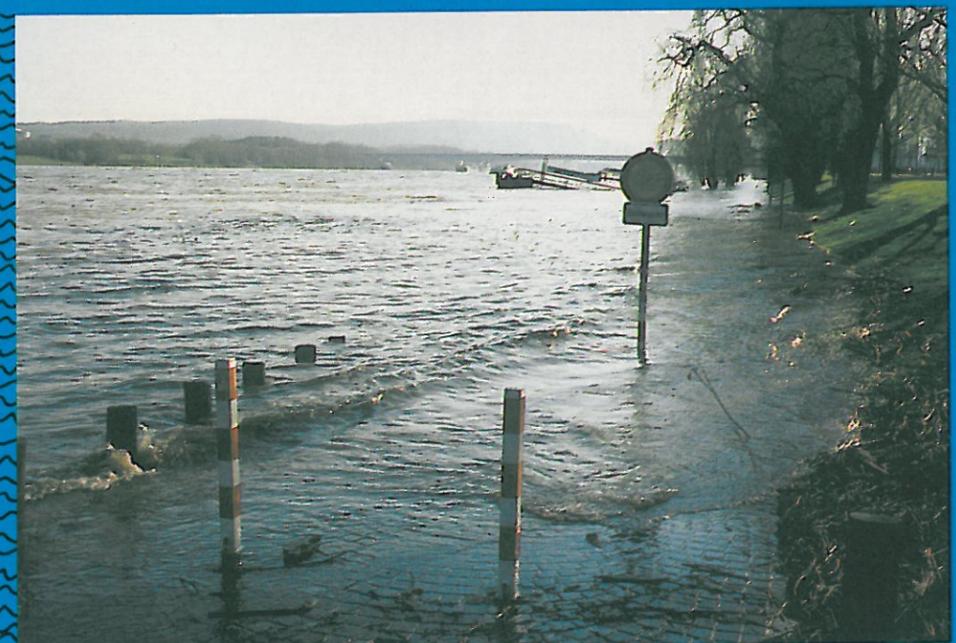
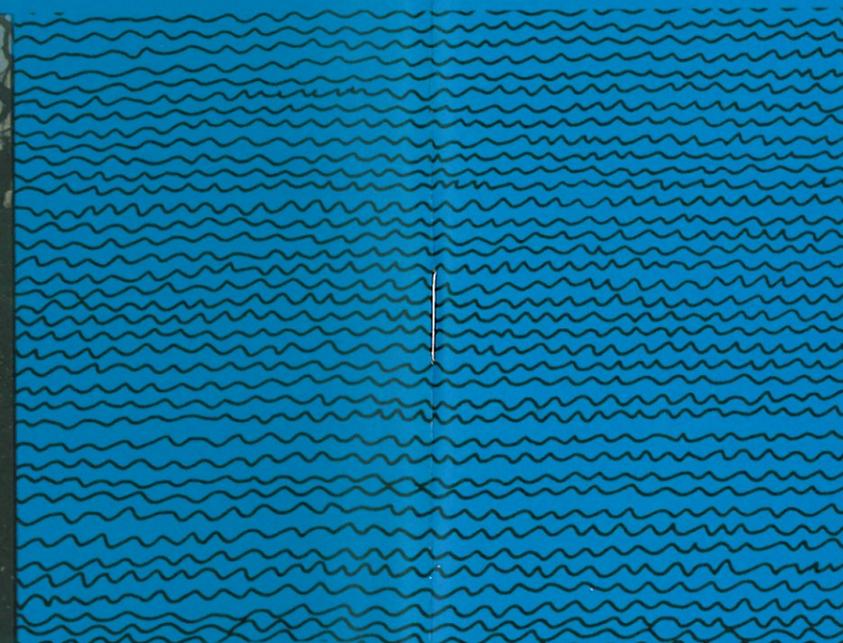
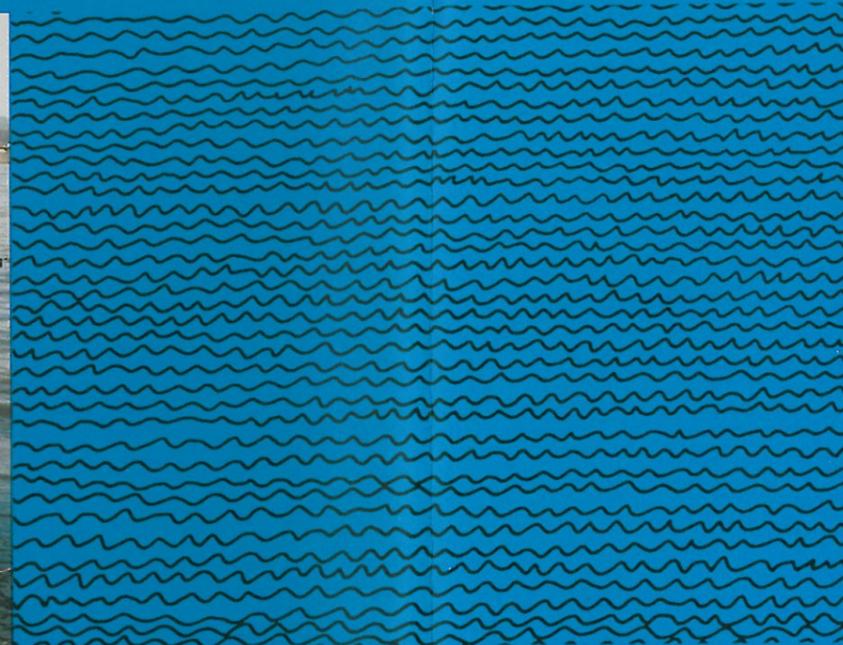
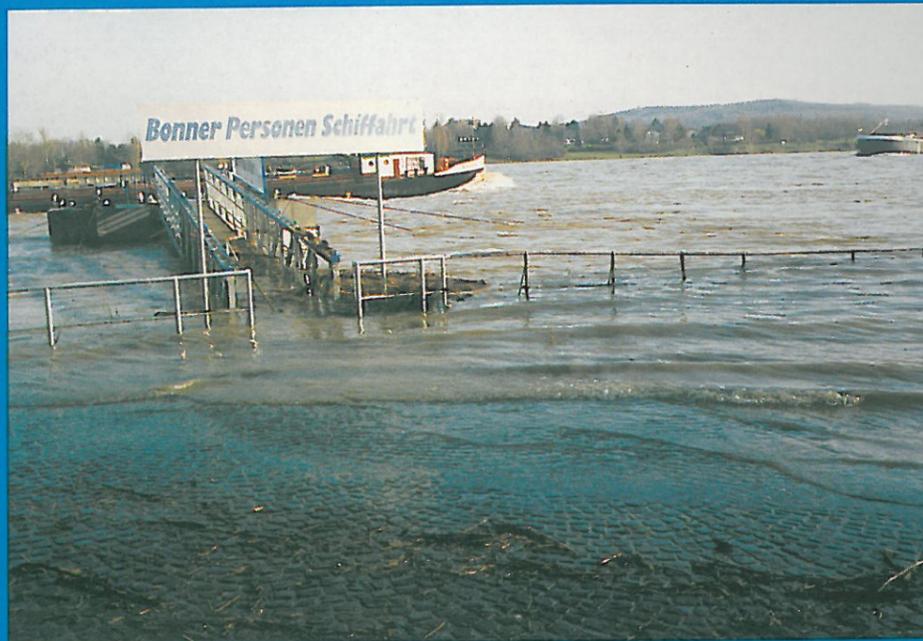




INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZE DES RHEINS
COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN

Protection contre les inondations sur le Rhin

Inventaire





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

Protection contre les inondations sur le Rhin

Inventaire

Protection contre les inondations sur le Rhin - Inventaire

	Page
Résumé et évaluation	5
■ Résumé	5
■ Evaluation	8
■ Conclusions	10
1. Introduction	11
2. Description de la situation actuelle	12
2.1 Description hydrologique et géographique	12
2.2 Situation spécifique par tronçon du Rhin compte tenu de l'impact des affluents	14
2.2.1 Haut Rhin	14
2.2.1.1 Aménagement du haut Rhin et ses conséquences	
2.2.1.2 Niveau de protection actuel	
2.2.1.3 Dommages potentiels	
2.2.1.4 Mesures	
2.2.2 Rhin supérieur	17
2.2.2.1 Aménagement, mesures existantes de protection contre les inondations, niveau de protection	
2.2.2.2 Surfaces inondables	
2.2.2.3 Dommages potentiels	
2.2.2.4 Principaux affluents	
2.2.2.5 Mesures décidées	
2.2.3 Rhin Moyen	33
2.2.3.1 Aménagement, actuelles mesures de protection contre les inondations, degré de protection	
2.2.3.2 Surfaces inondables	
2.2.3.3 Dommages potentiels	
2.2.3.4 Principaux affluents	
2.2.3.5 Mesures décidées	
2.2.4 Rhin inférieur	35
2.2.4.1 Aménagement, actuelles mesures de protection contre les inondations, niveau de protection	
2.2.4.2 Surfaces inondables	
2.2.4.3 Dommages potentiels	
2.2.4.4 Affluents importants	
2.2.4.5 Mesures décidées	
2.2.5 Zone deltaïque du Rhin	39
2.2.5.1 Situation actuelle	
2.2.5.2 Niveau de protection	
2.2.5.3 Dommages potentiels	
2.2.5.4 Mesures	

2.3	Bases légales dans les Etats de la CIPR (formes d'organisation incluses)	44
2.3.1	Suisse	44
2.3.2	France	45
2.3.3	Allemagne	46
	2.3.3.1 Compétences	
	2.3.3.2 Procédure administrative	
	2.3.3.3 Assurances contre les inondations	
2.3.4	Luxembourg	49
2.3.5	Pays-Bas	50
	2.3.5.1 Organisation	
	2.3.5.2 Loi sur les deltas des grands fleuves	
	2.3.5.3 Loi sur les ouvrages de protection contre les eaux	
	2.3.5.4 Directive administrative "Espace pour le fleuve"	
	2.3.5.5 Assurance contre les inondations	
3.	Approches nationales visant à améliorer la protection contre les inondations	54
3.1	Suisse	54
3.2	France	55
3.2.1	Initiatives récentes en matière de protection contre les inondations	55
3.2.2	Principes des mesures d'amélioration et de leur mise en oeuvre	55
3.3	Allemagne	56
3.3.1	Lignes directrices du LAWA	57
3.3.2	Initiatives prises au niveau fédéral	57
3.3.3	Initiatives prises au niveau des Länder	58
3.4	Luxembourg	59
3.5	Pays-Bas	60
3.5.1	Politique harmonisée	60
3.5.2	Accords entre les pouvoirs publics	61
3.5.3	Mesures	62

Résumé et évaluation

■ Résumé

Introduction

Les crues sont un phénomène que le Rhin connaît depuis des siècles. Les crues de 1993 et 1995 ont fait reprendre conscience aux populations des risques que peuvent présenter les crues. Le présent inventaire international fait état des stratégies existantes et engagées au niveau national ainsi que des mesures de protection contre les inondations et met en évidence les lacunes qui existent entre l'état souhaité et la réalité.

Situation actuelle

Comparé à celui d'autres fleuves, le régime hydrologique du Rhin, marqué par le caractère alpin de sa source et la diversité des zones pluviométriques de ses affluents, est équilibré. En période hivernale, les glaciers et les surfaces enneigées des Alpes retiennent une grande partie des précipitations, qui ne viennent grossir le débit du Rhin qu'en été. Dans les massifs moyens du bassin du Rhin, où l'impact des précipitations est dominant, l'apport de débit est très faible en été (période de végétation). En hiver, la pluie tombe souvent sur des sols saturés en eau ou gelés, de sorte que les précipitations s'écoulent globalement en surface et rejoignent directement les cours d'eau. Ceci explique également pourquoi les crues de grande ampleur surviennent en été dans le haut Rhin et la partie méridionale du Rhin supérieur, alors qu'elles se produisent en hiver dans le Rhin moyen et le Rhin inférieur. Ainsi, il n'est encore jamais arrivé que plusieurs crues d'ampleur comparable apparaissent simultanément dans tous les sous-bassins du Rhin.

Le **haut-Rhin** est aujourd'hui caractérisé par une suite de barrages destinés à la production hydroélectrique. Il ne reste que deux petits tronçons d'eaux courantes d'une grande valeur écologique. Le régime d'écoulement est stabilisé de manière déterminante par les lacs subalpins et notamment par le lac de Constance. Parmi les mesures techniques de rétention, la correction des cours d'eau jurassiens réalisée dans le courant de la seconde moitié du 19ème siècle est celle dont l'impact a été le plus important sur l'atténuation des crues. Les premiers dommages apparaissent à partir de débits de pointe d'env. 4.600 m³/s à Bâle, sans qu'on puisse les qualifier pour autant de catastrophiques. Ce débit correspond à une récurrence de 200 ans.

Le Rhin est très encaissé sur ce tronçon et les surfaces exposées au risque de crue se limitent à une bande riveraine étroite. Ce n'est que dans les régions plus urbanisées que des crues extrêmes pourraient entraîner des dommages notables. Les installations représentant un potentiel de dommages consécutifs élevé sont situées dans la région portuaire de Bâle. Dans les tronçons de retenue des usines, la protection contre les inondations est aujourd'hui millénaire. A l'heure actuelle, il n'est prévu ni en Suisse ni dans le Land de Bade-Wurtemberg en Allemagne de mesures susceptibles d'avoir un impact sensible sur les crues du Rhin.

Sur le **Rhin supérieur**, la correction selon Tulla au 19ème siècle a permis de mettre en place un dispositif systématique de protection contre les inondations entre Bâle et Mannheim. Après la correction, le Rhin s'est vu exposé à une forte érosion creusant son lit. Pour exploiter l'énergie hydroélectrique et améliorer les conditions de la navigation, 8 chutes ont été érigées entre Bâle et Strasbourg à partir de 1928, dont 4 sur le Grand Canal d'Alsace et 4 autres sous la forme d'un aménagement en festons. La chute de Gamsheim a été installée en 1974 en aval de Strasbourg, celle d'Iffezheim en 1977 directement sur le Rhin. On pallie à l'érosion du fond du fleuve en aval de la chute d'Iffezheim par une alimentation en débit solide.

L'aménagement de chutes sur le Rhin entre Vieux-Brisach et Iffezheim, imposant la mise en place de digues en bordure du fleuve, a entraîné la perte de 130 km² de surfaces inondables naturelles supplémentaires et fait que l'onde se propage sur un jour au lieu de deux.

Dans le même temps, en aménageant le Rhin entre Bâle et Iffezheim, on a donné à ce tronçon un niveau de protection contre des inondations d'une récurrence millénaire. En aval d'Iffezheim par contre, le risque de crue a connu par là même une progression menaçante. La hausse du niveau des crues due à l'aménagement a été de 700 m³/s (débit passant de 5.000 à 5.700 m³/s) à l'échelle de Karlsruhe/Maxau et de 800 m³/s (débit passant de 6.000 à 6.800 m³/s) à l'échelle de Worms. Alors que les digues existantes assuraient un niveau de protection de 200 ans avant l'aménagement, on est passé ensuite à un niveau de protection contre des inondations d'une récurrence de 50 à 60 ans.

Pour compenser les conséquences de l'aménagement de retenues sur le Rhin supérieur, des mesures contractuelles de lutte ont été fixées en 1982 entre la France et l'Allemagne dans le cadre d'une première convention de coopération internationale en matière de protection contre les inondations. Cette convention, et les accords additionnels qui ont suivi, prévoit, pour compenser les effets des mesures d'aménagement du Rhin supérieur, la création d'un espace de rétention d'env. 290 millions de m³ d'eau. En 1997, un volume de 80 millions de m³ est opérationnel. Alors qu'à la suite de la construction de la chute d'Iffezheim ce tronçon n'était plus protégé que contre les inondations d'une récurrence de 50 à 60 ans, il jouit dorénavant d'une protection renforcée à 80 - 100 ans, grâce aux dispositifs de rétention à présent opérationnels. Avec toutes les mesures de rétention décidées, le niveau de protection de la plaine du Rhin supérieur contre les crues bicentennaires va être rétabli tel qu'il existait avant l'aménagement des retenues sur le Rhin supérieur.

Les travaux de mise en place de tous les espaces de rétention convenus, devant fournir un volume de rétention d'env. 290 millions de m³ sur le Rhin supérieur, ne seront vraisemblablement pas achevés avant l'an 2010. Les coûts s'élèveront à env. 1,5 milliard de DM. De nombreuses mesures de consolidation des digues sont requises entre Iffezheim et Bingen; elle s'élèveront au total à env. 715 millions de DM au cours de 10 à 20 prochaines années.

Du fait de la protection millénaire dont jouit le tronçon compris entre Bâle et Iffezheim du côté allemand comme français, il n'a pas été procédé jusqu'à présent à l'estimation des dommages potentiels. Sur le tronçon allant d'Iffezheim à Bingen, exposé à un risque potentiel d'inondation en cas de crue majeure, la concentration humaine dépasse 700.000 habitants et les biens de valeur s'élèvent à env. 120 milliards de DM. Dans les faits, le dommage patrimonial atteindrait au maximum 25 milliards de DM. Dans la situation actuelle, une crue de récurrence bicentenaire occasionnerait un dommage économique global de 12,4 milliards de DM. En mettant en place les espaces de rétention des crues prévus, on vise à empêcher que de tels dommages ne se produisent. Malgré ces espaces de rétention des crues, il subsiste un risque résiduel dont il convient de tenir compte dans les plans d'occupation des sols, la protection des immeubles et la protection contre les accidents majeurs.

De par sa nature, le **Rhin moyen** s'écoule dans un lit fermé et les systèmes de protection contre les inondations se limitent à quelques dispositifs locaux, étant donné qu'il n'existe pas de possibilité de rétention. La digue de hautes eaux du bassin de Neuwied offre une protection contre une crue centennale. Les dommages qu'entraînerait le passage d'une crue bicentenaire s'élèveraient à env. 1 milliard de DM.

Sur le **Rhin inférieur**, des ouvrages de protection protègent l'existence et les activités d'1,4 million de personnes sur une longueur de 330 km. Le champ d'inondation naturel du Rhin inférieur a été fortement rétréci vers la fin du siècle dernier, suite à l'aménagement du Rhin. Cette tendance s'est poursuivie même après 1945, p.ex. dans la circonscription de Clèves où une zone inondable de plus de 120 km² a été endiguée. Les ouvrages de protection ont été conçus pour faire face à un débit de crue d'une récurrence d'env. 200 ans; cependant, dans quelques zones, le niveau local de protection est sensiblement plus faible (crue d'une récurrence de 20 ans). Les crues survenues au cours des 4 dernières décennies, avec 7 débits de pointe d'env. 10.000 m³/s, semblent confirmer une augmentation des débits de pointe due à un impact anthropogène. Le niveau actuel de protection entre Cologne et Düsseldorf correspond à la récurrence d'une crue bicentenaire. Il est sensiblement plus bas dans la ville de Cologne où il correspond à une crue d'une récurrence de vingt ans. De Düsseldorf à la frontière germano-néerlandaise, il est de l'ordre d'un événement d'une récurrence de 500 ans. Il convient d'attirer l'attention sur le risque potentiel auquel est exposée la zone caractérisée par un affaissement de terrain dû aux activités minières. Dans cette zone, qui englobe plusieurs villes et un tronçon du Rhin sur une trentaine de km, une surélévation des digues, pouvant aller jusqu'à un niveau de 15 m, est nécessaire. Sur de nombreux tronçons, les ouvrages de protection sur le Rhin doivent faire l'objet d'une vaste remise en état. Le Rhin dispose encore d'un champ d'expansion d'env. 302 km² compris entre les ouvrages de protection contre les inondations. Ces ouvrages protègent contre des crues extrêmes les populations riveraines et une superficie d'env. 1.500 km², où se concentrent des installations industrielles et des infrastructures d'une valeur inestimable et où est pratiquée par ailleurs une agriculture intensive.

Sur le Rhin inférieur, des mesures sont visées pour conserver et reconquérir de larges surfaces de submersion. Ainsi, il est prévu de reculer les digues

et/ou de créer des espaces de rétention dans 11 sites. En l'état actuel des réflexions, on prévoit d'obtenir une superficie de 47 km² susceptible de retenir env. 175 millions de m³ d'eau. Ces mesures de rétention se traduisent à la frontière germano-néerlandaise par un abaissement du niveau des hautes eaux d'un à plusieurs décimètres et permettent en outre de retarder de plus de 12 heures l'arrivée de la pointe de l'onde.

Dans la **zone deltaïque**, le Rhin se partage en trois bras estuariens: Waal, Nederrijn/Lek et IJssel. Les Pays-Bas sont exposés au risque d'inondation à la fois par la mer et par les fleuves Rhin et Meuse. Heureusement, il est rare que ces deux types d'inondation se produisent simultanément. Les agglomérations sont intégralement protégées par des digues circulaires. La dernière crue de 1995 a montré que la résistance des digues ne pouvait plus être garantie. Devant la menace d'une rupture de digue, il a été décidé d'évacuer 200.000 personnes et plusieurs millions de têtes de bétail. Dans le cadre des travaux de consolidation des digues, on part d'une probabilité de submersion des digues correspondant à un événement susceptible de se produire 1 fois en 1250 ans pour un débit du Rhin de 15.000 m³/s. Une rupture ou submersion des digues mettrait une grande partie des Pays-Bas sous les eaux et pourrait provoquer des dommages immenses. S'il advenait cependant qu'une crue du Rhin coïncide avec un raz de marée de la mer du Nord, la partie des Pays-Bas très fortement urbanisée (la "Randstad") serait elle aussi menacée. Les dommages potentiels derrière les digues néerlandaises sont estimés à un total de 2.500 milliards de florins. A la suite des crues de 1995, le Gouvernement national a lancé le "Plan delta pour les grands fleuves". Sur la base de cette loi d'urgence, les mesures de consolidation des digues les plus urgentes seront réalisées d'ici fin 1996. Toutes les autres mesures de consolidation seront mises en oeuvre d'ici l'an 2000. Les coûts liés au Plan delta s'élèvent à environ 3 milliards de florins.

Sur le tronçon du delta du Rhin, l'accent est aujourd'hui mis sur l'amélioration de la sûreté des digues. D'autres mesures sont toutefois analysées pour faire face à des débits de l'ordre de 16.000 à 18.000 m³/s. Elles se concentrent sur l'installation d'annexes hydrauliques, la suppression de digues d'été, le décaissement de l'ancien lit majeur, la mise en retrait de digues et, en dernier recours, le rehaussement de digues.

Situation juridique et administrative

En Suisse, la législation a été révisée et complétée

en réaction aux crues survenues en juillet et août 1987. La Loi révisée sur le génie hydraulique vise notamment à adapter les usages aux risques présents et à minimiser les interventions techniques dans les cours d'eau. La Loi sur l'aménagement du territoire prescrit de désigner des zones soumises à risques et notamment de protéger les zones habitées de tout impact nuisible. La Loi amendée sur la protection des eaux et la nouvelle Loi forestière tiennent également compte des règles d'un génie hydraulique naturel et d'une protection intégrée contre les inondations. Du point de vue administratif, la tâche de protection contre les inondations relève de la compétence des cantons. Dans la plupart des cantons suisses, les dommages dus aux phénomènes naturels sont couverts par l'assurance immobilière (groupe monopolistique par canton).

En France, le plan gouvernemental du 24 janvier 1994 comprend trois volets essentiels: la préservation des zones inondables et une meilleure maîtrise de l'urbanisation et de l'occupation du sol dans ces zones, la modernisation de l'annonce et de la prévision des crues, ainsi que la mise en oeuvre d'un plan décennal d'entretien et de restauration des cours d'eau (11 milliards de francs). En ce qui concerne la maîtrise de l'urbanisation dans les zones inondables, la loi du 2 février 1995 a instauré un nouvel outil: le Plan de Prévention des Risques (PPR); celui-ci remplace les procédures préexistantes, ce qui correspond à une simplification réglementaire et à un renforcement des moyens d'action. Le PPR vise à interdire la construction dans les zones les plus exposées et à la limiter dans les autres zones inondables. Il permet notamment d'interdire ou de réglementer toutes les occupations et utilisations du sol qui pourraient aggraver les risques ou en créer de nouveaux, y compris sur l'existant. La loi permet d'aller jusqu'à l'expropriation si le risque le justifie. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), approuvé à la fin de l'année 1996, reprend, précise et conforte les dispositions nationales.

Il existe en France un fonds d'indemnisation des particuliers victimes d'inondations déclarées catastrophes naturelles, alimenté par un prélèvement automatique sur des contrats d'assurance de responsabilité civile.

En Allemagne, la Loi fondamentale stipule que la protection contre les inondations relève de la compétence réglementaire des Länder, également sur les voies navigables fédérales. Ces attributions sont fixées par les Länder dans leurs lois sur les eaux qui ont été promulguées sur la base de la Loi fé-

dérale sur le régime des eaux (WHG). La Loi sur le régime des eaux (WHG) et les lois des Länder sur les eaux fournissent un instrument juridique permettant de désigner des zones inondables. L'aménagement du territoire et du paysage est également placé sous la compétence des Länder. Dans quelques Länder, les lois d'aménagement du paysage comportent des dispositions ayant trait à la sauvegarde d'espaces de rétention des crues et à la reconquête des surfaces d'inondation naturelle. Il est possible de souscrire une assurance volontaire contre le risque d'inondation dans le cadre d'assurances sur les dommages provoqués par des phénomènes naturels.

Au **Luxembourg**, il est actuellement mis en place une base légale devant permettre de désigner et de geler des terrains en vue de la rétention naturelle des eaux.

Aux **Pays-Bas**, les tâches liées à la protection contre les inondations ont été attribuées autant que possible aux autorités régionales. Ne sont réglées au niveau national que les normes de sécurité pour les zones protégées par des digues circulaires. Les autres tâches sont traitées par les provinces et les coopératives de gestion des eaux. La Loi sur les deltas des grands fleuves, adoptée juste après les inondations de 1995, a été conçue pour accélérer et mener à bien d'ici 1996 une série de mesures d'urgence visant à renforcer les digues. Des mesures complémentaires de consolidation des digues s'étendant jusqu'à l'an 2000 sont fixées dans la Loi sur les ouvrages de protection contre les eaux adoptée au début de l'année 1996. Enfin, la directive administrative intitulée "Espace pour le fleuve" récemment adoptée rassemble d'autres mesures supplémentaires. On travaille actuellement à l'introduction d'assurances contre les inondations.

■ Evaluation

Il convient d'évaluer dans quelle mesure les actuelles stratégies et initiatives de protection contre les inondations sont suffisantes et dans quels domaines il convient d'agir. Cependant, même lorsque toutes les possibilités de protection contre les inondations sont épuisées, un risque résiduel subsiste. Le Plan d'action contre les inondations à établir doit concrétiser, dans le cadre d'une concertation internationale, la future protection contre les inondations et prévention des crues dans l'espace rhénan.

La protection contre les inondations doit faire face à des intérêts locaux et suprarégionaux. Seule la responsabilité réciproque des populations locales, qui souhaitent que les eaux n'atteignent pas leur propre territoire, et des riverains en aval dont l'intérêt suprarégional est que les eaux soient retenues le plus longtemps possible et en grande quantité dans la partie amont du bassin, permettra d'équilibrer ces intérêts différents.

Par le passé, on s'est concentré sur les mesures techniques permettant de lutter contre les inondations à un niveau local. Des plans de protection contre les crues ayant un impact suprarégional sont actuellement développés, mais ce n'est que depuis quelques années qu'il est possible de quantifier cet impact.

Dans les recommandations stratégiques publiées en décembre 1995 par la CIPR, les experts ont comparé et évalué les différentes possibilités de protection contre les inondations en mettant l'accent sur une approche intégrée dans le cadre de la prévention des crues. A l'avenir, la protection contre les inondations doit se fonder sur les principes suivants:

- **retenir les eaux sur les surfaces et dans les zones alluviales** en récupérant les zones inondables, en renaturant les cours d'eau, en supprimant les surfaces imperméabilisées, en favorisant l'infiltration par une gestion agricole et sylvicole adaptées en fonction du site;
- **prendre des mesures techniques** pour garantir la capacité d'écoulement des cours d'eau et lutter contre les inondations (p.ex. digues, murs, bassins de rétention et barrages). Cependant, même dûment entretenus, ces ouvrages de protection ne sont pas une garantie de sécurité absolue. C'est pourquoi il est impératif de ne pas continuer à augmenter le potentiel de dommages dans les zones exposées au risque d'inondation;
- **appliquer à grande échelle une politique de prévention des crues**, qui, pour être efficace, doit passer par une prise de conscience de la population face au risque d'inondation, par la réduction des dommages potentiels et par un renforcement de la prévention privée. L'avertissement précoce de l'arrivée d'une crue est également un outil précieux pour réduire les dommages.

Retenir les eaux sur les surfaces et dans les zones alluviales

La prévention des crues commence par la rétention des eaux sur toutes les surfaces du bassin versant, ce qui implique la mise en oeuvre d'un grand

nombre de mesures de petite et moyenne ampleur. Il est indispensable d'associer à ces réflexions les autres ressorts politiques, p. ex. l'aménagement du territoire, l'agriculture et la sylviculture, l'aménagement de zones de construction, la protection de la nature. Jusqu'à présent, il n'a pas été assez tenu compte de ce phénomène qui a contribué à renforcer l'impact anthropogène sur les débits. Différents pays ont cependant déjà engagé des activités pour améliorer la rétention des eaux dans le bassin. Ces mesures ont pour principal objectif d'agir sur les crues de faible ou de moyenne ampleur. Par ailleurs, il convient d'accorder une attention particulière à la conservation des zones alluviales et surfaces inondables encore existantes, sachant que ceci n'aura pour seul effet que de conserver le statu quo et ne permettra pas de réduire les actuels risques d'inondation.

A l'origine, le champ d'inondation naturel du Rhin s'étendait sur d'environ 8.000 km² au total, et pour moitié dans la zone deltaïque du fleuve. En situation de crue, le Rhin ne dispose plus aujourd'hui que d'env. 15 % de plaines inondables naturelles sur le Rhin supérieur et le Rhin inférieur. En raison de la situation géographique particulière des Pays-Bas, de grandes parties de la zone deltaïque du Rhin ne peuvent plus aujourd'hui servir de champ d'inondation. Sur le plan écologique, cela signifie aussi que des processus hydrodynamiques spécifiques aux zones alluviales ont été interrompus, entraînant la disparition ou la modification radicale des biocénoses qui vivaient dans ces biotopes alluviaux. Les implantations humaines et les usages ont rapidement pris de l'expansion. De vastes surfaces inondables naturelles se trouvaient et se trouvent toujours sur le Rhin supérieur et inférieur ainsi que dans la zone deltaïque.

