

---

# Évaluation des solutions, les impacts et les coûts

Charles Puyo

---

**D**ans le domaine des risques naturels, le risque lié aux inondations est un de ceux dont l'homme a tenté très tôt de se protéger, d'abord en évitant de s'installer en zone inondable, puis en surélevant ses biens, enfin en endiguant sa propriété. Cela n'a pas empêché les grandes catastrophes que l'on connaît et qui sont la conséquence de la politique d'aménagement du territoire qui a laissé occuper par l'homme les zones menacées, et l'a parfois encouragé à s'y installer.

Aujourd'hui, les scientifiques savent déterminer où existe le risque d'inondation, ils savent le quantifier et estimer les dégâts provoqués par une crue donnée.

Se posent alors des questions fondamentales.

Quels sites aujourd'hui occupés par l'homme faut-il protéger ?

Quelles solutions de protection contre les inondations ou de contrôle des crues, si elles sont possibles, peut-on mettre en œuvre ?

Quel sera le coût de ces solutions en regard de la valeur des biens à protéger ?

Quel sera l'impact sur l'environnement (l'homme compris) de l'aménagement envisagé ?

Ces questions font l'objet, depuis une vingtaine d'années, de débats souvent polémiques, entre les tenants d'une politique de protection maximale contre les crues et les partisans d'une évacuation progressive par l'homme des zones inondables.

Nous montrerons ici par trois exemples d'aménagements de protection contre les inondations, en cours de réalisation, qu'il est parfois possible de

trouver des solutions réalistes qui, si elles ne résolvent pas totalement le problème, peuvent faciliter la vie des populations des zones à risques.

L'expérience acquise et les enseignements tirés des aménagements étudiés nous permettent aujourd'hui de dégager quelques grands principes d'aménagement.

## Les principes d'aménagement

La préoccupation permanente de l'aménageur doit être de placer toute recherche de solutions dans le cadre de la *Gestion globale des crues à l'échelle du bassin versant* :

- en agissant tout au long des cours d'eau pour contrôler les débits et modifier ainsi la formation et la propagation des crues,
- en vérifiant en permanence que chaque projet d'aménagement ponctuel n'aura pas d'effet négatif sur la dynamique de la rivière.

Plusieurs mesures préventives sont envisageables à l'échelle du bassin :

- le traitement des bassins versants dans la lutte contre l'érosion qui diminue le ruissellement et participe à la lutte contre les inondations,
- la gestion dynamique des zones inondables qui, en contrôlant les débordements, écrête le débit de pointe des crues et ralentit parfois leur propagation,
- les réservoirs écrêteurs de crue, fonction associée ou non au stockage pour le soutien des étiages et dont le rôle dans la limitation des crues n'est plus à démontrer.

Lorsque ces solutions globales ne sont pas applicables, ou sont insuffisantes, il reste les mesures curatives. On peut en citer quelques-unes.

**Charles Puyo**  
SOGREAH  
Ingénierie  
BP 172  
38042 Grenoble  
Cedex 9

Le réaménagement du lit des rivières permet le recalibrage par élargissement et/ou approfondissement, établissement ou modification de règles d'entretien.

L'amélioration des conditions d'écoulement aux ouvrages situés sur la rivière (ponts routiers, seuils ou chaussées, voire barrages fixes ou mobiles) est permise par la création d'ouvrages de dérivation ou la reconstruction complète des ponts sous-dimensionnés.

L'endiguement des secteurs menacés est assuré par la réalisation de digues en terre ou de murs-parapets.

Les ouvrages de protection contre les inondations seront dimensionnés pour le débit d'une crue que nous appellerons « crue de projet » encore qu'il faille envisager parfois plusieurs crues de projet différentes sur un même site.

Le type d'occupation du territoire et le coût des protections doivent guider le projeteur lorsqu'il propose de retenir comme « crue de projet » une crue de fréquence centennale ou décennale.

