoles dans le sens de la réforme agricole de l'UE. Il convient de recourir aux mesures ayant trait à l'aménagement du territoire pour satisfaire à ces objectifs.

Les forêts empêchent l'érosion. C'est dans le cadre de l'exploitation des prairies et de la sylviculture que l'érosion est la plus faible. Il convient donc de veiller à ce que les sols soient recouverts de végétation le plus longtemps possible et de minimiser par là même les périodes de jachère nue. Il faut également réduire le drainage du paysage, afin que l'eau puisse séjourner plus longtemps sur les surfaces. Les chemins d'exploitation ne doivent pas servir de rigoles d'écoulement en cas de fortes précipitations.

La fertilisation ne se répercute pas seulement sur la fertilité des sols, mais aussi sur leur structure. Les engrais calciques et les engrais organiques améliorent notablement la structure des sols et ont un impact positif sur les organismes vivant dans les sols. La teneur en humus dans les sols s'accroît et les capacités d'emménagement d'eau en sont améliorées.

L'exploitation des sols doit également s'orienter en fonction des conditions locales en présence. Une pression trop importante sur les sols ou leur exploitation au mauvais moment peuvent endommager leur structure. On peut éviter l'envasement de la surface des sols à faible structure en renonçant à les labourer. En règle générale, on donnera la préférence à des cultures minimales qui tiennent compte de la protection des sols.

Il ne faut pas considérer la rétention naturelle des eaux comme un objectif isolé de protection contre les inondations mais comme un aspect de gestion globale des surfaces et des eaux visant à préserver et améliorer l'environnement dans son intégrité.

◆ **Rétention des eaux dans les cours d'eau et les zones alluviales**

Dans les cours d'eau naturels et leurs zones alluviales, la capacité de rétention du réseau hydrographique est nettement plus prononcée que dans les cours d'eau aménagés. La vitesse d'écoulement est ralentie et la pointe de la crue est atténuée quand elle atteint les populations en aval. Les bosquets ripicoles ont non seulement des avantages écologiques mais permettent également de stabiliser le profil du cours d'eau. La succession naturelle de forêts alluviales permet de retenir les crues et sert également les intérêts de la protection de la nature, car elles font partie aujourd'hui des types de biotopes devenus rares et très menacés.

Les surfaces jadis endiguées doivent dans la mesure du possible être rattachées à la dynamique fluviale naturelle.

La rétention des crues dans les cours d'eau et les zones alluviales permet non seulement de réduire les pointes de crues mais aussi de contribuer d'une part à l'amélioration du régime des eaux et d'autre part à l'amélioration urgente des habitats naturels dans les ruisseaux et rivières.

La renaturation ne permettra toutefois d'améliorer la rétention des eaux que si l'on admet un ralentissement de la vitesse d'écoulement, une hausse du fond du fleuve et une augmentation globale du niveau des eaux. Ce n'est qu'ainsi que le cours d'eau pourra quitter plus fréquemment son lit et inonder les zones alluviales. La protection contre les crues par le biais de la rétention des eaux donne lieu, là où les eaux sont retenues, à des niveaux d'eaux plus élevés que ceux enregistrés auparavant.

Nous avons investi des milliards dans la protection des ruisseaux et rivières. De telles dépenses n'ont cependant aucun sens si c'est pour évacuer ces eaux épurées dans des rigoles d'écoulement stériles et hostiles à toute vie. C'est pourquoi il est judicieux et nécessaire de renaturer les cours d'eau.

Toute mesure qui consiste à reculer les digues, à supprimer des surfaces consolidées, à faire infiltrer les eaux, à promouvoir une exploitation agricole et sylvicole en fonction

des sites et à remettre les cours d'eau à l'état naturel est nécessaire si l'on veut préserver les ressources naturelles de l'environnement; elle contribue par ailleurs à atténuer l'impact des interventions humaines sur les inondations. Il y aura cependant toujours de grandes crues naturelles.

3.2 Protection technique contre les inondations

Même si toutes les mesures de rétention naturelle des eaux sont mises en oeuvre, un risque de crue naturelle subsiste. Si l'on veut permettre à l'avenir des usages plus poussés, il faut envisager de réduire les risques en prenant des mesures techniques de protection contre les inondations. Cette réduction des risques d'inondation n'est cependant efficace que jusqu'au niveau de la crue théorique.

Le risque d'inondation subsiste dans son intégralité pour les crues qui vont au-delà de la protection choisie.

Les mesures techniques de protection contre les inondations ne sont pas bon marché. La protection supplémentaire ainsi obtenue doit justifier les sommes investies. Cette justification s'avère d'autant plus difficile que l'objectif est ambitieux. Par ailleurs, il convient également de montrer quel est l'impact de ces mesures pour les populations en amont et en aval.