En raison de la forte densité de population et de l'exploitation intensive des zones situées à proximité du Rhin, les possibilités de compenser la perte des larges surfaces inondables initiales sont très limitées. Il convient de trouver des surfaces non ou faiblement urbanisées et de redynamiser leur fonction de zones inondables. La Convention franco-allemande de 1982 est la première approche de vision globale des tronçons du haut Rhin (depuis la sortie du lac inférieur) et du Rhin supérieur jusqu'à Worms. Sur le Rhin supérieur, on s'est tout d'abord orienté vers des solutions purement techniques en favorisant la création de polders conçus pour des hauteurs de retenue importantes. Ce programme a été modifié par la suite avec l'arrivée de mesures visant à concilier les intérêts

de la protection contre les inondations avec ceux de la protection de la nature et du paysage. En créant des espaces de rétention plus respectueux de l'environnement, on peut poursuivre parallèlement deux objectifs, d'une part la mise en place de surfaces inondables supplémentaires et d'autre part la redynamisation des zones alluviales. Le plus souvent, les surfaces concernées sont des réserves naturelles et des surfaces soumises à des usages agricoles et sylvicoles. C'est pourquoi il convient d'intégrer plus étroitement la protection de la nature ainsi que l'agriculture et la sylviculture dans les mesures de prévention des crues. Des travaux ont été engagés dans ce sens.

Il est actuellement prévu de reconquérir un volume de rétention de plus de 450 millions de m³ sur le Rhin supérieur et le Rhin inférieur, ce qui revient à redynamiser environ 125 km² des anciennes zones inondables du Rhin. On rappelle que 85 % des surfaces inondables naturelles sont actuellement séparées du fleuve par des digues.

Mesures techniques de protection contre les inondations

Les activités techniques de protection contre les inondations consistant à construire des digues, des murs, des bassins de rétention, des barrages, etc. pour protéger les zones habitées sont indispensables et le resteront à l'avenir. Les objectifs de protection sont à orienter en fonction des biens à protéger. Il convient également de soumettre à un examen critique le besoin de protection des surfaces agricoles.

Les expériences tirées des dernières crues ont confirmé ou permis de constater en outre que l'absence d'un niveau de sûreté systématique des digues avant tout anciennes représentait un risque élevé et que les travaux de remise en état requis étaient liés à des coûts importants. Avant de restaurer les digues, il convient cependant d'examiner l'éventualité d'une mise en retrait afin de reconquérir des zones inondables supplémentaires.

Il existe en Suisse une stratégie consistant à faire une distinction systématique en fonction de la valeur des biens protégés. Les surfaces dans lesquelles les usages sont moins intensifs ne sont protégées que contre les crues fréquentes alors les surfaces de plus grande valeur jouissent d'une protection contre les crues plus rares. Cette méthode suit le principe prescrivant de "retenir là où c'est possible et laisser s'écouler les eaux là où c'est nécessaire". Elle suppose une coopération étroite avec le domaine de l'aménagement du territoire.

Politique de prévention des crues à grande échelle

La réduction du potentiel de dommage est au centre de la politique de prévention des crues à grande échelle. A cet effet, il convient notamment de sensibiliser les populations vivant dans les zones protégées. Les populations en sont arrivées à croire qu'elles jouissaient d'une protection absolue. L'urbanisation et les activités industrielles et économiques ont donc connu un développement très rapide dans ces zones considérées "protégées". Du Rhin supérieur jusqu'au Rhin inférieur, plus de 2,7 millions de personnes vivent aujourd'hui dans des zones protégées par des digues et, par là même, exposées au risque d'inondation. S'y ajoutent 2,8 millions d'habitants dans le delta du Rhin et 4,2 millions supplémentaires menacés par les eaux en cas de risque de raz de marée. Il est clair qu'en cas de crue extrême les dommages potentiels prendraient des proportions énormes. On dispose entre-temps de premières estimations quantitatives et qualitatives des dommages.

Réduire le potentiel de dommage existant dans les zones exposées au risque d'inondation est une tâche complexe. Quoi qu'il en soit, il s'impose de mettre un frein à l'accumulation des dommages potentiels. Pour faire face aux problèmes liés à la prévention des crues, les services de gestion des eaux et ceux de l'aménagement du territoire doivent à l'avenir renforcer leurs efforts communs. Ceux-ci doivent notamment porter sur la désignation de zones inondables et sur l'établissement de cartes dites cartes d'exposition aux risques. Il existe déjà quelques approches de plans de zones à risques qui permettent aux exploitants des surfaces exposées de mieux connaître ces risques.

Les deux dernières crues ont fait prendre conscience à la population du risque d'inondation existant. Cependant, si aucune crue ne survient pendant une période prolongée, un effet puissant de refoulement fait oublier ce risque. Il s'agit d'un problème psychologique contre lequel il convient de lutter en intensifiant les activités de relations publiques et en renforçant la sensibilisation des populations concernées par un rappel régulier de l'existence de ce risque. En outre, l'accent doit être mis sur la responsabilité individuelle de chaque individu, p.ex. au travers de mesures préventives s'appliquant aux bâtiments et aux installations, comme le prouve la somme des dommages occasionnés à Cologne par les crues de 1995, qui a été pratiquement inférieure de moitié à celle des inondations de Noël 1993. En renforçant la sensibilisation d'une part et en agissant pour ralentir la progression d'une onde de crue et améliorer la

précision des prévisions des débits de pointe et de leur concomitance d'autre part, on pourrait éviter que se produisent des dommages de grande ampleur. On peut également renforcer la responsabilité individuelle en formulant des clauses contractuelles d'assurances contre les inondations pouvant éventuellement s'inscrire dans le cadre d'une assurance générale contre les phénomènes naturels. C'est déjà le cas dans quelques Etats riverains du Rhin.

L'avertissement précoce joue également un rôle important dans la prévention des crues. Avertie à temps de l'arrivée d'une crue, la population peut se mettre en lieu sûr et sauvegarder ses biens mobiliers. On évite ainsi une grande partie des dommages. L'annonce et la prévention des crues sont des outils importants de réduction des dommages. Il faut donc tendre à les rendre plus fiables et à augmenter si possible la durée de prévision, car tout gain de temps réduit les dommages. On trouvera les informations respectives dans un rapport spécial.

■ Conclusions

Le présent inventaire contient un résumé systématique de toutes les connaissances permettant d'évaluer les situations engendrées par les inondations dans l'espace rhénan, y compris les risques encourus ainsi que les mesures préventives prises et déjà engagées. Le but doit être de stopper l'aggravation anthropogène des crues et à réduire les aggravations existantes. Un autre objectif doit consister à limiter l'accroissement des dommages potentiels et de restreindre autant que possible le potentiel de dommage existant. Les mesures techniques de protection contre les inondations restent indispensables pour protéger le potentiel de dommage restant dans les espaces historiques d'implantations humaines.

Le présent rapport montre que les actuels degrés de protection sur le Rhin sont hétérogènes. Le Plan d'action vise donc à obtenir des objectifs de protection communs prenant également en compte les conditions générales au niveau local. Conjointement avec le document "Constat et stratégie pour le Plan d'Action contre les inondations", l'inventaire constitue le cadre dans lequel viendront s'inscrire les mesures à prendre dans le cadre du Plan d'action contre les inondations de la CIPR.

1. Introduction

Lors de la 11ème Conférence ministérielle sur le Rhin du 8 décembre 1994, les ministres avaient déjà 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 pour le Rhin en tenant compte de son bassin versant. Ce plan d'action doit intégrer l'objectif d'une amélioration écologique du Rhin et de ses zones alluviales.

Ont été établies, dans une première étape, les bases et la stratégie à suivre pour élaborer le plan d'action contre les inondations. Ce plan d'action se fonde en outre sur l'analyse détaillée de la situation actuelle: quelle est actuellement la protection contre les inondations sur le Rhin et quels plans supplémentaires existent déjà pour améliorer la situation?

L'inventaire doit fournir des informations sur

- les actuels problèmes dus aux inondations sur le Rhin
- l'aménagement, le niveau de protection existant, le potentiel de dommage, les mesures
- les plans existants - y compris les objectifs poursuivis - accompagnés des estimations des coûts et des délais probables de réalisation
- les surfaces inondables sur le Rhin et ses principaux affluents
- les bases juridiques existant dans les Etats riverains dans le cadre de la protection contre les inondations
- les approches nationales visant à améliorer la protection contre les inondations et la prévention des crues.

L'inventaire ne fournit aucune information sur les changements climatiques, bien que l'on ait constaté au cours des dernières années un renforcement des précipitations en hiver et une baisse de fréquence de l'enneigement. Il s'agit pour l'instant de prévisions qui sont examinées en détail par d'autres institutions. On restera cependant attentif au risque d'inondation renforcé que pourrait éventuellement occasionner une augmentation des précipitations.

Les points relatifs à l'impact qualitatif des crues ont également été traités en 1996 dans le cadre de la CIPR. On conseille ici de se référer au rapport correspondant.

Les aspects des eaux souterraines destinées à la production d'eau potable dans les zones inondables n'ont pas été non plus analysés plus en détail, ni les questions de protection des sols et de protection civile.

Le rapport ne fait pas non plus état des effets consécutifs à des modifications d'usages dans le bassin du Rhin. Les aspects qui se réfèrent à la surface du bassin versant ont donc été écartés, puisqu'ils sont traités dans le cadre international du groupe de travail "Aménagement du territoire Rhin/Meuse".

2. Description de la situation actuelle

2.1 Description hydrologique et géographique

Le bassin versant du Rhin a une superficie d'environ 185.000 km².

Le cours du Rhin, long de 1320 km, est subdivisé en six tronçons: le Rhin alpin, le haut Rhin, le Rhin supérieur, le Rhin moyen et le Rhin inférieur, auxquels vient s'ajouter le Rhin deltaïque à quelques kilomètres en aval de la frontière germano-néerlandaise (annexe 1).

Le Rhin alpin et le haut Rhin sont caractérisés par des massifs montagneux élevés sur une superficie de plus de 16.000 km² dont 400 de glaciers. A hauteur de Bâle, le Rhin draine un bassin de 35.925 km², dont presque la moitié fait partie du sous-bassin de l'Aare. 7 grands lacs subalpins commandent le régime hydrologique de 24.640 km² du bassin versant. Entre le lac de Constance et la confluence avec l'Aare, le régime hydrologique est caractérisé par l'effet de compensation du lac de Constance.

Le Rhin supérieur traverse la plaine rhénane entre Bâle et Bingen. Initialement, ce tronçon présentait les formes les plus diverses, avec des passages de fort courant et d'autres d'eaux calmes. Sujet à de profondes variations, au cours des siècles passés (zone de ramifications et de méandres), le cours du Rhin supérieur a connu de nombreux travaux de génie hydraulique depuis le début du 19^{ème} siècle.

Entre Bingen et Bonn, le Rhin moyen, avec ses méandres, s'enfoncé dans le massif schisteux rhénan, creusant sur son passage une faille de 200 à 300 m de hauteur dans la roche. La vallée se rétrécit pour ne plus atteindre que 200 m à l'endroit le plus étroit.

A partir de Bonn environ, le Rhin inférieur se transforme en un grand fleuve de plaine avec de larges méandres; juste en aval de la frontière germano-néerlandaise, il se subdivise en deux bras, le Waal et le Pannerdensch Kanaal, puis en Neder-Rijn et IJssel.

Le bassin rhénan est l'un des bassins fluviaux européens où les précipitations sont les plus abondantes. Le niveau moyen annuel des précipitations est d'environ 900 mm. Dans les régions où le Rhin

prend source, les précipitations annuelles dépassent 2500 mm, dans les régions de massifs moyens de la Forêt noire et des Vosges, elles atteignent encore 2000 à 2350 mm. Dans les plaines du Main et du Rhin supérieur, on ne mesure plus que 500 mm.

Le bassin du Rhin est caractérisé à la fois par des régimes glaciaires, nivaux et pluviaux.

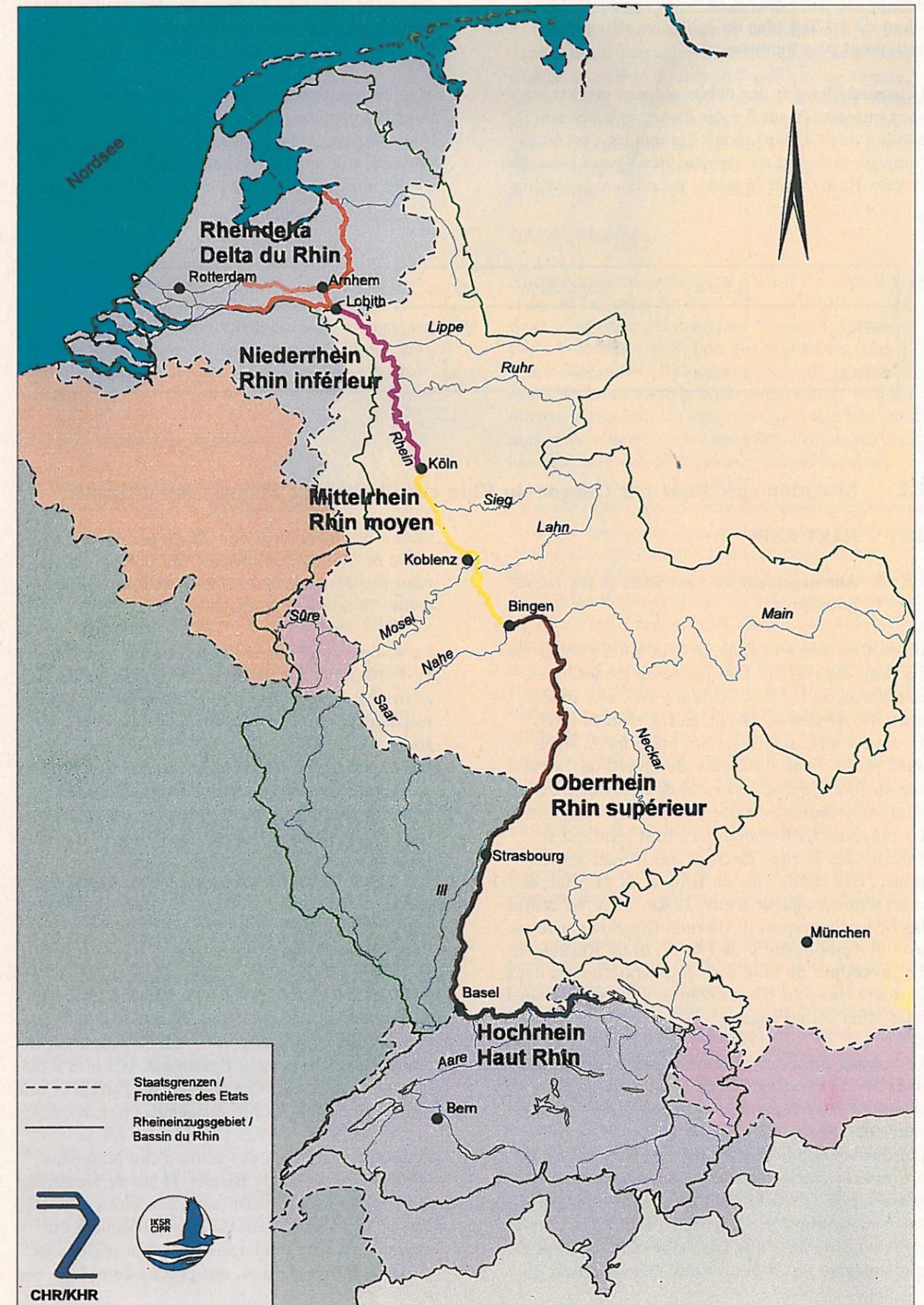
Dans le régime glaciaire (dominé par les glaciers), les débits sont fonction des variations saisonnières de la température: minimum en hiver, maximum en été. Dans le régime nival, les précipitations sont retenues en hiver sous forme de neige et sont restituées au fleuve au printemps et en été lors de la fonte des neiges lorsqu'augmentent les températures.

Plus le bassin versant du Rhin s'agrandit, plus la partie des surfaces soumises à un régime pluvial augmente. Ces zones ne font plus partie de la haute montagne et sont dominées par le débit direct provenant des précipitations, même pendant l'hiver. Le régime pluvial prédomine lorsque les valeurs moyennes du débit en hiver dépassent celles du débit en été.

Rheinfelden reflète l'hydraulicité de la partie de haute montagne. L'hydrogramme annuel de cette échelle accuse un maximum prononcé en été pendant les mois de juin et juillet et des débits faibles entre octobre et mars.

L'hydrogramme annuel de la Moselle à l'échelle de Cochem est caractéristique pour tous les affluents du Rhin prenant naissance dans les massifs moyens. Il fait état d'une période de débits faibles entre juin et octobre. En novembre, les débits augmentent sensiblement et restent à un niveau élevé de décembre à mars.

La variabilité des débits, exprimée par le rapport entre la moyenne pluriannuelle des débits d'étiage et la moyenne des débits des plus hautes eaux annuelles (NQ/HQ), est d'environ 1:50 en amont du lac de Constance, se réduit à env. 1:12 à Rheinfelden du fait de l'influence des lacs et varie plus en aval entre 1:10 et 1:18.



Annexe 1: Tronçons du Rhin

A l'opposé, avec des valeurs de rapport NQ/HQ allant de 1:120 à plus de 1:200, les affluents sont nettement plus mouvementés.

Le rassemblement des débits moyens des hautes eaux enregistrés sur 6 mois d'une série pluriannuelle (voir tableau) montre comment s'est transformé le régime d'écoulement des hautes eaux. Sur le haut Rhin et sur la partie méridionale du Rhin

supérieur (jusqu'au Neckar), les fortes crues surviennent en été alors qu'elles ont lieu en hiver sur le Rhin moyen et le Rhin inférieur.

Une des conclusions que l'on peut en tirer est que dans la longue série d'enregistrements hydrologiques (depuis 1000 après J.C.) on ne trouve pas de crue qui soit apparue simultanément et avec la même intensité dans tous les sous-bassins du Rhin.

	Echelle	Rheinfelden	Maxau	Worms	Kaub	Andernach	Rees
MHQ _{été}	1931/88	2550	2720	2760	3060	3770	4010
MHQ _{hiver}	1931/88	2120	2680	3100	3980	5960	6380

2.2 Situation spécifique par tronçon du Rhin compte tenu de l'impact des affluents

2.2.1 HAUT RHIN

2.2.1.1 Aménagement du haut Rhin et ses conséquences

Entre Constance et Bâle, le haut Rhin s'étend sur 160 km, dont 30 km font partie du lac inférieur, une partie du lac de Constance avec une différence de niveau de 140 m. Entre 1898 et 1967, 11 chutes internationales ont été érigées, tirant ainsi profit d'une différence de niveau de 100 m sur un total de 140 m. Les seuls tronçons d'eaux courantes existant encore à l'heure actuelle entre les centrales hydroélectriques sont celui qui se trouve dans la zone de Stein am Rhein, Schaffhouse, à la confluence du Rhin et de la Thur, et celui d'une longueur d'env. 10 km entre les centrales hydroélectriques d'Abbruck-Doggern (juste en aval de l'embouchure de l'Aare) et de Reckingen. La procédure de mise sous protection de ces deux derniers tronçons d'eaux courantes conservés sur le haut Rhin est en cours.

Le volume total des zones de retenue des usines dans les Alpes atteint 1.900 millions de m³. Ces retenues n'ont cependant que peu d'effet dans le cadre de la protection contre les inondations, puisque les débits sont compensés de manière déterminante par les lacs subalpins. Le lac de Constance représente à lui seul un immense réservoir de compensation. Un apport de 1300 m³/s, correspondant environ à une crue moyenne du Rhin alpin, entraîne en 24 heures une augmentation du

niveau des eaux d'environ 20 cm (une rétention d'eau de 108 millions de m³). En période de niveau moyen des eaux, l'augmentation n'est que d'env. 70 m³/s à la sortie du lac.

Le volume total des zones de retenue des usines en Forêt noire (lac de Schluch et ouvrage de Hotzenwald) est d'environ 130 millions de m³. Ces retenues ne servent toutefois pas à protéger les zones contre les inondations, puisqu'il s'agit des lacs supérieur et inférieur de stations de pompage par accumulation. Dans les bassins relativement petits du haut Rhin sur le territoire du Bade-Wurtemberg, il existe certes quelques bassins de rétention des crues; ils ne dépassent toutefois pas 100.000 m³ et leur fonction de protection reste locale.

Parmi les mesures techniques de rétention, la correction des cours d'eau jurassiens, commencée en 1878 et achevée en 1890, dont l'objectif était de dériver l'Aare dans le lac de Bienne, est celle dont l'impact est le plus important sur l'atténuation des crues. Au siècle dernier également, la Linth a été dérivée dans le lac Walen; le lac de Zurich et celui des Quatre-Cantons ont été régulés par des ouvrages. Le dernier ouvrage important a été la deuxième correction des cours d'eau jurassiens (1962-1973): le lac de Bienne, le lac de Neuchâtel et le lac de Morat constituent une unité et la capacité de débit provenant du lac de Bienne a été augmentée. Ces aménagements, déjà réalisés en partie au siècle dernier, ont permis de réduire sen-

siblement les débits de pointe des crues, comme le prouvent les statistiques des débits de pointe à Bâle (annexe 2). Les débits enregistrés en 1876 (5700 m³/s), en 1852 (5600 m³/s) et en 1881 (5300 m³/s) n'ont plus été atteints après 1891. Par la suite, les valeurs les plus élevées enregistrées étaient de 4300 m³/s en 1910 et de 4600 m³/s en 1994.

2.2.1.2 Niveau de protection actuel

Dans les tronçons de retenue des usines, la protection contre les inondations est millénaire. Sur les tronçons d'eaux courantes du Rhin, les crues du 19 mai 1994, qui avaient une récurrence d'environ 200 ans, n'ont provoqué que de très faibles dommages. Le niveau de protection actuel est donc suffisant.

2.2.1.3 Potentiel de dommage

Les crues du 19 mai 1994 avec un débit de pointe d'environ 4.600 m³/s à Bâle ont atteint une récurrence d'environ 200 ans et entraîné certains dommages sans que ceux-ci puissent être qualifiés de catastrophiques. La revanche sous le pont de Rheinfelden n'était plus que de 10 à 20 cm. Plus en amont, les crues ont provoqué des inondations sur les deux rives, p.ex. dans la zone de Koblenz (haut Rhin), Leibstadt, Waldshut et Bad Säckingen, qui ont touché en premier lieu des installations de loisirs (petits jardins, terrains de sport, piscine, camping) et quelques immeubles individuels sur une surface d'environ 30 à 50 ha. Il n'y a pas eu de dommage plus important.

Dans le cas de crues encore plus importantes, qui ne peuvent en aucun cas être exclues, le potentiel de dommage augmente considérablement, certains ouvrages se trouvant directement sur les rives dans les zones habitées. On renonce ici à indiquer les superficies, le lit du Rhin étant souvent profond et les surfaces susceptibles d'être inondées se limitant à une bande étroite le long des rives. Ces surfaces ne s'étendent que sur quelques km² et sont insignifiantes à l'échelle du bassin du Rhin. Elles sont cependant très importantes pour la situation écologique sur le haut Rhin. Les petites surfaces concernées limitent également le potentiel de dommage en cas de crue extrême. Ce n'est que dans les zones de localités plus importantes comme Stein am Rhein, Schaffhouse, Rheinau, Säckingen, Rheinfelden et surtout Bâle que des crues extrêmes pourraient entraîner des dommages importants.

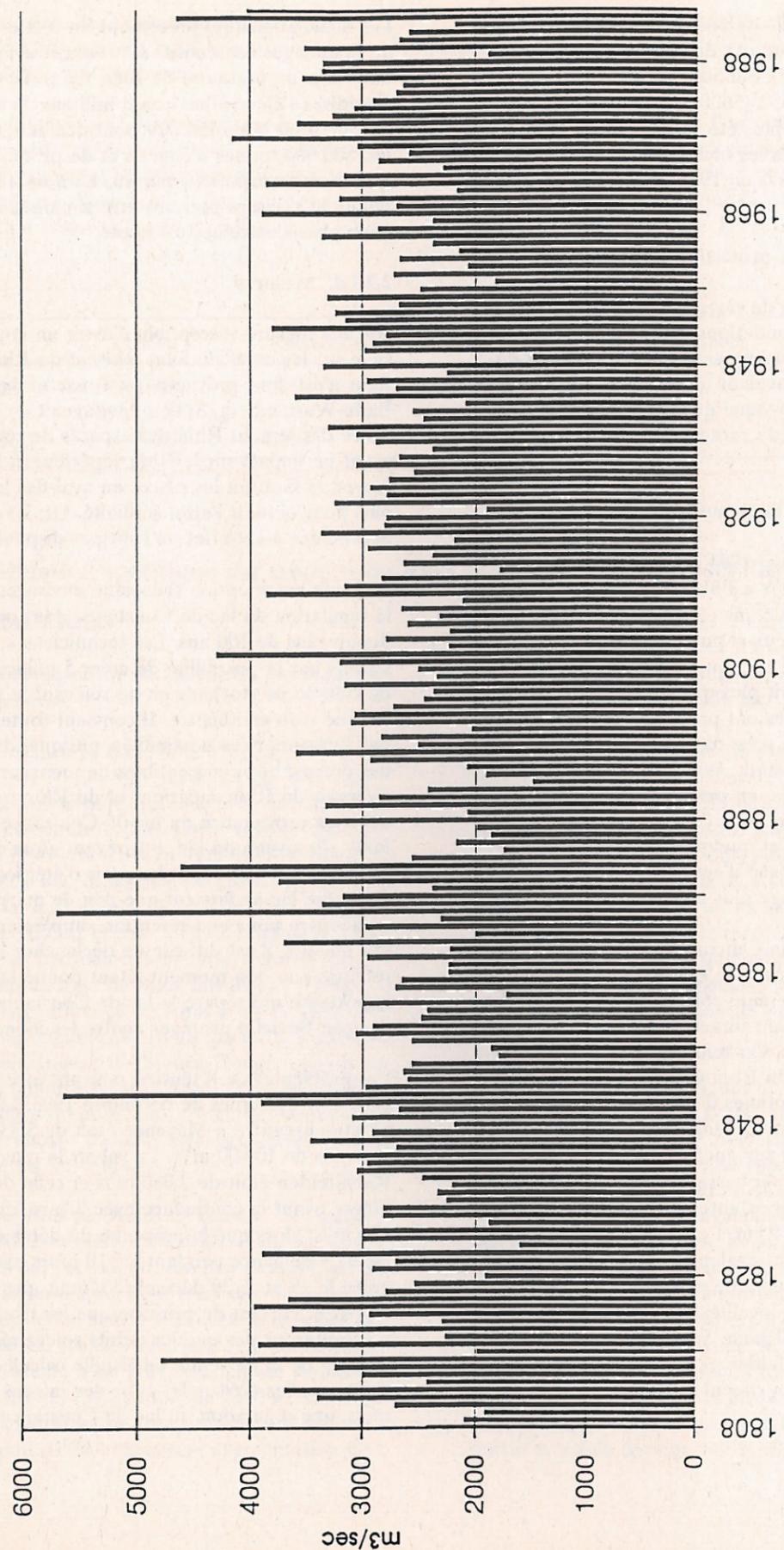
Les installations qui présentent un fort potentiel de dommages consécutifs se trouvent avant tout dans la zone portuaire de Bâle. Le trafic de marchandises s'élève à environ 8 millions de tonnes par an, dont la moitié env. sont des huiles minérales. 800.000 tonnes d'engrais et de produits chimiques sont transportées par an. Le nombre des installations classées pouvant être soumises à des inondations extrêmes est limité.

2.2.1.4 Mesures

Aucune mesure susceptible d'avoir un impact sensible sur les crues du haut Rhin et du Rhin supérieur n'est donc prévue ni en Suisse ni dans le Bade-Wurtemberg. Si l'on envisageait de construire dès le haut Rhin des espaces de rétention ayant un impact sur le Rhin supérieur et le Rhin moyen, il faudrait les placer en aval des lacs subalpins pour obtenir l'effet souhaité. Or, les surfaces nécessaires à cet effet ne sont pas disponibles.

La seule autre option théorique envisageable serait la régulation du lac de Constance dont on discute depuis plus de 100 ans. Les techniciens sont séduits par la possibilité de créer 5 millions de m³ de volume de stockage en ne relevant le niveau du lac que d'un centimètre. Il convient toutefois de ne pas surestimer ces possibilités, puisque, dans le cas des crues d'hiver susceptibles de menacer les riverains du Rhin supérieur et du Rhin moyen, le débit en provenance du lac de Constance est faible, le niveau du lac se trouvant alors en position basse. Pendant les mois d'été, les niveaux élevés du lac ne laissent que peu de marge de manœuvre pour une rétention supplémentaire. Par ailleurs, il est difficile de déclencher la rétention au bon moment, étant donné la distance importante qui sépare le lac de Constance du tronçon fluvial à protéger contre les inondations.

Les problèmes de rétention peuvent être illustrés à l'exemple des crues de décembre 1993. Le débit de pointe enregistré à Mayence était de 5.330 et à Cologne de 10.800 m³/s. La valeur la plus élevée à Rheinfelden était de 2.080 m³/s et celle de Schaffhouse, avant la confluence avec l'Aare, de 370 m³/s, alors que la moyenne du débit sortant du lac de Constance pendant les 10 jours critiques entre le 19 et le 29 décembre n'était que de 325 m³/s. Partant du principe que les riverains n'accepteront pas que les débits soient réduits en dessous de la moyenne mensuelle calculée sur plusieurs années (264 m³/s) pour des raisons écologiques, une régulation du lac de Constance aurait



Annexe 2: pointes de crue du Rhin à hauteur de Bâle

entraîné une réduction des débits d'environ 60 m³/s en moyenne sur le Rhin moyen et le Rhin inférieur. Vu le temps d'écoulement relativement long, cet impact ne se serait fait sentir que 5 à 7 jours après les mesures d'atténuation des débits et n'aurait entraîné à Cologne p.ex. qu'une réduction du niveau des eaux d'environ 4 cm. Il aurait fallu pouvoir reconnaître à temps la situation critique pour obtenir l'effet souhaité pour le Rhin moyen et le Rhin inférieur. Or, la situation s'est avérée critique sur le Rhin moyen entre le 22 et le 28.12; les débits du lac de Constance auraient donc dû être réduits dès le 16.12.1993. A cette date, les précipitations, qui ont déclenché les fortes crues sur le Rhin inférieur et le Rhin moyen, n'étaient pas encore tombées. Une telle rétention dans le lac de Constance n'aurait été possible que si l'on avait disposé d'une prévision des crues fiable à long terme (prévision des précipitations et des débits) sur 5 à 7 jours. Il n'existe pas encore de telles prévisions et on ne peut s'attendre à ce qu'elles soient rapidement disponibles.

