



21254 RM



# HYDROLOGIE DES CRUES DE LA MOSELLE ET DE LA SARRE

21254 RM 1

# *environnement*

SYNTHESE DES ETUDES HYDROLOGIQUES  
ET PROPOSITIONS EN MATIERE  
DE POLITIQUES DE PREVENTION



DIRECTION RÉGIONALE DE

L'ENVIRONNEMENT

LORRAINE

DÉLÉGATION DE BASSIN RHIN-MEUSE

Novembre 1996

**HYDROLOGIE DES CRUES DE LA MOSELLE ET DE LA SARRE**

**SYNTHESE DES ETUDES HYDROLOGIQUES ET PROPOSITIONS EN MATIERE DE  
POLITIQUES DE PREVENTION**

--

	Page
Sommaire	
<b>Préambule</b>	
<b>Première partie : analyse hydrologique</b>	
	1
1	Présentation des bassins versants 1
2	Comportement hydrologique 11
2.1	Génèse des crues 12
2.2	Déroulement des crues 15
3	Interventions importantes au niveau de l'hydrologie du bassin 17
3.1	Généralités 17
3.2	Mesures d'aménagement du cours français de la Moselle 18
3.3	Mesures d'aménagement des cours germano-luxembourgeois et allemand de la Moselle et du cours allemand de la Sarre 19
3.3.1	Moselle 19
3.3.2	Sarre 22
3.3.2.1	Mesures d'aménagement avant 1969 22
3.3.2.2	Aménagement de la Sarre en voie navigable à grand gabarit à partir de 1969 23
4	Etudes statistiques sur les données historiques de crue 25
5	Constatation des effets de l'aménagement de la Moselle et de la Sarre sur l'écoulement des crues sur le cours de la Moselle 36
6	Etude fréquentielle des crues 44
<b>Deuxième partie : activités des Etats</b>	
	47
7	Prévisions des crues pour la Moselle et la Sarre 47
7.1	Généralités 47
7.2	Bassin versant français 48
7.3	Bassin versant germano-luxembourgeois 49
7.3.1	Généralités 49

7.3.2	Prévision des crues	51
7.4	Réseau d'annonce des crues	52
7.4.1	Commission technique	52
7.4.2	Méthodologie de construction et techniques employées pour les stations	56
8	Zones inondées	58
8.1	Gestion des zones inondables en France	58
8.1.1	Préservation des zones inondables en France	58
8.1.2	Les Plans de Prévention des Risques	58
8.1.3	Cartographie du risque d'inondation	59
8.1.3.1	Cartographie des zones inondées	59
8.1.3.2	Cartographie des zones inondables	59
8.2	Extension des inondations dommageables dans la zone luxembourgeoise et allemande de la Moselle	60
8.2.1	Généralités	60
8.2.2	Cartographie	61
9	Simulation des effets de dispositifs de retenue modulables dans le bassin français de la Moselle amont sur la propagation des crues sur le cours de la Moselle jusqu'à sa confluence avec le Rhin	64
9.1	Description des polders	65
9.1.1	Emplacement des polders	65
9.1.2	Fonctionnement des polders	66
9.2	Méthodologie	67
9.2.1	Ensemble des résultats relatifs aux crues	67
9.2.2	Réalisation des calculs de simulations	67
9.2.2.1	Calculs des ondes de crue réelles	67
9.2.2.2	Calculs réalisés avec des ondes de crue modélisées	67
9.3	Résultat des calculs de propagation des crues	68
	<b>Troisième partie : conclusions et recommandations</b>	<b>74</b>
10	Conclusions	74
11	Recommandations	79

Bibliographie

**Annexes**

## Préambule

Les crues exceptionnelles d'avril et mai 1983 ont provoqué des dommages considérables pour les riverains de la Moselle et de la Sarre. La suite rapprochée de ces événements de crue a donné lieu à une réflexion sur leurs origines et sur les mesures à adopter pour y remédier.

En aval de Trèves, les crues de la Moselle sont caractérisées par la **concomitance** des débits maximums de la Moselle Supérieure, de la Sarre et de la Sûre. A Trèves, ce sont déjà environ 85% du bassin versant total de la Moselle qui sont concernés. Comparativement, les écoulements pour les secteurs en aval de Trèves ne jouent qu'un rôle secondaire du point de vue des quantités. Par conséquent, d'éventuelles mesures de rétention de crue dans le bassin versant allemand ou luxembourgeois de la Moselle ne peuvent pas avoir une influence décisive sur l'écoulement de crues importantes.

A l'initiative du Land de Rhénanie-Palatinat, le gouvernement de la République Fédérale d'Allemagne a suggéré aux gouvernements de la République Française et du Grand Duché du Luxembourg de mener des réflexions communes sur la réduction du risque de crues et l'atténuation des dommages supportés par la population de la vallée de la Moselle. Les experts des trois Etats riverains de la Moselle ont été invités à participer à un débat, ainsi les Länder de Rhénanie-Palatinat et de la Sarre.

Le Groupe de Travail International pour la Protection contre les Crues de la Moselle et de la Sarre a été institué au mois de mars 1985 à Trèves.

La partie allemande a suggéré que le groupe de travail dresse un bilan de la situation actuelle et fasse des propositions d'amélioration de la situation des crues en articulant sa réflexion autour des sujets suivants :

- préservation des zones inondables,
- étude des facteurs d'accélération de l'écoulement,
- amélioration du service d'alerte et de prévision des crues
- transmission transfrontalière de données météorologiques.

Au cours de la 4<sup>ème</sup> séance du Groupe de Travail International pour la Protection contre les Crues de la Moselle et de la Sarre, au mois d'avril 1986 à Mayence, la délégation française a présenté un ambitieux projet d'étude hydrologique du bassin versant français de la Moselle. Etant donné les objectifs et le contenu de cette étude, celle-ci devrait permettre d'améliorer notablement les connaissances sur l'hydrologie des crues de la Moselle Supérieure, ce qui devrait être profitable aux riverains les plus en aval de la Moselle. Afin que ces habitants bénéficient le plus rapidement possible des premiers résultats de cette étude et afin de faciliter si possible une discussion méthodologique comparative, il a été convenu de créer un groupe d'experts germano-luxembourgeois chargé de réaliser des études hydrologiques portant sur le bassin versant de la Moselle en aval de la frontière française, et ce parallèlement aux travaux français. Ce groupe d'experts a été constitué au mois de juin 1986.

Le présent rapport de synthèse regroupe les études hydrologiques des deux groupes d'experts, sous forme d'un rapport global sur l'hydrologie des crues dans le bassin versant de la Moselle.

Metz, Luxembourg et Mayence  
Décembre 1995

## Troisième partie : conclusions et recommandations

### 10 Conclusions

Lors du débat sur l'origine de la crue de 1993/1994, les médias ont souvent dit qu'elle avait été aggravée par des causes anthropiques et ont exigé que l'on prenne des mesures à l'avenir. Des voix se sont élevées pour demander que l'on restaure l'état d'origine de certaines zones, que l'on lutte contre l'imperméabilisation des sols et que l'on crée des retenues dans le bassin versant et sur les cours d'eau. Ces propositions appellent les questions suivantes :

- quelles mesures de protection aurait-on pu prendre à l'époque ?
- quelles mesures sont envisageables à l'avenir ?

Un aménagement des cours d'eau a toujours diverses conséquences :

- disparition de zones de rétention,
- raccourcissement et égalisation du lit,
- création de retenues permanentes dans les sections régulées par barrages.

La principale conséquence est que l'onde de crue est plus abrupte, avec une pointe intervenant plus tôt et une propagation plus rapide. La superposition défavorable de l'onde principale accélérée et des ondes importantes des affluents peut aggraver considérablement les crues.

Les dispositifs de protection des agglomérations, ainsi que les paramètres de dimensionnement, peuvent varier considérablement. Plusieurs digues ont déjà été construites, sur des sections assez courtes du cours supérieur de la Sarre, pour une protection contre les inondations en lit majeur.

Sur les facteurs aggravant les crues de la Sarre [2]. Pour la crue de 1993/1994, voir dans [6] que ces effets n'interviennent que lorsque les débits dépassent 1000 m<sup>3</sup>/s en aval de Trèves.

Sarre (Situation après canalisation), BfG-OO32, Coblenz,

voir D. Prellberg - Effets de la canalisation de la Moselle sur les crues de la Sarre, tome 5 (1994).

A intervalles réguliers, on préconise d'abaisser le niveau des retenues en faisant fonctionner les barrages avant le début de la crue, et de le relever au fur et à mesure de la montée de l'onde de crue.

Lorsqu'une crue intervient en amont, les règles de fonctionnement des barrages impliquent que ceux-ci soient effacés avant que la rivière ne déborde. Des dispositions particulières d'effacement des barrages ne seraient donc efficaces que dans la plage des débits non préjudiciables et sur une durée de moins de trois heures. Les mesures ne pourraient pas être prolongées, car les riverains auraient alors à faire face à des niveaux d'eau maximums plus élevés. Par ailleurs, l'abaissement du niveau des retenues pourrait provoquer une première onde importante et susceptible d'entraîner des dégâts. Quant à la restauration dans leur état initial de certaines sections des cours d'eau, il faut opérer un distinguo entre les vallées fluviales comportant, à l'origine, de vastes zones inondables et les vallées étroites sans possibilités appréciables de débordement, comme la Moselle et la Sarre. Le retour à l'état naturel, qui consiste à restaurer le régime fluvial dans les anciennes zones d'inondation, est envisageable, entre autres, sur le Rhin supérieur, mais pas sur la Moselle germano-luxembourgeoise.

La zone que nous avons étudiée comporte un grand nombre de barrages de vallées, qui servent à l'approvisionnement en eau potable et à la production d'énergie. Un grand nombre de ces ouvrages sont exclusivement des bassins de retenue. La protection contre les crues relève, toutefois, de mesures à grande échelle et l'impact des retenues existantes sur les apports en amont reste très faible. Il est impossible, actuellement, de gérer tout ou partie des barrages de vallées au profit des riverains de la Moselle en cas de crues.

L'exemple suivant illustre le principe d'une rétention des masses d'eau dans le bassin versant des cours d'eau et dans les vallées latérales : en décembre 1993 et janvier 1994, on a relevé des débits supérieurs à 2 000 m<sup>3</sup>/s à Cochem sur la Moselle. Une telle situation entraîne des dégâts sur plusieurs sections du fleuve, alors que l'ensemble des barrages sont effacés ; ceci signifie que la taille des sections d'écoulement est au minimum la même qu'avant les travaux d'aménagement. Lors de la crue de 1993-1994, les écoulements au dessus du débit de 2 000 m<sup>3</sup>/s ont représenté un volume de 844 millions de m<sup>3</sup> d'eau ;

pour pouvoir contenir ce volume, il aurait fallu disposer de capacités de retenue supplémentaire d'une surface de  $539 \text{ km}^2$ , comparable à celle du lac de Constance, sur une hauteur de 156 cm.

Les problèmes que cela pose sont encore plus évidents si l'on prend l'exemple suivant : la vallée allemande de la Moselle s'étend sur près de 250 km ; la largeur moyenne du fond de la vallée est de 300 mètres, et sa superficie totale atteint  $75 \text{ km}^2$ . Un bassin de cette taille qui accueillerait 840 millions de  $\text{m}^3$  devrait être surhaussé de 11,25 mètres.

En raison de la structure morphologique du bassin versant de la Moselle, les mesures de rétention des crues ne seraient efficaces que dans les sections françaises de la Moselle et de la Sarre. La partie française du cours supérieur de la Moselle n'a pas connu de crue majeure depuis 1983 ; ce sont la Sûre et la Sarre qui ont déterminé les maxima lors des dernières grandes crues à partir de Trèves. Les dispositifs de retenue dans la partie française de la Moselle amont auraient donc une incidence positive sur la section allant jusqu'à l'embouchure de la Sûre, mais n'auraient pas d'impact déterminant sur le débit maximum à partir de l'embouchure de la Sarre. Des calculs modélisés supposant un volume de rétention fictif de 30 millions de  $\text{m}^3$  n'auraient eu comme effet, en présence d'une propagation extrême de crue, qu'un abaissement faible des pointes, n'entraînant pas une réduction considérable des dommages et n'étant pas en rapport avec les frais de constructions de telles zones de rétention. Des dispositifs de retenue sur la Sarre française ne limiteraient pas sensiblement le débit maximum de la Moselle, étant donné qu'ils ne toucheraient que 20 % du bassin versant de la Sarre jusqu'à la frontière française.

Il paraît bien sûr souhaitable de réduire l'imperméabilisation des sols ; toutefois, il ne faut pas oublier que cette opération n'a qu'une utilité marginale en cas de crues extrêmes dans les grands bassins. En Allemagne, environ 15 % de la surface du sol est imperméable aux infiltrations ; or, ce phénomène n'est que partiellement artificiel, une partie des terres étant composées de rochers et de plans d'eau. Les hypothèses les plus optimistes concluent que 5 % seulement des terres pourraient redevenir perméables aux infiltrations.



L'impact pourrait être plus grand si l'on aéraït le sol des terres agricoles et forestières [7]. L'imperméabilisation naturelle des sols par saturation, qui joue un rôle dans l'apparition des crues extrêmes, restreint cependant l'efficacité de telles mesures. Nous devons partir de l'hypothèse qu'une crue ne devient majeure que lorsque 30 à 40 % des sols qu'elle touche sont imperméables. D'après les calculs que nous avons effectués pour la crue de Noël 1993, 50 % des précipitations qui se sont abattues sur la région (il est tombé environ 100 mm d'eau entre le 16 et le 25 décembre 1993), se sont écoulés dans la Moselle à Cochem. On peut donc estimer qu'en ces occasions l'imperméabilisation du sol a atteint au moins 50 %.

La prévention des crues dans le bassin versant de la Moselle et de la Sarre est une priorité de longue date. Les premiers plans de zones inondables ont ainsi été publiés en France en 1956 ; le programme de protection contre les crues, quant à lui, concerne 209 communes du bassin versant de la Meurthe et de la Moselle.

A la suite des graves inondations qui ont eu lieu début 1990, les autorités françaises ont donné une nouvelle orientation à leur politique de protection contre les crues, qui s'est concrétisée par une circulaire ministérielle, en date du 24 janvier 1994, relative à la protection contre les crues et à la gestion des zones inondables.

[7] Selon un communiqué de presse de la « Fondation Ecologie et Agriculture »

Cette politique s'articule principalement autour des points suivants :

- interdiction de toute implantation dans les zones les plus exposées, dans lesquelles, quelles que soient les dispositions prises, la sécurité des habitants ne peut pas être entièrement assurée et limitation de l'urbanisation dans les autres zones inondables,
- maintien des capacités d'écoulement et d'extension des crues, **afin** de ne pas aggraver le risque pour les zones exposées se trouvant en amont et en aval,
- maintien de l'équilibre des zones humides par le libre débordement des crues de faible ampleur.

Plusieurs mesures ont déjà été prises :

- interdiction totale de réaliser de nouvelles constructions dans les zones submersibles dans lesquelles le risque d'inondation est trop élevé et diminution, dans toute la mesure du possible, du nombre de bâtiments déjà construits ; renforcement de la sécurité pour les bâtiments situés dans les zones inondables moins exposées,
- contrôle strict de l'urbanisation dans les zones d'extension des crues,
- interdiction de **contruire** des barrages et des digues qui n'ont pas pour objectif la protection des zones à forte densité de population.

La France accorde une attention toute particulière aux travaux dont la finalité est l'entretien et la restauration des cours d'eau, dans la mesure où ils ont un rapport avec les crues ; vingt-huit millions de francs y ont été consacrés en 1995.

## 11 **Recommandations**

Les crues sont des phénomènes naturels qui ne se transforment en catastrophes pour l'homme qu'à la suite d'une intervention de ce dernier. On ne peut maîtriser entièrement les inondations qui en découlent ni en supprimer toutes les conséquences néfastes. Les risques liés aux crues et les dégâts qu'elles entraînent ne sont pas uniquement fonction de leur importance mais également de la nature, de la localisation et de la valeur des biens exposés. Si l'opinion publique réclame, de plus en plus, des mesures pour lutter contre les effets dévastateurs des crues ou des indemnisations, c'est parce que la valeur des biens exposés s'est considérablement accrue au fil des ans. D'une part, on a construit de plus en plus dans les lits majeurs sans tenir suffisamment compte du risque d'inondation ; d'autre part, la progression du niveau de vie et celle des biens d'équipements, plus nombreux qu'autrefois, font que, pour des conditions de crue comparables, les dégâts matériels sont beaucoup plus importants aujourd'hui que de par le passé.

Bien que notre société soit très performante sur le plan technique, elle n'est pas en mesure de prévenir efficacement les phénomènes naturels. Le but de toute politique de prévention des dégâts dus aux inondations doit donc être d'établir un équilibre entre, d'un côté, la réduction des ondes de crues et, de l'autre, la diminution de l'exposition des biens en cas de crue. La population concernée doit être informée afin de favoriser l'émergence d'une culture du risque adaptée aux contingences locales.

Le Groupe de Travail International recommande le maintien et l'amélioration de l'état naturel des cours d'eau, en tenant compte des nombreuses fonctions écologiques qu'ils remplissent, et en maintenant localement le débit en cas de crue. Il faut favoriser la retenue des eaux, opération pour laquelle le mode d'occupation du sol joue un rôle déterminant : c'est ainsi que les surfaces boisées contribuent à atténuer les ondes de crues. Le taux de boisement (30 %) des bassins versants ne peut être augmenté considérablement, mais une bonne gestion locale des terres et des forêts permettra une meilleure infiltration de l'eau ou sa rétention dans les zones humides et les dépressions. Les eaux de pluie devraient pouvoir s'infiltrer localement, afin de prévenir toute augmentation de l'écoulement. Ceci étant impossible en zone urbanisée, des bassins de stockage provisoire des eaux pluviales doivent être créés, pour lutter contre les effets néfastes de l'imperméabilisation des sols.

L'amélioration de l'infiltration souterraine des eaux de pluie des zones fortement urbanisées présente, localement, des avantages pour les petits cours d'eau. L'amélioration de la perméabilité n'aurait toutefois qu'un faible impact sur l'atténuation des ondes de crues à l'échelle du bassin versant, car la superficie urbanisée n'y représente qu'une petite fraction de la superficie totale. Chaque mètre cube d'eau qui s'infiltré dans le sol, grâce à la reconquête des zones inondables, à la régénération des cours d'eau, à l'amélioration de la perméabilité des sols et de l'infiltration des eaux, à une saine gestion des terres et des surfaces boisées et grâce à l'existence et à la construction de petites structures de retenue des eaux, représente un progrès pour l'équilibre naturel et permet d'amoindrir les effets des crues.

L'utilisation des zones exposées aux crues doit être restreinte, ce qui implique la mise en oeuvre cohérente des législations existantes en la matière et, le cas échéant, l'amélioration des dispositifs législatifs, afin de pouvoir mener une politique restrictive et efficace d'occupation des sols. Nous préconisons l'actualisation des plans d'occupation des sols et d'urbanisme qui tiennent compte du risque de crue.

Un recensement couvrant toutes les zones inondables doit être fait ; théoriquement, ces zones ne doivent pas être occupées. S'il est nécessaire d'y mettre en place des installations, le risque de submersion doit être considéré. Les modes de construction doivent être adaptés au risque de crue et les restrictions d'utilisation qui en découlent doivent être respectées.

Le strict contrôle de l'urbanisme dans les zones inondables devrait permettre de réduire, à long terme, les dégâts matériels et humains. Cette procédure permettra de maintenir les zones d'écoulement et de rétention et de limiter les risques pour les régions situées en amont et en aval du cours d'eau. Les mesures locales de protection contre les crues qui peuvent être prises dans des zones à forte densité de population ne doivent en aucun cas augmenter l'exposition des régions situées en aval.

L'impact positif sur la rétention des crues, que pourrait avoir la manoeuvre des barrages des retenues actuelles, ne pourrait être que de courte durée et se situerait dans la zone dite « inoffensive »; en effet, les règles actuelles commandent l'ouverture totale de tous les ouvrages dès que le cours d'eau déborde. La présence de bassins de retenue, dans le bassin versant, ne permet pas de retenir un volume important en cas de crue de la Moselle, car ils sont situés sur les cours supérieurs des affluents (comme par exemple Vieux Pré en France). Une étude a été réalisée sur l'emploi de grandes retenues fictives dans la région de Metz à Apach ; la conclusion en a été que la diminution des pointes, en cas de crue extrême, ne réduit pas considérablement les dommages et que son utilité est bien trop faible par rapport au coût des investissements nécessaires.

Le groupe de travail recommande aux états riverains de faire une cartographie systématique des régions submersibles, en opérant une distinction entre les zones ayant une incidence sur le débit et les zones de retenue. Plusieurs niveaux de risque devraient être définis en fonction de la hauteur d'eau, afin d'établir des dispositions modulées en matière d'occupation des sols et d'urbanisation. Les autorités compétentes et la population seront alors à même de prendre des mesures efficaces, en cas de crue, si elles peuvent définir le niveau de risque.

La prévention ne pourra être optimisée qu'en concevant des modèles opérationnels de prévision des crues qui permettront d'évaluer les travaux nécessaires et les améliorations envisageables. L'ensemble des gouvernements concernés doivent s'assurer que leurs services d'annonce des crues et d'alerte adaptent, en permanence, leurs méthodes, en tenant compte des progrès des technologies de l'information. Les plans d'alerte et d'action, en cas de risque de crue et d'apparition de glace, doivent être régulièrement mis à jour. En dehors des périodes de crise, les autorités publiques doivent faire un travail préventif, en informant la population des risques liés aux crues, afin de favoriser l'émergence d'une culture du risque.

Si, au niveau international, l'instauration d'un service de prévision et d'alerte unique ne se justifie pas, car trop éloigné des nombreuses contingences locales qui doivent être prises en considération, tout doit être réalisé, dans chaque pays, pour améliorer les moyens de collecte et de traitement des données (stations automatisées, centraux informatisés). Le groupe de travail recommande également l'élaboration de modèles de prévision à l'échelle de chaque pays. Les échanges inter-états de données actuelles et de prévisions doivent aussi être développés avec des moyens informatisés.

Dans la mesure où l'on dispose de données et d'images radars sur le bassin versant de la Moselle, le Groupe de Travail International recommande que l'ensemble des centres de prévision et d'annonce des différents pays concernés puissent y avoir accès. Le réseau de radars devrait être complété, afin de réaliser une évaluation complète de la répartition spatiale et temporelle des précipitations. Les services météorologiques sont incités à améliorer leurs prévisions en matière de précipitations, afin de pouvoir lancer l'alerte en temps utile et faire une première évaluation concrète du risque.

Des programmes d'action doivent être établis pour améliorer les retenues d'eau naturelles, les dispositifs techniques de protection contre les crues et plus généralement la prévention des crues. Les politiques transfrontières de protection contre les crues devraient être coordonnées sur le plan international. Les occupants des zones protégées doivent également être informés des risques de crues et des dégâts potentiels que ces dernières entraînent, qui sont plus importants en aval des dispositifs de protection. Le risque résiduel pourrait être pris en compte grâce à la souscription de polices d'assurances couvrant les dégâts élémentaires.

La protection contre les crues est un domaine très complexe, où il n'existe pas de panacée. Certaines mesures qui paraîtront vitales - voire même décisives - dans certaines situations seraient, dans d'autres cas, des investissements à fonds perdus. Seul un concept global et pluridisciplinaire permettra d'améliorer la prévision des crues. On ne saurait trop souligner, à cet égard, que malgré les mesures d'amélioration des infrastructures de prévention des crues prises par les pouvoirs publics, ce sont les citoyens qui sont responsables en dernier ressort de la bonne utilisation des cours d'eau.