◆ Protection contre les inondations au moyen de digues et de murs

Depuis toujours, les hommes ont essayé de bannir les risques d'inondation. Depuis plusieurs siècles, ils ont construit des digues et des barrages dans les grandes vallées fluviales. Ces premiers essais ont finalement débouché sur les systèmes de digues que nous trouvons aujourd'hui sur les grands fleuves. Après chaque crue importante, les digues et barrages ont été surélevés et consolidés.

Sur le Rhin supérieur, les grandes crues de fin 1882/début 1883 ont détruit les digues et inondé en grande partie la plaine du Rhin supérieur qui s'est retrouvée sous plusieurs mètres d'eau. Les digues, surélevées à la suite de ces inondations, ont fait face aux crues suivantes, redonnant confiance aux populations qui ont intensifié leurs usages. Toutes les communes de la plaine rhénane ont permis la construction de zones habitées et industrielles à proximité du fleuve, notamment au cours des dernières décennies, sans réfléchir aux conséquences qu'aurait une nouvelle submersion des digues. Ce comportement, typique de toutes les plaines fluviales, fait que les zones protégées sont en réalité les zones menacées.

La submersion des digues et l'érosion des matériaux d'endiguement mènent en peu de temps à la rupture de tronçons entiers de digues. La zone protégée derrière les digues est

alors soudainement inondée. Si les personnes et les animaux ne sont pas évacués à temps de cette zone, on ne peut éviter la catastrophe. Dans tous les cas, les dommages matériels sont très importants.

Mais même si la hauteur des digues est suffisante, la digue peut rompre. Les digues sont soumises à un processus de vieillissement naturel. A chaque submersion, des particules très fines de terre d'endiguement et du sous-sol sont déplacées de la partie fluviale vers l'extérieur. Ce déplacement unilatéral déclenche à long terme un évidage du sous-sol et menace par là même la solidité de l'ouvrage. Les animaux fouisseurs peuvent également renforcer cet évidage. Le risque de rupture d'une digue augmente avec le niveau et la durée de la submersion. Lors des inondations causées par le Rhin en janvier 1995, le problème venait surtout de la durée des niveaux élevés sur les digues fluviales hollandaises.

Dans les zones de forte concentration urbaine, il existe souvent des murs de protection contre les inondations, complétés par des dispositifs de fermeture mobiles ou des blocs. Depuis quelques temps, on utilise également des parois mobiles que l'on place sur des tronçons assez longs, l'étendue des travaux dépendant naturellement du temps d'avertissement et des capacités disponibles pour le stockage, le transport et le montage.

Tous les murs, digues et parois doivent être entretenus, puisqu'il s'agit d'ouvrages techniques. Ces ouvrages de protection contre les inondations étant utilisés assez rarement, comparé à d'autres, leur entretien est particulièrement important. C'est une tâche permanente qui, dans l'intérêt de la sécurité de tous, ne doit pas être négligée.

Même si les ouvrages sont entretenus régulièrement, il sera nécessaire, au bout de quelques années, de les rénover complètement.

Les ouvrages de protection contre les inondations sont des dispositifs d'infrastructure publique au même titre que les voies de communication, l'alimentation énergétique et les télécommunications. Ils sont conçus dans l'intérêt de la population mais sans garantie au cas où les limites de leurs performances seraient dépassées. Même après la construction d'un dispositif de protection contre les inondations, l'espace situé derrière ce dispositif reste, de par nature, zone inondable naturelle, bien que cette situation améliore les usages humains du moins jusqu'à la crue théorique.

◆ **Protection contre les inondations à l'aide de bassins de rétention et barrages**

Les mesures techniques de protection contre les inondations permettent également de réduire le débit en aménageant des bassins de rétention et des barrages. Les barrages sont en fait des vallées plus ou moins remplies d'eau pendant toute l'année, exploitées p.ex. pour l'alimentation en eau potable, la production de courant ou la hausse des eaux en période d'étiage. Les bassins de rétention des crues ne sont remplis que pendant les crues, puis

vidés pour pouvoir faire face à la prochaine.

Les espaces réservés à la rétention des crues dans les barrages sont en général exploités comme des bassins de rétention des crues. Les eaux stockées dans l'espace d'exploitation du barrage sont prélevées sur les crues et contribuent donc à atténuer globalement la situation causée par les inondations. Les barrages situés dans les Alpes ou dans les "Mittelgebirgen" contribuent de cette façon à atténuer les crues.

L'utilisation de bassins de rétention n'est en fait qu'un décalage temporel des eaux dans la période de crues. Le facteur décisif pour que la retenue ait un effet positif est la durée de cette rétention. Plus la distance par rapport au bien à protéger est grande, plus la durée de rétention des eaux doit être longue.