Dès les années 70, la Commission d'Etude des Crues du Rhin a examiné la possibilité d'une régulation du lac de Constance en vue d'améliorer la protection contre les inondations sur le Rhin supérieur et a rejeté cette option. Il s'est avéré qu'outre ses effets limités de protection et les objections écologiques auxquelles elle donnerait lieu, une telle réglementation, qui nécessiterait une concertation entre trois Etats, l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche, n'était pas politiquement applicable. Les résistances sont très fortes au niveau local. En 1974, le canton suisse de Thurgovie a approuvé une initiative constitutionnelle exigeant du Gouvernement qu'il se prononce contre une régulation du lac de Constance. Le Gouvernement du Land de Bade-Wurtemberg a refusé et refuse toujours une régulation du lac de Constance, étant donné qu'elle serait en contradiction avec les objectifs fixés pour le lac de Constance, tels qu'ils figurent par exemple dans le programme sur la protection de l'environnement dans la région du lac de Constance.

2.2.2 RHIN SUPERIEUR

2.2.2.1 Aménagement, mesures existantes de protection contre les inondations, niveau de protection

- La correction du Rhin et l'aménagement du Rhin supérieur (annexe 3)

Jusqu'au début du 19^{ème} siècle, le Rhin supérieur présentait encore les caractéristiques d'un fleuve sauvage. Des inondations catastrophiques faisaient des ravages, on déplorait la perte de vies humaines.

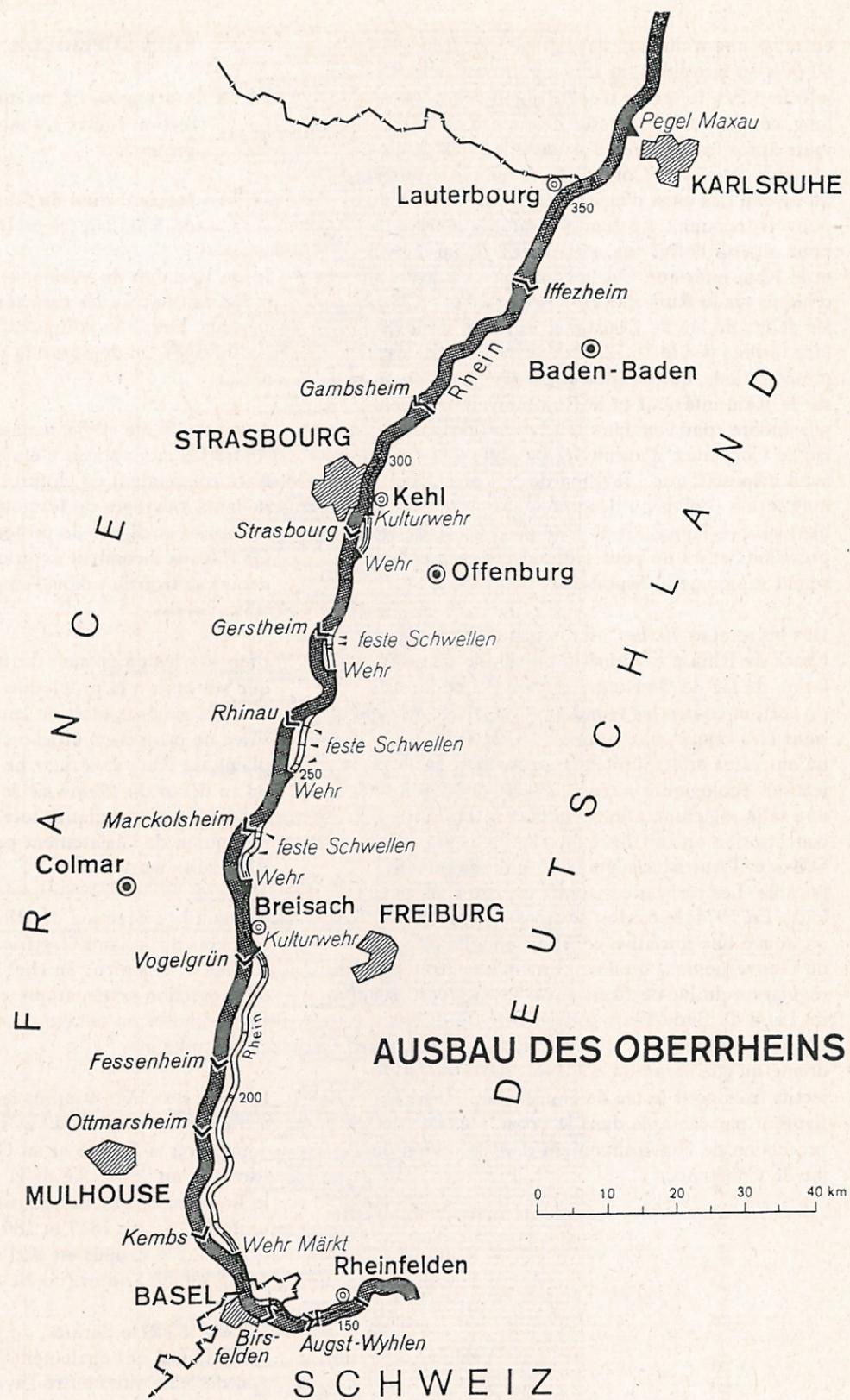
Avant le 19^{ème} siècle, les mesures de protection contre les inondations n'étaient que très locales. Elles consistaient en clôtures de fascine, ouvrages saillants, ouvrages de fermeture, coupures de méandres et digues de protection. La charge de ces travaux incombait en grande partie aux communes se trouvant dans l'emprise des eaux du Rhin.

Bien sûr, les puissances territoriales considéraient que subvenir à la protection contre les crues, dans l'intérêt général, était de leur devoir. Mais des mesures de protection efficaces et étendues dans la plaine du Rhin supérieur ne purent intervenir qu'au début du 19^{ème} siècle lorsque les moyens juridiques et techniques furent disponibles et après résorption de l'éclatement politique des régions du Rhin supérieur.

Grâce à la correction du Rhin supérieur, d'après les plans de Johann Gottfried Tulla (1770 - 1828), colonel et ingénieur en chef badois, des mesures de protection systématique contre les inondations ont été mises en oeuvre depuis Bâle jusqu'en aval de Mannheim.

D'après ses plans et après les premiers travaux, on a transformé entre 1840 et 1884, sur le secteur commun à la France et au Grand-Duché de Bade (de Bâle au débouché de la Murg/Vieille Lauter), le fleuve sauvage anastomosé en un lit régulier et uniforme. Entre 1817 et 1861, de nombreux méandres ont été coupés en aval de du débouché de la Murg/Vieille Lauter (de Neuburg à Frankenthal).

Depuis le siècle dernier, de grands travaux de génie fluvial ont également été réalisés sur le tronçon du Rhin situé entre l'aval de l'embouchure du Neckar et Bingen. Dès le début du 19^{ème} siècle, le cours du lit du Rhin sur ce tronçon était sensiblement plus étiré qu'en amont de Worms. La



Annexe 3: aménagement du Rhin supérieur

seule boucle prononcée à hauteur d'Erfelden a été coupée et le cours du fleuve ainsi réduit de 10,5 km. Entre cette coupure de méandre et le Vieux-Rhin, maintenu en écoulement d'eau, s'est formée l'île de Kühkopf, aujourd'hui importante réserve naturelle.

Sur certains tronçons, le lit du fleuve a été corrigé, régulé en adoptant des profils en travers type qui peuvent évacuer environ le double du débit moyen sans qu'il n'y ait débordement. La largeur du lit moyen est de:

200 m entre Bâle et l'embouchure de la Kinzig
 225 m entre l'embouchure de la Kinzig et celle de la Murg
 250 m entre l'embouchure de la Murg et celle du Neckar
 300 m entre l'embouchure du Neckar et celle du Main ainsi que
 450 m entre l'embouchure du Main et Bingen

En donnant au Rhin un nouveau tracé, on a réduit son talweg entre Bâle et Worms de 354 à 273 km. La réunion des eaux du fleuve dans un chenal fermé et la stabilisation du lit majeur ont permis d'établir un réseau de digues uniforme et quasi continu, le plus souvent entre 0,5 et 3 km de distance du lit moyen du Rhin (système de digues de Tulla). On a donc pu se baser sur un système d'endiguement déjà existant mais présentant toutefois d'énormes lacunes.

Après la correction, le fond du lit du Rhin s'est vu exposé à une forte érosion, notamment sur le tronçon de Kembs/Istein à Vogelgrün/Vieux-Brisach. Entre 1860 et 1960, à certains endroits, le fond s'est creusé jusqu'à 7 m de profondeur. Même lors de crues importantes, le Rhin de ce secteur n'a plus été en mesure de submerger les zones alluviales.

Ces travaux de génie hydraulique de grande envergure ont non seulement garanti une meilleure protection contre les inondations au niveau régional, mais ils ont également permis d'améliorer les conditions sanitaires, de fixer les limites de souveraineté et de propriété, d'améliorer les conditions de la navigation, de gagner des terres et d'augmenter la valeur de celles-ci. Ainsi furent jetées les nouvelles bases pour le développement des conditions de vie et de travail dans la basse plaine alluviale, et pour l'exploitation des eaux du Rhin comme voie de transport et source d'énergie.

• Régulation du Rhin au 20ème siècle

Pour améliorer plus encore les conditions de la navigation, on a procédé à plusieurs reprises à des régulations des niveaux d'étiage dans le lit corrigé du Rhin. Un chenal d'étiage a été aménagé dans le lit corrigé et consolidé par des épis. Ces travaux ont entraîné une profondeur plus importante des eaux dans le talweg et un fond du fleuve plus régulier.

• Construction de chutes à partir de 1928

Huit chutes ont été érigées entre le PK 170 à hauteur de Bâle et le PK 291,5 à Strasbourg pour exploiter l'énergie hydroélectrique et améliorer les conditions de navigation. Quatre de ces chutes se trouvent dans le Grand Canal d'Alsace construit de 1928 à 1959 entre Bâle et Vieux-Brisach (PK 226). Quatre autres chutes ont été érigées entre 1961 et 1970 entre Marckolsheim et Strasbourg sous la forme d'un "aménagement en festons". La chute de Gamsheim a été érigée en 1974 en aval de Strasbourg au PK 309,1, celle d'Iffezheim en 1977 directement dans le lit du Rhin au PK 334.

La construction de chutes en amont d'Iffezheim entre Vieux-Brisach et Iffezheim a rendu nécessaire l'aménagement de nouvelles digues à proximité immédiate du lit moyen du Rhin pour tenir compte de la hausse du niveau d'étiage et du niveau moyen des eaux due à la retenue. Les basses plaines situées derrière les digues étaient auparavant des zones inondables naturelles et, par là même, des zones naturelles de rétention des crues du Rhin. Le système de digues construit d'après Tulla a donc en grande partie perdu son importance entre Vieux-Brisach et Iffezheim (cf. paragraphe 2.2.2.3).

Les chutes entravent le charriage. Si l'on ne prenait pas de mesures pour y pallier, l'érosion du fond du fleuve se poursuivrait sans cesse entraînant un abaissement des eaux dans le tronçon attenant du fleuve et également une baisse de la nappe souterraine dans la plaine rhénane. On pallie à cette érosion et à la baisse de la nappe souterraine en alimentant régulièrement en débit solide les eaux en aval de la chute d'Iffezheim.

On a renoncé à construire la chute supplémentaire déjà prévue à hauteur de Au/Neuburg tant qu'il est possible de contrecarrer l'érosion en alimentant le fleuve en débit solide.

	Echelle Karlsruhe/Maxau	Echelle Worms
Débit d'équipement	5000 m ³ /s (= HQ 200)	6000 m ³ /s (= HQ 200)
Débit du Rhin, récurrence de 200 ans (avant l'aménagement, 1955)	5000 m ³ /s	6000 m ³ /s
Débit du Rhin, récurrence de 200 ans (après l'aménagement, 1977)	5700 m ³ /s	6800 m ³ /s
	↓	↓
<i>Augmentation des crues</i>	<i>700 m³/s</i>	<i>800 m³/s</i>

• **Conséquences de la construction de chutes**

L'aménagement de 10 chutes sur le Rhin entre Bâle et Iffezheim a entraîné la perte d'environ 130 km² de surfaces inondables naturelles, c'est-à-dire 60% des surfaces initialement disponibles, et par là même, une réduction des espaces de rétention des hautes eaux. Cette perte reste encore limitée le long du Grand Canal d'Alsace entre Bâle et Vieux-Brisach, puisqu'à cet endroit, l'approfondissement du fond empêche le Rhin de quitter son lit.

Cette perte fait que les ondes de crue du Rhin s'écoulent plus rapidement qu'avant l'aménagement. Les ondes de crue passant à Bâle arrivent plus rapidement à Strasbourg, Karlsruhe, Mannheim et Worms et se superposent ainsi aux ondes de crue des affluents, ce qui a un impact négatif sur les ondes du Rhin. On l'observe notamment à l'exemple du Neckar, où l'accélération de l'onde du Rhin fait qu'elle rejoint celle du Neckar, alors qu'avant l'aménagement l'onde du Neckar arrivait presque deux jours avant celle du Rhin. Ce phénomène renforce non seulement les crues en aval de l'embouchure du Neckar, mais aussi les crues en aval des débouchés des autres grands affluents.

La comparaison entre les débits de crue d'une récurrence de 200 ans avant l'aménagement et ceux enregistrés après l'aménagement met en évidence le renforcement des débits (annexe 4). Etant donné que les débits d'équipement des différents tronçons du Rhin

Iffezheim - embouchure du Neckar:	5.000 m ³ /s
embouchure du Neckar -	
embouchure du Main:	6.000 m ³ /s
embouchure du Main - Bingen:	7.300 m ³ /s

ne se sont pas modifiés, ces débits de crue accu-

sent aujourd'hui une récurrence moindre. La Commission Internationale d'Etude des Crues du Rhin a déterminé pour le Rhin les valeurs citées dans le tableau ci-dessus.

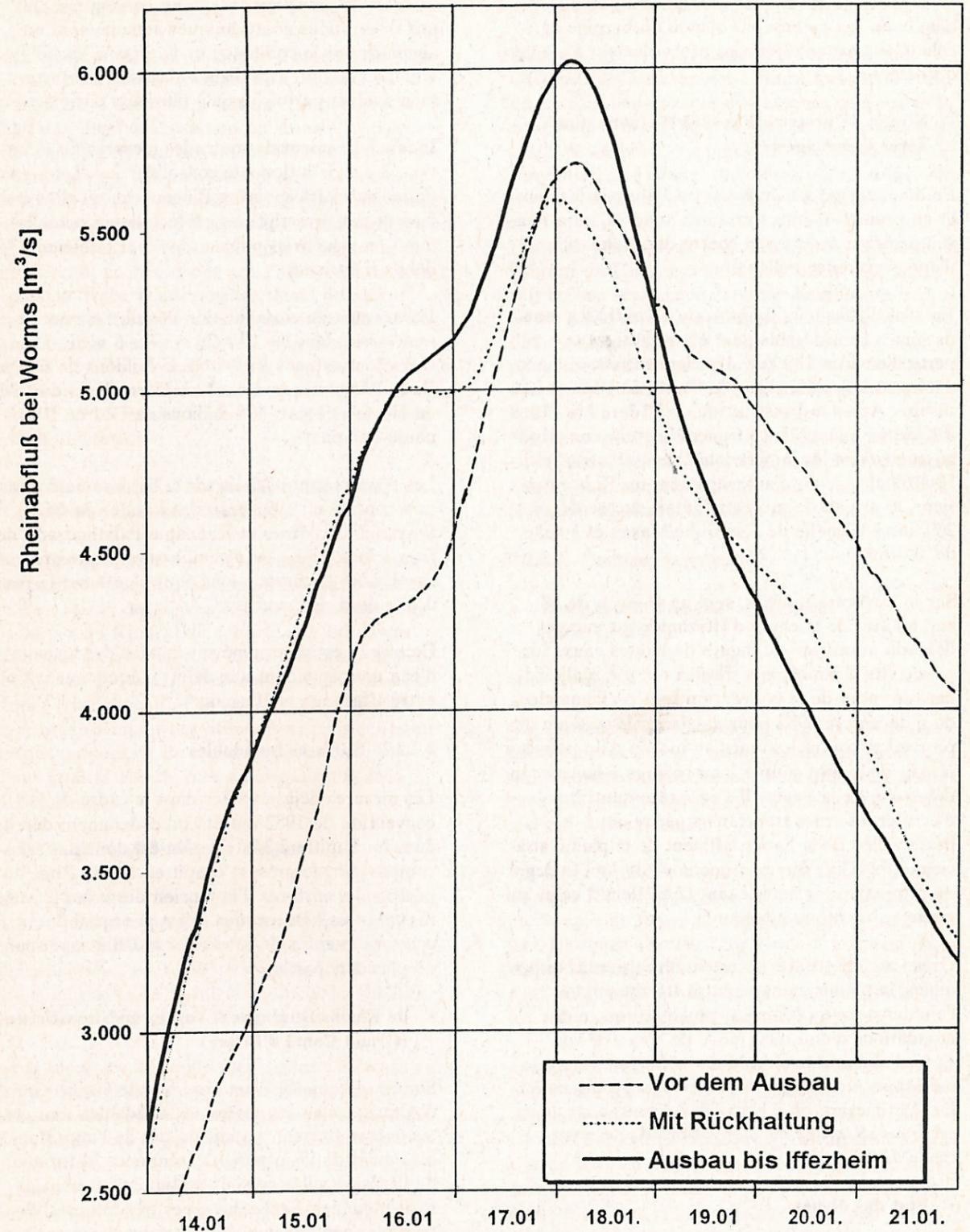
Au niveau écologique, l'aménagement a entraîné une interruption des processus hydrodynamiques spécifiques aux zones alluviales, modifiant ainsi, voire détruisant, les éléments de biotope et les communautés de vie qui leur sont associées: ces éléments se répartissent, en effet, d'après le régime des eaux (submersions, nappe souterraine), la nature et l'agencement topographique des terrains.

• **Mesures actuelles de protection contre les inondations permettant de pallier à l'augmentation des débits due à la construction des barrages**

Pour compenser cette augmentation des débits, l'Allemagne et la France ont convenu, dans le cadre d'un accord, de construire différents espaces et dispositifs de rétention (cf. chapitre 2.2.2.5). Seuls certains sont à présent disponibles:

Manoeuvres exceptionnelles des centrales du Rhin:	au plus 45,0 millions de m ³
Polder de la Moder:	5,6 millions de m ³
Polder d'Altenheim:	17,6 millions de m ³
Barrage agricole de Kehl/Strasbourg:	37,0 millions de m ³
Polder Daxlander Au:	5,1 millions de m ³
	110,3 millions de m ³

Actuellement, le barrage agricole de Kehl/Strasbourg ne peut être utilisé qu'avec une capacité de retenue réduite et donc un volume réduit d'environ 12 millions de m³. Ce n'est que lorsque seront achevés les travaux d'ajustement vers les terres afin de limiter les remontées de la nappe souterraine que l'on pourra utiliser, en



Annexe 4: accroissement des pointes de crue dû à l'aménagement du Rhin supérieur et réduction de ces dernières grâce aux mesures de rétention à l'exemple des crues de 1995

fonction du débit, le volume de rétention de 37 millions de m³ au plus, déclaré d'utilité publique, en cas de mise en oeuvre du barrage agricole. Ces travaux viendront probablement à terme d'ici 1999.

- **Niveau de protection contre les inondations après l'aménagement**

En aménageant 10 chutes entre Bâle et Iffezheim et en prenant d'autres mesures annexes, on a réussi à protéger ce tronçon contre des inondations d'une récurrence millénaire.

En aval d'Iffezheim, la protection contre les inondations a considérablement été réduite suite à la perte d'environ 130 km² d'anciennes surfaces inondables et à l'accélération de l'onde du Rhin qui en résulte. Après la construction de la dernière chute à Iffezheim en 1977, ce tronçon n'était plus protégé que contre les inondations d'une récurrence de 50 à 60 ans. Avant l'aménagement du Rhin supérieur, le niveau de protection était encore de 200 ans à l'échelle de Karlsruhe/Maxau et à celle de Worms.

Sur le territoire français, seul un tronçon de 18 km, à l'aval de la chute d'Iffezheim, est encore défendu au moyen de digues de hautes eaux. Sur ce secteur, d'importants travaux ont été réalisés dans le cadre de la convention franco-allemande du 6 décembre 1982 pour améliorer le système de protection contre les crues au moyen d'un nouveau réseau de digues couplé à un barrage à hausses au débouché de la Sauer. Il s'agissait notamment d'écrêter les crues transférées par remous vers la basse vallée de la Sauer, affluent de la plaine alsacienne du Rhin. Sur ce tronçon de 18 km, le degré de protection est maintenant équivalent à celui qui existe en territoire allemand.

Grâce aux dispositifs de rétention à présent disponibles, la plaine rhénane entre Iffezheim et l'embouchure du Main est protégée contre des inondations d'une récurrence de 80 à 100 ans. Entre l'embouchure du Main et Bingen, les agglomérations ne sont pas suffisamment protégées. Dans la mesure où il existe des digues, ce tronçon est protégé contre les inondations d'une récurrence de 70 ans.

- **Etat des digues**

En aval d'Iffezheim, les digues du Rhin ont en partie plus de 100 ans et se composent, conformément aux règles de l'art alors en vigueur, de cou-

ches successives de matériaux argilo-limoneux, de sable et de gravillons, ce qui ne correspond plus aux dispositions géotechniques actuellement en vigueur pour la construction de digues. Par ailleurs, de nombreuses digues accusent des tassements allant parfois jusqu'à plusieurs décimètres.

Indépendamment de toutes les mesures de rétention, il convient donc de consolider les digues existantes entre Iffezheim et Bingen afin qu'elles satisfassent aux prescriptions géotechniques actuellement en vigueur et puissent évacuer fidèlement les débits théoriques.

Les travaux de consolidation des digues vont se poursuivre dans les 10 à 20 années à venir. Les coûts sont estimés à environ 35 millions de DM au Bade-Wurtemberg, à environ 350 millions de DM en Hesse et à env. 300 millions de DM en Rhénanie-Palatinat.

Les travaux sont réalisés sur la base d'une convention conclue en 1991 entre les Länder de Bade-Wurtemberg, Hesse et Rhénanie-Palatinat afin de fixer à long terme un niveau assurant une protection contre les inondations équivalente sur la rive droite et la rive gauche.

Ce niveau est déterminé sur la base des niveaux d'eau correspondant aux débits d'équipement fixés entre Iffezheim et Bingen.

2.2.2.2 Surfaces inondables

Les mesures déjà réalisées dans le cadre de la convention de 1982 ont été précédemment décrites dans le chapitre 2.2.2.1. Il n'en est donc pas tenu compte dans le présent chapitre. Sur le Rhin supérieur, les surfaces d'expansion des crues existantes sont très hétérogènes. C'est pourquoi il convient ci-après de subdiviser le Rhin supérieur en plusieurs parties:

- **de Kembs/Huningue à Vogelgrün/Vieux-Brisach (Grand Canal d'Alsace)**

Sur ce tronçon du Rhin qui longe le Grand Canal d'Alsace, les anciennes zones inondables sont certes encore présentes, mais du fait de l'approfondissement du lit, comme conséquence historique de l'érosion, elles ne sont pratiquement plus jamais inondées. Seules les crues très intenses, de type pluricentennales, dont le débit passe entièrement par l'ancien lit du Rhin, peuvent encore submerger localement les berges.

- **De Vogelgrün/Vieux-Brisach à Strasbourg/Kehl (secteur aménagé en festons)**

Seuls quelques restes du champ d'inondation naturel subsistent sur les rives droite et gauche du Rhin délaissé des quatre festons. En rive gauche, il s'agit des "Iles" qui résultent de la mise en place des centrales de Marckolsheim, Rhinau, Gerstheim et Strasbourg selon un aménagement en festons. En rive droite, les restes de l'ancienne plaine inondable s'y rattachent. Ces deux zones sont limitées par des digues, en rive gauche par la digue de canalisation et en rive droite par l'ancien système de digues de Tulla. D'une surface totale de 36 km², ces zones sont encore submergées, notamment dans le cadre des manoeuvres exceptionnelles des usines hydroélectriques du Rhin lorsque le débit, qui passe sinon systématiquement par le Grand Canal d'Alsace et par les festons, est détourné sur le Rhin délaissé.

- **De Strasbourg/Kehl à Beinheim/Iffezheim (tronçon entièrement aménagé)**

Sur ce tronçon entièrement aménagé par deux chutes, il n'existe plus de zone d'inondation naturelle en raison des digues érigées directement sur les berges du Rhin. Il ne subsiste que des zones naturelles d'expansion des crues à hauteur des débouchés de la Rench (rive droite), de l'Ill et de la Moder (rive gauche). Ces zones, dans lesquelles les eaux du Rhin et des affluents sont retenues en remous en période de crues, couvrent environ 6 km² pour la Rench, 6 et 4 km² pour l'ill et la Moder.

- **De Beinheim/Iffezheim à Bingen**

Entre Iffezheim et Bingen, les surfaces inondables naturelles situées sur le territoire allemand, telles qu'elles subsistaient à l'issue de la correction du Rhin supérieur, sont encore submergées. La surface comprise entre les digues principales du Rhin ou les berges hautes est d'environ 250 km².

Sur le territoire allemand, des digues d'été sont en partie placées devant les digues principales du Rhin, qui retiennent les crues hivernales. En règle générale, la cote d'arase de ces digues d'été est inférieure de 1 m à celle des digues d'hiver. Les surfaces comprises entre les digues ne sont submergées que lors de crues de grande ampleur, notamment en hiver. Ces surfaces entre digues d'été et digues d'hiver constituent donc des espaces de rétention pour les fortes crues. Elles s'étendent sur env. 35 km² entre Iffezheim et l'embouchure du

Main et env. 3,5 km² entre l'embouchure du Main et Bingen.

L'effet de rétention obtenu derrière les digues d'été est particulièrement efficace lorsque la crête de crue ne dépasse que de quelques décimètres la cote d'arase de la digue et ceci sur une période de temps assez brève. Ces mesures traditionnelles de rétention représentent un volume de rétention efficace des crues d'env. 70 millions de m³.

Entre Beinheim et la frontière franco-allemande à hauteur de Lauterbourg, il ne subsiste côté français qu'une seule zone étendue d'expansion des crues, d'une superficie d'environ 5 km², à la confluence Sauer/Rhin. La basse vallée de la Sauer peut être inondée, notamment par les crues de remous du Rhin. Ce champ d'inondation longe l'affluent sur 8 km environ. Depuis 1991, l'exploitation d'un barrage à hausses, au débouché de la Sauer, permet de réduire l'ampleur des inondations remontantes tout en maintenant l'effet de rétention du champ d'inondation.

2.2.2.3 Dommages potentiels

- **Tronçon du Rhin Bâle - Iffezheim (Rhin canalisé)**

Rive française

Sur l'ensemble de ce tronçon, toute la rive française est protégée par les digues de canalisation qui permettent l'écoulement sans dommage d'une crue millénaire, ce qui garantit une protection quasi absolue des riverains.

Au fur et à mesure des travaux de canalisations, quelque 75 km² du lit majeur de cette époque ont été coupés du fleuve et constituent, depuis 20 à 35 ans, les zones alluviales "subfossiles" à l'ouest de la digue de canalisation. Ces surfaces déconnectées sont, en grande partie, couvertes de forêts alluviales, elles aussi retranchées des inondations.

Les digues de hautes eaux du Rhin corrigé ont été mises hors fonction par la canalisation, sauf aux débouchés de l'Ill et de la Moder, affluents du Rhin. A l'amont de Strasbourg, ces digues ne sont conservées que par tronçons et ne sont pratiquement pas entretenues, tandis qu'à l'aval elles forment encore un réseau quasi continu, pouvant constituer une protection locale supplémentaire en cas d'endommagement de la digue de canalisation.

Sur la rive française, entre Bâle et Beenheim, l'espace susceptible d'être submergé en cas d'événement extraordinaire couvre environ 425 km².

Pour des raisons démographiques et économiques, l'occupation humaine a plus ou moins pénétré le champ d'inondation naturel, et de nombreuses agglomérations se trouvent ainsi totalement ou partiellement dans cet espace. Les agglomérations concernées sont relativement anciennes, leur origine pouvant s'échelonner entre l'époque romaine pour Strasbourg et la fin du XVII^e siècle pour Fort-Louis.

La création de grandes zones industrielles et portuaires, en bordure du Rhin et du Grand Canal d'Alsace, est un phénomène très récent lié à l'aménagement du fleuve: Port autonome de Strasbourg 1892, zones industrielles et portuaires de Mulhouse-Ottmarsheim 1955, de Colmar - Neuf-Brisach 1960, de Marckolsheim 1963, celle de Hombourg-Petit Landau-Niffer commence seulement à se développer.

Parmi les entreprises industrielles consommatrices d'eau les plus importantes et les plus proches du fleuve, on compte (données 1993):

<p>Cartonnerie, papeterie: - KAYSERSBERG à Biesheim - STRACEL à Strasbourg Mines: - MDPA à Fessenheim Agro-alimentaire: - JUNGBUNZLAUER à Marckolsheim - BEGUIN-SAY - Sucrerie d'Erstein Chimie: - CIBA-GEIGY et SANDOZ à Huningue - RHONE-POULENC à Chalampé - POLYSAR et CRR à la Wantzenau Mécanique-métallurgie: - PECHINEY-RHENALU à Biesheim - GENERAL MOTORS et SOLLAC à Strasbourg</p>
--

La centrale nucléaire de Fessenheim, en bordure du Grand Canal d'Alsace, a été mise en service en 1977. La probabilité et les conséquences d'une rupture de digue qui seraient consécutives à un séisme proche de Fessenheim sont en cours d'étude approfondie à la demande de l'autorité de sûreté.

Les ressources en eau souterraine sont importantes. Entre Bâle et Beenheim, le soubassement du champ d'inondation naturel du Rhin est fortement exploité pour l'alimentation en eau. La concomitance d'une inondation et d'une pollution accidentelle des eaux serait un sujet à explorer du point de vue probabilité et conséquences sur la nappe phréatique.

Les données suivantes servent à caractériser, très grossièrement, le potentiel de dommage sur la rive française, entre Bâle et Beenheim:

Surface totale susceptible d'être inondée en cas d'événement extraordinaire (km ²):	425
Surface de l'ensemble du bâti touché (km ²):	32
Nombre d'agglomérations se trouvant entièrement dans cet espace:	10
Nombre d'agglomérations se trouvant partiellement dans cet espace:	45
Nombre d'habitants touchés (recensement 1990):	112 855

Rive allemande

Comme surfaces inondables potentielles entre Bâle et Iffezheim sur le territoire allemand, il ne reste pratiquement plus, entre le Rhin ou les digues de canalisation et le système de digues continu mis en place d'après Tulla, que les zones alluviales qui étaient encore submergées avant l'aménagement du Rhin supérieur.

