

Prévention des inondations

Historique, stratégie et proposition de catégorisation de la protection rapprochée contre le risque d'inondation.

La **protection structurelle contre le risque d'inondation** s'est historiquement réalisée à travers des ouvrages d'ingénierie lourde, principalement des barrages et des digues. Ces ouvrages parfois très anciens ont montré à la fin du 20^{ième} siècle leurs limites.

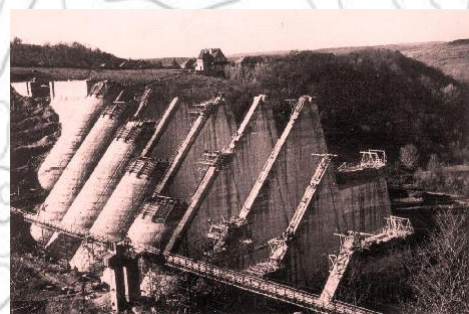
Les progrès dans l'évaluation environnementale ont permis d'analyser ces techniques et ont dévoilé de nombreux **impacts négatifs sur l'environnement**. Pour n'en citer que quelques-uns, on sait aujourd'hui que les grands barrages impactent la migration des espèces aquatiques, retiennent les sédiments et participent ainsi à l'érosion côtière et la diminution du sable des plages. Ces ouvrages ont montré



Xynthia (2014)

aussi leur **limite sécuritaire** : les récents accidents liés à des brèches dans des digues : Tempête Xynthia en France en 2014, 70 morts, ou encore en 2005 avec Katerina en Nouvelle Orléans (USA) démontrent que ces ouvrages ne sont pas fiables à 100% et nécessitent une maintenance accrue, coûteuse et difficile à mettre en place.

Durant l'année 1994 en France, l'Entente Oise Aisne sous l'impulsion de l'ingénieur territorial Jean Dunglas développe une **technique innovante** d'ingénierie lourde consistant à créer des **zones d'expansion de crue** stratégiquement placées en amont des zones à risque afin de stocker temporairement les eaux de crue et diminuer ainsi la montées des eaux en aval. Cette technique issue du stockage temporaire des eaux d'inondation s'utilisait déjà dans le passé mais était axé sur un stockage plus localisé et moins repartit d'une façon stratégique à l'échelle du bassin versant. **Les Grands lacs de Seine** furent ainsi créés dès 1949 suite aux grandes crues de 1910 et 1924 comme tampon en cas de nouvelle crue de la Seine. De nombreux projets ont été réalisés en France : le lac de Pannecièrre sur l'Yonne en 1949, le Lac d'orient sur l'Aube en 1966, lac du Der-Chantecoq sur la Marne en 1974 et d'autres sont encore en cours (Bassin Versant du Vidourle).



Les récents progrès de la modélisation hydrologique et hydraulique à l'échelle d'un bassin versant permettent de définir avec précision une stratégie de **stockage temporaire le long des cours d'eau**.

Cette technique dite de **ralentissement dynamique** permet une diminution du risque d'inondation mais le gain de diminution de hauteur d'eau de crue en aval n'est pas toujours suffisant ou nécessite des zones de stockage trop importantes et donc difficiles à gérer et à identifier.

Aussi à la fin des années 90 se développent principalement en Europe les **techniques de protection dites rapprochées, temporaires et amovibles**. Le premier pays Européen à avoir sérieusement développé ces techniques est l'Allemagne qui subit entre 1992 et 1995 des crues majeurs sur la vallée du Rhin entraînant plusieurs centaines de millions d'euros de dégâts. Grâce à une politique publique favorisant le développement des techniques de prévention, quelques entreprises allemandes investissent dans la conception d'équipements de protection rapprochée et temporaire et réalisent dès la fin des années 90 d'impressionnants ouvrages de protection. La technique de protection rapprochée la plus développée a été le batardeau amovible qui n'est autre qu'une modernisation des anciens batardeaux déjà en vogue au Moyen Age. Le batardeau moderne se distingue de l'ancien par des matériaux légers, inoxydables et facilement manipulables (souvent de l'aluminium) et des techniques permettant le montage rapide avec peu ou pas de moyen de levage.

En 2004, la société allemande IBS a été mandatée pour réaliser **la plus grande protection amovible jamais réalisée au monde** à Cologne : 14 000 m² de protections érigées sous forme d'une barrière amovible en aluminium sur plus de 10 km de linéaire protège aujourd'hui cette ville d'une crue du Rhin. Le dispositif est posé en 2 jours par la commune et protège des crues centennales sur des hauteurs de plus de 4 m par endroits.