Le programme visant à compenser l'aggravation des crues due à l'aménagement de chutes sur le Rhin supérieur prévoit de mettre en place des bassins de rétention d'un volume global de 220 millions de m³. En manoeuvrant les bassins de façon appropriée, cette capacité de rétention permet de faire passer un débit de crue à Worms de 6.800 m³/s à 6.000 m³/s et d'abaisser le niveau d'eau d'environ 60 cm. En raison des facteurs aléatoires régissant la coïncidence de l'onde de crue du Rhin avec les ondes de crue des affluents, il n'est pas assuré qu'un effet similaire se répercute en aval. Un effet n'est garanti pour le Rhin inférieur que dans le cas d'une rétention à long terme, p.ex. 200 m³/s pendant 12 jours, permettant d'abaisser le niveau de l'eau d'environ 10 cm.

Il existe donc un conflit d'intérêts entre la rétention des eaux pendant une période assez longue pour les zones éloignées et l'emmagasinement bref des eaux suivi d'une vidange immédiate des bassins pour les zones situées à proximité. Lors de la planification des mesures de rétention, il convient donc de décider si l'on veut protéger les zones situées à proximité ou les zones éloignées. Une mise en oeuvre de ces dispositifs de rétention est alors possible dans le cadre des temps de prévision disponibles. L'effet des espaces de rétention des crues est donc limité dans l'espace.

Les espaces de rétention sont onéreux. Plus les bassins de rétention sont petits, plus les coûts de construction par mètre cube d'espace de rétention sont élevés. Des coûts de 10 DM par mètre cube pour les grands bassins avec un volume de plusieurs millions de mètres cubes et de 50 DM au plus pour les petits bassins sont tout à fait réalistes. Pour être vraiment efficace sur le Rhin, il convient de prévoir la mise en place d'espaces de rétention de plusieurs centaines de millions de mètres cubes de capacité de rétention.

4. Comment intervenir sur les dommages potentiels?

Les possibilités dont on dispose pour intervenir sur les dommages dus aux inondations et leurs conséquences ne se limitent pas à influencer le déroulement des crues et les niveaux des hautes eaux. Mais l'influence directe et indirecte sur le potentiel de dommage est plus efficace et plus étendue.

4.1 Aménagement du territoire, planification de construction

Les dommages ne peuvent être évités que si l'on renonce à exploiter les surfaces susceptibles d'être inondées. Le prix à payer est cependant élevé et le développement économique de villes telles que Cologne ou Passau, confrontées depuis des siècles aux inondations, a montré qu'une coexistence avec l'eau était possible. Les mesures techniques ne peuvent toutefois écarter les risques que pour les événements fréquents de petite et moyenne ampleur. Il subsiste toujours le risque résiduel d'une plus forte inondation entraînant des dommages plus importants.

L'exposition au risque lié aux inondations est une particularité du site, comme p.ex. la fertilité d'un sol ou un terrain en pente. Le propriétaire est responsable d'un usage approprié au site et ne peut faire valoir aucun droit à une protection contre les inondations. Dans la plupart des Etats riverains du Rhin, les autorités publiques sont néanmoins tenues de construire et d'entretenir des dispositifs de protection contre les inondations puisqu'il s'agit d'un élément de la prévention de l'Etat au niveau de l'infrastructure. Cette prévention n'implique toutefois aucun droit à une sécurité absolue.

Un usage adapté aux circonstances n'est toutefois possible que si l'on connaît le risque potentiel, c'est-à-dire si on peut estimer l'intensité et la probabilité des processus générateurs de dommages susceptibles d'avoir un impact sur une surface donnée.

Le manque de contact croissant avec la nature, la mobilité accrue et les nombreuses interventions dans l'hydrosystème ont fait que les individus ne sont plus en mesure aujourd'hui d'estimer les risques potentiels en se basant sur leur propre expérience. Il convient donc de mettre en évidence ces risques, d'en informer les usagers et les administrations pour qu'ils prennent conscience de leur responsabilité. Les cartes de danger constituent un instrument approprié. Sur la base des risques potentiels indiqués, les administrations peuvent, pour les zones concernées, formuler des prescriptions, p.ex. des interdictions ou des mesures préventives particulières. Les instruments légaux pour leur mise en oeuvre sont divers. Il est important de savoir ce que l'on doit éviter en étant conscient du risque potentiel que présente chaque usage. Il n'est pas judicieux p.ex. d'interdire dans une zone susceptible d'être inondée la construction de bâtiments fixes, mais de permettre celle de petites constructions. Les

risques auxquels sont exposées les populations sont nettement plus grands dans des bâtiments provisoires que dans des maisons fixes.