Sur cette surface, env. 64 km² sont prévus ou ont déjà été utilisés pour la construction d'espaces de rétention des hautes eaux sur le territoire allemand. On renonce ici à évaluer le dommage potentiel pour ces surfaces, étant donné qu'il va être indispensable, dans le cadre de la construction et de la manoeuvre des espaces de rétention, de modifier différents usages et de verser des indemnités liées à ces restrictions d'usage.

Entre la deuxième ligne de digues et la berge haute de la plaine rhénane se trouvent les zones susceptibles d'être inondées. Le risque d'une submersion réelle est actuellement très faible et ne peut être exprimé en termes de récurrence, étant donné qu'elle ne serait possible que si les digues des barrages conçues pour protéger contre les inondations d'une récurrence millénaire venaient à rompre en même temps que l'une des digues de Tulla placées en deuxième ligne. Cette zone susceptible d'être inondée s'étend donc de la ligne des digues jusqu'à la berge haute plus ou moins prononcée de la plaine rhénane. Elle occupe sur le territoire allemand une surface d'env. 210 km².

Env. 65.000 personnes y vivent.

• Tronçon du Rhin Iffezheim - Bingen

Rive française

Ce tronçon ne comporte que 18 km de rive française, entre la chute d'Iffezheim et la frontière de la Vieille Lauter. La protection contre les inondations, déterminée par le réseau des digues de hautes eaux, correspond à une crue d'une durée de retour de 80 à 100 ans.

Sur la rive française, le corridor actuel des crues couvre une surface d'environ 7 km². L'espace susceptible d'être inondé en cas d'événement extraordinaire couvre une surface d'environ 35 km².

Des industries importantes, notamment agro-alimentaires et chimiques, sont établies en bordure du Rhin: ROQUETTE à Beenheim, ROHM et HAAS à Lauterbourg.

Les données suivantes caractérisent, très grossièrement, le potentiel de dommage sur la rive française, entre Beenheim et la frontière de la Vieille Lauter:

Surface totale susceptible d'être inondée en cas d'événement extraordinaire (km ²):	35
Surface de l'ensemble du bâti touché (km ²):	1,5
Nombre d'agglomérations se trouvant entièrement dans cet espace:	0
Nombre d'agglomérations se trouvant partiellement dans cet espace:	5
Nombre d'habitants touchés (recensement 1990):	2 870

Rive allemande

Entre Iffezheim et Bingen, la plaine rhénane d'une surface de 960 km² située entre les digues principales du Rhin et la berge haute est protégée contre les inondations. 290 km² se trouvent au Bade-Wurtemberg, 370 km² en Rhénanie-Palatinat et 300 km² en Hesse. Ces surfaces inondables potentielles sont subdivisées naturellement en 26 espaces partiels qui peuvent être submergés indépendamment les uns des autres à la suite d'une rupture de digues. Cette zone est espace de vie et espace social pour un total de 700.000 personnes, dont 280.000 en Rhénanie-Palatinat, 220.000 au Bade-Wurtemberg et 200.000 en Hesse. La plaine du Rhin supérieur est en même temps un espace économique de grande importance offrant 350.000 emplois avec une création annuelle de plus-value

de 35 milliards de DM. Dans un cas extrême, des inondations catastrophiques dans cet espace de vie et espace économique, dont les biens menacés par les inondations représentent un potentiel de dommage global de 121 milliards de DM, pourraient entraîner un dommage patrimonial de 25 milliards de DM au plus (prix 1995).

Les dispositifs de rétention à présent disponibles et ceux qui le seront sous peu garantissent dans la basse plaine rhénane une protection contre les inondations d'une récurrence de 100 ans. Une crue bicentenaire entraînerait actuellement un dommage économique probable d'un total de 12,4 milliards de DM. Les dispositifs de rétention des hautes eaux prévus sur le Rhin supérieur permettront d'éviter ce dommage.

Le rapport coûts/efficacité des dispositifs de rétention prévus est de l'ordre de 4. Il peut passer à 8 si l'on tient compte de l'efficacité qui ne peut être exprimée en termes monétaires (résultat du Groupe de travail fédération/Länder 1995).

Malgré les dispositifs de rétention des hautes eaux, il subsiste un risque résiduel élevé dont il convient de tenir compte dans les plans d'occupation des sols, la protection des immeubles et la protection contre les accidents majeurs.

2.2.2.4 Principaux affluents

• Tronçon du Rhin Bâle - Iffezheim

Depuis le milieu du siècle passé, des évacuateurs de crues ont été construits sur plusieurs affluents dans la basse plaine rhénane, pour retenir le débit des hautes eaux et l'évacuer par le plus court chemin vers le Rhin. C'est le cas sur l'Elz, la Schutter, l'Acher et la Rench, affluents rive droite du Rhin, et sur l'Ill, affluent rive gauche.

Comparés aux grands affluents du Rhin supérieur à l'aval d'Iffezheim (Neckar, Main, Nahe), ceux du tronçon Bâle-Iffezheim ont des bassins versants relativement modestes et ne contribuent que faiblement aux grandes crues du Rhin. L'affluent dont le bassin versant est le plus vaste est l'Ill, affluent rive gauche du Rhin, avec une superficie de l'ordre de 3.100 km². Vient ensuite la Kinzig, affluent rive droite du Rhin, avec un bassin versant de l'ordre de 1.420 km². Son apport en débit est en revanche plus important avec une crue centennale estimée à 1.130 m³/s, alors que le débit de crue de l'Ill est d'environ 650 m³/s.

L'Ill prend sa source dans les contreforts du Jura, traverse la partie méridionale et moyenne de la plaine d'Alsace, et se jette dans le Rhin à l'aval de la chute de Gamsheim. Au préalable, elle collecte les eaux de diverses rivières du versant alsacien des Vosges, rejoint la dépression du "Grand Ried d'Alsace", vaste champ d'inondation, et traverse ensuite l'agglomération de Strasbourg qu'elle risque d'inonder en période de crue. Pour protéger Strasbourg, un canal de décharge a été mis en place à la fin du XIX^{ème} siècle pour dériver les crues de l'Ill vers le Rhin, avant qu'elles n'atteignent la ville. Depuis la mise en service de la chute de Strasbourg en 1970, un bassin de compensation de quelque 600 ha a, entre autres fonctions, celle d'admettre les crues de l'Ill dans la retenue.

Les bassins de rétention des crues situés sur différents affluents sont uniquement réservés à la protection locale. Il s'agit dans le bassin de l'Ill, affluent rive gauche du Rhin, notamment des retenues d'Alfeld et de Kruth-Wildenstein qui totalisent un volume de rétention d'environ 13 millions de m³. Sur les affluents rive droite du Rhin, env. 25 bassins de rétention des crues représentant un volume de rétention de l'ordre de 21 millions de m³ ont été mis en place.

• **Tronçon du Rhin Iffezheim-Bingen**

Neckar

Le Neckar rejoint le Rhin à hauteur de Mannheim au PK 428 et son bassin versant s'étend sur env. 14.000 km². A partir de 1923, son cours a été progressivement régularisé par des barrages depuis l'embouchure à Mannheim jusqu'à Plochingen en amont. Une cinquantaine de bassins de rétention d'un volume total de rétention d'env. 40 millions de m³ ont été mis en service depuis 1957 sur les affluents du Neckar. Etant donné cependant que tous ces bassins ont pour unique fonction la protection des riverains sur le tronçon aval correspondant et qu'ils sont pour la plupart très éloignés de l'embouchure du Neckar, ils n'ont en règle générale aucun impact notable sur les ondes de crues du Rhin.

Main

Le Main rejoint le Rhin à hauteur de Mayence au PK 496 et son bassin versant s'étend sur env. 27.000 km². Son cours a été régularisé à partir de 1850 sur la base d'un accord passé entre les Etats riverains en 1846. Les eaux moyennes du fleuve, dont le cours se divisait initialement en plusieurs bras, ont été regroupées dans un lit au tracé li-

néaire. Les profils types du Main s'élargissent parallèlement à l'augmentation du débit, passant de 49 m à hauteur de Bamberg à 150 m au niveau de l'embouchure dans le Rhin. L'aménagement du Main a débuté en 1883 avec l'installation de premiers barrages dans la zone d'embouchure et s'est poursuivi vers l'amont pour les besoins de la navigation et de l'exploitation hydroélectrique. Ce processus de régulation s'est étendu jusqu'à Mayence et a pris fin en 1962 avec l'ouverture du port public de Bamberg.

La gestion des retenues du Main n'a d'incidence décisive ni sur le débit de crue du Main même ni sur celui du Rhin, étant donné que l'effet de retenue est très court à partir d'un débit donné et qu'il n'existe que peu de digues.

Nahe

La Nahe rejoint le Rhin à hauteur de Bingen au PK 528 et son bassin versant s'étend sur env. 4.000 km². Le bassin de la Nahe est caractérisé par de forts débits de crue. En raison des dégâts importants que les inondations avaient provoqués par le passé, il a été décidé vers le milieu des années 30 de notre siècle d'endiguer le cours inférieur de la Nahe entre Bad Kreuznach et la confluence avec le Rhin. Le champ naturel d'expansion des hautes eaux de la Nahe, qui était jadis de plusieurs kilomètres de large à certains endroits, a été réduit à 400 mètres maximum. L'espace entre les digues permet l'écoulement d'un débit de 1600 m³/s sans risque de débordement. Les mesures de protection contre les inondations prises dans le bassin de la Nahe n'ont qu'un faible impact sur le débit du Rhin.

2.2.2.5 Mesures décidées

• **Le plan de protection contre les inondations sur le Rhin supérieur**

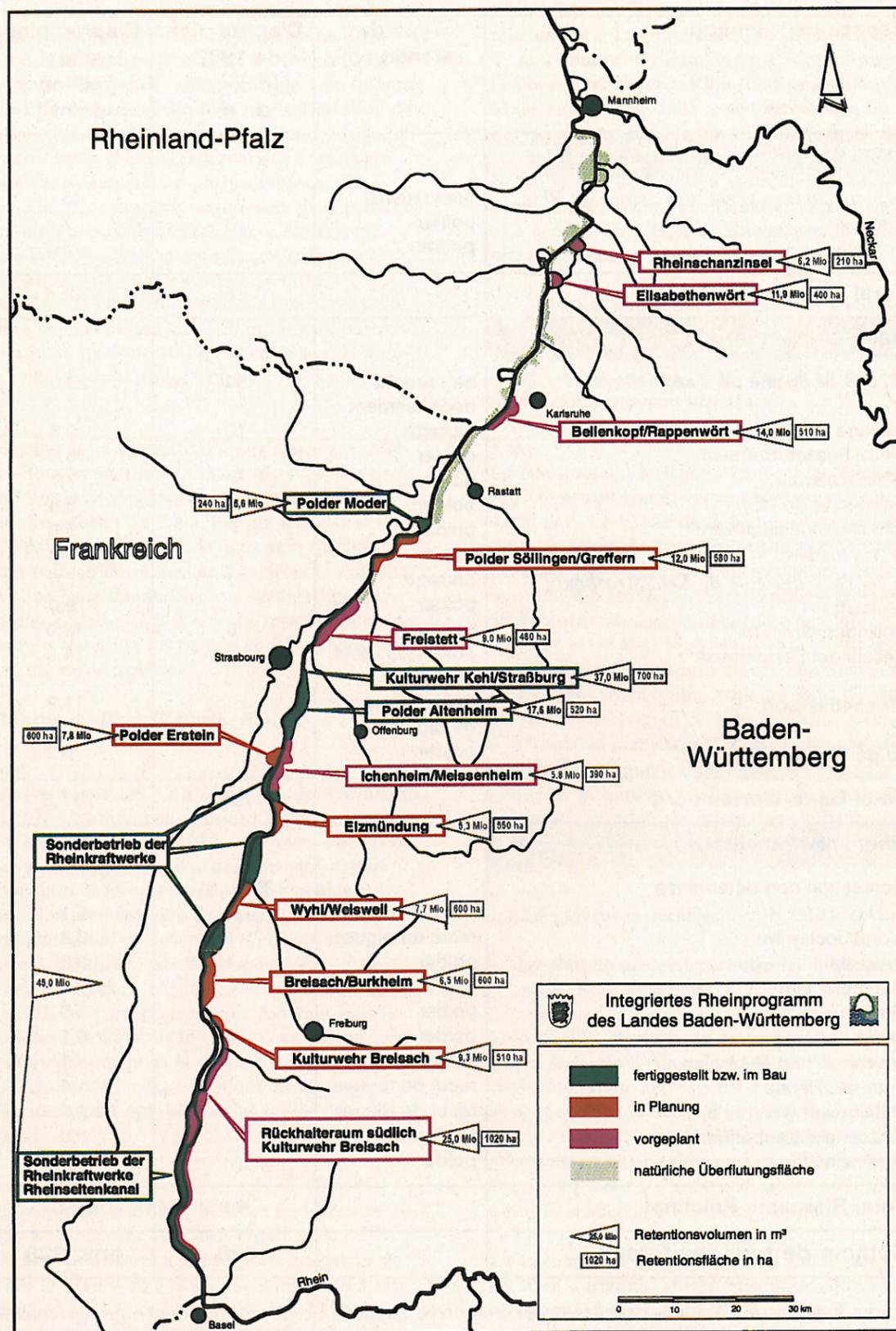
Le 6.12.1982, la République française et la République fédérale d'Allemagne ont conclu une convention dans laquelle les deux parties s'engagent "sur la base du rapport final de la Commission d'Etudes des Crues à prendre les mesures nécessaires pour rétablir en aval d'Iffezheim le degré de protection contre les crues qui existait avant l'aménagement du Rhin supérieur".

La Commission Internationale d'Etude des Crues du Rhin a examiné différentes possibilités en vue de garantir à nouveau le haut niveau de protection contre les inondations et a opté pour l'une d'entre elles dont la réalisation a été décidée. Cette pro-

Espace de rétention	Type de rétention ²⁾	D'après plan de 1982 [millions de m ³]	D'après plan actuel [millions de m ³]
France:			
- manoeuvres except. des usines du Rhin ¹⁾	manoeuvres	45	45
Erstein	polder	6	7,8
- Moder	polder	5	5,6
Total France		56	58,4
Bade-Wurtemberg:			
au sud de l'usine de Vieux-Brisach	barrage ou décaissement	53	25,0
barrage agricole de Vieux-Brisach ¹⁾	barrage	10	9,3
Vieux-Brisach/Burheim	polder	-	6,5
Why/Weisweil	polder	-	7,7
débouché de l'Elz	polder	-	5,3
Ichenheim/Meißenheim	polder	-	5,8
- Altenheim	polder	18	17,6
- barrage agricole de Kehl/Strasbourg ¹⁾	barrage	37	37,0
Freistett	polder	-	9,0
Söllingen/Greffern	polder	8	12,0
Bellenkopf/Rappenwört	polder ou recul de digues	-	14,0
Elisabethenwört	polder ou recul de digues	-	11,9
Ile de Rheinschanz	polder	-	6,2
Total Bade-Wurtemberg		126	167,3
Rhénanie-Palatinat:			
localisation non déterminée		30 + 14	
- Daxlander Au	polder		5,1
Wörth/Jockgrim	recul de digues		8,8
Neupotz	polder		8,6
Mechtersheim	polder		7,4
Flotzgrün	polder		5,0
Ile de Koller	polder		6,1
Waldsee/Altrip/Neuhofen	polder		8,1
Petersau/Bannen	recul de digues		1,4
Mittelbusch (Worms II)	recul de digues		2,3
Bodenheim/Laubenheim	polder		6,0
Ingelheim	polder		3,8
Total Rhénanie-Palatinat		44	62,6
Somme de tous les totaux:		226	env. 288

= *Espaces de rétention achevés et opérationnels; capacité de rétention au barrage agricole de Kehl/Strasbourg encore limitée à env. 12 millions de m³ à l'heure actuelle*

- 1): Les valeurs indiquées sont des maximums; le volume réel utilisé dépend du débit du Rhin
- 2): L'efficacité de toutes les mesures dans la partie non régularisée du Rhin en aval d'Iffezheim dépend du débit du Rhin



© Oberrheinagentur Lahr, Stand 09/96

Annexe 6.1: dispositifs de rétention sur le Rhin supérieur au Bade-Wurtemberg et en France

position a été intégrée à la convention du 6.12.1982 après avoir été adaptée par la Landesanstalt für Umweltschutz, Bade-Wurtemberg, cette adaptation ayant été rendue nécessaire par la décision prise entre-temps de différer la construction de la chute de Au/Neubourg.

Le paragraphe 2 de l'article 7 de cette convention fait état des mesures nécessaires pour atteindre cet objectif de protection contre les inondations. Il s'agit de 5 espaces de rétention sur le territoire du Bade-Wurtemberg, de deux espaces de rétention en France, des manoeuvres exceptionnelles des usines du Rhin et d'autres espaces de rétention non précisés situés en Rhénanie-Palatinat en aval de la frontière franco-allemande et offrant un volume de rétention d'environ 30 millions de m³ (cf. annexe 5, annexe 6.1).

Un autre accord administratif passé entre la Fédération allemande, la Rhénanie-Palatinat et la Hesse en 1977 et amendé en 1989 fixe entre autres la mise en place d'un espace supplémentaire de rétention de l'ordre de 14 millions de m³ sur la rive gauche du Rhin en aval de la frontière franco-allemande, pour éviter une dégradation de la situation en période de crue en aval de Worms par rapport au programme de rétention des crues établi d'après les recommandations de la Commission d'Etude des Crues du Rhin, c'est-à-dire les dispositions fixées dans la convention franco-allemande de 1982.

Conformément aux rapports des groupes chargés de l'étude des crues pour les tronçons du Rhin situés en aval de Worms, le plan de protection contre les crues du Rhin supérieur compensera presque totalement les augmentations de débit en cas de crue bicentenaire sur le Rhin moyen et le Rhin inférieur. Dans le cas de crues de moindre ampleur, il subsistera une faible augmentation des débits.

• Mesures en France

Dans le cadre de la convention franco-allemande du 6 décembre 1982, la République française s'est engagée à mettre en oeuvre les mesures suivantes de rétention des crues du Rhin supérieur:

- manoeuvres exceptionnelles des usines du Rhin entre Bâle et Straßburg, donc sur le secteur du Grand Canal d'Alsace et des usines en feston;
- polder de la Moder, sur la rive gauche du Rhin canalisé, à proximité de l'anse de retenue du

barrage d'Iffezheim, sur le site de l'ancien débouché de la Moder;

- polder d'Erstein, sur la rive gauche du Rhin canalisé, entre l'anse de restitution de la chute de Gerstheim et le bassin de compensation de la chute de Straßbourg.

Un troisième site, au droit de la chute de Gamsheim, près de l'ancien débouché de l'Ill, est gardé en réserve pour assurer, par exemple, un écrêtement supplémentaire qui s'imposerait à l'expérience ou pour remplacer une autre mesure de rétention devenue irréalisable.

En ce qui concerne les polders de la Moder et d'Erstein, les études d'impact sur l'environnement ont montré qu'il était possible de concilier l'utilisation prévue pour la rétention des crues, la restauration écologique des anciennes zones alluviales et l'acceptabilité des projets pour l'ensemble des riverains. Les sites concernés étant relativement désavantagés sous l'angle hydrodynamique (position par rapport aux équipements du Rhin canalisé) et soumis à des usages intenses, la mise au point de tels projets intégrés a été délicate.

En règle générale, il convient de diversifier, autant que possible, les mises en eau, en corrélation avec le régime du fleuve, allant ainsi de l'activation des anciens bras jusqu'à l'établissement d'inondations plus ou moins dynamiques et puissantes en durée et en hauteur d'eau. Pour être compatibles avec l'environnement naturel et humain de chaque site, ces inondations sont limitées en durée, en fréquences et en hauteur d'eau. Elles comportent, outre les rétentions de crues, épisodes aléatoires, des inondations plus modestes, à régularité saisonnière, calquées sur le régime nivo-glaciaire du Rhin (hautes eaux estivales). Pour ces inondations à fonction écologique, et non de rétention de crue, le principe d'une submersion annuelle en saison estivale et en corrélation avec les débits disponibles a été retenu.

Aujourd'hui, des réflexions sont menées pour fixer un programme plus global de restauration de la frange alluviale en rive gauche du Rhin où d'importantes surfaces de forêts alluviales ont été séparées du fleuve et risquent d'être banalisées en tant qu'écosystème rhénan. Parmi ces grands noyaux forestiers, sites potentiels de retour à l'inondation, on peut citer celui de Marckolsheim-Schoenau, de Rhinau-Daubensand, de Robertsau-Wantzenau (zone en réserve, citée dans la conven-

tion franco-allemande de décembre 1982), et d'Offendorf-Dalhunden.

Ces propositions peuvent s'intégrer dans le programme actuel d'écrêtement des crues du Rhin supérieur sans retarder les mesures en cours, l'objectif étant de rétablir le corridor fluvial pour les échanges biologiques (réseau de biotopes) et la rétention des crues.

Les coûts de réalisation des mesures de rétention mises en oeuvre pour la République française se répartissent, conformément à l'article 7 (paragraphe 12 et 13) de la convention franco-allemande de décembre 1982, comme suit:

- les manoeuvres exceptionnelles des usines du Rhin sont à la charge de la République française, et leur coût en perte d'énergie peut être grossièrement estimé à 70 millions de francs, en valeur capitalisée.
- Les dépenses relatives à l'aménagement des polders de la rive française sont supportées par la République fédérale d'Allemagne. Les coûts d'investissement sont estimés à 116 millions de francs pour le polder de la Moder et 160 millions de francs pour celui d'Erstein, soit un investissement total de l'ordre de 276 millions de francs.
- Les dépenses relatives à l'exploitation, l'entretien et le renouvellement des installations concernant ces polders incombent à la France. L'exploitation et l'entretien sont de l'ordre de 0,6 million de francs/an pour celui de la Moder et 0,8 million de francs/an pour celui d'Erstein.

Les conditions pour la mise en oeuvre des manoeuvres exceptionnelles (45 millions de m³) sont remplies, de sorte que ces manoeuvres peuvent avoir lieu en cas de crue.

Le polder de la Moder (capacité de rétention effective: 5,6 millions de m³) est actuellement disponible pour la rétention des crues; le dossier d'enquête, en vue des submersions écologiques, est en cours d'élaboration pour requérir l'autorisation administrative nécessaire au titre de la loi sur l'eau.

Le polder d'Erstein (capacité de rétention effective: 7,8 millions de m³) est en phase terminale des procédures administratives, sur la base d'un projet qui prévoit la réactivation des anciens bras du Rhin et les submersions écologiques.

En l'état actuel des aménagements et des prévisions de travaux, on estime que l'ensemble des mesures françaises de rétention des crues dans le cadre de la convention franco-allemande de décembre 1982 seront opérationnelles en 2001. Les mesures complémentaires, impliquant les sites potentiels de retour à l'inondation (Marckolsheim-Schoenau, Rhinau-Daubensand, Robertsau-Wantzenau, Offendorf-Dalhunden) sont encore au stade des pré-études.

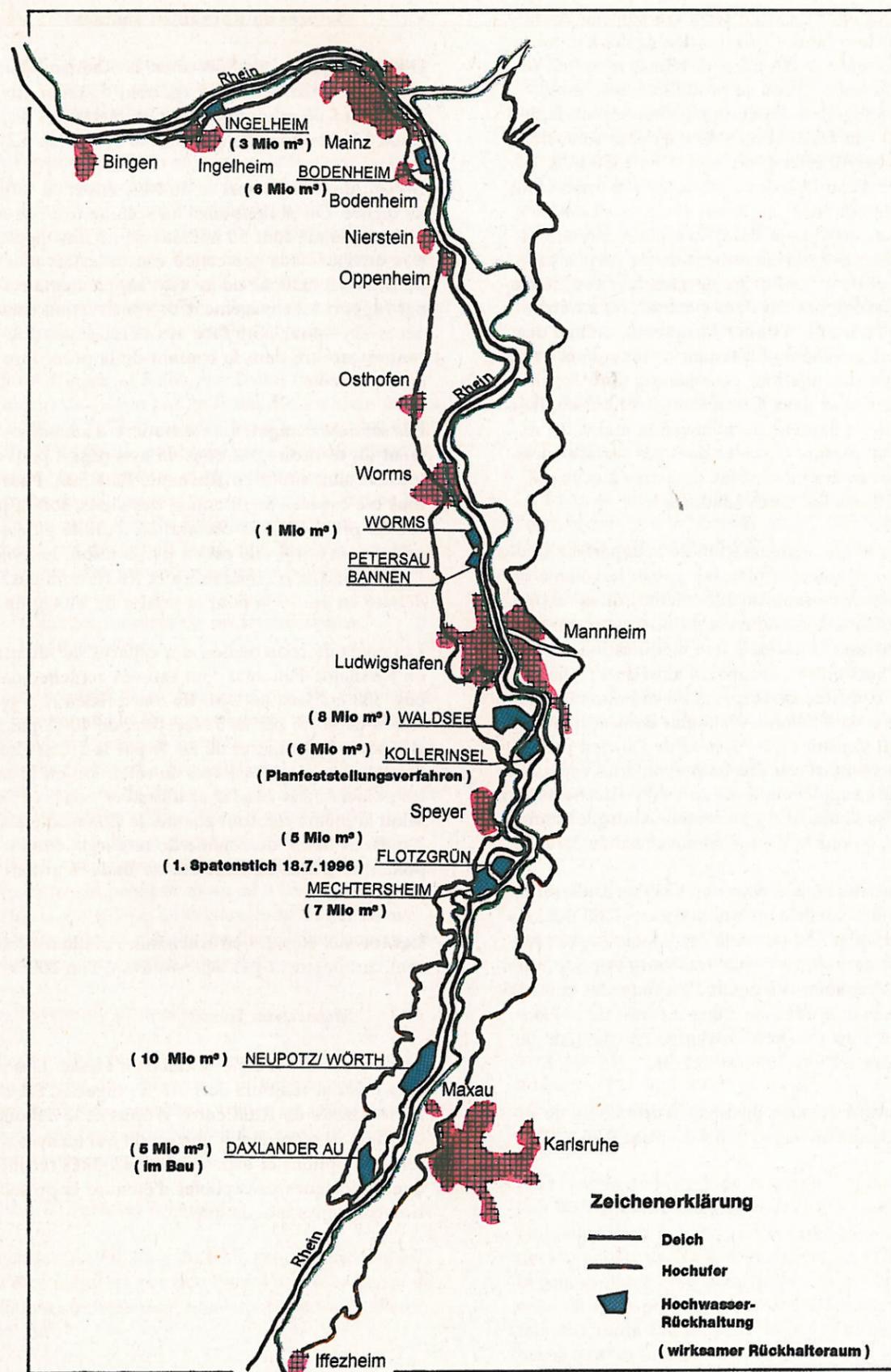
• Mesures au Bade-Wurtemberg

Deux espaces de rétention, sur les cinq prévus initialement au Bade-Wurtemberg, ont été achevés et sont opérationnels, du moins en partie: le barrage agricole de Kehl/Strasbourg et le polder d'Altenheim (cf. paragraphe 2.2.2.1). Pour trois autres espaces - le barrage agricole de Vieux-Brisach, le polder de Vieux-Brisach/Burkheim et le polder de Söllingen/Greffern -, les procédures d'aménagement du territoire ont été menées à terme et l'on procède actuellement en partie à la préparation des dossiers d'ouverture de la procédure de fixation des plans (équivalent proche de la procédure française de déclaration d'utilité publique).

Les expériences obtenues avec les premières mises en service du barrage agricole de Kehl/Strasbourg et du polder d'Altenheim, tout comme celles faites lors de la planification et de l'étude d'impact sur l'environnement pour les autres espaces de rétention, ont montré clairement que les espaces de rétention conçus pour des hauteurs de retenue importantes posaient des problèmes écologiques et techniques de taille et n'étaient plus réalisables en regard des exigences des procédures. On a donc abandonné le plan de protection contre les inondations engagé en 1982 qui prévoyait de répartir sur uniquement cinq espaces de rétention les 126 millions de m³ incombant au Bade-Wurtemberg.

Un nouveau plan de protection contre les inondations prévoyant désormais 13 espaces de rétention au lieu de 5 a été mis au point. Cette multiplication des espaces s'est avérée nécessaire en raison notamment de la limitation à 2,5 m en moyenne de la hauteur de submersion et afin d'assurer un écoulement continu des eaux dans les espaces de rétention pendant la période de retenue.

En procédant par ailleurs à des inondations écologiques dans ces espaces, on garantit désormais que les principales conditions écologiques sont remplies. Ces inondations écologiques consistent à



Annexe 6.2: sites des polders dans la plaine rhénane au Palatinat

laisser les eaux du Rhin recouvrir sur une faible hauteur les espaces de rétention également aux périodes où une rétention des crues n'est pas requise. Le moment où se produisent ces inondations écologiques dépend exclusivement de la dynamique du Rhin. Il est prévu qu'elles se déclenchent à partir d'un débit de 1450 à 1550 m³/s, l'apport d'eau dans les espaces de rétention étant relativement faible au début et de plus en plus important lorsque le débit du Rhin augmente. Il n'a pas encore été clairement défini jusqu'à présent si et dans quel ordre de grandeur ces inondations écologiques devaient éventuellement être interrompues ou réduites lorsqu'une retenue des crues est envisagée. En tenant compte de ces trois éléments - inondations écologiques, libre écoulement des eaux dans les espaces de rétention, limitation de la hauteur de submersion à env. 2,5 m -, on est en mesure de créer dans ces surfaces des biotopes et des biocénoses similaires à ceux qui caractérisent les zones alluviales.

En plus d'une augmentation de la superficie totale requise, ce nouveau plan fait passer le volume de rétention nécessaire de 126 millions de m³ à 169 millions de m³. L'extension du programme à 13 sites entraîne désormais une modification des interférences entre ces espaces ainsi qu'au sein du réseau constitué des espaces de rétention que la France et la Rhénanie-Palatinat doivent mettre en place. Il s'ensuit qu'à l'opposé de l'ancien plan il est à présent nécessaire de prévoir trois espaces de rétention supplémentaires en aval d'Iffezheim pour atteindre l'objectif de protection contre les inondations visé pour la zone d'embouchure du Neckar.

Les investissements pour ces 13 espaces de rétention sont actuellement estimés à env. 700 millions de DM, dont 150 ont déjà été dépensés pour le barrage agricole de Kehl/Strasbourg et pour le polder d'Altenheim. Viennent s'y ajouter les coûts liés aux plans et études ainsi que les frais de personnel. Les frais sont pris en charge en commun par la Fédération (41,5 %) et le Land (58,5 %).