Par expérience, on peut affirmer que chaque aménagement de protection contre les crues est un cas particulier qui doit tenir compte d'un ensemble de paramètres géographique, météorologique, humain, économique, etc. liés à la localisation et à l'histoire.

Trois préoccupations essentielles doivent exister dans toute démarche d'aménagement.

La concertation étroite des aménageurs se fait à chaque stade du projet avec les Elus, les Administrations, les habitants et les associations de protection de l'environnement.

La recherche permanente d'un « optimum » entre le niveau de protection proposé, le coût correspondant, les avantages procurés et les effets négatifs identifiés est indispensable.

La recherche d'une progressivité dans la conception et la réalisation de l'aménagement assure la viabilité du projet.

Enfin, et ceci est primordial, la protection contre les inondations, et dans une moindre mesure, le contrôle des crues, modifient profondément en milieu urbain surtout, mais aussi en milieu rural, la relation de l'homme avec la rivière.

Les aménagements de protection contre les crues sont souvent l'occasion de modifier les axes de circulation, de créer des promenades et des espaces collectifs, de modifier les accès à la rivière.

La protection n'étant jamais totale, qu'arrivera-t-il lors d'une crue de fréquence supérieure à la crue de projet ou lorsqu'une digue se sera rompue ?

Comment freiner le développement de l'habitat dans des secteurs dits « protégés » contre les inondations ?

Nous allons voir l'application qui a pu être faite de ce qui précède dans trois aménagements en cours de réalisation.

### Des exemples concrets

Trois aménagements ont été retenus pour leur exemplarité, leur diversité et l'investissement engagé. Les caractéristiques principales de chaque aménagement sont présentées en encadré.

Tableau 1. – Spécificités de chaque aménagement en fonction des principes d'aménagement ▼

Principes d'aménagements		Aménagements		
		Bourbre (Bourgoin-Jallieu)	Isère (Grenoble)	Garonne (Agen)
Mesures préventives	Traitement bassin versant	← non applicable →		
	Gestion dynamique zones inondables	non	totale	non
	Réservoirs écrêteurs de crues	en complément	non	non
Mesures curatives	Réaménagement du lit	[partiel]	partiel	[partiel]
	Amélioration écoulements aux ouvrages	relevage ponts	non	reconstruction pont
	Endiguements secteurs menacés	partiel	[faible]	total

Le premier exemple concerne l'aménagement de la Bourbre à la traversée de Bourgoin-Jallieu (Isère) (encadré 1).

Le deuxième concerne l'aménagement de l'Isère dans la vallée du Grésivaudan à l'amont de Grenoble (Isère) (encadré 2).

Le troisième concerne la protection de l'agglomération agenaise contre les crues de la Garonne (Lot-et-Garonne) (encadré 3).

Les spécificités de chaque aménagement, classées en fonction des principes d'aménagement, sont rappelées dans le tableau 1.

On peut ainsi caractériser schématiquement chacun des trois aménagements présentés.

Sur la Bourbre à Bourgoin-Jallieu, il s'agit du relevage des ponts et réaménagement du lit, sur l'Isère à l'amont de Grenoble de la gestion dynamique des zones inondables et endiguements et enfin sur la Garonne à Agen de l'endiguement des secteurs menacés et réaménagement du lit.

### Le coût des aménagements

Il est toujours tentant pour l'Ingénieur de dégager des ratios entre le coût d'un aménagement et divers paramètres.

Ces paramètres portent sur le coût des dommages lié aux crues (crues historiques ou crues théoriques), les superficies et le nombre d'habitants protégés, le débit des rivières, et les longueurs de berges.

Il serait intéressant, si ce n'est fait, de mener une enquête sur tout le territoire pour rassembler et traiter ces données et en tirer des enseignements précieux.

Caractéristiques	Agen	Grenoble	Bourgoin-Jallieu
Niveau de protection	T30 à T100	T200	< T100
Investissement (1)	450 MF (2)	180 MF	25 MF
Crues les plus récentes	1930/1952	1955/1968	1988/1993
Estimation des dégâts (2)	150 à 500 MF	1 000 à 2 000 MF	40 à 50 MF
Superficies inondées T100	100 ha bâtis 1 300 non bâtis	1 125 ha bâtis 750 bâtis	/
Population concernée	/	75 000 à 100 000	/

(1) L'investissement pour Agen inclut le coût d'acquisitions foncières,  
(2) Les montants sont donnés en MF 1995 sauf l'estimation des dégâts à Agen qui est celle de 1984.

Notre contribution sera aujourd'hui modeste, et faute d'études de rentabilité spécifiques à deux des trois aménagements cités, nous donnerons les ordres de grandeur des paramètres que nous connaissons.

▲ Tableau 2. - Coûts des aménagements

### Conclusion

Lorsque le déplacement des activités humaines, et surtout des populations, hors des zones inondables n'est pas possible, il faut envisager la mise en œuvre de dispositifs de protection contre les crues et/ou de contrôle des débits. Le catalogue des solutions est bien connu par tous ; reste à en faire une application raisonnable, en concertation avec tous les acteurs de la vie économique et sociale et dans le respect de l'environnement. □

#### Résumé

La prévention du risque naturel « inondations », là où la libération des zones submersibles occupées par l'homme n'est pas possible, nécessite de concevoir des aménagements de protection contre les inondations qui complètent la prévision et l'annonce des crues. Trois exemples d'aménagements sont analysés dont on a cherché à tirer les principaux enseignements, gestion dynamique des zones inondables, réaménagement du lit ordinaire, suppression des obstacles à l'écoulement, endiguement des secteurs menacés font partie des mesures envisageables à combiner pour atteindre un optimum acceptable par la collectivité. Concertation, communication, respect de l'environnement sont présents dans la recherche de solutions locales à placer dans le cadre plus large de la gestion globale des crues à l'échelle du bassin versant.

#### Abstract

In flood-prone areas occupied by man that cannot be evacuated, natural flood risk prevention requires flood management schemes to be introduced in addition to the flood forecasting and flood warning system. Three examples of management schemes are analysed to draw the main conclusions. Dynamic management of flood areas, re-organising the normal river course, removal of run-off obstacles, constructing dikes in threatened areas are some of the measures envisaged that could be combined to reach an optimum solution acceptable to the local authorities. Discussion, communication, respect for the environment are all part of the search for particular solutions to be situated in a much wider context of global flood management at catchment area level.

Localisation des  
barrages écrêteurs ▶



Encadré 1

## LA BOURBRE A BOURGOIN-JALLIEU

**Maîtrise de l'ouvrage** : commune de Bourgoin-Jallieu

Coût de l'aménagement (valeur 1994) : 25 MF

### Description du projet

Aménagement de la Bourbre dans la traversée de la ville de Bourgoin-Jallieu.

- Relèvement de trois ponts par vérinage.
- Reconstruction d'une passerelle.
- Réfection des berges fortement érodées et trop basses, par alternance de quais verticaux avec muret d'endiguement et de berges en pente douce végétalisées avec levée de terre, en fonction de la place disponible.
- En parallèle, réaménagement du lit.

### Amélioration escomptées

Crue « historique » de 1993 estimée à 90 m<sup>3</sup>/s.

Projet : Capacité théorique de 70 m<sup>3</sup>/s. (Passage sans aucune sécurité de 90 m<sup>3</sup>/s).

car :

- dispositif d'écrêtement complémentaire en amont,
- capacité difficile à dépasser sans aménagements supplémentaires importants (difficulté de remonter les ponts davantage, hauteur d'endiguement excessive...).

### Autres aménagements envisageables

En amont, dispositif d'écrêtement sur la Bourbre et son affluent l'Agy en trois sites.

*Objectifs* : écrêter une crue type 93 de 90 m<sup>3</sup>/s à 70 m<sup>3</sup>/s.

*Volume de stockage global* : 1,5 millions de m<sup>3</sup>.

*Coût* : 15 MF.

### Impacts du projet

- \* Suppression des débordements en ville pour une crue type 1993.
- \* Faible modification de la propagation des crues par l'aménagement, et de toute façon compensée par l'écrêtement amont.
- \* Prise en compte de la nécessité de l'intégration du projet dans le tissu urbain, dans la limite des moyens financiers de la commune (promenade piétonne...).

### Enseignements tirés

Les mesures curatives constituent la composante principale de l'aménagement (amélioration des écoulements, réfection des berges, légers endiguements) complétées, au titre de mesures préventives, par la création de trois réservoirs écrêteurs de crues sur la Bourbre et l'Agy. On a pu ainsi limiter les travaux à la traversée de la ville en programmant la réduction future des débits de crues par écrêtement amont.

Encadré 2

## AMENAGEMENT DE L'ISERE DANS LA VALLEE DU GRESIVAUDAN

**Maître de l'ouvrage :** Association départementale de l'Isère-Drac-Romanche

**Coût de l'aménagement :** 180 MF.

### Description du projet

**Objectif :** Réaliser un schéma d'aménagement cohérent de l'Isère dans la vallée du GRESIVAUDAN pour limiter le débit à la traversée de Grenoble à 1600 - 1700 m<sup>3</sup>/s pour une crue de fréquence bicentennale (T = 200).

Projet :

- Curage et recalibrage du lit mineur sur 12 km à l'amont de Grenoble avec les protections de berges associées.
- Ecrêtement des crues par optimisation des déversements contrôlés dans sept casiers réalisé par le calage et le dimensionnement de déversoirs latéraux.
- Deux seuils transversaux en rivière dont le but est de :
  - stabiliser le lit et les protections de berges,
  - relever les lignes d'eau localement pour accroître le stockage dans le casier.
- Ouvrages de vidange des casiers.

### Améliorations escomptées

Ecrêtement à 1430 m<sup>3</sup>/s environ à l'entrée de Grenoble.

- de la crue de fréquence bicentennale (1900 m<sup>3</sup>/s à l'entrée dans la vallée plus 270 m<sup>3</sup>/s d'apports intermédiaires).
- de la crue de fréquence centennale (1630 m<sup>3</sup>/s à l'entrée dans la vallée plus les mêmes apports intermédiaires que pour T 200).

Marge de sécurité de 250 m<sup>3</sup>/s par rapport à la capacité du lit dans Grenoble pour pallier un engraissement probable du lit dont l'évolution du profil en long sera suivie.

### Autres aménagements envisageables

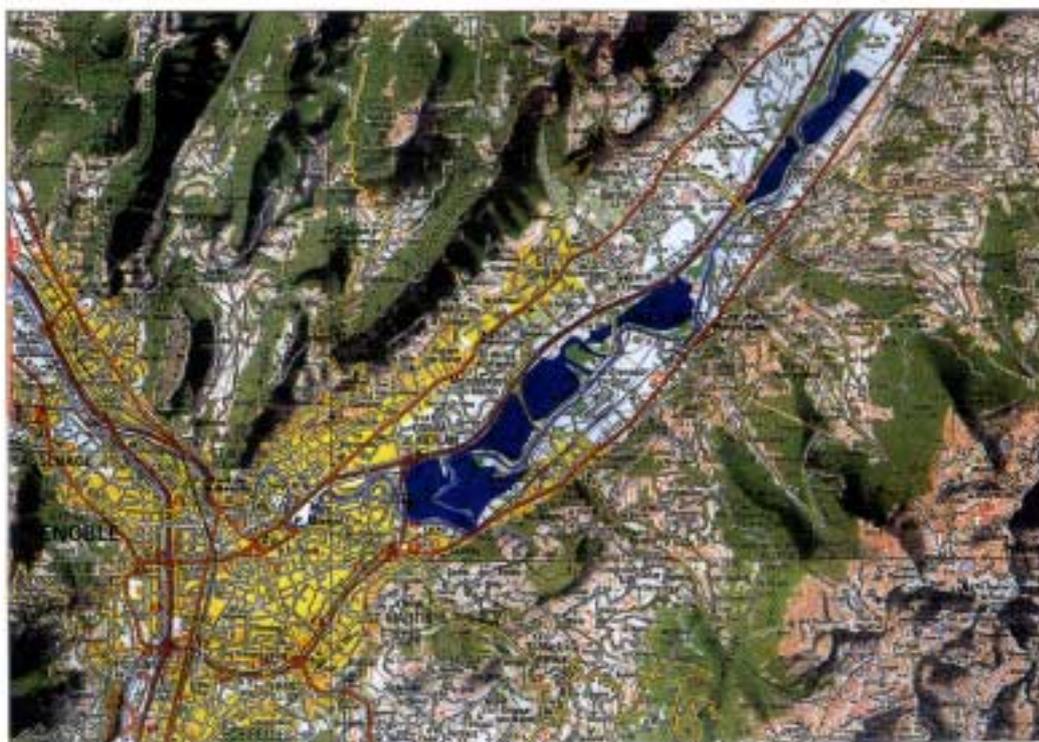
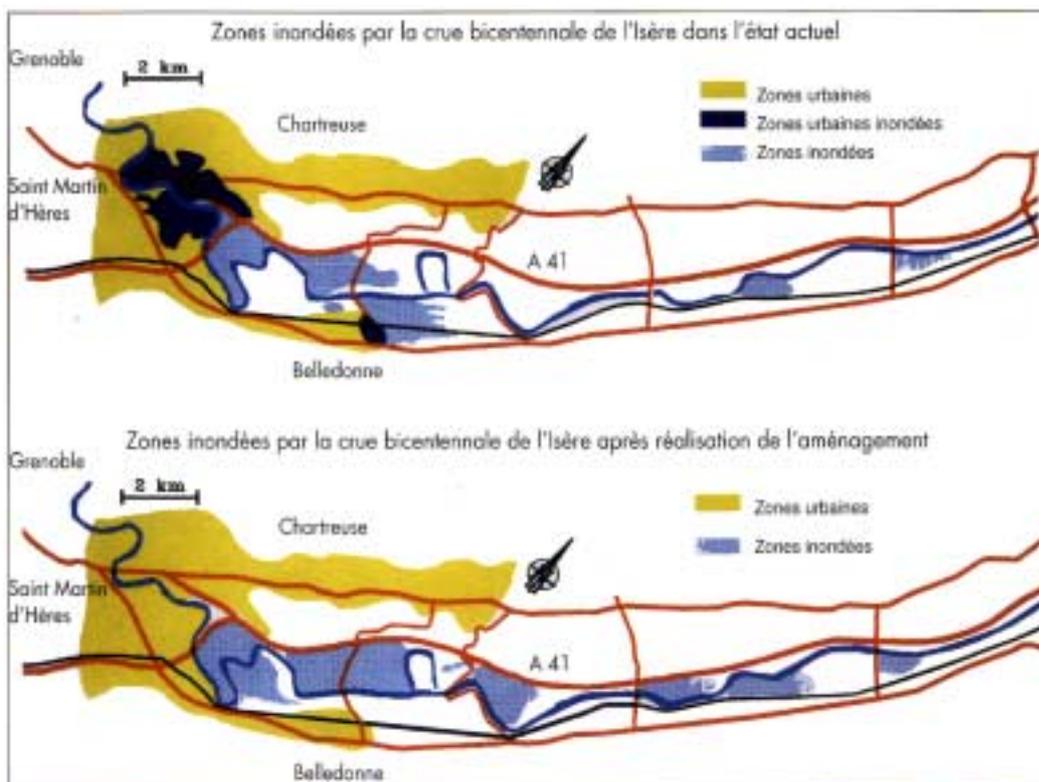
- Auscultation et renforcement des digues en zones urbanisées et en zones d'écêtement contrôlé.
- Suivi des digues en zones rurales où leur rupture possible et admise ne créera pas de dommages directs aux personnes et aux biens.

### Impact du projet

- Remise en zones inondables de casiers à vocation agricole pour des fréquences rares (période de retour supérieure à 30 ou 50 ans).
- L'encaissement du lit de l'Isère au cours des 30 dernières années a déjà modifié la propagation des crues.

### Enseignements tirés

Dans le cas de l'Isère à l'amont de Grenoble, il s'agit d'appliquer essentiellement des mesures préventives par la gestion dynamique des zones inondables de la vallée du Grésivaudan. Quelques recalibrages et protections de berges locaux viendront en complément. On rend à nouveau inondables des zones qui, peu à peu, étaient moins concernées par les inondations.



◀ Protection de Grenoble contre les crues : casiers d'inondation

Encadré 3

## PROTECTION DE L'AGGLOMERATION AGENAISE CONTRE LES CRUES DE LA GARONNE

**Maître de l'ouvrage :** district de l'agglomération agenaise

**Maître d'œuvre :** direction départementale de l'équipement du Lot-et-Garonne

**Coût de l'aménagement** (Valeur 1994) : 450 MF.

### Description du projet

L'objectif est de protéger l'agglomération contre une crue de type 1930 (crue centennale de 7850 m<sup>3</sup>/s) à l'exception :

- \* de l'Esplanade du Gravier protégée contre une crue trentennale.
- \* de Colayrac-Saint-Cirq protégé contre une crue type 1977 (Fréquence 7 ans).

**Premiers travaux :** Reconstruction du Pont de Pierre et élargissement du lit ordinaire à 205 m au droit de la ville d'Agen (années 1970-1980).

### Projet en cours de réalisation :

- \* Poursuite du calibrage à 205 m du lit ordinaire de la Garonne entre l'aval de Colayrac et l'amont du Pont du CD 17 avec élargissement du barrage de Beauregard et protection des berges.
- \* Endiguement de la plaine de Boë, en rive droite, de Saint Pierre de Gaubert à Agen.
- \* Endiguement de Passage d'Agen entre le Pont de Pierre et le Pont Canal.
- \* Protection sommaire de l'esplanade « Le Gravier » à Agen.
- \* Exhaussement partiel de la RN 113 à Colayrac.
- \* Exhaussement des voies communales n° 1 et n° 8 de Passage d'Agen.
- \* Réalisation de déversoirs permettant la submersion des champs d'inondation pour les crues de fréquence supérieure à 7850 m<sup>3</sup>/s et des ouvrages de vidange associés.

### Améliorations escomptées

Les premiers travaux (reconstruction du Pont de Pierre, élargissement du lit ordinaire) ont permis d'abaisser de 1 m environ la ligne d'eau pour une crue de type 1930 (crue centennale de 7850 m<sup>3</sup>/s), l'aménagement en cours protégera l'ensemble de l'agglomération agenaise contre une crue centennale, sauf, localement, contre des crues de périodes de retour inférieures (T30 pour le Gravier - T7 pour Colayrac-Saint-Cirq).

### Impacts du projet

Les impacts du projet qui ont été étudiés et jugés acceptables sont :

- \* Abaissement de la nappe phréatique et impact sur les captages d'AEP.
- \* Impacts sur la faune, la flore et la qualité des eaux.
- \* Fonctionnement du réseau d'assainissement et d'écoulement des eaux pluviales dans les emprises du projet en période de crue.
- \* Répercussions du projet sur l'écoulement des crues de la Garonne en aval de Colayrac.

### Enseignements tirés

La protection de l'agglomération agenaise contre les crues de la Garonne a consisté en des mesures curatives (recalibrages et endiguement des zones menacées par les inondations) intégrées dans le réaménagement urbain des bords du fleuve (voies de communication, promenades, espaces collectifs, etc...).

Des niveaux de protection différents d'un secteur à l'autre et une bonne intégration architecturale et urbanistique sont de nature à atténuer les effets négatifs des grands endiguements.

▼ Protection d'Agen contre les crues