Les mesures prises dans le cadre de l'aménagement du territoire et des plans d'urbanisme doivent viser d'une part à limiter les dommages potentiels et d'autre part à ne pas réduire plus encore l'espace fluvial requis pour l'écoulement des hautes eaux. Les instruments de l'aménagement du territoire doivent donc permettre

- d'éviter tous usages intenses dans les surfaces inondables qui peuvent être requises comme espaces de rétention;
- d'orienter les usages dans les zones à haut risque d'inondation de façon à ne pas mettre en danger les personnes;
- de prendre les mesures préventives qui s'imposent en cas d'usages sur des surfaces plus rarement inondées privées afin d'éviter que les dommages ne constituent une menace sur l'existence des particuliers, p.ex. par le biais de prescriptions relatives à des types de construction adaptés au risque d'inondation;
- d'éviter des dommages consécutifs pour l'écosystème;
- de garantir la sécurité de l'infrastructure publique.

4.2 Alerte des crues

L'alerte est un instrument important pour réduire les dommages et notamment le sauvetage des personnes et des animaux. Il faut cependant s'attendre à des dommages matériels. L'alerte doit être liée à des mesures préparatoires. Il convient de connaître et d'organiser des moyens d'évacuation fiables. Le matériel nécessaire doit être disponible pour les mesures provisoires.

Une fois qu'une alerte aux inondations est déclenchée, les nombreuses actions engagées par les individus sont souvent plus nuisibles que bénéfiques. Il est probable que le réseau téléphonique soit surchargé et tombe en panne et que l'on perde ainsi un moyen de communication important. Des personnes se rendent dans les zones menacées soit par curiosité soit pour sauver d'autres biens matériels et entravent la circulation ou s'exposent elles-mêmes à un danger. Si les alertes sont trop fréquentes, les populations n'y prêtent plus aucune attention; les alertes n'ont alors plus aucun effet.

Le laps de temps disponible pour tenter de limiter les dommages en cas d'inondation dépend des possibilités de prévision des crues. Il est possible, à l'heure actuelle, de prévoir fiablement une crue sur 24 heures sur le Rhin supérieur et jusqu'à 48 heures sur le Rhin

inférieur; dans les "Mittelgebirgen", ce laps de temps est plus court et varie de 6 à 12 heures. En dehors de ces délais, la prévision de l'évolution des crues se limite à des estimations. Pour les plus petits cours d'eau, qui sont en fait les zones de naissance des crues, les temps d'alerte sont trop courts pour mettre en place un service centralisé d'annonce des crues.

On ne peut annoncer une crue plus précocement que si l'on est en mesure de quantifier avec précision les précipitations. Grâce à des modèles de calcul toujours plus perfectionnés, les météorologues ont beaucoup progressé ces dernières années. En se basant sur des prévisions quantitatives sur 24 et 48 heures, il est possible de déterminer des tendances d'évolution de crues sur des périodes relativement longues, sachant qu'en alertant les populations de plus en plus tôt, on réduit fortement à l'inverse la fiabilité de l'information.

Les informations sur les crues doivent, si possible, emprunter plusieurs voies de communication pour atteindre les personnes touchées sur place, notamment le téléphone, la radio, le Btx (équivalent du Minitel) et le télétexte. Vu les progrès constants des techniques de l'information, l'amélioration et le développement des voies de communication sont une tâche permanente.

Chaque déclenchement d'alerte entraîne des coûts dus d'une part aux mesures directement engagées et, d'autre part, à la perte de production pendant l'alerte et enfin à une perte de confiance qui peut constituer un frein aux investissements nécessaires au développement économique de la région.

L'alerte des crues est donc un instrument important qui permet d'atténuer les conséquences des inondations mais doit cependant être utilisé avec prudence en tenant compte des effets psychologiques.

4.3 Autres mesures

◆ Protection des immeubles

Des mesures de protection des immeubles peuvent faire l'objet de prescriptions; selon le type des biens menacés, les citoyens devraient y avoir recours dans leur propre intérêt.

Les bâtiments ou les installations infrastructurelles ne sont en général menacés en soi que lors d'événements extrêmes très rares. Mais c'est justement dans ce cas qu'un éventuel dommage est très important et il faut malheureusement constater qu'une protection préventive est compliquée. Sur les surfaces soumises à érosion, il faut veiller à ce que les fondements soient assez profonds. Il y a également lieu de s'écarter le plus possible des digues. Dans les zones inondables, il convient soit de renoncer à tout rez-de-chaussée/cave soit de l'aménager de telle sorte qu'il n'y ait pas de pièces fermées sans sortie de secours et qu'il soit possible de retirer rapidement les biens précieux vulnérables. Les entrées doivent être