Les travaux engagés au Bade-Wurtemberg ne seront certainement pas achevés avant l'an 2010.

• Mesures en Rhénanie-Palatinat

D'après le plan actuel des sites, la Rhénanie-Palatinat veut satisfaire à l'engagement de créer env. 44 millions de m³ de rétention en mettant à disposition 11 sites au total (cf. annexe 5, annexe 6.2).

Il s'agit de huit polders et de trois mises en retrait de digues. On obtient ainsi un volume total de 63 millions de m³ dont 52 millions de m³ env. pouvant être attribués à la protection contre les inondations. Les 8 millions de m³ env. supplémentaires par rapport à l'engagement de construction sont nécessaires pour faire face aux défaillances pouvant apparaître dans le courant de la procédure administrative.

Les services compétents en matière d'aménagement du territoire ont émis un avis positif pour tous les sites situés en Rhénanie-Palatinat. Pour tous ces espaces de rétention des crues, soit la procédure préalable à la déclaration d'utilité publique est en cours, soit elle est en préparation. Le polder Daxlander Au est opératoire et les travaux ont débuté en été 1996 pour le polder de Flotzgrün.

Les coûts de construction des espaces de rétention en Rhénanie-Palatinat sont estimés actuellement à env. 300 millions de DM. Ils sont pris en charge à raison de 40 % par la Fédération, de 40 % par la Rhénanie-Palatinat et de 20 % par la Hesse. Les coûts liés aux deux espaces de rétention en France, les polders de la Moder et d'Erstein, sont ventilés selon la même clé, tout comme le financement de 8 millions de m³ de volume de rétention dans le polder de Söllingen-Greffern au Bade-Wurtemberg.

Les travaux engagés en Rhénanie-Palatinat ne seront certainement pas achevés avant l'an 2006.

• Mesures en Hesse

Aucune mesure n'a été décidée en Hesse. Des polders existent toujours derrière les digues d'été sur la rive droite du Rhin entre Worms et le débouché du Main. Il a été établi une étude qui analyse différentes options et expose les possibilités techniques théoriques susceptibles d'étendre la protection contre les inondations.

2.2.3 RHIN MOYEN

2.2.3.1 Aménagement, actuelles mesures de protection contre les inondations, degré de protection

A l'opposé du Rhin supérieur, le lit naturel du Rhin moyen présentait déjà à l'origine un profil uniforme sans grands méandres, exception faite de quelques îles. Les travaux de régulation (épis et déflecteurs) se sont donc limités aux quelques endroits où les conditions d'écoulement et de navigation étaient défavorables. Par ailleurs, les rives ont été aménagées sur de nombreux tronçons.

Entre Bingen et Kaub, des bancs rocheux émergeaient du fleuve par endroits. Récemment encore, de 1964 à 1978, de grands blocs rocheux ont été retirés du fleuve pour améliorer la profondeur du chenal de navigation et supprimer les passages étroits ou dangereux. A hauteur de la Trouée de Bingen et de l'île du Rhin à proximité de Kaub, le chenal est désormais large de 120 mètres et ne présente plus aucun risque pour la navigation.

• Actuelles mesures de protection contre les inondations

Des ouvrages de protection contre les inondations n'existent sur le Rhin moyen que dans le Bassin de Neuwied. En raison du niveau bas de ce bassin, la ville de Neuwied a procédé entre 1927 et 1931 à la mise en place de digues sur le Rhin. Afin d'assurer une protection suffisante contre les hautes eaux, la hauteur des digues dépasse d'un mètre le niveau atteint par les crues survenues début janvier 1926. En outre, le profil transversal d'écoulement du Rhin a été rétréci à certains endroits sur la rive gauche et la rive droite du fleuve pour aménager les routes nationales B9 et B42.

• Niveau de protection

Les localités bordant le Rhin moyen ne sont pas ou ne sont que faiblement protégées par des mesures locales de protection contre les inondations. La digue du Bassin de Neuwied assure une protection contre une crue centennale.

2.2.3.2 Surfaces inondables

Les surfaces le long du Rhin moyen susceptibles d'être inondées par une crue d'une récurrence de 200 ans représentent une superficie totale d'env. 35 km².

2.2.3.3 Dommages potentiels

Les communes longeant le Rhin moyen rassemblent une population d'env. 420.000 habitants dont une partie seulement est touchée par les inondations du Rhin. On estime que les dommages qu'entraînerait une crue d'une récurrence de 200 ans seraient de l'ordre d'un milliard de DM. Les mesures de rétention prévues sur le Rhin supérieur se traduiraient sur le Rhin moyen par un abaissement de la crête de crue et permettraient de réduire ces dommages en moyenne de 2 millions de DM par an (résultats des études menées en commun par la Fédération et les Länder au sein d'un groupe de travail en 1996).

2.2.3.4 Principaux affluents

• Lahn

La Lahn se jette dans le Rhin à 6,5 km au sud de l'embouchure de la Moselle au PK 585,8. Son bassin versant s'étend sur 5.927 km².

La principale intervention survenue sur ce fleuve a eu lieu dans les années 50 avec l'aménagement du cours inférieur de l'Ohm pour protéger les riverains contre les crues estivales et la mise en place du bassin de rétention des crues de Kirchhain/Ohm (d'un volume de 14,9 millions de m³).

En ajoutant les divers autres ouvrages de retenue existant dans le bassin de la Lahn, on a obtenu entre-temps une capacité opérationnelle de rétention des crues de 21 millions de m³.

Il ressort de calculs sur modèles que la crue de février 1984 a pu être atténuée d'env. 100 m³/s, correspondant à 7 cm de hauteur à Andernach et Cologne, grâce aux mesures de rétention prises dans le bassin de la Lahn. Cette réduction sensible a été obtenue du fait de l'arrivée quasi simultanée de la pointe de crue du Rhin et de la réduction maximale de l'hydrogramme de la crue de la Lahn, sachant cependant qu'au cours de cette crue la crête de la Lahn n'a pratiquement pas été atténuée au niveau de l'embouchure dans le Rhin.

A l'exemple de la crue de février 1984, on reconnaît clairement que les dispositifs de retenue mis en oeuvre dans le bassin de la Lahn peuvent atténuer les crues du Rhin. Cependant, en fonction de la genèse d'une crue donnée, la crue de la Lahn et celle du Rhin peuvent coïncider à des moments très différents. On ne peut donc pas affirmer à priori que les mesures de rétention dans le bassin

de la Lahn ont pour effet d'accentuer ou au contraire d'atténuer les crues.

• Moselle

La Moselle se jette dans le Rhin à hauteur de Coblenche au PK 592. Son bassin versant s'étend sur 28.152 km².

A la sortie du territoire français, la Moselle a un bassin versant d'env. 11.500 km².

En l'absence d'espaces de rétention notables, les ondes de crue ne connaissent aucune modification sensible en aval de la frontière franco-germano-luxembourgeoise.

A la suite de l'aménagement de la Sarre jusqu'à Dillingen, achevé en 1988, plusieurs localités ont été équipées d'ouvrages de protection, p.ex. Sarrebourg qui jouit d'une protection contre une pointe de crue d'une récurrence de 200 ans.

Entre 1956 et 1964, la Moselle a été aménagée en voie de navigation à grand gabarit entre la frontière franco-allemande et Thionville (PK 242 à 270).

Dans les années suivantes, cet aménagement s'est poursuivi:

de Thionville à Metz en 1965:	km 270 à km 297
de Metz à Frouard en 1972:	km 297 à km 347
de Frouard à Neuves-Maisons en 1979:	km 347 à km 392

A citer également comme importantes mesures d'aménagement dans le bassin de la Moselle les barrages-réservoirs sur le cours du Vieux-Prés et sur le lac de Madine. Ces retenues destinées au soutien d'étiage et situées en tête de bassin n'ont pas d'impact sur les crues.

Le 26 mai 1964, la navigation à grand gabarit a été ouverte sur la Moselle entre Coblenche et Thionville.

Quelques ouvrages de retenue se trouvent dans le bassin germano-luxembourgeois de la Moselle. S'ils ont un impact sur les cours d'eau respectivement concernés, ils n'ont en revanche pratiquement aucune influence sur le régime hydrologique de la Moselle.

La plus importante retenue de l'ensemble du bassin de la Moselle se trouve sur la Sûre et offre une capacité de 55 millions de m³ dont 6,7 millions de

m³ réservés à la gestion des crues. Le bassin inférieur de l'usine d'accumulation par pompage de Vianden sur l'Our dispose certes d'un volume de retenue de 10 millions de m³; cependant le règlement prescrit que l'évacuation d'eau vers l'aval doit correspondre au débit entrant, ce qui empêche toute contribution à la rétention des crues.

La capacité d'accumulation des autres lacs artificiels sur la Prüm ainsi que sur la Prims, la Kyll, la Riveris et la Dhron dans le bassin de la Sarre, ne dépasse pas 30 millions de m³ au total, la part disponible pour la protection contre les inondations se limitant à un peu plus de 6 millions de m³.

En période de crues extrêmes, le débit s'écoule librement tout le long de la Moselle. A l'opposé, il est possible de retenir sur la Sarre, dans des conditions réduites, une certaine quantité d'eau, même en situation de crues extrêmes.

Il n'existe de zones submersibles étendues que sur le cours supérieur de la Moselle française. Des études comparatives ont montré que ces surfaces restaient disponibles en tant qu'espaces de rétention même après l'aménagement du cours supérieur de la Moselle en voie de navigation. Néanmoins, on est tenu de constater qu'avec la construction d'autoroutes et le développement industriel le potentiel de débit a en partie augmenté à la suite de cet aménagement. Il est donc probable que l'effet de rétention sur le déroulement d'une crue soit plus faible qu'à l'origine. Les mesures qui ont fait suite à l'aménagement n'ont pas uniquement eu des répercussions sur les niveaux d'eau stationnaires mais également sur l'écoulement variable des crues sur la Sarre et la Moselle. En termes généraux, on peut partir du principe que la combinaison des différents effets consécutifs à l'aménagement sur le débit tendrait à accélérer l'écoulement des ondes de crue sur la Moselle, sans pour autant avoir d'effet notable sur les ondes de crue du Rhin.

Du côté français, un certain nombre de mesures concrètes ont été prises, l'ambition étant de doter d'un Plan de Prévention des Risques (voir chapitre 2.3.2) les communes les plus exposées. Pour arriver à mettre en place des mesures réglementaires efficaces, la cartographie des zones inondées et inondables doit être réalisée.

C'est ainsi que la cartographie des crues historiques de la Moselle et de la Sarre est actuellement complétée. L'atlas des zones inondables doit aboutir à la délimitation des couloirs d'écoulement et

des zones d'expansion en fonction de la hauteur de submersion, de la vitesse du courant et de la durée de submersion. Ces aléas définiront des niveaux de prescription en matière d'urbanisme et d'occupation des sols. Un cahier des charges type a été établi pour la réalisation de cette cartographie.

Dans le bassin de la Moselle, un programme quinquennal de mise en oeuvre de cette cartographie a été arrêté. Sur la période 1995-99, il prévoit de couvrir près de 600 km de cours d'eau, ce qui représente un investissement de plus de 6 MF. Un montant de 1MF a été engagé depuis 1995.

Le long de la Moselle allemande également, il a été décidé de continuer à protéger les zones inondables classées qui existaient avant l'aménagement de la Moselle.

2.2.3.5 Mesures décidées

Les populations riveraines du Rhin moyen et de la Moselle souhaitent que soient prises des mesures locales de protection contre les inondations. C'est pourquoi le Land de Rhénanie-Palatinat met actuellement en place un plan général visant à assurer aux riverains de la Moselle et du Rhin moyen une protection locale raisonnable contre les inondations.

Ce plan doit décrire globalement la rentabilité des mesures envisageables de protection locale contre les inondations en fonction de l'objectif de protection. Il a en outre pour objet de déterminer l'impact de mesures de protection locales sur les niveaux d'eau et sur l'écoulement des crues sur la Moselle et sur le Rhin dans son ensemble. Si des espaces de rétention sont amenés à disparaître sans mesure de compensation possible sur place, le plan doit désigner les mesures compensatoires susceptibles de pallier à cette perte d'espace de rétention. Les principaux éléments de ce plan doivent être disponibles en 1996.

2.2.4 RHIN INFÉRIEUR

2.2.4.1 Aménagement, actuelles mesures de protection contre les inondations, niveau de protection

• Aménagement

Juste avant Bonn, le Rhin quitte la zone montagnueuse et poursuit son cours dans un paysage de plaine de plus en plus plat. Sur ce tronçon qui s'étend jusqu'à la frontière germano-néerlandaise, il prend le nom de Rhin inférieur.

Sur son tracé d'env. 226 km, le fleuve ne traverse des chaînes de collines et des structures compactes de sol qu'en de rares endroits, ce qui explique les fréquentes variations du cours de ses eaux par le passé et la formation de nombreuses fourches et îlots. Les méandres, instables et sujets à des déplacements à l'origine, ont été pour la plupart consolidés au cours des siècles. Le cours du Rhin inférieur doit notamment sa forme actuelle à l'aménagement du Rhin en voie navigable avec des profondeurs minimales définies et une largeur de chenal constante, conformément au plan établi et exécuté dans les grandes lignes jusqu'en 1900 par la "Rheinstrombauverwaltung" (services de gestion du génie hydraulique sur le Rhin) mise en place en 1851. Les eaux s'écoulent de sud-sud-est à nord-nord-ouest sans s'écarter notablement de ce tracé linéaire, les seules exceptions étant les quelques méandres entre Cologne et Krefeld.

Parallèlement, le rétrécissement du champ d'inondation du Rhin s'est poursuivi avec la construction de digues, même après 1945. Dans la circonscription de Clèves, pour ne prendre que cet exemple, une zone inondable de plus de 120 km² a été endiguée.

En situation de débit moyen, le fleuve se déplace dans un lit d'au moins 300 m de large. En période de crue, la largeur de la section d'écoulement est fonction de l'emplacement des digues et varie de 500 m env. à l'endroit le plus étroit à 4.000 m env. à l'endroit le plus large.

Sur le Rhin inférieur, la différence entre le niveau d'étiage et le niveau de crue peut s'élever jusqu'à 10 m.

• Actuelles mesures de protection contre les inondations

L'ensemble du tronçon du Rhin inférieur est compris dans le Land de Rhénanie-du-Nord-Westphalie où il traverse les circonscriptions administratives de Cologne et de Düsseldorf.

Sur ce tronçon, des ouvrages de protection contre les inondations protègent aujourd'hui la vie et les activités de 1,4 million de personnes sur une longueur de 330 km.

Par le passé, la hauteur des ouvrages de protection était calculée sur la base du niveau des eaux atteint par la crue de 1926 plus une marge de sécurité de 0,5 à 1,0 m appelée revanche (différence de hauteur entre le niveau théorique des eaux et la crête de la digue ou du mur).

En termes de probabilité, cette valeur correspondait à un débit susceptible de survenir une fois en 200 ans. Aujourd'hui, le dimensionnement des ouvrages de protection contre les inondations sur ce tronçon se fonde sur un niveau d'eau déterminé par la Bundesanstalt für Gewässerkunde à partir d'un débit d'une récurrence de 200 ans. Quant à la revanche, elle est déterminée conformément à la fiche DVWK 210 "Digues fluviales".

Dans le tronçon allant de **Cologne/Leverkusen à la frontière germano-néerlandaise**, la direction administrative de la circonscription de Düsseldorf a redéfini en avril 1977 la base de calcul (BHQ₇₇) fixant la hauteur des ouvrages de protection contre les crues.

Depuis 1990, un "groupe d'étude des crues du Rhin en Rhénanie-du-Nord-Westphalie" examine et élabore dans un cadre international des recommandations visant à perfectionner les bases de calcul pour le dimensionnement des ouvrages de protection contre les inondations sur le Rhin inférieur.

D'après les études de ce groupe, le niveau de protection actuel sur le tronçon du Rhin entre Cologne et Düsseldorf permet approximativement de faire face à une crue d'une récurrence de 200 ans, excepté dans quelques zones où le niveau de protection est légèrement inférieur. De Düsseldorf à la frontière commune au Land et aux Pays-Bas, le niveau de protection est au moins de l'ordre d'une crue d'une récurrence de 500 ans, exception faite des environs de la "Bislicher Insel" et de certains quartiers de la ville d'Emmerich.

D'après les premières réflexions émises par le groupe d'étude des crues, il conviendrait à l'avenir d'obtenir jusqu'à Düsseldorf une protection contre un débit de 13.000 m³/s (crue d'une récurrence de 200 ans). En aval et jusqu'à la frontière du Land, il est conseillé de se fonder sur un débit théorique de 15.000 m³/s (crue d'une récurrence de 500 ans).

Dans cette fourchette de débits de crues extrêmes, quelques zones protégées par des "systèmes de digues d'été" (env. 32,5 km²), notamment en aval de Duisbourg, ne sont inondées que lors de crues importantes, habituellement en automne et en hiver.

• Etat des ouvrages de protection

En regard des exigences actuelles relatives à la résistance et à la fiabilité, les digues ont fait l'objet d'un contrôle entre 1986 et 1990 dans le cadre d'un programme progressif. Après évaluation des différents résultats dans le cadre des plans généraux "Protection contre les inondations sur le Rhin inférieur" (1990) et "Protection contre les inondations du Rhin dans la circonscription administrative de Cologne" (1991), on retient les éléments suivants:

Pour les raisons les plus diverses, les ouvrages de protection contre les inondations existant sur le Rhin inférieur ne répondent plus sur de nombreux tronçons aux exigences actuelles. Soit ils ne présentent pas la résistance requise face aux calculs de stabilité statique, soit leur hauteur est insuffisante, soit encore leur fiabilité n'est plus assurée.

Au total, il y a lieu de procéder à une révision fondamentale de 150 km de digues du Rhin pour les adapter aux critères de sécurité actuels. Cette tâche est d'autant plus urgente que ces ouvrages, parfois centenaires, ont dû faire face à des sollicitations extrêmes à cinq reprises depuis 1980 (2 x en 1983, en 1988, 1993 et 1995). Le "processus de vieillissement" a donc été plus rapide qu'on ne le prévoyait à l'origine.

Les responsables de l'entretien des digues ont été invités, sur la base de ces connaissances, à engager les planifications qui s'imposent.

Entre-temps, les premières mesures de construction ont été menées à terme, d'autres sont en cours de réalisation ou, du moins, les planifications nécessaires pour améliorer la sécurité des digues ont été mandatées presque partout.

2.2.4.2 Surfaces inondables

Sur le territoire de la Rhénanie-du-Nord-Westphalie, le Rhin dispose d'un champ d'expansion d'env. 302 km² compris entre les ouvrages de protection contre les inondations.

2.2.4.3 Dommages potentiels

Les 330 km d'ouvrages de protection contre les inondations existant sur le Rhin inférieur protègent des surfaces de tailles diverses des deux côtés du fleuve. Jusqu'à la ville de Neuss environ, on trouve de petites surfaces assez basses et sans relation les unes avec les autres. Plus en aval, les surfaces deviennent plus étendues; sur la rive gauche à partir de Neuss et sur la rive droite à partir de Wesel-Bislich, elles ne sont plus séparées par aucune chaîne de collines et débouchent sur les surfaces inondables de la Meuse, du Rhin et de l'Ijssel en territoire néerlandais. Au total, on obtient sur le Rhin inférieur entre Rolandswerth et la frontière germano-néerlandaise une superficie totale d'env. 1.500 km² protégée contre des crues extrêmes.

Environ 1,4 million de personnes vivent dans les surfaces protégées par des ouvrages de lutte contre les inondations. On y trouve également des installations industrielles et des infrastructures d'une valeur inestimable, depuis les grandes usines automobiles et chimiques jusqu'aux zones fortement urbanisées des grandes villes. Par ailleurs, de larges zones de ces surfaces potentiellement inondables sont soumises à une exploitation agricole intensive.

Il faut souligner dans ce contexte le risque potentiel émanant de l'exploitation souterraine du charbon et du sel dans la région du Rhin inférieur. Ces activités s'étendent sur les circonscriptions de plusieurs villes sur un tronçon d'env. 30 km. Les affaissements de terrain dus à l'exploitation minière imposent de rehausser certaines digues à grand renfort de moyens, de sorte que les surfaces locales potentiellement inondables sont protégées entre-temps par des digues allant jusqu'à 15 m de haut. Parallèlement, cette zone accuse une forte densité de population allant jusqu'à 2000 habitants au kilomètre carré et est hautement industrialisée.

Si les digues venaient à rompre, les surfaces protégées se retrouveraient en grande partie sous 5 mètres d'eau, voire même plus encore dans la zone d'affaissements dus aux mines.

2.2.4.4 Affluents importants

• Sieg

La Sieg se jette dans le Rhin au nord de Bonn. Son bassin versant s'étend sur 2862 km² au total. 5 barrages-réservoirs représentant un espace de rétention des crues de 13,39 millions de m³ au total se trouvent dans le bassin versant de la Sieg. Les espaces de rétention sont situés le long de différents cours d'eau dans le bassin et sont manœuvrés individuellement en fonction d'un plan d'exploitation spécifique. Le débit de hautes eaux de la Sieg est de l'ordre de 1.200 m³/s dans le cas d'une crue centennale.

L'impact possible des crues de la Sieg sur le régime des crues du Rhin est clairement apparu lors de la crue de 1995. Avec un débit de pointe de 720 m³/s, la Sieg a occasionné une hausse du niveau des eaux de l'ordre de 40 cm à hauteur de Cologne.

• Ruhr

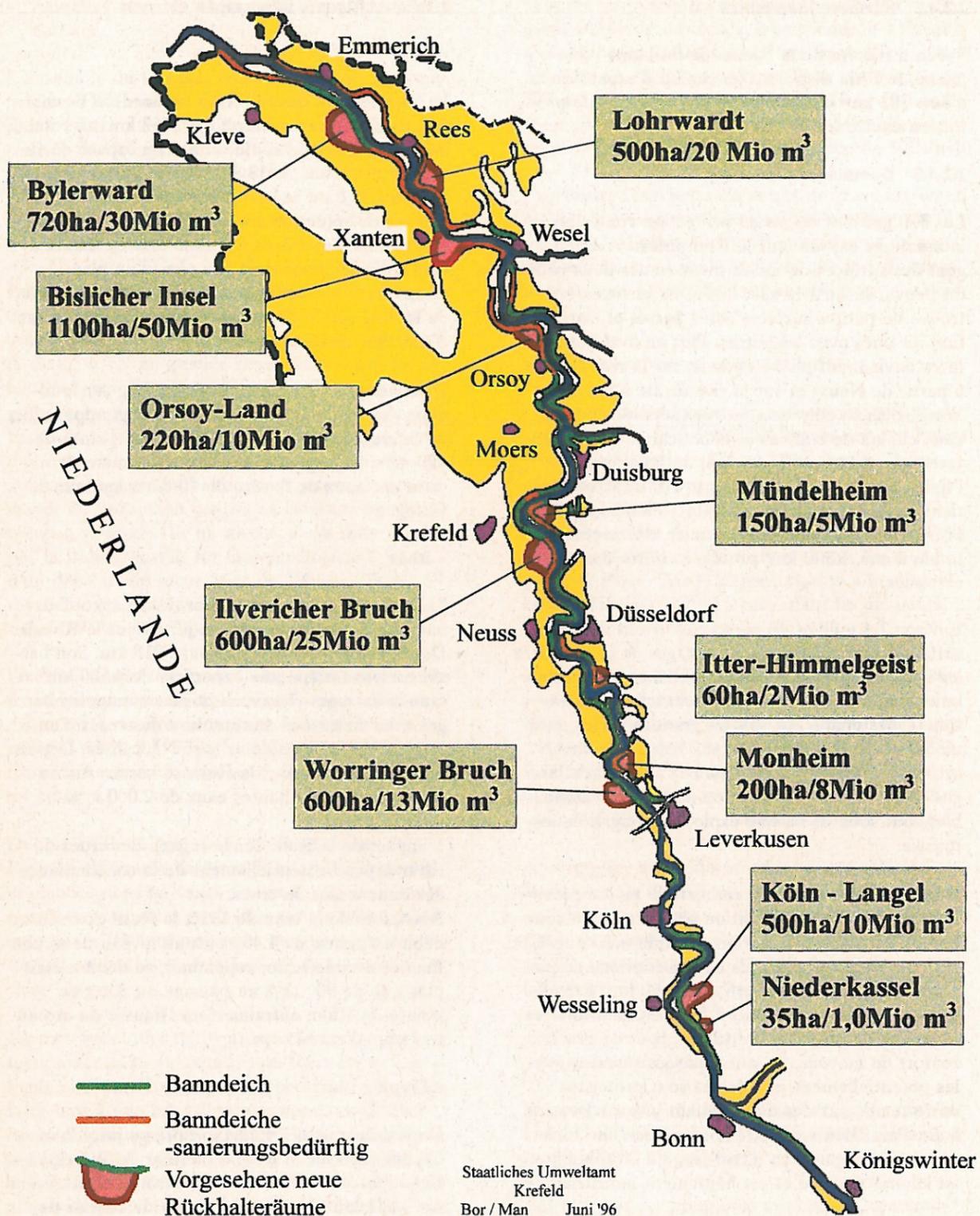
La Ruhr prend naissance dans le "Ruhrkopf" à hauteur de Winterberg et se jette dans le Rhin à Duisbourg après avoir parcouru 218 km. Son bassin versant occupe une superficie de 4.500 km². 6 grands barrages-réservoirs et plusieurs petits barrages avec un espace de rétention des crues d'un total de 49 millions de m³ y sont localisés. Depuis 1890, les calculs pour la Ruhr se basent sur un débit maximal de hautes eaux de 2.000 m³/s.

L'impact de la Ruhr sur le régime des crues du Rhin dépend essentiellement de la concomitance des deux ondes de crues.

Ainsi, lors de la crue de 1926, la Ruhr accusait un débit de pointe de 1.400 m³/s au niveau de sa confluence avec le Rhin; cependant, ce débit n'était plus que de 900 m³/s au passage du débit de pointe du Rhin, entraînant une hausse du niveau des eaux d'env. 45 cm.

• Lippe

Depuis sa source à Bad Lippspringe jusqu'à sa confluence avec le Rhin à hauteur de Wesel, la Lippe parcourt 235 km. Son bassin versant s'étend sur 4.881 km². Un grand nombre de bassins de rétention des hautes eaux se trouve dans cette zone, notamment sur le cours amont. Le débit de hautes eaux de la Lippe en période de crue centennale est de 660 m³/s.



Annexe 7: nouveaux espaces de rétention sur le Rhin inférieur

2.2.4.5 Mesures décidées

Dans le cadre du "Plan global Rhin en Rhénanie-du-Nord-Westphalie - protection contre les inondations, navigation et écologie" achevé en 1992, il a été examiné et vérifié si les idées visant à préserver et récupérer des surfaces inondables de grande étendue, qui ont également été présentées dans les plans généraux de protection contre les inondations sur le Rhin inférieur cités plus haut, étaient réalisables et judicieuses du point de vue écologique.

Cette étude propose de subdiviser en 155 espaces partiels les zones alluviales du Rhin en Rhénanie-du-Nord-Westphalie. Après évaluation du développement potentiel de chacun de ces espaces, des objectifs de planification écologique ont été formulés en fonction des structures en présence, comme par exemple:

- la préservation de structures et de biotopes rares
- une meilleure connexion des anciens bras au cours principal
- la développement et le repeuplement des forêts alluviales
- la mise en retrait locale des digues de séparation
- la mise en retrait à grande échelle de digues de séparation etc.

Eu égard aux possibilités de réalisation, ces différents objectifs de planification écologique ont été comparés, pour chaque espace partiel, avec les intérêts de la protection contre les inondations et de la navigation, après quoi on a pu constater qu'un pourcentage très élevé de ces objectifs de planification écologique pouvaient être considérés comme "réalisables", même en prenant en compte ces intérêts divers. Pour que ces idées puissent être réalisées, une mise en retrait des digues s'avère absolument nécessaire dans certains cas.

Le plan global constitue dorénavant la base et le cadre de la procédure ultérieure et des planifications plus détaillées. Le but central visé ici le long du Rhin dans l'esprit d'une politique à orientation écologique et préventive de protection contre les inondations en Rhénanie-du-Nord-Westphalie est de reculer les digues et/ou créer des espaces de rétention sur 11 sites (annexe 7).

En l'état actuel des réflexions, cette superficie de 47 km² pourrait permettre à l'avenir de retenir env. 174 millions de m³ d'eau. L'espace de rétention

"Orsoy-Land" est déjà en construction; pour les autres, la procédure de déclaration d'utilité publique est en cours ou les dossiers préliminaires à cette procédure sont en préparation.

Les premiers calculs effectués par l'université de Karlsruhe ont montré que les dispositifs de rétention entraînaient au total un abaissement du niveau des eaux en cas de crue pouvant atteindre un ou plusieurs décimètres; par ailleurs, l'arrivée des pointes d'onde est retardée de plus de 12 heures.

D'après les estimations actuelles, les coûts globaux de toutes les mesures de protection contre les inondations s'élèvent à env. 1 milliard de DM. Les dépenses de remise en état des digues sont estimées à env. 628 millions de DM, celles de mise en place des espaces de rétention à env. 372 millions de DM.

2.2.5 ZONE DELTAÏQUE DU RHIN

2.2.5.1 Situation actuelle

L'écoulement des eaux, des glaces et des sédiments est d'une importance majeure pour la protection contre les inondations et l'utilisation des voies navigables. Le Rhin, dont le cours s'étend sur 174 km aux Pays-Bas, se divise en trois bras fluviaux après le passage de la frontière germano-néerlandaise:

- Waal/Merwede
- Pannerdens Kanaal/Nederrijn/Lek et
- IJssel/IJsselmeer.