Les **protections rapprochées** se distinguent des protections historiques d'ingénierie lourdes de part :

- Leur caractère **temporaire et amovible** : elles sont ainsi parfaitement adaptées à la protection en zone urbaine. La protection est **invisible** ou presque **hors période de crue** et n'impacte pas l'architecture, l'esthétique et la vue du site.
- Leur **faible impact sur l'environnement** : les barrières sont absentes lors des périodes de crues et n'impactent ainsi ni la flore ni la faune. Lors des périodes de crues, l'environnement aquatique étant déjà très perturbé, l'impact environnemental de la barrière en zone urbaine est minime.
- Leur **facilité et rapidité de mise en place** : elles sont conçues pour être mises en place avec peu de personnel **non qualifié** et peu d'outillage afin d'assurer l'érection de la protection dans 'la panique ' et **l'urgence**.
- Leur **fiabilité** : elles sont fabriquées avec des **matériaux résistants**, inoxydables et dimensionnés pour l'effort statique et parfois dynamique de la crue. N'étant que rarement sollicités, les équipements ont une bien meilleure fiabilité que les ouvrages d'ingénierie lourde. Ces derniers étant sans cesse sollicités par l'eau même hors période de crue.

Aujourd'hui les techniques de **protection rapprochée contre le risque d'inondation** ont beaucoup évolués et la suite propose une catégorisation de ce type d'équipement et de stratégie de protection rapprochée.

Concernant la stratégie de protection rapproché, trois types de distinguent principalement :

- **L'endiguement temporaire de cours d'eau** : il s'agit de mettre en place des digues amovibles et temporaire le long de la rive, parfois des deux côtés, afin de canaliser le débit de l'inondation et éviter le déversement des eaux sur les zones habitées.

Exemples :



Ratisbonne, Allemagne



Givet, Ardennes



Sur le Rhin, Allemagne

- **La protection périphérique** : Cette stratégie consiste dans l'endiguement périmétrique temporaire d'une zone à risque (quartier, bâtiment, rives) souvent aux abords d'un cours d'eau ou d'un zone de ruissellement des eaux de pluie. Il s'agit de confiner la zone à protéger en érigeant une barrière temporaire et amovible autour de la zone.

Exemples :



- **La protection directe sur bâtiment** : il s'agit de traiter directement les sites d'infiltration dans le bâtiment à protéger : portes, ouvertures, fourreaux, canalisations avec des équipements adéquates.

Exemples :



Douardenez, Finistère



Caisse des dépôts et consignations, Paris



Particulier, Région Parisienne

Les équipements et produits de protection rapprochée peuvent se classer selon les catégories suivantes :

Les dispositifs anti-crues démontables non mobiles : Il s'agit d'Équipement de protection démontable et amovible se posant au moment de l'annonce de crue mais devant être posé sur une ligne de défense prédéfinie et pérenne. Dans le cas d'une protection périphérique par exemple avec des batardeaux aluminium, la ligne de défense est figée par la position des points d'ancrage du système. L'ancrage est souvent réalisé avec des platines en métal coulées dans une fondation au sol. La fondation qui peut être lourde permet de fiabiliser la protection et assure le maintien de la barrière pour des hauteurs de protection importantes.

Ces dispositifs sont ainsi très fiables et protègent pour des hauteurs importantes (jusqu'à 5 m) mais leur cout d'étude et réalisation est importante notamment dû à la l'exécution de la fondation.

Les dispositifs anti-crues démontables mobiles et auto-stables: Ces dispositifs n'ont pas de ligne de défense figée. Aussi ils peuvent se positionner sur différents sites et même être déplacés lors d'une crue, d'où leur dénomination de protection mobile. Le sol sur lequel ils reposent doit cependant répondre à certains critères structurels (aspérités, pentes...). Leur mobilité implique qu'ils soient auto-stables, c'est-à-dire qu'ils sont conçus pour se maintenir érigé sans dispositif d'ancrage, de fondation ou de support additionnel. En général, ils utilisent la pression de l'eau pour leur ancrage et stabilité au sol. Ces dispositifs restent moins fiables que les protections non mobiles dans le sens où l'ancrage est moins performant et qu'ils sont tributaires de la résistance du sol Ils protègent donc pour des hauteurs inférieures aux dispositifs non mobiles (environ 1,5 m max de hauteur de protection)

Les dispositifs anti-crues passifs : Technologie plus récentes, ils apparaissent depuis le début des années 2000. Ils se caractérisent par le fait que leur activation ne nécessite ni intervention humaine ni apport d'énergie. La barrière est stockée dans le sol soit à la verticale soit à l'horizontale et se lève automatiquement par la simple pousse d'Archimède. Elle redescend ensuite seule dans son caisson après la descente des eaux

Les dispositifs anti-crues économiques : Ces systèmes permettent d'ériger des barrières de protection à partir de sable ou matériaux tout venant. Ils sont en général constitués de modules de plusieurs mètres de long divisés en cellule ou compartiment que l'on remplit de sable. Leur auto-portance permet de les déployer et remplir rapidement. Ils constituent une alternative bien plus efficace que les sacs de sables.