surélevées par rapport au terrain, parfois même le bâtiment dans son ensemble, afin d'éviter l'infiltration des eaux en cas de petites inondations. Les entrepôts dans lesquels sont stockées des substances dangereuses pour les eaux doivent être en tout cas installés à l'abri des inondations. Les citernes de mazout et les conduites doivent être protégées; les armoires de distribution électriques peuvent également être installées au grenier plutôt que dans la cave, comme c'est normalement le cas. Les sols en pierre ou en céramique sont moins fragiles que ceux en bois. Il faut éviter de concentrer des objets de valeur au rez-de-chaussée ou à la cave; car même si l'avertissement est donné à temps, on ne dispose que de peu de temps pour mettre ces objets à l'abri, p.ex. aux étages. Il existe un grand nombre de petites mesures qui permettent de réduire sensiblement l'étendue des dommages.

◆ Aide aux sinistrés

Une très bonne protection contre les incendies ne peut pas remplacer les pompiers; il en est de même pour les mesures préventives qui ne peuvent exclure tous les risques. Pour couvrir ce risque résiduel et/ou éviter le pire au cas où les inondations dépasseraient toutes les prévisions, il convient de mettre à disposition les moyens matériels et le personnel pour intervenir en cas d'urgence. Les techniques modernes avec des hélicoptères, des bateaux robustes, des liaisons par radio, des systèmes d'avertissement, etc. permettent une aide beaucoup plus efficace que par les siècles passés, même si toute aide dépend en fin de compte de l'engagement personnel des sauveteurs.

◆ Assurances contre les inondations

Même après que tous les investissements nécessaires aient été réalisés au niveau de la rétention naturelle des eaux, de la protection technique et de la prévention renforcée des inondations, un risque réel d'inondation reste présent. Là encore, des mesures de prévention des risques s'imposent.

Dans un tel cas, les dommages dépassent souvent les réserves financières que les personnes sinistrées sont en mesure d'économiser, d'autant plus que des inondations importantes peuvent se succéder à brefs intervalles. Pour couvrir ce risque, une assurance contre les dommages dus aux phénomènes naturels semble être un instrument adéquat.

En créant une telle assurance, il convient de veiller à ce que les petits dommages fréquents soient couverts par les primes payées par l'individu même sur une période relativement longue ou soient exclus de l'assurance. Les individus sont tenus de prendre les mesures préventives qui s'imposent pour les petits événements fréquents.

Le principe de solidarité doit être appliqué en cas d'inondations majeures; le dommage est alors réparti sur le plus grand nombre possible de personnes indépendamment du risque

potentiel. Dans ce cas précis, les mesures de prévention nécessaires dépassent les possibilités de chaque individu.

Dans la plupart des cantons suisses, les dommages dus aux phénomènes naturels causés aux bâtiments sont couverts par l'assurance immobilière (groupe monopoliste par canton) dans le cadre de l'assurance-incendie obligatoire. Un consortium a été installé par les compagnies d'assurance pour couvrir les dommages majeurs. Par ailleurs, les biens meubles et les équipements peuvent être assurés contre les dommages dus aux phénomènes naturels auprès des compagnies d'assurance de choses qui travaillent sur une base volontaire.

En France, tout propriétaire (personne physique ou morale autre que l'Etat) qui a souscrit une assurance "dommages" pour ses biens meubles ou immeubles sera indemnisé par sa société d'assurances, en cas de catastrophe naturelle, pour les dommages qu'il a subis, à condition que l'état de catastrophe naturelle soit constaté par arrêté ministériel. Le financement de cette mesure est assuré par une cotisation additionnelle obligatoire au titre des catastrophes naturelles appliquée à tous les contrats "dommages". L'Etat a l'obligation de définir les zones exposées aux risques naturels prévisibles dans les documents du Plan d'Exposition aux Risques. Une fois ces documents établis, les tiers ont l'obligation de s'y conformer lorsqu'ils désirent construire un bâtiment ou réaliser des travaux y compris l'existant. Si tel n'est pas le cas, l'assurance est alors en droit de ne plus assurer les biens et activités en question.

Une assurance des bâtiments contre les dommages dus aux phénomènes naturels, qui existait au Bade-Wurtemberg depuis 1960 sous la forme d'un monopole d'assurance régionale obligatoire, a dû cesser ses activités le 1er juillet 1994, date d'entrée en vigueur d'une directive de la Communauté européenne sur l'abolition du monopole d'assurance. Le cadre juridique fixé par l'Union européenne empêche donc de suivre la voie d'un monopole d'assurance obligatoire contre les dommages dus aux phénomènes naturels.

En Allemagne, les compagnies privées d'assurance proposent depuis 1991 une assurance sur les dommages dus aux phénomènes naturels qui inclue les risques d'inondation. On envisage de réunir les risques naturels que sont tremblements de terre, avalanches, glissements de terrain, dégâts entraînés par le poids de la neige et inondations, pour éviter les pratiques sélectives en fonction des zones concernées. L'Etat n'intervient que pour aider les personnes dont l'existence est menacée.

Jusqu'en 1995, il n'était pas possible de conclure d'assurance contre les dommages dus aux inondations aux Pays-Bas. A l'heure actuelle, le Gouvernement national établit en coopération avec les sociétés d'assurance un modèle d'assurance afin de couvrir, entre autres, les dommages dus aux inondations. Les dommages qu'ont subis les particuliers en 1993 et 1995 ont été payés par un fonds spécial. Le Gouvernement national a remplacé en partie les dommages causés aux exploitations (y compris dommages causés à l'agriculture).

La prévention publique, la prévention privée et la prévention assistée d'une protection par assurance ne s'opposent pas, mais sont au contraire conçus pour couvrir certains aspects du risque d'inondation en fonction d'arguments concrets. Une protection par assurance est notamment requise pour les zones protégées par des mesures techniques, comme p.ex. la vallée du Rhin supérieur.

Ce ne sont pas les dépenses qu'entraînent d'année en année les dommages dus aux phénomènes naturels qui dépassent les capacités financières des personnes privées ou de la collectivité, mais bien les rares dommages de grande ampleur. Sur ce point, une assurance peut apporter la compensation nécessaire dans le temps et dans l'espace.

◆ **Prévention publique et responsabilité individuelle**

Comme c'est souvent le cas, tous les problèmes ne se laissent pas résoudre uniquement par des moyens techniques. Il faut veiller à toujours prendre en considération le facteur humain.

L'opportunité de construire un mur de protection, au moins contre les inondations d'une récurrence de 15 à 20 ans, semble à première vue indiscutable. Un tel ouvrage aura néanmoins des répercussions néfastes si les riverains font totalement confiance à cet ouvrage de protection et rassemblent des biens de valeur en quantité telle que les dégâts provoqués par une crue d'une récurrence de 30 ans dépasseront alors considérablement le niveau qu'ils auraient atteint sans les investissements de protection contre les inondations.

Par nature, à chaque potentiel de dommage correspond un potentiel de réduction des dommages dans un même ordre de grandeur. Dans de nombreux cas, on estime que des taux de réduction des dommages plus importants seront atteints par le biais des instruments de construction préventive des particuliers et de conduite préventive soutenue par les communes plutôt que par toutes les mesures de rétention naturelle des eaux et de protection technique contre les inondations, à condition cependant que chaque individu prenne conscience de sa part de responsabilité dans la tâche de prévention des inondations.

C'est ici que réside le noyau du problème des dommages dus à des phénomènes naturels, qu'il s'agisse d'incendies, d'inondations, de tempêtes ou de tremblements de terre. Les catastrophes naturelles surviennent à intervalles si espacés qu'elles dépassent le cadre de l'expérience professionnelle de chaque individu. De par définition, une crue centennale dépasse plusieurs fois le cadre temporel d'une génération. C'est à ce niveau que doit prendre forme l'action préventive des institutions.

Pour éviter les dommages dus aux inondations, il convient donc de définir une stratégie supplémentaire visant à rappeler aux populations de manière latente que des inondations de grande ampleur restent concevables et d'en tirer les leçons durables qui s'imposent dans le domaine de la gestion des eaux, de la politique de l'urbanisme et de l'économie financière. La prise de conscience du danger est la condition préalable à toute action de prévention.

La formule la plus adéquate pour limiter les dommages dus aux inondations réside dans l'interaction de la prévention publique et de la propre responsabilité de chaque individu. A l'inverse, en affranchissant complètement l'individu de sa part de responsabilité et en déclarant l'Etat seul compétent pour solutionner les problèmes dus aux inondations, on pose les fondements de futures inondations plus destructrices encore.



Mesures de protection contre les inondations sur le terrain aux Pays-Bas

(Photo: RWS/DWW Delft)



Travaux de consolidation des digues á Ochtem/Pays-Bas en 1995

(Photo: RWS/DWW Delft)

5. Principes d'une protection intégrée contre les inondations

Les dommages dus aux inondations naissent de l'action commune de deux mécanismes distincts: la nature d'une part, qui provoque les hautes eaux - phénomène renforcé par l'impact anthropogène - et l'accumulation par les hommes de biens de valeur le long des cours d'eau, qui créent ainsi un potentiel de dommage élevé. La combinaison de ces deux mécanismes à un moment donné fait qu'une inondation entraîne des dommages donnés.

Les crues sont en majeure partie guidées par des processus naturels. L'impact anthropogène sur les crues est réel, mais d'une portée toujours limitée. Toutes les mesures visant à agir sur les crues n'ont donc qu'un effet limité sur l'étendue des dommages, cet effet n'étant en outre mesurable qu'à l'échelle de plusieurs décennies.

Par contre, l'homme a tout pouvoir de contrôle et d'influence sur l'accumulation de valeurs dans les zones exposées au risque d'inondation. Il est donc infiniment plus sûr et plus rapide d'agir sur les usages pratiqués dans les zones inondables.

Ainsi, si l'on souhaite limiter durablement et rapidement les dommages entraînés par les inondations, on obtiendra de bien meilleurs résultats en intervenant sur les usages en vigueur en bordure des cours d'eau plutôt qu'en cherchant à agir en profondeur sur le phénomène des crues en soi: la "gestion des surfaces inondables" doit passer avant la "gestion des crues".

Gérer les surfaces inondables signifie que les mesures de protection contre les inondations sont ajustées en fonction du potentiel de dommage. Un potentiel de dommage élevé justifie un objectif de protection élevé. Par ailleurs, gérer les surfaces inondables signifie également que les usages sont limités si les mesures de protection contre les inondations ne se justifient plus pour des raisons écologiques et économiques. Une protection contre les inondations moderne doit tenir compte de ces deux stratégies.

Cette recommandation ne signifie pas pour autant qu'il ne faille pas redoubler d'énergie pour appliquer toutes les mesures visant à promouvoir la rétention naturelle des eaux en récupérant des zones inondables, en supprimant certaines surfaces imperméabilisées pour favoriser l'infiltration, en procédant à des remises à l'état naturel et en mettant l'accent sur une agriculture adaptée aux sites. Il est cependant illusoire de penser qu'on réussira ainsi à court terme à limiter les dommages lors d'inondations de grande ampleur.

Néanmoins, cette constatation ne doit pas remettre en question l'efficacité et l'opportunité de certaines mesures techniques de protection contre les inondations pour protéger en partie les usages présents le long des cours d'eau. Cependant, les mesures techniques de protection contre les inondations exigent également d'être planifiées à long terme et ne peuvent donc

apporter à court terme la protection souhaitée, cette protection restant en outre limitée à certaines zones déterminées.

Type de mesures	Délais 1)	Coûts	Efficacité pour limiter les dommages
Rétention naturelle	à long terme	o	o/+
Protection technique contre les inondations	à moyen/long terme	++	++
Autre prévention des crues	à court/moyen terme	+	+++

1)	à court terme: réalisable dans certaines conditions	< 3 ans
	à moyen terme:	3-10 ans
	à long terme:	> 10 ans

Il convient de dépasser le niveau actuel des débats qui prétendent solutionner tous les problèmes posés par le risque d'inondation en attribuant la responsabilité des inondations à un seul coupable. Comme dans d'autres domaines, nous devons prendre ici conscience du fait que l'usage des ressources naturelles ne peut avoir lieu en opposition, mais uniquement en harmonie avec la nature. Les vallées fluviales - et à fortiori tous les cours d'eau - sont des ressources naturelles auxquelles nous devons adapter nos intérêts et usages.

On ne peut hélas supprimer les inondations. Il est cependant possible d'en limiter les dommages. Un risque résiduel subsiste toutefois. La protection contre les inondations requiert une action intégrée. On mesurera la volonté de changement aux moyens requis qui seront mis à disposition et à la détermination avec laquelle les restrictions d'usage seront appliquées (également dans le cadre d'une coopération entre les Länder et les Etats).

En résumé, on peut retenir 10 principes visant à limiter les dommages dus aux inondations:

Retenir les eaux

Chaque mètre cube d'eau susceptible d'être retenu en récupérant les zones inondables, en renaturant les cours d'eau, en supprimant les surfaces consolidées, en favorisant l'infiltration, l'agriculture et la sylviculture, est un gain pour l'équilibre naturel et atténue l'impact des inondations. La rétention naturelle sur de grands espaces ne peut être réalisée qu'à long terme et n'aura pas d'impact décisif sur des crues extrêmes.

Assurer l'écoulement des eaux

Au cours du temps, l'espace requis par le fleuve a souvent été réduit sous l'effet des différents usages. Afin de garantir la capacité d'écoulement nécessaire, les zones inondables et l'espace fluvial doivent être préservés et, là où ceci s'avère possible, élargis dans l'objectif d'une restauration écologique.

Se protéger contre les crues

Les mesures techniques de protection contre les inondations visant à se protéger contre les niveaux de hautes eaux (p.ex. digues, murs, bassins de rétention et barrages) sont très efficaces jusqu'au niveau de la crue théorique. Ces dispositifs de protection sont onéreux, doivent faire l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement et doivent être entretenus. Les mesures techniques de protection contre les inondations doivent être orientées sur la réduction du potentiel de dommage et ne sont appliquées en règle générale qu'après avoir été soumises à une analyse coûts/efficacité.

Reconnaître les limites de la protection

Les populations tendent à croire qu'elles jouissent d'une protection absolue derrière les digues et les murs, ce qui entraîne une augmentation du potentiel de dommage. Les mesures techniques de protection contre les inondations ne sont pas une garantie de sécurité absolue. Au-delà de la crue théorique, un risque d'inondation subsiste. C'est alors aux personnes jouissant d'usages en bordure des cours d'eau que revient la responsabilité de composer avec ce risque résiduel. Les institutions publiques doivent constamment signaler ce risque résiduel dans le cadre de leurs travaux de relations publiques.

Entretenir les ouvrages de protection

Si l'on exige que de nouveaux ouvrages de protection contre les inondations soient réalisés, on ne doit pas cependant sous-estimer les moyens devant être mis en œuvre pour conserver les ouvrages de protection existants, tels que digues, murs, bassins de rétention et barrages, dans l'état de sûreté requis. A eux seuls, les travaux de base nécessaires à la réfection des digues du Rhin sont estimés à plus d'un milliard de DM en Allemagne et à env. 2,5 milliards de DM aux Pays-Bas.

Réduire le potentiel de dommage

Les cartes des surfaces susceptibles d'être inondées doivent faire partie intégrante de toutes les planifications ayant trait à l'espace. Ces connaissances doivent être transposées en mesures concrètes dans le cadre de la politique et des documents d'urbanisme, p.ex. en s'abstenant de déclarer zones urbanisables les espaces exposés au risque d'inondation, en recommandant d'adapter la construction au risque de crue et en orientant les usages en fonction des temps d'annonce des crues. Seules ces mesures permettront d'obtenir les meilleurs résultats pour réduire à court terme les dommages dus aux inondations.

Faire prendre conscience du risque d'inondation

Afin de mettre un frein aux usages sollicités par les particuliers à proximité des cours d'eau,

le risque d'inondation doit être compris par tous - responsables politiques, institutions et citoyens - comme une part indissociable des conditions naturelles aux abords d'un cours d'eau. Une crue centennale ne survient pas après cent ans mais peut se produire dès la semaine prochaine et se répéter l'année suivante.

Avertir de l'arrivée d'une crue

Avertir la population de l'arrivée d'une crue, c'est viser en premier lieu à sauver des vies humaines et à préserver le bétail, puisqu'il est alors possible d'engager à temps les mesures d'évacuation nécessaires. Il convient en outre de mieux mettre à profit le temps ainsi disponible pour réduire plus encore les dommages matériels dus aux inondations. Tout prolongement de temps obtenu grâce à une alerte précoce est donc bénéfique; les progrès techniques sont à utiliser dans ce sens. Les mesures réalisables sont à mettre en oeuvre sans délai.

Renforcer la prévention privée

La prévention fondée sur la solidarité de la communauté a ses limites. Tout individu reste en définitive responsable de ses actes, en situation d'inondation également. Il ne pourra à l'avenir non plus réclamer d'être totalement protégé contre les inondations. Comme dans d'autres domaines, une assurance peut ici servir à renforcer la prévention privée.

Agir globalement

Pour mieux se protéger contre les inondations, il s'impose de prendre conjointement toute une série de mesures allant de la rétention naturelle des eaux à la prévention privée, en passant par les ouvrages de protection, la réduction du potentiel de dommage et la prise de conscience d'un risque résiduel d'inondation. Il convient à cet effet de distinguer les mesures efficaces à court, moyen et long terme. On mesurera la volonté d'appliquer une gestion efficace des surfaces inondables aux moyens requis qui seront mis à disposition et à la détermination avec laquelle les restrictions d'usage nécessaires seront appliquées, également dans le cadre d'une coopération internationale.

6. Recommandations de recherche

- Etudes visant à améliorer les prévisions en temps réel du niveau des eaux
- Quantification de l'impact anthropogène (p.ex. modifications dans l'usage des surfaces) sur le régime d'écoulement du Rhin
- Impact des modifications climatiques sur les crues
- Répercussions des crues sur les évolutions socio-économiques (quantification des potentiels de dommage et d'usage)
- Elaboration de plans/critères de validité générale en vue d'un contrôle global et fiable de l'état des digues
- Elaboration de plans visant à renforcer la prise de conscience du public sur le comportement à adopter face aux crues; établissement des principes d'une politique d'information y afférente.



Crue du Rhin en 1993 aux Pays-Bas
(Photo: RWS/DWW Delft)