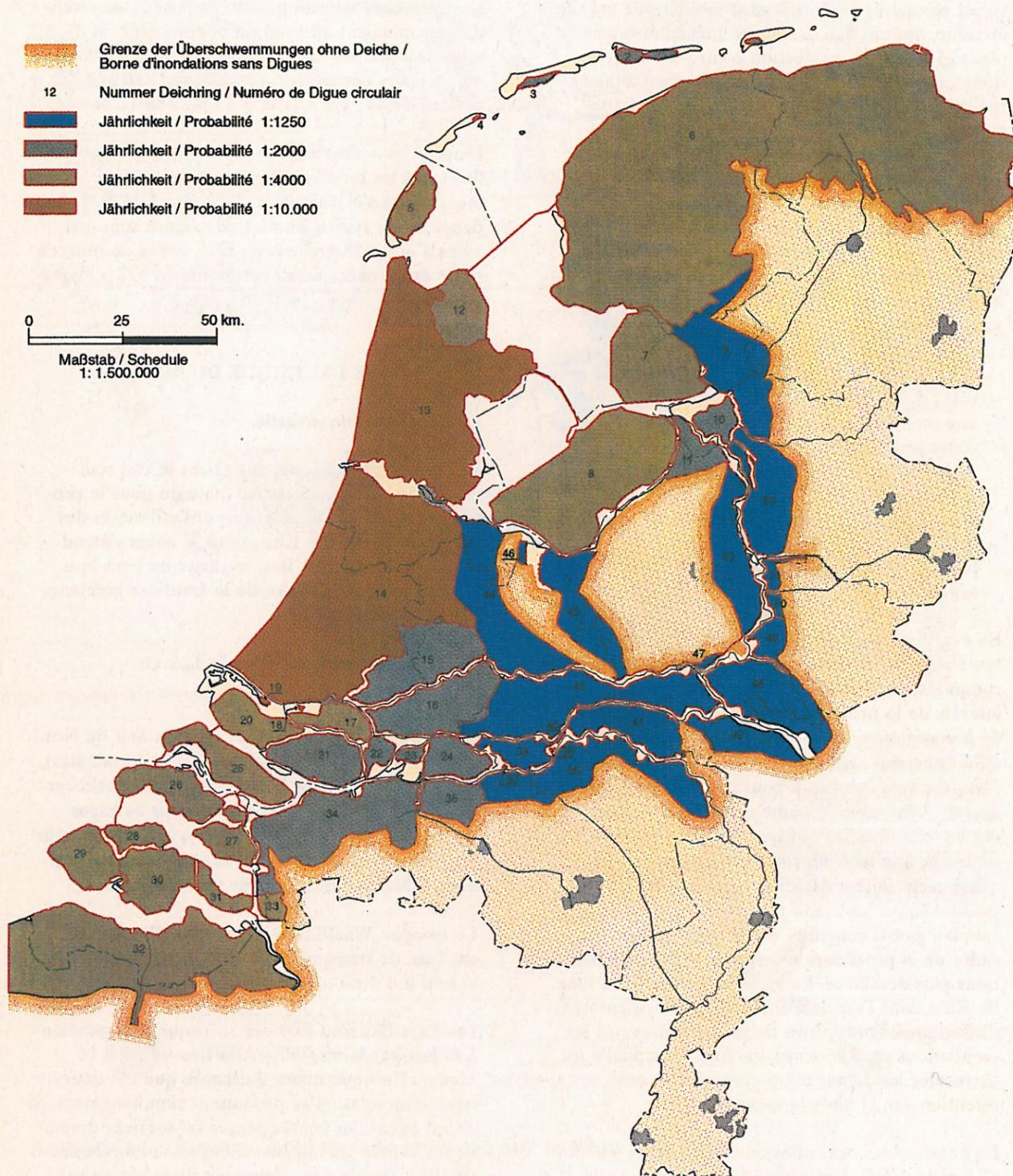
Les eaux du Rhin rejoignent enfin la mer du Nord en passant par le Haringvliet (écluses terminales), le Nieuwe Waterweg (Rotterdam) et l'IJsselmeer (écluses de la digue terminale). Trois barrages (équipés d'écluses de navigation), importants pour maintenir la profondeur du chenal de navigation dans l'IJssel, se trouvent sur le Nederrijn/Lek.

Le tronçon Waal/Merwede/Nieuwe Waterweg, qui est l'axe de transport fluvial le plus fréquenté, est le seul à n'avoir aucun obstacle sur son cours.

Les Pays-Bas sont exposés au risque d'inondation à la fois par la mer et par les fleuves Rhin et Meuse. Heureusement, il est rare que ces deux types d'inondation se produisent simultanément. Si c'était le cas, les conséquences en seraient dramatiques. Après les terribles inondations survenues en 1953 dans la zone deltaïque de la région sud-ouest des Pays-Bas, où 1825 personnes avaient

Niederlande / Pays-Bas

DEICHRINGE UND JÄHRLICHKEIT / DIGUES CIRCULAIRES



Map production: Directorate-General of Public Works and Water Management, Survey Department © 1996

trouvé la mort, une "loi sur les deltas" a été promulguée, entraînant le renforcement des digues le long des côtes en partant d'un niveau théorique des eaux basé sur une récurrence d'1/10.000ème par an. Une probabilité moindre a été choisie pour les zones d'un intérêt économique secondaire (cf. annexe 8).

Selon le même principe, la probabilité de submersion des digues fluviales a également été examinée et un programme de consolidation des digues a été lancé. Cependant, les répercussions négatives sur le paysage fluvial et l'opposition virulente de la population face à ces mesures de consolidation ont été si grandes que leur mise en oeuvre a pris un retard important. Il a donc fallu réévaluer les principes de base de la phase de planification et d'exécution.

Les inondations qui ont affecté les Pays-Bas le long des bras du Rhin en décembre 1993 et surtout en janvier 1995 ont été provoquées par les masses d'eau venant du cours supérieur et par le mauvais état (épaisseur et/ou hauteur insuffisante) d'une partie des digues fluviales.

Par chance, aucun danger supplémentaire n'est venu ni de la mer du Nord (en l'absence d'inondation, il n'a pas été nécessaire de fermer les écluses du Haringvliet) ni de l'IJsselmeer (pas de refoulement des masses d'eau à l'embouchure de l'IJssel).

Etant donné que les niveaux limnimétriques très élevés atteints en 1995 ne permettaient plus de garantir la stabilité des digues et risquaient d'entraîner des ruptures de digue et des inondations de plusieurs mètres, il a été décidé d'évacuer 200.000 personnes et plusieurs millions de têtes de bétail dans le bassin versant des digues circulaires n° 38, 41, 42 et 43 (voir annexe 8). Grâce à la bonne organisation et l'exécution rapide des mesures techniques d'urgence, les ruptures de digues ont pu être évitées.

2.2.5.2 Niveau de protection

Le Gouvernement a approuvé en 1993 les recommandations de la Commission "Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen" (vérification des principes de base de la consolidation des digues fluviales). La probabilité de submersion des digues fluviales a été fixée à 1/1250ème par an pour un débit du Rhin de 15.000 m³/s (voir annexe 8).

Les principes techniques de base appliqués dans ce contexte sont les suivants:

En se fondant sur le débit déterminant, on définit les niveaux de crue déterminants (MHW) en situation stationnaire. Dans une seconde étape, on procède à une correction pour prendre en compte le phénomène d'aplatissement de la pointe de l'onde de crue, constaté en situation réelle, notamment dans le Waal et le Nederrijn/Lek.

La hauteur de la digue est fonction du niveau moyen des hautes eaux et de la revanche. Cette dernière est au moins de 0,5 m et peut être plus élevée dans certaines conditions. La stabilité des digues doit être garantie, même en période de crue prolongée.

2.2.5.3 Dommages potentiels

En cas de situation de crue extrême dans le bassin versant, la superficie globale susceptible d'être submergée est de 4.130 km² au maximum, la population exposée au risque d'inondation s'élevant au plus à 2,8 millions de personnes. La combinaison de débits importants dans le Rhin et/ou la Meuse et de niveaux d'eau extrêmes de la mer du Nord constitue un danger éminent pour Rotterdam et ses alentours. Dans l'hypothèse d'une telle situation, 2.630 km² supplémentaires seraient submergés et 4,2 millions d'habitants menacés. En cas de rupture ou de submersion des digues, une très grande partie des Pays-Bas peut se retrouver sous les eaux, y compris le "Ranstad". De telles inondations peuvent entraîner des dommages importants dans les entreprises industrielles et les bâtiments. De même, elles auraient pour effet des dommages consécutifs économiques et pourraient éventuellement poser des problèmes pendant des années pour l'exploitation agricole.

Le capital investi par kilomètre carré figure en annexe 9.

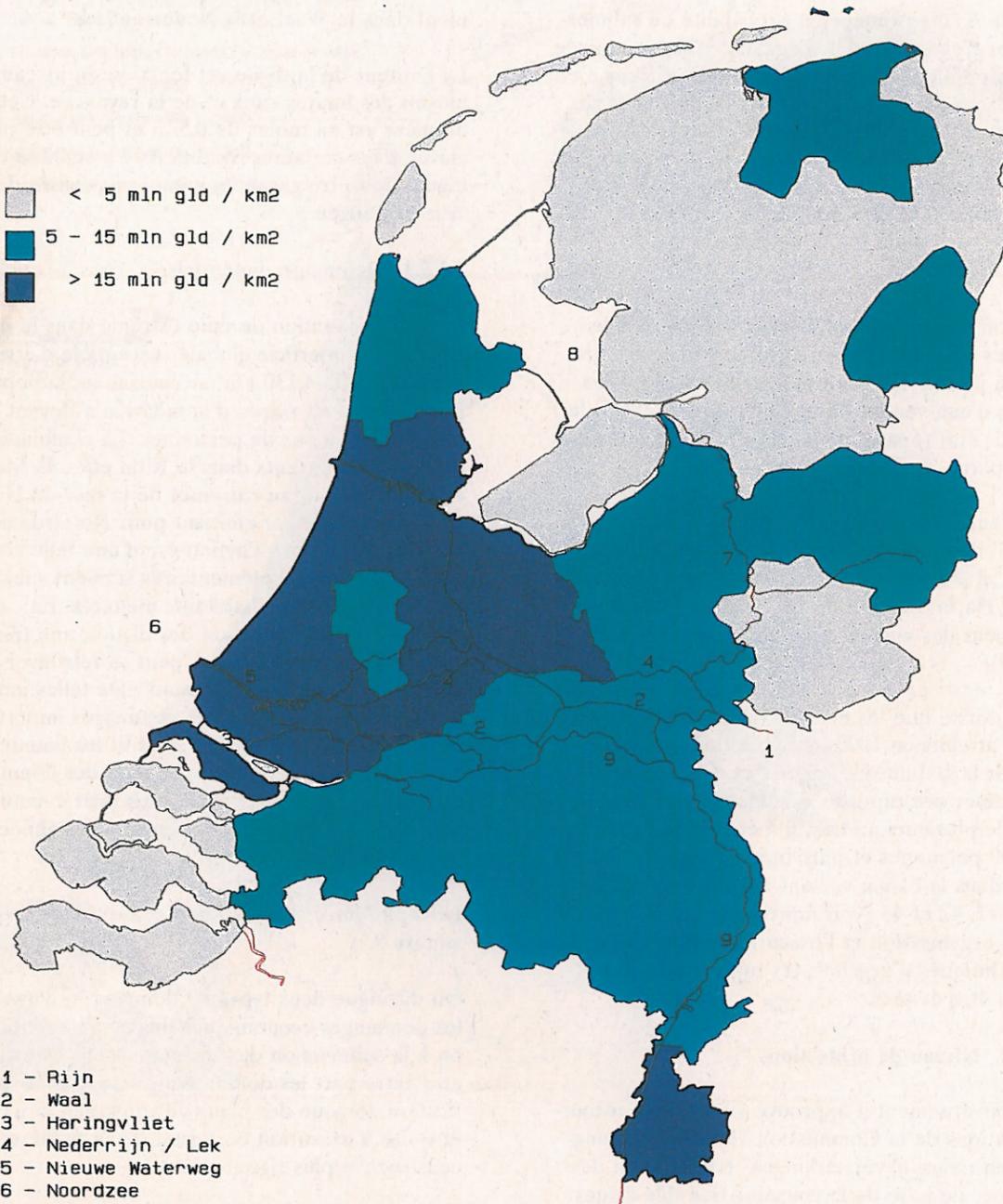
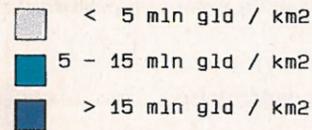
On distingue deux types de dommages: d'une part les dommages économiques dus aux inondations ou à la submersion des surfaces et aux évacuations, et d'autre part les dommages relevant de la planification, lorsque des plans de construction n'ont pu être mis à exécution en raison d'une politique constructive plus rigoureuse.

• Dommages économiques

On entend par dommages économiques les dommages causés aux personnes et aux bâtiments ainsi que tous les autres dommages.

Niederlande / Pays-Bas

Wirtschaftliche Wert / Valeur d'économie



- 1 - Rijn
- 2 - Waal
- 3 - Haringvliet
- 4 - Nederrijn / Lek
- 5 - Nieuwe Waterweg
- 6 - Noordzee
- 7 - IJssel
- 8 - IJsselmeer
- 9 - Maas



RWS Directie Oost-Nederland

Les indications rassemblées en annexe 8 et 9 montrent dans quelle mesure les Pays-Bas pourraient être inondés si des digues rompaient et quels seraient les dommages économiques par m² qui s'ensuivraient. On constate ici que les zones à forte concentration urbaine seraient durement touchées.

Aux Pays-Bas, le risque d'inondation vient d'une part des grands fleuves (Rhin, Meuse), et d'autre part, de la mer du Nord. Dans le cadre d'une étude "IPCC", on a estimé le potentiel de dommage global dans les zones susceptibles d'être inondées. Les investissements faits dans les zones situées derrière les digues néerlandaises s'élèvent au total à environ 2.500 milliards de florins.

• Dommages de planification

On ne peut empêcher la construction de bâtiments pour lesquels un permis de construire ne peut être refusé aux termes du plan d'occupation des sols en vigueur, à moins que le Ministre du VROM (construction et environnement) ou la province n'en donnent l'ordre en se basant sur la loi sur l'aménagement du territoire (WRO). Le Ministre du VROM négocie avec les provinces les planifications en cours qui ne peuvent être mises en oeuvre en raison de la nouvelle directive administrative "Espace pour le fleuve". En fonction de l'état d'avancement des planifications, on détermine quelle est la partie qui peut faire valoir des dommages et intérêts. Ces derniers sont fixés par un tribunal ou en coopération avec un tribunal. Les plans d'occupation des sols en vigueur doivent être mis en oeuvre en conformité avec la nouvelle directive administrative. Conformément à l'article 31a/b de la WRO, les frais sont à la charge des autorités ayant émis l'ordre.

En concertation avec la province, il est dressé pour la Meuse un inventaire des dommages de planification qui résulteraient de la non-réalisation des plans communaux d'occupation des sols.

Pour le bassin rhénan, on a également dressé des inventaires qui sont en contradiction avec la directive administrative ("Espace pour le fleuve"). Ces plans sont évalués avec les administrations concernées eu égard à leurs conséquences.

2.2.5.4. Mesures

Sur un total de 1800 km de digues situées le long des fleuves (notamment sur les bras du Rhin) et de l'IJsselmeer, 685 km doivent encore être renforcés afin que l'on puisse disposer d'une stabilité et d'une hauteur suffisantes. Cette estimation se base sur la probabilité d'une crue d'une récurrence de 1250 ans. Sur la base de la "loi sur les deltas des grands fleuves", les 145 km de digues pour lesquels les travaux de consolidation sont les plus urgents, seront remis en état d'ici fin 1996.

Il a été procédé à une telle sélection à partir d'un critère de niveau (appliqué à 22 tronçons de digues), c'est-à-dire lorsque le niveau de protection d'une digue est inférieur à un niveau de crue centennale, et d'un critère de stabilité (appliqué à 18 tronçons de digues), ces deux critères se fondant sur des connaissances et valeurs empiriques. Les 540 km restants seront achevés en l'an 2000. Les travaux de consolidation des digues sont réalisés en concordance avec les recommandations de la commission "Toetsing uitgangspunten Rivierdijkversterkingen", pour veiller à ce que les éléments d'intérêt environnemental, écologique et culturel particulier dans le bassin soient conservés dans la plus large mesure possible.

Les coûts liés à toutes les mesures de consolidation des digues s'élèvent à un total d'environ 3 milliards de florins.

2.3 Bases légales dans les Etats de la CIPR (formes d'organisation incluses)

2.3.1 SUISSE

Jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, la tâche de protection contre les inondations relevait de la compétence des riverains qui prenaient, soit de manière isolée, soit sous forme de communautés (appelées "Wuhrgenossenschaften"), les mesures s'imposant pour protéger les terres susceptibles d'être inondées. Après une série de fortes crues (1834, 1839, 1846, 1852, 1868), les pouvoirs publics ont pris en charge cette tâche de protection contre les inondations. La Loi de la police du génie hydraulique de 1877 et celle de la police forestière de 1876 ont permis à la fédération de soutenir les mesures de protection contre les inondations. On a reconnu dès cette époque la fonction protectrice de la forêt face aux catastrophes naturelles. A la suite de la mise sous protection systématique de la forêt, les surfaces couvertes de forêt ont augmenté depuis d'environ 1/3.

Conformément aux exigences de cette époque, les nombreux ouvrages de protection contre les inondations avaient pour seul objectif de protéger les terres cultivées. Afin de minimiser les surfaces nécessaires et les frais d'entretien, on a canalisé de nombreux cours d'eau. Avec la prise de conscience croissante des problèmes de l'environnement depuis le milieu des années soixante-dix et la législation sur la protection de l'environnement et des eaux, les intérêts des cours d'eau ont mieux été pris en compte. Toutefois, les crues de juillet et août 1987 ont entraîné un changement paradigmatique. Ces événements ont montré aux populations que les dispositifs techniques de protection contre les inondations avaient des limites et ont permis d'appliquer au niveau politique mais aussi juridique les idées déjà répandues dans les milieux techniques et scientifiques.

La nouvelle loi sur le génie hydraulique de 1991 prescrit qu'il convient tout d'abord d'entretenir correctement les dispositifs de protection existants. En deuxième ligne, les mesures ayant trait à l'aménagement du territoire doivent permettre d'éviter que le potentiel de dommage n'augmente dans les zones susceptibles d'être inondées, afin de réduire autant que possible le nombre de mesures de génie hydraulique nécessaires. Les mesures hydrauliques sur le cours d'eau ne doivent garantir une protection que là où des conflits existent déjà ou lorsque les projets de planification les rendent absolument nécessaires. L'objectif de cette législa-

tion est clair: adapter l'usage aux risques présents et minimiser les interventions techniques dans les cours d'eau. Les textes législatifs ont été ajustés avec la Loi forestière également amendée en 1991 et avec la Loi sur la protection des eaux. La Loi sur l'aménagement du territoire (1979) prescrit qu'il convient de désigner les zones soumises à risques et notamment de protéger les zones habitées de tout impact nuisible. Les fondements juridiques sont donc suffisants au niveau fédéral pour permettre un génie hydraulique respectueux de l'environnement et une protection intégrée contre les inondations. La législation fédérale est la condition préalable à toute mise en oeuvre; les problèmes à résoudre pour une réalisation à tous les niveaux sont toutefois nombreux.

Au niveau administratif, la tâche de protection contre les inondations relève des cantons qui peuvent à leur tour la déléguer aux communes. La fédération a promulgué une législation-cadre qui fixe les principes et les grandes lignes financières. La responsabilité des communes se base sur une longue tradition, notamment dans les cantons des régions montagneuses, et est de règle pour les petits cours d'eau. Elle se base également sur le principe dictant que la personne touchée doit tout d'abord faire valoir ses droits de protection.

Les coûts résultant des mesures de protection contre les inondations sont en général répartis entre la fédération, le canton et la commune. Les subventions fédérales dépendent des capacités financières du canton et de la commune concernée, le taux maximum fixé par la loi étant de 45 % du total des coûts. En cas d'intempéries exceptionnelles, cette subvention peut passer à 65 % pour compenser les dommages. Les montants inférieurs à 100.000 FS ne sont pas versés, ce qui montre que la fédération ne subventionne que les grands projets. Les projets sont soumis par les administrations cantonales compétentes à l'Office fédéral de l'économie des eaux qui, en coopération avec d'autres services fédéraux, examine l'opportunité et la conformité de ces projets à la loi avant de garantir le versement de la subvention. La procédure varie dans les 26 cantons, depuis la réalisation presque complète de tous les projets de génie hydraulique par le service technique cantonal jusqu'à la délégation complète aux communes.

A l'opposé de différents Etats riverains, il existe en Suisse une assurance contre les dommages liés aux

phénomènes naturels qui englobe les dommages dus aux inondations. Dans la plupart des cantons, la compagnie d'assurance monopoliste assure obligatoirement les bâtiments contre les dommages liés aux phénomènes naturels ainsi que contre les incendies. Les particuliers peuvent également conclure auprès des compagnies privées une assurance pour protéger leurs biens mobiliers des dommages dus aux inondations; en général, les particuliers font usage de cette possibilité. Les compagnies d'assurance sont convenues de la mise en place d'un pool permettant de couvrir les dommages importants.

2.3.2 FRANCE

Avant d'évoquer le rôle de l'Etat, il convient de rappeler que la responsabilité de la prévention des risques naturels est une responsabilité partagée.

Les riverains, particuliers et entreprises ont le devoir de s'informer des risques encourus et doivent, le cas échéant, réaliser des aménagements destinés à assurer leur sécurité et la protection de leurs biens en veillant à ne pas aggraver les risques pour autrui.

Le maire a la responsabilité de veiller à la sécurité de ses administrés face à la menace des risques naturels.

L'Etat élabore les règles générales en matière de prévision et apporte son concours aux maires lorsque les moyens des communes sont insuffisants. Le Ministère de l'Intérieur est en charge de la réglementation des plans de secours et coordonne les dispositifs d'indemnisation. Le Ministère de l'Equipement intervient dans la définition des règles de l'urbanisme. Enfin, le Ministère de l'Environnement coordonne les politiques nationales de prévention des risques naturels et industriels et plus particulièrement de la prévention des inondations depuis 1979.

En France, la réglementation des aménagements en zones inondables relève d'une préoccupation ancienne. Les Plans de Surfaces Submersibles (PSS) créés en 1935 avaient pour objet d'assurer le libre écoulement des eaux et la préservation des champs d'inondation des plus grands cours d'eau français. A partir de 1982, les Plans d'Exposition aux Risques (PER) constituaient un nouvel outil complémentaire permettant d'afficher le risque en délimitant les zones selon leur vulnérabilité. Les documents ainsi établis constituaient une servitude

d'utilité publique s'appliquant à la fois aux constructions et installations existantes et futures. L'article R 111-3 du Code de l'Urbanisme visait à la protection des biens et des personnes en soumettant à des conditions spéciales des constructions sur des terrains exposés au risque d'inondation, ne visant que les constructions futures.

■ Base légale actuelle

• Les objectifs à atteindre

Les crues survenues au cours de l'hiver 1993-1994 ont conduit le Gouvernement Français à redéfinir les objectifs en matière de prévention des risques d'inondation. Ces objectifs, fixés dans la circulaire du 24 janvier 1994, sont les suivants:

- interdire les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses et les limiter dans les autres zones inondables
- préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues
- sauvegarder l'équilibre des milieux dépendant des petites crues et la qualité des paysages souvent remarquables

• Les moyens mis en oeuvre: le PPR

La prise en compte du risque inondation en France vient de connaître un profond changement avec la parution du décret du 5 octobre 1995 relatif au **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR)** créé par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 sur le renforcement de la protection de l'environnement.

En effet, le PPR, qui a été créé pour simplifier, clarifier et améliorer l'efficacité du dispositif de prise en compte des risques naturels, est désormais l'unique outil applicable en la matière, qui remplace les anciens documents de prévention.

Le cadre juridique du PPR est souple et adaptable à toutes les situations. En effet, les textes le régissant laissent une très grande liberté aux services de l'Etat en charge d'instruire le projet quant au contenu précis du document qui sera défini selon les enjeux. Le décret du 5 octobre 1995 relatif au contenu et à la procédure d'élaboration des PPR se limite à indiquer les documents obligatoires du PPR (une note de présentation, un ou plusieurs documents graphiques et un règlement) et à définir un champ de réglementation possible très large.

Il est possible de réglementer tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle, y compris dans des zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où les occupations et utilisations des sols pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

Il est possible d'interdire ou d'autoriser sous conditions toutes les occupations et utilisations des sols.

Le PPR peut définir des mesures de prévention pour l'existant, qui peuvent être rendues obligatoires dans un délai de 5 ans et même moins en cas d'urgence. A défaut de mise en conformité dans le délai prescrit, le Préfet peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur. Toutefois, la charge financière des travaux imposés au titre de ces mesures de prévention ne peut dépasser 10 % de la valeur vénale ou estimée des biens à la date d'approbation du PPR.

Le Préfet a également la possibilité, après consultation des maires concernés, de rendre opposables par anticipation certaines dispositions d'un projet de PPR si l'urgence le justifie. La durée d'application anticipée est cependant limitée à 3 ans, le PPR devant être approuvé dans ce délai.

La procédure est entièrement décentralisée au niveau du Préfet. C'est le Préfet qui prescrit l'établissement d'un PPR en fixant le périmètre mis à l'étude, la nature des risques pris en compte et le service de l'Etat chargé d'instruire le projet. Ce projet, une fois étudié et arrêté, est mis à l'enquête publique et soumis à l'avis des Conseils Municipaux des communes concernées, éventuellement de la Chambre d'Agriculture et du Centre Régional de la Propriété Foncière. A l'issue de l'enquête publique et des consultations précitées, le PPR, éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis, est approuvé par arrêté préfectoral.

Le PPR approuvé a valeur de servitude d'utilité publique, c'est-à-dire qu'il s'impose à tout tiers et que ses dispositions doivent être prises en compte dans les documents d'urbanisme. Le non-respect des dispositions du PPR peut priver l'intéressé du bénéfice de l'assurance relative à l'indemnisation des catastrophes naturelles. Par ailleurs, les prescriptions du PPR sont inscrites comme règles de

construction dans le Code de la Construction pour mieux responsabiliser les maîtres d'oeuvre et les constructeurs.

• Autres mesures

La loi du 2 février 1995 a également prévu pour l'Etat une possibilité d'expropriation en ce qui concerne les biens exposés à un risque de crue torrentielle menaçant gravement des vies humaines sous réserve que les moyens de sauvegarde et de protection des populations s'avèrent plus coûteux que les indemnités d'expropriation.

Des prescriptions préventives portant sur l'information, l'alerte et l'évacuation sont fixées par le décret n° 94-614 du 13 juillet 1994 qui prévoit que pour chaque camping situé dans une zone à risques, des prescriptions préventives portant sur l'information, l'alerte et l'évacuation soient fixées.

L'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles est toujours basée sur la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982.

L'assurance dommage prévoit qu'en cas de catastrophe naturelle, tout propriétaire (personne physique ou morale autre que l'Etat) en France, qui a souscrit une assurance "dommages" pour ses biens meubles ou immeubles, sera indemnisé par sa société d'assurance pour les dommages qu'il a subis à condition que l'état de catastrophe naturelle soit constaté par arrêté interministériel sur proposition du Préfet du département adressé au Ministre de l'Intérieur, le financement de cette mesure étant assuré par une cotisation additionnelle au titre des catastrophes naturelles appliquée à tous les contrats "dommages".

2.3.3 ALLEMAGNE

2.3.3.1 Compétences

En Allemagne, le Rhin est déclaré voie navigable fédérale depuis la frontière germano-suisse à Bâle jusqu'à la frontière germano-néerlandaise. Conformément aux §§ 7, 8 et 12 de la loi sur les voies navigables fédérales (WaStrG), la Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (services fédéraux de la gestion des eaux et de la navigation) est responsable de l'entretien des voies navigables fédérales, du maintien des conditions requises pour l'écoulement des eaux, de la gestion des installations publiques de la navigation, ainsi que de l'aménagement et de la mise en place de voies

navigables fédérales. L'administration des autres tâches de gestion des eaux, tels que la protection des eaux contre la pollution, les prélèvements, détournements et rejets d'eaux, le drainage et la protection contre les inondations, relève de l'autorité des Länder. La fondement légal commun s'appliquant à l'ensemble de la République fédérale d'Allemagne est la loi sur le régime des eaux. Dans le cadre de cette loi, les Länder fédéraux ont promulgué leurs propres lois sur les eaux pour régler les questions plus locales.

Les Länder, circonscriptions cantonales, villes à administration autonome et communes sont responsables de l'entretien et de l'aménagement de tous les autres cours d'eau, subdivisés selon les Länder en cours d'eau de première, deuxième et troisième catégories. Dans quelques Länder, cette responsabilité peut être attribuée à des tiers (p.ex. les syndicats mixtes ou autres associations). L'entretien des plans d'eau ou des cours d'eau artificiels incombe en général aux propriétaires respectifs.

En vertu de la constitution allemande, Les Gouvernements des Länder ont compétence en matière de protection contre les inondations, le long des voies navigables fédérales également. Ces compétences sont réglées dans les différentes lois des Länder sur les eaux. En vertu de ces lois, les digues et murs de protection contre les inondations sont aménagés, entretenus et restaurés, dans la mesure où l'intérêt général le commande.

Au-delà des dispositions légales générales, la protection contre les inondations sur le Rhin supérieur fait l'objet de la réglementation spéciale suivante:

L'article 7, paragraphe 1 de la convention conclue le 6.12.1982 entre la République fédérale d'Allemagne et la République Française stipule entre autres que:

"En application des dispositions de l'article 9, paragraphe 1 de la Convention du 4 juillet 1969, les Parties contractantes conviennent de prendre les mesures qui, sur la base du Rapport final de la Commission d'Etude des Crues du Rhin, sont nécessaires pour rétablir à l'aval de la chute d'Iffezheim le niveau de protection contre les crues du Rhin qui existait avant l'aménagement du cours supérieur du Rhin."

L'engagement contractuel de restauration du niveau de protection contre les crues existant avant

l'aménagement des barrages sur le cours supérieur du Rhin, que la Commission d'Etude des Crues du Rhin a estimé correspondre à une protection contre une crue d'une récurrence de 200 ans pour le tronçon du Rhin allant d'Iffezheim à Worms, et qui ne fait donc référence qu'à ce tronçon, a ensuite été transféré aux Länder de Bade-Wurtemberg, Hesse et Rhénanie-Palatinat au travers d'autres conventions passées entre la Fédération et ces Länder. La Fédération contribue financièrement aux dépenses nécessaires.

2.3.3.2 Procédure administrative

En vertu du § 31 de la loi sur le régime des eaux, les mesures de protection contre les inondations sont des projets devant être soumis à une procédure de déclaration d'utilité publique ("mise en place, démolition d'ouvrages et transformation fondamentale d'un cours d'eau ou de ses rives ainsi que construction de digues"). En outre, le § 3 de la loi sur l'étude d'impact sur l'environnement prescrit l'exécution d'une étude d'impact dans le cadre de la procédure administrative.

■ Planification en matière d'aménagement du territoire

L'aménagement du territoire et du paysage relève de la compétence des Länder. La loi fédérale sur l'aménagement du territoire ne fixe que les principes fondamentaux à respecter dans ce cadre. Les dispositions concrètes de protection préventive contre les inondations figurent donc principalement dans la législation des Länder. Au sein de quelques lois des Länder sur l'aménagement du territoire, des chapitres spéciaux font état de la protection contre les inondations en faisant référence notamment:

- à la nécessité de préserver des espaces de rétention des crues ainsi qu'
- à la conservation et la récupération des surfaces d'expansion naturelle des crues.

Par ailleurs, plusieurs plans de développement et programmes d'aménagement du territoire prescrivent dans les Länder les objectifs impératifs de protection contre les inondations.

■ Procédure d'aménagement du territoire

Dans le cas de projets ayant un impact significatif sur l'occupation des sols, il est nécessaire d'engager tout d'abord une procédure d'aménagement du territoire (ROV) (exception: une telle procédure

n'est pas prévue dans le Land de Rhénanie-du-Nord-Westphalie). Une ROV a pour but et fonction de vérifier et d'évaluer si, et à quelles conditions, un projet est en conformité avec les objectifs, principes et autres dispositions de l'aménagement du territoire et du paysage et comment il peut être ajusté aux plans et aux mesures d'aménagement pertinents. Le résultat de la ROV est consigné dans une note correspondante. La procédure ayant pour but de ne faire ressortir que la solution la plus avantageuse en matière d'aménagement du territoire, la ROV permet de sélectionner une option parmi les différentes possibilités envisagées pour un espace donné et de préparer une déclaration d'utilité publique dans laquelle un tel choix entre plusieurs options n'est pas possible.

■ Procédure de déclaration d'utilité publique

A la procédure d'aménagement du territoire fait suite la procédure de déclaration d'utilité publique. Celle-ci permet de constater si le projet, y compris les mesures consécutives devant être appliquées à d'autres installations, est recevable eu égard à tous les intérêts publics que ce projet concerne. La déclaration d'utilité publique rassemble toutes les autorisations, permis publics et autres dispositions de ce type requises pour le projet en question, de sorte qu'aucun acte administratif n'est nécessaire en dehors de cette déclaration.

La décision de déclaration d'utilité publique s'applique également à la nature et à l'étendue de l'aménagement ainsi qu'à son impact sur l'environnement (voir plus loin) et à toutes les autres réglementations essentielles ayant trait au projet même. Elle fixe donc le cadre du projet global et peut contenir, en plus de clauses préférentielles, des dispositions annexes astreignantes pour l'entrepreneur de l'aménagement et avantageuses pour les tiers touchés. Le service chargé de la procédure de déclaration d'utilité publique dispose donc d'un pouvoir discrétionnaire étendu sur l'autorisation et la conception du projet. C'est pourquoi on ne peut faire valoir un droit à la délivrance d'une décision de déclaration d'utilité publique. L'unique voie de recours contre une décision d'utilité publique est une action en justice.

■ Etude d'impact sur l'environnement

La loi relative à l'étude d'impact sur l'environnement a introduit les règles minimales d'une étude d'impact plurisectorielle pour des projets précis et, dans la plupart des cas, de grande ampleur. Les

biens à protéger aux termes de la loi relative à l'étude d'impact sont les humains, les animaux et les plantes, le sol, l'eau, l'air et le climat, le paysage, les biens culturels et autres biens matériels, y compris les interférences entre ces différents éléments. L'étude d'impact sur l'environnement est réalisée pour certains projets et est considérée comme un volet subordonné à la procédure administrative (voir plus haut); elle est associée au processus de décision sur la recevabilité des projets. Une étude d'impact sur l'environnement est, entre autres, requise en cas de "mise en place, démolition d'ouvrages et transformation fondamentale d'un cours d'eau ou de ses rives ainsi que construction de digues lorsqu'une déclaration d'utilité publique est requise en vertu du § 31 de la loi sur le régime des eaux". L'étude d'impact sur l'environnement est publique.

Le responsable d'un projet est tenu de soumettre le dossier (description du projet, effets éventuels, mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement) auprès des autorités compétentes. Sur la base du dossier remis, des avis administratifs et des observations recueillies auprès de l'opinion publique, les autorités compétentes élaborent un résumé sur les effets que le projet est susceptible d'avoir sur les biens à protéger susmentionnés et évalue sur cette base l'impact global du projet sur l'environnement.

■ Désignation de zones inondables

Un instrument légal visant à préserver les zones inondables est fourni par le § 32 de la loi sur le régime des eaux (WHG). En vertu de ce paragraphe, les Länder sont tenus de fixer les zones inondables et d'arrêter les dispositions de protection contre les risques imputables aux inondations, pour autant que ceci soit jugé nécessaire, pour

1. conserver ou améliorer les structures écologiques des cours d'eau et de leurs surfaces inondables,
2. empêcher les interventions susceptibles d'aggraver l'érosion
3. conserver ou reconquérir des surfaces naturelles de rétention ou
3. régulariser le régime des crues.

Après détermination technique et scientifique du tracé des zones inondables, celui-ci est reporté cartographiquement sous forme de parcelle dans le cadastre correspondant et soumis à examen avec les pièces du dossier élaborées dans le cadre de la procédure de déclaration d'utilité publique. Après

levée de réserves éventuelles, les zones sont déclarées zones inondables par le biais d'une ordonnance.

Le but de la désignation de zones inondables est de conserver ces zones pour permettre aux crues de s'y écouler librement. En conséquence, les constructions, les remblais sont, entre autres, interdits dans ces zones ou soumis à autorisation des autorités de gestion des eaux. Le stockage de substances et l'extraction de parties du sol peuvent également faire l'objet d'autorisations. En outre, les autorités peuvent prescrire que certains obstacles soient éliminés ou que les usages des parcelles soient modifiés.

2.3.3 Assurances contre les inondations

Une assurance des bâtiments contre les dommages dus aux phénomènes naturels, qui existait au Bade-Wurtemberg depuis 1960 sous 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 certes de suivre la voie d'un monopole d'assurance contre les dommages dus aux phénomènes naturels; un système d'assurance obligatoire contre les dommages dus aux inondations n'en reste pas moins concevable.

En Allemagne, les compagnies privées d'assurance proposent depuis 1991 une assurance sur les dommages dus aux phénomènes naturels qui inclut 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.

2.3.4 LUXEMBOURG

Au Grand-Duché de Luxembourg, plusieurs ministères et administrations ont dans leurs compétences les cours d'eau.

Le ministère de l'Environnement s'occupe notamment de la qualité des eaux et de la protection de la nature, le ministère des Transports gère le transport fluvial, le ministère de l'Intérieur contrôle les communes riveraines, le ministère de l'Energie s'occupe des centrales hydroélectriques, etc. Mais deux administrations sont plus concer-

nées: l'administration des Ponts et Chaussées et l'administration des Services Techniques de l'Agriculture, qui ont dans leurs compétences l'entretien des cours d'eau et la police de ceux-ci.

L'administration des Ponts et Chaussées a dans ses attributions les cours d'eau navigables et flottables et l'administration des Services Techniques de l'Agriculture les cours d'eau non navigables ni flottables. Ces deux administrations établissent les permissions relatives aux travaux ou ouvrages aux environs ou sur les cours d'eau. Ce sont elles qui émettent les permissions pour tous travaux ou ouvrages en relation avec les cours d'eau mêmes.

D'après la jurisprudence, un flou juridique existe quant à la définition du cours d'eau même. Des textes de loi nouveaux, définissant exactement l'étendue des champs d'action sur les cours d'eau ont été déposés en 1994 à la Chambre des Députés et sont actuellement examinés par les différentes instances. Après les inondations de 1993, le ministre de l'Aménagement du Territoire a été chargé en janvier 1994 par le Gouvernement en Conseil de coordonner tout ce qui concerne le problème des inondations.

Un groupe de travail composé de fonctionnaires de chaque ministère concerné a été constitué pour s'occuper des problèmes d'inondation. Le premier souci de ce groupe de travail a été d'interdire toute construction supplémentaire dans les zones de rétention naturelles. Ce groupe s'est appuyé sur une loi de l'aménagement du territoire pour définir des plans sectoriels où toute construction et tout travail entravant la libre circulation des eaux sera défendu dans les quatre années à venir. Ce gel des terrains permettra aux maires des communes de retirer ces terrains inondables de leurs plans d'aménagement communaux. La tâche du ministère de l'Intérieur sera de veiller en commun avec le groupe de travail à l'application de ces dispositions. Dans un proche avenir, par une révision de la loi du 20 mars 1974 concernant l'aménagement général du territoire, le groupe de travail (inondations et zones de rétention) aura une base légale avec des compétences et des missions nouvelles qui toutefois restent à définir.

2.3.5 PAYS-BAS

2.3.5.1 Organisation

Les tâches liées à la protection contre les inondations ont été attribuées autant que possible aux autorités régionales. Ceci signifie que ne sont réglés au niveau national que les normes de sécurité pour les zones protégées par des digues circulaires et les niveaux de crue déterminants qui y sont liés. C'est sur la base de ces niveaux d'eau que sont fixées les hauteurs des digues de protection. Les tâches de grande ampleur sont exécutées par les autorités nationales lorsqu'elles ne peuvent être soutenues (financièrement) par les pouvoirs régionaux, par exemple la préservation de la ligne côtière.

Les autres tâches sont accomplies par les provinces et les coopératives de gestion des eaux. Ces dernières élaborent les plans d'amélioration, y compris celui de l'étude d'impact sur l'environnement. Les provinces ont pouvoir de délivrer les autorisations et disposent des moyens financiers requis pour réaliser les travaux correspondants. En outre, les provinces sont les instances responsables de la coordination dans la mise en oeuvre de décisions émises par d'autres services pour améliorer les digues, p.ex. dans le cadre de l'aménagement du territoire, de la loi sur les fleuves, des permis de construire.

Les coopératives de gestion des eaux sont chargées de gérer et d'entretenir les digues. Les coûts qui en résultent sont couverts par le biais de taxes prélevées auprès des habitants et des propriétaires fonciers dans la zone des digues circulaires. Tous les 5 ans, la coopérative de gestion des eaux fait rapport à la province de l'application de la norme de sécurité de ses digues. Les provinces font rapport tous les 5 ans au Minister van Verkeer en Waterstaat (ministre des Transports) de l'état des digues circulaires sur leur territoire. Le ministre informe enfin le Parlement sur la base de ces rapports.

Un grand nombre de lois et de décisions interfèrent dans la réglementation légale des problèmes liés aux inondations. Il convient de faire ici la distinction entre les interventions immédiates en situation d'inondation et l'harmonisation des lois et des dispositions dans la mise en oeuvre des mesures visant à éviter les inondations. Dans ce dernier cas notamment, une harmonisation des lois apparaît nécessaire. A cette fin, on peut appliquer l'instrument "NIMBY" (Not In My Backyard) en renforçant cependant son efficacité.

2.3.5.2 Loi sur les deltas des grands fleuves

Cette loi a été élaborée et adoptée juste après les inondations de 1995. Elle prescrit des mesures d'urgence visant à renforcer en premier lieu les digues les plus faibles (digue accusant une probabilité de rupture de 1/100ème par an ou plus). Les digues concernées, environ 150 km le long des bras du Rhin, doivent être consolidées au plus tard en 1996 pour satisfaire ensuite à la norme de probabilité de 1/1250ème. Pour les autres tronçons de digues, il suffit de respecter les procédures légales usuelles (voir également à ce propos la loi sur les ouvrages de protection contre les eaux).

La loi abroge des prescriptions se référant à d'autres lois. Il n'est pas nécessaire d'avoir recours aux procédures d'expropriation, de protection de l'environnement et d'aménagement du territoire. Les intérêts en présence doivent néanmoins s'équilibrer. Il convient de se baser sur les recommandations émises par la Commission "Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen". Les services publics des eaux établissent les plans en étroite coopération avec les instances concernées. Les "Deputierstaaten" des provinces fixent le plan. Une objection ne peut être soumise qu'une seule fois au "Raad van State", le Conseil d'Etat néerlandais.

2.3.5.3 Loi sur les ouvrages de protection contre les eaux

La loi a été adoptée le 15.1.1996. Pour ce qui est du fleuve, la loi inclut des dispositions de renforcement et d'entretien des ouvrages de protection contre les eaux. Ont été fixées en particulier des mesures prescrivant d'achever d'ici l'an 2000 au plus tard les travaux de renforcement des digues restant à exécuter après 1996. Les prescriptions des autres lois restent certes en vigueur; il est cependant possible d'accélérer les procédures en engageant parallèlement les procédures de recours et d'expropriation et la déclaration d'utilité publique par les "Deputierstaaten" avec octroi de pouvoirs étendus dans le cadre du processus de planification et ne prévoyant qu'une seule instance de recours et des échéances à court terme pour le recours et l'expropriation. Il convient ici de se baser sur les recommandations de la Commission "Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen". La déclaration d'utilité publique dure environ 15 mois; les échéances fixées pour les procédures de recours et d'expropriation ne doivent pas dépasser 14 mois.

2.3.5.4 Directive administrative "Espace pour le fleuve"

La directive administrative s'applique à toutes les nouvelles activités (y compris lorsque des activités déjà existantes sont modifiées) dans le lit majeur des grands fleuves.

La directive concerne le Rhin et la Meuse (y compris la partie non endiguée) et les grands affluents à l'exception de quelques anciens bras de mer et les cours d'eau soumis aux marées dans le cours aval (voir case).

Loi sur l'aménagement du territoire

Face à une situation catastrophique en cas de crues extrêmes, on peut appliquer l'article 66 de la WRO (loi sur l'aménagement du territoire) qui permet, par le biais d'un règlement d'urgence, d'annuler l'ensemble des procédures de planification. Il n'a pas été fait recours à cette possibilité lors des deux crues de 1993 et 1995. Etant donné que les plans d'aménagement du territoire ne sont pas requis, il est possible d'exécuter rapidement les procédures de planification nécessaires pour accroître la sécurité. C'est pourquoi le Gouvernement néerlandais a adopté la loi sur les deltas des grands fleuves.

Les procédures normales prévues dans la WRO (procédure d'autorisation et procédure de prolongation des autorisations) permettent d'éviter les situations qui entraîneraient de nouveaux dommages. L'examen fait sur la base des aspects de sécurité (Commission "Toetsing Uitgangspunten Rivierdijkversterkingen") constitue le cadre de l'autorisation de nouveaux plans.

Une étude d'impact sur l'environnement est prescrite pour tous les tronçons de digues devant être consolidés. Ces lois ordonnant une étude d'impact sur l'environnement ne sont levées que pour les tronçons de digues dont la consolidation doit être accélérée dans le cadre de la loi sur les deltas des grands fleuves.

Loi fluviale

La "Rivierenwet" (loi fluviale) interdit d'exercer sans autorisation des activités contraires aux intérêts du fleuve. Il s'agit ici en premier lieu de la protection contre les inondations; les niveaux d'échelle décisifs pour un débit déterminant de 15.000 m³/s ne doivent pas être dépassés et la répartition du débit entre le Waal, le Nederrijn et l'IJssel ne doit pas être modifiée. En principe, toute augmentation du niveau de l'échelle doit être compensée par des mesures susceptibles de faire baisser ce niveau d'échelle. Il doit également être tenu compte des intérêts liés aux activités nautiques et à la protection de l'environnement.

2.3.5.5 Assurance contre les inondations

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 prépare une loi de règlement des dommages résultant de catastrophes naturelles (entre autres les 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).

Toute personne qui s'expose sciemment à des risques en construisant dans les surfaces en avant des digues accusant un niveau de sécurité inférieur à 1:1250 par an ne peut faire valoir de droit à indemnité auprès des administrations publiques lorsque ces risques deviennent réalité. Sur la base de cette directive administrative, un niveau de sécurité inférieur à 1:1250 par an pour de nouvelles zones à bâtir n'est acceptable que si le règlement des dommages liés aux inondations a été convenu au préalable sans aucun droit de recours vis-à-vis des administrations publiques.

Directive administrative "Espace pour le fleuve"

1. Ligne directrice:

Toute nouvelle intervention qui aurait pour conséquence

- d'augmenter le niveau des eaux dans la situation actuelle et/ou
- de limiter concrètement une future hausse de la capacité d'écoulement et/ou
- des dommages potentiels en cas de crue

est en principe interdite dans le lit majeur des grands fleuves.

2. Impact

Pour les nouvelles activités pouvant avoir un des effets susmentionnés, il convient de faire la différence entre les interventions indissolubles du lit majeur du fleuve (**oui, si**) et les autres activités (**non, à moins que**).

"Oui, si":

Nouvelles **activités liées au fleuve**, en relation avec la situation locale dans le lit majeur, sont (dans un cadre limité) les suivantes:

- ouvrages de génie hydraulique (ponts, écluses, digues, chantiers navals pour bateaux supérieurs à 25 m, etc.)
- besoins de la navigation professionnelle (améliorations des voies navigables)
- besoins de sécurité de la navigation professionnelle et de la navigation de plaisance
- entreprises de débordement lorsque leur activité est liée au transport sur les principales voies de navigation
- développement de la nature dans les zones en avant des digues.

Ces activités **ne sont permises que si** les conditions mentionnées sont remplies.

"Non, à moins que":

Pour les autres nouvelles activités, on retient que ces interventions sont **en principe interdites, à moins que** des études n'aient montré

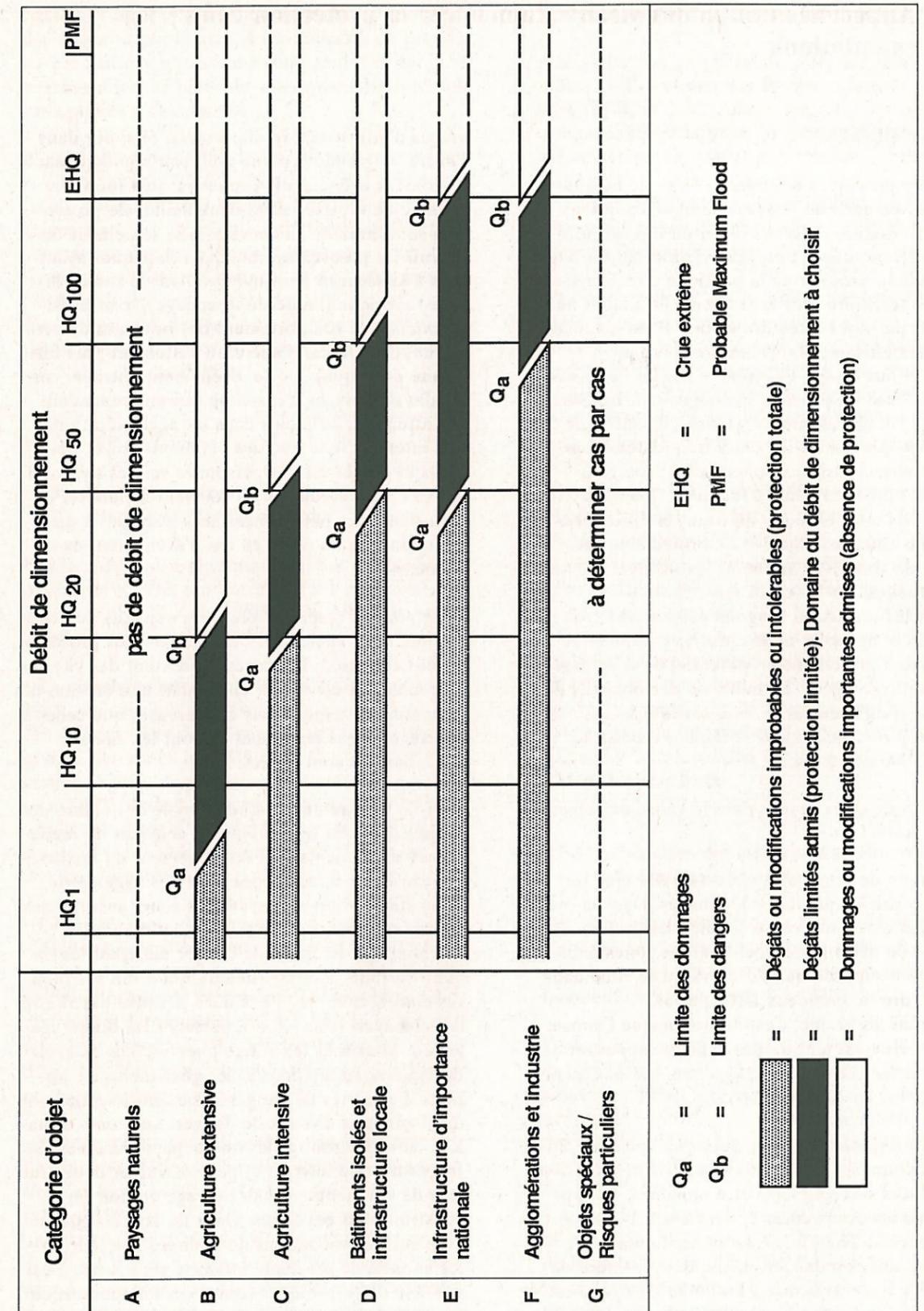
- qu'un **intérêt social important** est en jeu
- que cette activité ne peut pas être réalisée **en dehors du lit majeur** et
- que cette activité, réalisée en cet endroit, ne **représente pas de restriction réelle** pour une future augmentation de la **capacité d'écoulement**.

Les nouvelles activités qui sont encore possibles après cet examen sont soumises aux conditions suivantes:

3. Conditions:

Les nouvelles interventions dans le lit majeur ne sont possibles que si les conditions suivantes peuvent être respectées:

- **compensation à long terme** des effets susceptibles de faire augmenter le niveau des eaux et
- un niveau de sécurité de **1:1250** par an.



Annexe 10: exemple suisse visant à différencier les différents objectifs de protection contre les inondations

3. Approches nationales visant à améliorer la protection contre les inondations

3.1 SUISSE

Les bases juridiques requièrent un génie hydraulique respectueux de l'environnement, ce qui implique de donner au cours d'eau un espace suffisant et de garantir cet espace en procédant à une coopération étroite avec la politique d'aménagement du territoire. Les instruments juridiques ne suffisent pas pour atteindre ce but. Il est actuellement plus efficace, pour aller droit au but, d'adapter aux usages existants le niveau de protection à la base du projet d'aménagement. Les surfaces dont l'usage est moins intensif ne sont donc protégées que contre les crues fréquentes, alors que les surfaces très exploitées sont protégées contre les crues survenant rarement. L'annexe 10 fait état d'un tel exemple illustrant la différenciation faite entre les objectifs de protection. Ceci permet de conserver au moins les surfaces inondables actuelles, car les crues rares continuent à inonder les surfaces à usage moins intensif et donc les surfaces agricoles moins protégées, alors que les surfaces présentant un potentiel de dommage élevé sont protégées. La méthode des objectifs de protection différenciés se base sur le principe: *"Retenir là où c'est possible et laisser s'écouler les eaux là où c'est nécessaire"*.

On distingue deux limites dans le cadre des objectifs de protection:

- la limite de dommage, c'est-à-dire la crue qui déclenche les premiers dommages. Dans la protection classique contre les inondations, on parle de débit théorique. Pour les zones habitées, on suppose que l'occurrence se situe dans un ordre de grandeur 1/100 par an.
- la limite de risque, c'est-à-dire lorsque l'impact de la crue est tel que des bâtiments peuvent s'effondrer et que la vie des hommes et des animaux est en danger.

De toute évidence, les populations peuvent accepter des dommages matériels assez fréquents. Selon les surfaces susceptibles d'être inondées, on suppose que les occurrences varient entre 1/20 et 1/100 par an. Toutefois, aucune vie humaine ne doit être mise en danger, même dans le cadre de ces événements très rares. La limite de risque est donc nettement plus élevée que la limite de dommage et peut, pour des agglomérations ou des ou-

vrages d'infrastructure importants, se situer dans l'ordre de grandeur d'une crue extrême dépassant de loin les événements connus jusqu'à présent. Afin de déterminer si les deux limites de protection sont atteintes, il convient non seulement de fournir les preuves hydrauliques classiques ayant trait à la sécurité des ouvrages dans le cas de la crue théorique (limite de dommage), mais aussi d'examiner le comportement des ouvrages de protection dans le cas d'une crue nettement plus forte (limite de risque). Un tel événement entraîne certes des dommages; ceux-ci ne doivent cependant pas atteindre, au moins dans les agglomérations, une intensité telle que des bâtiments soient détruits et que la vie des personnes venues s'y protéger soit mise en danger. Il convient d'élaborer un plan d'urgence pour les surfaces soumises à un risque moyen ou élevé en cas d'événement extrême.

Pour pouvoir respecter ces deux objectifs de protection, il est nécessaire de distinguer les processus et leur évolution. Les crues présentant des vitesses d'écoulement élevées et entraînant une érosion des rives sont nettement plus dangereuses que celles qui augmentent lentement et dont les vitesses d'écoulement sont faibles.

Afin de réduire autant que possible le nombre des projets de génie hydraulique, il convient de recourir aux instruments de l'aménagement du territoire pour orienter le développement des agglomérations afin d'éviter si possible les zones susceptibles d'être inondées. Ceci implique tout d'abord l'élaboration de cartes de danger illustrant les risques existants. Cet instrument, qui a fait ses preuves depuis environ 20 ans dans le cadre des risques liés aux avalanches, doit à présent être utilisé également pour tous les autres phénomènes naturels et donc les inondations et les glissements de terrains. Les cartes de danger se basent essentiellement sur trois niveaux de danger. Les zones signalées en rouge sont celles où l'impact des crues est fréquent et/ou intensif et peut entraîner la destruction de bâtiments. Aucun ouvrage ne doit être construit dans ces zones. Dans les zones signalées en bleu, les inondations de moindre ampleur ou les impacts de moyenne intensité sont rares; il est possible de se protéger contre ces inondations en prenant des mesures de construction appropriées. En jaune enfin, on a les zones présentant peu de

risques et où il n'est pas indispensable de prendre des mesures; par contre, il est judicieux de prendre les précautions nécessaires consistant à éviter la concentration de biens de valeur dans les sous-sols susceptibles d'être inondés.

L'élaboration de cartes de danger se trouve dans la phase initiale. Le fait d'indiquer qu'il existe un risque potentiel suffit souvent à réduire les dommages matériels en procédant à quelques légères adaptations sur les bâtiments concernés. Par contre, la gestion des surfaces et de l'urbanisme par le biais des instruments de la politique d'aménagement du territoire est une tâche qui s'étendra sur des décennies, mais dont on espère que l'impact sera durable.

3.2 FRANCE

3.2.1 Initiatives récentes en matière de protection contre les inondations

Les inondations à répétition, qui ont affecté le pays depuis 1992, ont entraîné l'émergence d'un grand nombre de propositions, de prescriptions et d'actions pour améliorer la situation.

• **La circulaire interministérielle du 24 janvier 1994**, qui exprime les objectifs et les principes de l'Etat en matière de prévention des inondations et gestion des zones inondables. Il s'agit, dans les grandes lignes, de préserver la capacité d'écoulement et d'expansion des crues, contrôler l'urbanisation des zones à risques, limiter les endiguements et les remblaiements à la seule protection des lieux urbanisés.

• **Le programme pluriannuel de prévention des catastrophes et des risques naturels**, décidé en comité interministériel du 24 janvier 1994. Il prévoit notamment de remobiliser les propriétaires riverains et les pouvoirs publics dans la restauration des cours d'eau, d'améliorer le système d'annonce des crues, de moderniser la gestion des ouvrages locaux de protection.

• **Le rapport de la commission d'enquête de l'Assemblée Nationale sur les causes des inondations et les moyens d'y remédier**, présenté le 3 novembre 1994. Il préconise, entre autres mesures, une stratégie globale d'aménagement et de gestion des cours d'eau, l'aménagement de nouveaux types de zones d'expansion des crues, le renforcement du rôle des agences de l'eau, la constitution de syndicats mixtes (Etat-Département-Commune)

pour l'entretien et la gestion des digues.

• **L'institution, par la loi du 2 février 1995, des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR, cf. 2.3.2)**, étape importante dans la connaissance et la prise en compte du risque d'inondation. Les dispositions précises, relatives à l'élaboration de ces plans, font l'objet du décret du 5 octobre 1995 et d'un guide méthodologique établi par les services des ministères de l'Environnement et de l'Equipement.

• **Le plan d'action sur les zones humides**, "terrains habituellement inondés ou gorgés d'eau", dont le lancement a été décidé en Conseil des Ministres du 22 mars 1995. Comportant un pôle observatoire et un pôle recherche, ce plan d'action doit notamment contribuer à mieux connaître différents aspects utiles aux décideurs et aux gestionnaires.

• **La circulaire du 24 avril 1996** relative aux dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zones inondables. Elle définit un ensemble de mesures à autoriser, prescrire, interdire, selon le niveau de l'aléa. Ainsi, à titre d'exemple: la reconstruction est à interdire dans les zones d'aléas les plus forts si la destruction est due à une crue torrentielle; le déplacement ou la reconstruction des clôtures est à autoriser sous réserve de prendre en compte les impératifs de l'écoulement des crues; l'augmentation du nombre de logements par aménagement ou rénovation est interdit dans les zones d'aléas les plus forts.

3.2.2 Principes des mesures d'amélioration et de leur mise en oeuvre

Les problèmes techniques et humains doivent se résoudre par une approche par bassin, en tenant compte de chaque contexte particulier local, notamment au niveau de la faisabilité.

Devant la diversité hydrogéographique, la nature des problèmes posés et la multiplicité des acteurs concernés, l'Etat intervient sur plusieurs fronts, en favorisant la participation des partenaires locaux dans le choix des solutions. Les principes suivants sont ainsi mis en application:

• **Approche globale et intégrée des inondations**. La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 est l'un des moteurs de la globalisation des solutions apportées au niveau des bassins versants. Les dispositifs prévus au titre de cette loi - Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et Schéma

d'Aménagement de Gestion des Eaux (SAGE) - comportent un important volet inondation. Ainsi le SDAGE du bassin Rhin-Meuse, qui vient d'être adopté, préconise d'encourager la constitution de maîtres d'ouvrage à l'échelle du bassin, pour la mise en oeuvre des solutions appropriées.

- **Diffusion des connaissances sur les secteurs à risques.** Favorisée par l'atlas des zones inondables et par l'établissement des PPR, elle constitue un puissant facteur de régulation de l'intervention humaine dans les zones directement soumises aux inondations ou susceptibles d'être touchées.

L'effort de connaissance porte plus particulièrement sur l'analyse des types d'inondation rencontrés, sur le diagnostic de l'état de risque, sur la cartographie informative des inondations selon leur gravité et leur fréquence.

- **Amélioration de l'efficacité du dispositif réglementaire et renforcement des moyens d'application.** Le PPR, outil simplifié de prise en compte du risque d'inondation, a fusionné les procédures jusqu'alors utilisées en maîtrise de l'urbanisation dans les zones à risques (cf. 2.3.2). Son approbation est totalement déconcentrée au niveau du préfet, quelque soit le résultat des consultations entreprises. Ajoutons que le PPR est une servitude d'utilité publique et doit être annexé au Plan d'Occupation des Sols.

- **Recherche d'un consensus sur les mesures à prendre.** L'outil de concertation que constitue le PPR permet de clarifier les enjeux. En effet, une connaissance des risques largement partagée met en lumière la responsabilité des acteurs concernés et peut ainsi faire évoluer leur position. Cette concertation, dans le contexte des particularités géographiques et de la diversité des acteurs locaux, conduit à un risque "négocié", la fermeté de l'Etat ne faisant pas obstacle à l'échange des points de vue.

- **Mise en place d'un outil d'évaluation de la politique publique en matière d'aménagement et de gestion des zones humides.** Le rapport de l'instance d'évaluation, publié en janvier 1995, a notamment permis de mettre en relief l'importance économique des zones humides qui "écrètent les crues et régulent les débits des fleuves". La régression de ces zones étant actée, le rapport préconise, entre autres mesures de recadrage, une gestion intégrée et patrimoniale à l'échelle des bassins, l'ajustement des politiques agricoles et environnementales, la création d'un pôle de compétence scientifique et technique sur les zones humides.

Par ailleurs, l'Etat a décidé d'instituer une politique active de préservation et de restauration des zones naturelles d'expansion des crues, le principe étant celui du maintien durable des équilibres naturels. Ainsi le SDAGE Rhin-Meuse prescrit de ne pas empêcher l'expansion des petites crues qui jouent un rôle fondamental dans la dynamique de régénération des milieux. L'approche globale et intégrée, selon les dispositions de la loi sur l'eau, conduit finalement à diversifier les points de vue, à élargir le cadre des préoccupations, à prendre en compte l'écologie des zones inondables.

3.3 ALLEMAGNE

Les deux crues de décembre 1993 et janvier 1995 ont amené les responsables allemands à redéfinir plus rapidement leur stratégie, déjà en cours d'élaboration, eu égard aux problèmes de protection contre les inondations. Par le passé, de telles crues ont fréquemment incité les intéressés à demander que soient réalisées des mesures onéreuses de protection contre les inondations, p.ex. l'aménagement des cours d'eau, le rehaussement des digues et la construction de nouveaux bassins de rétention.

Au cours des dernières années par contre, on s'est de plus en plus accordé à reconnaître que les mesures techniques de protection contre les inondations ne suffisaient plus en soi et qu'il était nécessaire de s'orienter vers une prévention des crues et vers une gestion des eaux et des cours d'eau respectueuse de l'environnement.

Les crues sont à nouveau considérées comme des phénomènes naturels inévitables dont l'étendue est principalement fonction de l'intensité des précipitations et de la capacité des sols à retenir les eaux. Toutefois, ces crues sont de plus en plus soumises à l'influence des interventions humaines dans l'équilibre naturel et le régime hydrologique. Les crues naissent d'une combinaison de multiples raisons et facteurs dont les effets viennent se renforcer réciproquement. Pour cette raison, des activités doivent être engagées dans différents domaines pour que l'on puisse obtenir une prévention efficace liée à une protection efficace contre les inondations.

Pour l'Allemagne, il convient, outre les mesures concrètes sur la construction de nouveaux espaces de rétention et l'assainissement des digues de protection contre les hautes eaux, de mentionner les points suivants:

3.3.1 Lignes directrices du LAWA

Le Groupe de travail des Länder "Länderarbeitsgemeinschaft Wasser" (LAWA), au sein duquel sont représentés les 16 Länder fédéraux, a concentré ses travaux sur les problèmes liés aux inondations et élaboré des "lignes directrices pour une protection contre les inondations tournée vers l'avenir" en coopération avec le "Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz" (LABO), le "Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landespflege, Erholung" (LANA) et les ministères fédéraux concernés. Les ministres de l'Environnement des Länder ont approuvé ces lignes directrices lors de leur conférence tenue les 11 et 12.05.1995.

Il y est fondamentalement constaté que les crues, dues à des phénomènes météorologiques, ont une cause naturelle et font partie du régime hydrique. Il est également incontesté que les interventions de l'homme dans l'équilibre naturel et le régime hydrique ont entraîné une aggravation des crues. Dans ce contexte, les interventions les plus importantes sont celles qui ont un impact sur les propriétés naturelles d'absorption de l'eau que présentent la végétation, les sols, les surfaces et le réseau hydrographique. Ce sont p.ex. les surfaces imperméabilisées du fait de la construction de logements, des entreprises commerciales et industrielles, d'axes de circulation, la modification de l'agriculture à la suite du remembrement, la transformation de surfaces en herbe en terres labourées et l'aménagement des cours d'eau.

Toute mesure visant à promouvoir les fonctions naturelles de la rétention des eaux, à supprimer les surfaces imperméabilisées, à faire infiltrer les eaux, à favoriser une agriculture et sylviculture en fonction des sites et à renaturer les cours d'eau contribue à atténuer l'impact des interventions humaines sur les crues et à apaiser la situation engendrée par les crues. Ceci ne permet cependant pas d'atteindre le niveau de protection souhaité.

Pour atteindre des objectifs plus ambitieux de protection contre les inondations, il est indispensable, outre les mises en retrait de digues et autres mesures visant à augmenter le champ d'expansion naturel des crues, de poursuivre les mesures techniques de protection contre les inondations, c'est-à-dire de construire des digues, des murs, des bassins de rétention et des barrages-réservoirs. Les mesures techniques ne sont cependant efficaces que jusqu'à un objectif de protection prédéfini dit niveau de la crue théorique. Pour les crues qui vont au-delà de cet objectif de protection, les risques subsistent

dans leur totalité. En outre, les mesures techniques ne sont pas réalisables à court terme et sont très onéreuses.

Des mesures portant sur différents objets sont, elles, réalisables à court terme. Il est possible de réduire efficacement les dommages liés aux inondations en se rappelant les anciennes stratégies de prévention et en développant de nouvelles. La fiabilité de la prévision des crues est un élément essentiel de cette nouvelle prévention.

Réduire les dommages potentiels est un autre élément important de la prévention. Au cours des dernières décennies, les surfaces occupées par les lotissements, les entreprises commerciales et industrielles, les voies de circulation se sont étendues dans le champ d'expansion naturel des crues. Pendant les périodes sans fortes crues, les riverains ont augmenté le potentiel de dommage, soit parce qu'ils n'étaient plus conscients de vivre dans une zone susceptible d'être inondée, soit parce qu'ils souhaitaient l'oublier. Les stratégies de prévention appliquées à des époques antérieures sont tombées en désuétude.

Sur la base de ces résultats, le LAWA a établi dix principes directeurs qui débouchent sur des recommandations tant pour les responsables que pour les personnes concernées.

3.3.2 Initiatives prises au niveau fédéral

Au niveau de la fédération, il est prévu de préciser et d'élargir les dispositions légales relatives à la prévention des crues:

- La désignation de surfaces inondables a récemment été mieux ancrée dans la loi sur le régime des eaux. Ces zones doivent non seulement permettre aux eaux de s'écouler sans impact négatif mais englober aussi des surfaces de rétention. Par ailleurs, la préservation ou renaturation des cours d'eau doit prendre un caractère plus contraignant dans la législation. Il est envisagé d'encourager et de faciliter la réalisation de ces objectifs en prenant des mesures intégrées de protection de la nature et de la gestion des eaux, p.ex. en préservant les forêts alluviales. C'est ce que prévoit le projet d'amendement de la loi sur la protection de la nature, élaboré par les hauts fonctionnaires de l'Etat.
- Il est prévu d'introduire dans le projet de loi fédérale sur la protection des sols des réglemen-

tations visant à réduire les surfaces imperméabilisées et à supprimer de telles surfaces. Le propriétaire qui dispose de surfaces qui ne sont plus exploitées et dont la densité des constructions ou des surfaces imperméabilisées est en contradiction avec les dispositions de la législation sur les plans de construction, doit être tenu de rendre aux sols ses fonctions naturelles, dans la mesure où ceci est possible et raisonnable.

- Dans le domaine de la législation sur les plans de construction et sur la construction, on prépare actuellement des réglementations complémentaires sur la réduction des crues dans la loi sur l'aménagement du territoire en établissant des principes légaux types et les éléments à intégrer éventuellement dans les plans régionaux.

Le ministre fédéral de l'Aménagement du Territoire, de la Construction et de l'Urbanisme va publier à brève échéance un guide sur la planification et la construction dans les zones susceptibles d'être inondées et sur les constructions existantes soumises au risque d'inondation.

Il est également prévu d'intégrer des réglementations visant à limiter et à réduire les surfaces imperméabilisées dans le code de la construction.

- Les ministres de l'Aménagement du Territoire, réunis le 8.3.1995 et le 29.3.1996, ont pris deux décisions selon lesquelles la politique d'aménagement du territoire de la Fédération et celle des Länder pouvaient également contribuer à atteindre les différents objectifs d'une protection préventive contre les inondations en veillant, dans leurs programmes et plans à caractère contraignant, au niveau fédéral, des Länder, ou régional:

- à garantir que soient conservées et étendues les surfaces inondables, en empêchant les usages opposés à ces intérêts (interdiction de dégradation), et à s'efforcer de concilier ces intérêts avec d'autres objectifs techniques dans le cadre de leur fonction de coordination et de concertation
- à créer les conditions nécessaires pour reconquérir des espaces supplémentaires permettant l'écoulement et la rétention des crues en mettant en retrait les digues ou en supprimant des aménagements sur les cours d'eau (devoir d'amélioration)
- à maintenir si nécessaire les sites des barrages de vallée et des espaces de rétention

- à garantir les espaces libres et notamment à préserver et restaurer les forêts et autres surfaces quasi naturelles ayant un impact positif sur le régime des eaux
- à oeuvrer pour limiter le plus possible les occupations de surfaces pour les besoins d'urbanisme.

3.3.3 Initiatives prises au niveau des Länder

• Rétention naturelle des eaux

Les activités des Länder se concentrent notamment sur la rétention des eaux sur les surfaces, p.ex. en favorisant les plans et les constructions qui tiennent compte des aspects écologiques, en évitant ou en réduisant l'écoulement des eaux pluviales et en renforçant la rétention des eaux dans des cours d'eau et zones alluviales proches de l'état naturel. Certains Länder octroient même des subventions pour renaturer les cours d'eau, acquérir des bandes riveraines et établir des plans d'entretien des cours d'eau aux fins de renaturation des cours d'eau.

Le Land de Rhénanie-Palatinat a lancé une action appelée "Opération bleue", dans le cadre de laquelle il est prévu de préserver l'état quasi naturel ou de renaturer plus de 200 ruisseaux et rivières dans les cinq prochaines années. Actuellement, environ 100 projets de renaturation de cours d'eau sont en cours de planification ou de réalisation. Ces projets s'élèvent à 10 à 15 millions de DM par an. Au Bade-Wurtemberg, env. 100 km de cours d'eau ont été renaturés au cours des dernières années. Environ 15 millions de DM par an sont disponibles pour de tels projets. En Rhénanie-du-Nord-Westphalie aussi, plus de 280 ruisseaux et tronçons fluviaux ont été renaturés depuis le milieu des années 80, projets subventionnés par le Land à hauteur de plus de 130 millions de DM. Il existe par ailleurs pour les plus grands fleuves qui forment la structure de base d'un réseau de biotopes couvrant l'ensemble du Land, un programme relatif aux zones alluviales dans le cadre duquel il est prévu d'acquérir des espaces de rétention supplémentaires et de renaturer systématiquement les surfaces alluviales. En Hesse aussi, les cours d'eau sont renaturés dans le cadre du programme intitulé "Cours d'eau proches de l'état naturel".

Ces mesures sont accompagnées d'un programme d'entretien des cours d'eau qui prend plus en compte les intérêts de la nature et de l'environnement. Ces dispositions sont intégrées dans un nombre de plus en plus important de lois

sur les eaux édictées par les Länder. Ces dispositions prescrivent qu'il n'est plus nécessaire de retirer tout dépôt alluvionnaire ni de consolider toutes les rives qui s'effondrent et que, par contre, les abords des cours d'eau doivent être végétalisés. Ceci permet notamment de freiner l'écoulement des hautes eaux et de faire fonction de rétention. Dans certains Länder, il existe des associations de cours d'eau limitrophes qui permettent aux responsables de l'entretien des cours d'eau d'échanger leurs expériences.

Pour éviter et réduire l'écoulement des eaux pluviales à partir des terrains bâtis et des voies de circulation, il convient de vérifier les conditions-cadres fixées dans les dispositions légales des Länder, ceci dans le but d'assouplir l'obligation de raccordement et d'utilisation du tout-à-l'égout pour les eaux pluviales, obligation souvent appliquée de façon restrictive par les communes. Ceci permettrait de recourir plus fréquemment aux possibilités de faire infiltrer ou de retenir les eaux pluviales.

Les législations sur la construction ou la loi sur le régime des eaux des Länder de Bade-Wurtemberg, Rhénanie-Palatinat, Hesse et Rhénanie-du-Nord-Westphalie contiennent dès à présent des dispositions y relatives. Au Bade-Wurtemberg et en Rhénanie-Palatinat, les communes ont la possibilité d'intégrer dans leurs statuts des dispositions relatives à la collecte, l'utilisation ou l'infiltration des eaux pluviales ou encore de fixer des exigences pour la perméabilité des surfaces consolidées. En Rhénanie-Palatinat, la loi sur le régime des eaux prévoit que les personnes habilitées à gérer des biens fonciers sont tenues de veiller à ce que les eaux pluviales ne rejoignent pas les stations d'épuration publiques, dans la mesure où il est possible, dans une marge supportable, de récupérer ces eaux ou de les laisser s'infiltrer sur place. Pour les services publics responsables de l'élimination des eaux usées, l'obligation d'élimination ne s'applique pas dans ces cas. En règle générale, les directives visant à promouvoir l'élimination des eaux usées prévoient de ne plus subventionner que les efforts entrepris pour éliminer les eaux polluées. En Rhénanie-du-Nord-Westphalie également, la loi sur le régime des eaux fixe comme nouvel objectif celui de l'infiltration des eaux pluviales sur place.

• Surfaces inondables

Tous les Länder concentrent également leurs travaux sur la préservation et la garantie des surfaces

inondables naturelles encore disponibles. Chacune de ces surfaces doit être garantie dans le cadre d'un décret d'application, ce qui entraîne en partie de longs processus administratifs.

Les différents Länder travaillent en permanence à la désignation et garantie de ces surfaces. L'étendue des zones inondables déjà garanties légalement est présentée dans le chapitre 2.2.

Dans ce contexte, le Land de Hesse a élaboré un propre projet intitulé "Recensement des espaces naturels de rétention par bassin de précipitations", dans le cadre duquel il est prévu de dresser un cadastre des espaces de rétention et des documents relatifs à la désignation des surfaces inondables. Afin de préserver et d'améliorer les espaces de rétention naturels le long des cours d'eau, on procède à une renaturation de ces cours d'eau en veillant à une exploitation extensive de la plaine alluviale pour non seulement permettre au cours d'eau de déborder mais également de promouvoir la naissance de crues par le biais de petites mesures de génie hydraulique (semelle de radier, mise en place de voies transversales avec de petits passages, développement de la forêt alluviale, etc.).

3.4 LUXEMBOURG

Après les inondations de 1983 sur la Moselle, un groupe international (France, Allemagne, Luxembourg) a été institué. Sa tâche était de faire une meilleure prévision et annonce des crues ainsi qu'une analyse hydrologique des crues sur la Moselle et la Sarre. Des limnimètres supplémentaires furent installés sur le cours supérieur de la Moselle sur territoire français. Ces travaux étant finis, le groupe aura de nouvelles missions dans le cadre des Commissions Internationales pour la Protection de la Moselle et de la Sarre (CIPMS).

Au Grand-Duché de Luxembourg, il y a eu en janvier 1993 des inondations générales sur tous les cours d'eau. Comme les dernières inondations importantes dataient d'une trentaine d'années, les gens s'étaient installés dans des zones inondables naturelles sans conscience du danger. Les dégâts et la consternation en furent d'autant plus importants.

Pendant et tout de suite après les inondations, différentes administrations, ayant dans leur compétence les cours d'eau, ont fait un inventaire et des cartographies des zones d'inondation et de rétention naturelles. Dans le même temps, le ministère

de l'Intérieur (Protection civile) a décidé avec l'administration des Services Techniques de l'Agriculture et l'administration des Ponts et Chaussées de mettre sur pied un système d'alerte et de prévision fonctionnel. A cet effet, des stations limnimétriques et pluviométriques ont été installées à travers tout le pays. Les données de ces stations, ainsi que celles provenant des régions limitrophes de nos pays voisins sont connectées à un modèle mathématique pluie/débit qui nous permet maintenant de faire des prévisions des crues et d'alerter la population.

Fin 1993 et début 1995, deux autres inondations ayant environ la même envergure, ont affligé notre pays. Toute la population s'est ainsi rendue compte que ces phénomènes naturels pourraient se reproduire dorénavant plus ou moins régulièrement.

Début 1994, un groupe de travail institué par le ministère de l'Aménagement du Territoire, a décidé d'élaborer des plans sectoriels pour toutes les zones inondables et de rétention dans les communes les plus touchées par les inondations. Fin 1996, ces travaux ont été achevés pour les bassins versants les plus vulnérables. Les communes devraient, dans les quatre ans à venir, retirer ces zones inondables de leurs plans d'aménagement communaux.

Des travaux d'urgence locaux ont été exécutés, sous le contrôle de ce groupe de travail.

Ces travaux ne doivent changer en aucun cas, ni en amont, ni en aval du lieu d'action, les conditions d'écoulement des cours d'eau.

Au cours de l'année 1995, une étude globale a été entamée pour analyser le phénomène des inondations dans tout le bassin versant de la Sûre. Les résultats sont disponibles. Les conclusions de l'étude sur la base desquelles seront menées les actions luxembourgeoises, sont avant tout de sauvegarder les zones de rétention naturelles en essayant de les optimiser, de renaturer les parties supérieures des bassins versants, de créer des rétentions artificielles locales le plus près des zones à risques majeurs, de réduire les travaux locaux à un minimum et d'agir transcommunément. La devise selon laquelle on procédera est la suivante: "agir localement en pensant globalement".

En plus, toutes les actions seront soumises à une analyse coûts/efficacité avant d'être engagées. Les premiers grands projets nationaux commenceront

début 1997 et leur fin est à prévoir pour le début du troisième millénaire.

3.5 PAYS-BAS

3.5.1 Politique harmonisée

• Quatrième projet d'aménagement du territoire "Extra" (VINEX)

La VINEX définit une marche à suivre pour l'ensemble du territoire néerlandais. Une ligne de développement est élaborée pour chaque zone. Cette marche à suivre part de l'hydrosystème. Il a été fixé pour les grands fleuves une ligne de développement de couleur verte ou bleue. Lorsqu'un fleuve se voit attribuer une ligne verte, ceci signifie que les qualités écologiques ont une fonction directrice dans le cadre du développement du paysage, c'est-à-dire que la fonction écologique s'impose aux autres fonctions sous forme de restrictions sévères (à titre d'exemple, on veillera si possible à ne pas ériger de bâtiments ou autres constructions dans ces zones). Lorsqu'un fleuve se voit attribuer une ligne bleue, ceci signifie qu'une intégration des différentes fonctions est visée; les qualités spécifiques régionales ont alors une fonction directrice.

Dans le cadre du programme "Pays-Bas - pays de l'eau", l'objectif est de relier plus étroitement les fonctions écologiques, touristiques et récréatives du fleuve, ainsi que son usage en tant que voie de transport et source d'approvisionnement en eau.

• Mise au point pour la zone "plurifluviale" (NURG)

Cette mise au point pour la zone "plurifluviale" a été annoncée dans le cadre de la VINEX. La procédure d'orientation par zone appliquée à l'ensemble de la zone "plurifluviale" met l'accent sur l'harmonisation des services de gestion fluviale et des projets de développement de la nature, et sur l'amélioration des qualités environnementales. Cette mise au point répond en outre aux initiatives d'organisations privées, telles que le World Wildlife Fund, qui visent à concrétiser l'idée des fleuves vivants. Sur la base d'une étude de planification, un plan d'exécution a été établi. Ce dernier devra servir de base à de nombreux projets de développement de la nature. Sont concernés entre autres les projets Gelderse Poort, Fort Sint Andries, Nederrijn-Lek et Duursche Waarden. Grâce à ces projets, il sera possible d'augmenter sensiblement la capacité de rétention des eaux des fleuves.

• Troisième projet sur le régime des eaux

Ce document stratégique met notamment l'accent sur la gestion intégrée des eaux et la priorité des fonctions. Des fonds importants sont consacrés à la renaturation des hydrosystèmes et des objectifs ont été formulés pour 15 "paquets". Est prévu entre autres un plan d'action visant à développer la zone "plurifluviale". Le but poursuivi ici est de coordonner par l'intermédiaire de comités internationaux une prise de décision intégrée sur les eaux (entre autres l'attribution des fonctions) dans un esprit de coopération internationale.

L'élaboration des objectifs visés pour les grands fleuves se poursuit dans le quatrième projet sur le régime des eaux, dont la mise en oeuvre est prévue pour 1997/1998.

3.5.2 Accords entre les pouvoirs publics

• Commission "Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen"

Les conclusions et recommandations de cette Commission (appelée également commission "Boertien") ont été adoptées par le Gouvernement. Y figurent entre autres les éléments suivants:

- le risque personnel encouru lors d'inondations a baissé grâce aux techniques modernes de communication et aux simulations permettant d'obtenir en temps requis des prévisions de niveau des eaux. A l'opposé, il a augmenté du fait de la concentration urbaine renforcée. Il est difficile d'estimer fiablement le danger de mort émanant d'inondations; on sait cependant qu'il dépend de la hauteur des crues et de leur vitesse d'écoulement;
- du point de vue économique, la norme de sécurité de 1/1250ème par an pour le Rhin et la Meuse est trop basse, mais peut cependant être conservée. Le débit déterminant est fixé à 15.000 m³/sec. pour une probabilité de 1/1250ème par an. On a ici tenu compte des modifications génératrices d'augmentation du débit dans le tronçon allemand du Rhin (500 m³/sec.); les mesures de compensation (entre autres les bassins de rétention) n'ont pas encore été prises en compte;
- la plupart des mesures prises aux Pays-Bas pour abaisser les niveaux limnimétriques déterminants sont insuffisantes ou trop onéreuses. Ceci

concerne entre autres la mise en place de bassins de rétention conçus pour retenir provisoirement une onde de crue, la modification de la répartition du débit entre le Waal, le Nederrijn et l'IJssel, le décaissement de lits mineurs et d'épis ainsi que l'abaissement du niveau limnimétrique à partir de Haringvliet vers l'aval. Un ouvrage mobile de renfort pourrait entrer en ligne de compte pour une durée limitée;

- le creusement des zones en avant des digues se présente comme une stratégie prometteuse et peut contribuer sensiblement à abaisser les niveaux limnimétriques déterminants. Il ouvre de grandes possibilités de développement de la nature mais constitue cependant une intervention de grande ampleur dans le paysage actuel;
- le renforcement des digues a une grande influence sur le caractère de la zone "plurifluviale", sur le caractère historique du paysage ainsi que sur les structures sociales et écologiques. La conservation de ces valeurs est d'une importance primordiale.

• Activités de construction dans le lit majeur des grands fleuves

Depuis les inondations de 1995, la stratégie s'oriente fortement sur les mesures visant à éviter une hausse du niveau des eaux, à obtenir un abaissement de ce niveau et, en dernier lieu cependant, à rehausser les digues.

A l'heure actuelle, cette stratégie est rendue plus rigoureuse vis-à-vis des usages du lit majeur des grands fleuves, ceci avec le soutien du Parlement. A l'opposé, on observe une tendance visant à ne pas autoriser certaines fonctions et activités, entre autres la construction de logements, dans le lit majeur des grands fleuves. Le ministre du VROM (Transports, Aménagement du Territoire et Environnement) a donc prié instamment les provinces, communes et services de gestion des eaux de respecter l'accord intérimaire tant qu'une orientation définitive n'aura pas été fixée, afin de ne pas créer de faits accomplis irréversibles (statu quo).

Le but poursuivi ici est d'utiliser de façon optimale les capacités de débit dès le départ. Les fonctions sans relation avec le fleuve, la construction de logements p. ex., sont interdites à moins que des raisons de première importance ne justifient ces activités ("non, à moins que").

Il existe déjà pour la Meuse un accord royal intérimaire en vertu duquel une interdiction de construction s'applique à la partie du fleuve assurant l'écoulement des eaux alors que pour la partie assurant la rétention des eaux les permis de construire ne sont octroyés que dans le cas où le risque d'inondation ne dépasse pas une probabilité de 1/1250ème par an. Deux procédures légales ont déjà été introduites sur cette base pour geler des plans de construction. Une situation analogue peut se produire pour le Rhin et ses bras.

3.5.3 Mesures

• Agrandissement des profils d'écoulement des eaux

Le RIZA a récemment élaboré une étude intitulée "Integrale Verkenning Rijntakken" dans le but d'analyser comment accroître la sécurité face aux crues.

Ont été développées pour différents scénarios des (ensembles de) mesures potentielles en cas de débits (déterminants) de 16.000 et 18.000 m³/s. Les mesures consistent entre autres à mettre en place des dérivations, à éliminer les digues d'été, à décaisser les zones en avant des digues, à reculer les digues et, en dernière ressource, à rehausser les digues.

Le décaissement des zones en avant des digues, la mise en place de dérivations et le recul partiel des digues sont essentiels pour accroître la capacité d'écoulement et vont faire l'objet d'analyses plus poussées. Les discussions vont s'engager sous peu entre les administrations et les groupes d'intérêt afin de trouver une solution globale aux problèmes de sécurité face aux crues et de développement de la nature.

Sur la base des enseignements tirés des dernières crues, il faut s'attendre à l'avenir à des débits théoriques plus importants. On doit cependant s'efforcer de ne pas élever les niveaux d'eau théoriques. Pour y parvenir, il est nécessaire d'agrandir le profil d'écoulement des eaux en décaissant les surfaces en avant des digues d'environ 40 à 80 cm sur l'ensemble du bassin. Les coûts d'une telle opération, tels qu'ils figurent dans l'étude du RIZA (IVR), sont estimés à un montant compris entre 600 et 1.000 millions de florins. Une autre option pouvant se substituer au décaissement serait de reculer les digues sur les 15% env. du cours longitudinal du fleuve où il est

possible de le faire (coûts estimés à 600 millions de florins. Ces éventualités sont à l'étude.

Plusieurs dizaines d'années seront nécessaires à la réalisation des mesures visant à agrandir le profil d'écoulement des eaux.

• Mesures et instruments juridiques

Ceci concerne les mesures et instruments juridiques à prendre pour faire face aux problèmes posés par les inondations et pour imposer le respect des dispositions, comme l'instrument anti-"NIMBY" (cet instrument peut être utilisé pour harmoniser les lois et prescriptions visant à éviter les inondations; il doit néanmoins être rendu plus strict).

A l'heure actuelle, une stratégie est élaborée pour les activités de construction dans les zones en avant des digues. Elle pourrait comporter les idées suivantes:

- les fonctions primaires du fleuve et de la zone en avant des digues, c'est-à-dire l'écoulement des eaux, des glaces et des sédiments, la navigation et le développement de la nature doivent être explicitement définies et protégées;
- les autres fonctions sont en principe interdites lorsqu'elles ont un impact négatif sur la fonction d'écoulement des eaux;
- éviter toutes les mesures (entre autres la création de zones protégées contre les crues) qui viendraient empêcher les décaissements potentiels visant à abaisser le niveau limnimétrique.

• Système d'information des crues sur les bras du Rhin aux Pays-Bas

Les crues de 1995 ont poussé les administrations régionales et locales ainsi que le Rijkswaterstaat à mettre au point un système d'information des crues (HIS) qui pourrait être utilisé en période de crue pour répondre aux questions pertinentes et engager si nécessaire les mesures qui s'imposent pour aider les sinistrés.

Les objectifs spécifiques de ce système d'information (HIS) sont

- de donner des renseignements sur les niveaux d'eau actuels et ceux qui sont attendus pendant la durée de la crue
- de rassembler des informations sur les conséquences des inondations pour les digues (niveaux d'eau, durée)

- de rassembler des informations sur les mesures susceptibles de limiter les risques liés aux inondations, tant pendant la crue que pendant la période de planification antérieure à la crue.

On élabore actuellement un système donnant des informations sur les niveaux d'eau et les inondations entre les digues le long de l'IJssel. On envisage de mettre au point un tel système pour les autres bras du Rhin et de le compléter par des données relatives aux dommages liés aux inondations et aux évacuations.

• Procédure accélérée de développement de la nature

Sous le titre "Pays-Bas humides", un plan pour la nature et ses fonctions récréatives le long des grands fleuves a été formulé dans le "schéma structurel Espace vert (SGR)". Les grands fleuves sont à la fois des zones à haute teneur écologique et des zones de développement de la nature. Par ailleurs, la zone "plurifluviale" constitue une région de sports nautiques d'intérêt (inter)national. Le

SRG indique où la pratique de sports nautiques peut être intégrée dans les zones à haute teneur écologique et les zones de développement de la nature.

Sur la base des recommandations de la Commission "Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen", un budget important a été accordé pour la période allant jusqu'à l'an 2000 afin d'accélérer le développement - au cours de cette même période - de zones naturelles d'env. 5000 ha dans la zone "plurifluviale" en corrélation avec la consolidation des digues.

• Plan de digues fluviales de la province Gelderland (GRIP)

Ce plan désigne des tronçons de digues (10 - 30 km) sur lesquels des principes d'orientation par tronçon sont définis en relation avec la fonction de la digue et de la zone en avant des digues eu égard au paysage, à l'écologie et au caractère historique du paysage.

Editeur: Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR)
secrétariat technique et scientifique
Postfach 309
D-56003 Koblenz
téléphone: (0261) 1 24 95
téléfax: (0261) 3 65 72

Date de publication: mars 1997

Rapport du Groupe de projet 'Plan d'action contre les inondations' réalisé sous la direction de Monsieur Otto Malek, Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, et avec le concours des services suivants:

Bundesamt für Wasserwirtschaft, Biel; Landeshydrologie und -geologie, Bern; Direction Régionale de l'Environnement de Lorraine, Metz; Service de la Navigation de Strasbourg, Strasbourg; Direction Régionale de l'Environnement d'Alsace, SEMA, Horbourg-Wihr; Services Techniques de l'Agriculture, Luxembourg; Bezirksregierung Trier, Trier; Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart; Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf; Bundesministerium für Verkehr, Bonn; Rijkswaterstaat, Hoofddirectie van de Waterstaat, Den Haag; Rijkswaterstaat (RIZA), Lelystad; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directie Gelderland, Arnhem; Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag

Impression: Cette brochure a été imprimée avec le soutien du Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn.