

Plans de prévention
des risques naturels
(PPR)
Risques d'inondation

guides



MESURES DE PRÉVENTION



Cet ouvrage a été élaboré et rédigé par Marc Brigando, Marie Cospen, José Delgado, Patrick Fourmigué, Marcel Masson et Claude Michel du CETE Méditerranée, sous la coordination de Marcel Basso et de Marc Brigando.

Il s'appuie sur les réflexions menées par le groupe de travail constitué de Messieurs Brigando (CETE Méditerranée), Consolini (SOCOTEC), Dégardin (CERTU), Delorme (METL/DHC), Dupuy (MATE/DPPR), Garry (METL/DAFU), Madame Joly (préfecture du Jura), Monsieur de Laitre (DDE de Gironde), Madame Lavaux (MATE/DE), Messieurs Lardy (DDE du Val-d'Oise), Noyelle (MATE/DPPR), Salagnac (CSTB), Savouret (DD SIS des Bouches-du-Rhône), Serrus (MATE/DPPR), Soule (METL/DHC), Vuillemet (DDE du Jura).

Photo de couverture : La médiathèque de Garlande (Réalisation en 1994 - Concepteur : Atelier d'architecture et d'urbanisme Gillet et Mastrandréas - Paris VII), photographie de C. Michel, METL-CETE Méditerranée.

En application de la loi du 11 mars 1957 (art. 41) et du Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992, complétés par la loi du 3 janvier 1995, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans autorisation expresse de l'éditeur. Il est rappelé à cet égard que l'usage abusif et collectif de la photocopie met en danger l'équilibre économique des circuits du livre.

SOMMAIRE

Présentation du recueil	5
CHAMP 1 Gestion du ruissellement et des écoulements	9
CHAMP 2 Limitation des obstacles à l'écoulement des eaux	31
CHAMP 3 Aménagement du lit majeur ou champ d'inondation	47
CHAMP 4 Mise hors d'eau des réseaux publics	55
CHAMP 5 Organisation de l'assainissement pluvial	77
Champ 6 Renforcement de la structure des bâtiments	89
CHAMP 7 Aménagement et équipement des bâtiments	105
CHAMP 8 Protection des zones urbanisées contre les inondations	125
 ANNEXES	
ANNEXE 1 Caractéristiques des mesures de prévention classées par champ opérationnel	145
ANNEXE 2 Mesures de prévention classées par objectif puis par échelle d'application	149
ANNEXE 3 Mesures de prévention classées par document d'application puis par objectif	151
ANNEXE 4 Mesures de prévention classées par type d'inondation puis par objectif	153
 Bibliographie	 155

PRÉSENTATION DU RECUEIL

Un nouveau recueil de mesures de prévention

L'État développe une politique de prévention des risques naturels en concertation avec les collectivités locales, en application de la loi du 2 février 1995 instituant les plans de prévention des risques naturels (PPR) et à la suite des circulaires de 1994 et 1996 relatives à la prévention des inondations. Cette politique donne la priorité à la sécurité des personnes et à la prescription de mesures collectives ou particulières, notamment dans le domaine de l'urbanisme, de la construction et de la gestion des territoires, tant dans les zones exposées que dans les zones non exposées mais susceptibles de contribuer à l'aggravation ou à la création du risque.

Les principes et les caractéristiques de cette politique sont largement développés dans le guide général pour les plans de prévention des risques naturels et dans le guide méthodologique particulier aux risques d'inondation, parus à la Documentation française respectivement en septembre 1997 et en décembre 1999. En matière d'inondation, il restait à reprendre dans le même sens le catalogue des mesures de prévention paru chez le même éditeur en 1985.

Le présent ouvrage, sans prétendre être exhaustif, rassemble un ensemble d'exemples utiles pour l'élaboration des PPR inondation, mais aussi pour d'autres documents de mise en œuvre de la politique de prévention : schémas de cohérence territoriale, schémas de secteurs, plans locaux d'urbanisme (PLU), cartes communales, permis de construire. Plusieurs mesures peuvent également s'inscrire dans des schémas de gestion et d'aménagement des eaux (SAGE) ou dans des chartes d'environnement. Certaines mesures proposées peuvent aussi nourrir les études de projets locaux de prévention des inondations que les collectivités locales sont susceptibles de mettre en œuvre dans le cadre de leurs compétences.

Classement des mesures de prévention

Les mesures proposées sont classées **suivant huit champs opérationnels** de la prévention des inondations. C'est l'ordre qui a été retenu pour leur présentation dans ce catalogue ; chaque mesure porte le numéro du champ suivi de son numéro d'ordre dans ce champ (ex. mesure 6/2 : deuxième mesure dans le champ 6). Pour faciliter le repérage, chaque champ a été doté d'une couleur qui apparaît sur la tranche du volume.

- Champ 1. Gestion du ruissellement et des écoulements (*bleu*)
- Champ 2. Limitation des obstacles à l'écoulement des eaux (*violet*)
- Champ 3. Aménagement du lit majeur ou champ d'inondation (*vert*)
- Champ 4. Mise hors d'eau des réseaux publics (*orange*)
- Champ 5. Organisation de l'assainissement pluvial (*marron*)
- Champ 6. Renforcement de la structure des bâtiments (*rouge*)
- Champ 7. Aménagement et équipement des bâtiments (*jaune*)
- Champ 8. Protection des zones urbanisées contre les inondations (*gris*)

Pour faciliter la recherche, les mesures proposées sont classées sous forme de tableaux et de listes les regroupant par centre d'intérêt et figurant en annexe :

- annexe 1 : tableau donnant les principales caractéristiques des mesures proposées classées par champ opérationnel. On observe naturellement une certaine homogénéité des caractéristiques des mesures dans un champ donné. Par exemple les mesures du champ 4 « mise hors d'eau des réseaux publics » visent, pratiquement toutes, la limitation des dommages aux biens et aux activités ainsi que la limitation des effets induits ; elles s'appliquent à tous les types d'inondation et à l'échelle de la zone au moins.

Les trois annexes qui suivent proposent d'autres classements des mesures de prévention des inondations pour faciliter la recherche des utilisateurs :

- annexe 2 : mesures de prévention classées par objectif puis par échelle d'application ;
- annexe 3 : mesures de prévention classées par document d'application puis par objectif ;
- annexe 4 : mesures de prévention classées par type d'inondation puis par objectif.

Nous signalons que dans ces trois dernières annexes, les objectifs de prévention sont parfois regroupés pour éviter des répétitions inutiles.

Présentation des mesures de prévention

Les mesures de prévention proposées sont présentées sous forme de fiches d'une ou deux pages, complétées autant que possible par un exemple choisi pour les illustrer. Les fiches comportent un certain nombre de rubriques, disposées suivant un ordre commun à l'ensemble, pour permettre au lecteur de les retrouver facilement.

Chaque mesure est définie par son nom, généralement en terme d'action, et numérotée à l'intérieur d'un champ opérationnel de prévention.

Après ces indications les fiches comprennent généralement les rubriques suivantes :

- le **principe** de la mesure qui en est une définition brève ;
- des **caractéristiques** plus ou moins normalisées :
 - objectif : finalité de la mesure dans la prévention des risques d'inondation, indiquée suivant quatre thèmes normalisés : diminution des aléas, protection des personnes, réduction des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits.

Des objectifs autres que ceux de la prévention des risques peuvent être également cités ;

- type de phénomène : type d'inondation concerné parmi les trois principaux : inondation lente, inondation rapide et inondation par ruissellement urbain.

Les autres types d'inondation ne sont pas mentionnés systématiquement ;

- catégorie de mesure : indique si la mesure relève d'un particulier : mesure individuelle, d'une association : mesure d'ensemble ou d'une collectivité (ou d'un groupement) : mesure collective ;
- autres mesures répondant aux mêmes objectifs : mesures pouvant être mises en œuvre en remplacement ou en accompagnement ;
- échelle d'application : la mesure peut s'appliquer sur des espaces allant de la parcelle ou de la rue (100 m²) à l'ensemble du bassin versant (100 km² ou plus) en passant par la zone, la commune ou le tronçon de vallée ;
- opportunité de la mesure : la mesure peut être mise en œuvre à différents moments : lors de la construction ou de l'aménagement, à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd, à tout moment sur un équipement ou un aménagement existant ;
- documents de mise en application : documents, réglementaires ou non, dans lesquels la mesure peut être inscrite ;

- des **rubriques descriptives** :

- description : description synthétique de la mesure abordant notamment sa conception, sa mise en œuvre et sa pérennisation ;
- effets induits et mesures compensatoires éventuelles : conséquences non souhaitables, notamment du point de vue de la prévention, et moyens utilisables pour y pallier ;
- problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre : difficultés particulières de réalisation et précautions particulières pour assurer l'efficacité de la mesure ;
- compatibilité avec d'autres risques : la fiche signale occasionnellement la compatibilité de la mesure avec la prévention d'autres risques.

- des **références bibliographiques particulières** concernant la mesure présentée dans la fiche. La bibliographie en fin de volume donne les références communes à l'ensemble du catalogue.

Mise en œuvre des mesures de prévention

Comme nous l'avons indiqué plus avant, le présent ouvrage constitue une boîte à outils qu'il convient d'utiliser avec d'autant plus de discernement que les mesures paraissent faciles à mettre en œuvre.

Ainsi certaines mesures proposées dans les champs 1 à 3 nécessitent-elles de s'assurer qu'elles offrent localement les avantages escomptés et que le bénéfice obtenu sur le bief de cours d'eau étudié – du fait par exemple, du stockage des eaux ou de la suppression des obstacles aux écoulements – ne se traduit pas plus à l'aval par un accroissement de l'aléa. Dans ce sens, on veillera à considérer le bon périmètre géographique de l'étude. On prendra également la précaution de vérifier que les mesures envisagées sont encore efficaces, ou au moins transparentes pour des crues supérieures à la crue de référence prise en compte pour leur dimensionnement. Enfin on gardera présent à l'esprit que les investissements consentis en matière de sécurité ne sont qu'exceptionnellement regrettés.

■ CHAMP 1

Gestion du ruissellement et des écoulements

DÉVELOPPEMENT DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE

1/1

Principe

Réduire le ruissellement en milieu naturel par accroissement de la couverture végétale.

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation rapide

Catégories de mesure :

Mesure collective

Mesure d'ensemble

Autre mesure répondant au même objectif :

Ouvrages de régulation (barrages)

Échelle d'application :

D'un versant à un bassin versant, soit du km² au millier de km²

Opportunité de la mesure :

À tout moment

Documents de mise en application :

Charte d'environnement

PPR

PLU

Description

Opérations de reboisement de secteurs précédemment cultivés (exemple : reforestation du massif de l'Aigoual à la fin du 19^e siècle).

Actions de restauration de terrains en montagne (RTM) basées sur le contrôle hydraulique (seuils), la stabilisation mécanique des pentes (murets, restanques) et la plantation d'arbres (exemples : terres noires des Alpes du Sud, versants du Canigou).

Mesures de gestion d'espaces boisés, en particulier par des programmes de prévention des incendies de forêts (exemple : forêts méditerranéennes), et par des programmes coordonnés d'exploitation sylvicole.

Actions de restauration rapide des zones exploitées et des secteurs soumis à des incendies de forêt : enherbement avec des espèces adaptées aux conditions locales, reboisement.

Remarque : la déprise agricole affectant certaines régions (Alpes, Pyrénées, Massif central) depuis le début du siècle, et surtout depuis 50 ans, a entraîné une reforestation spontanée et par plantations de grande ampleur.

ceux-ci jusqu'à leur substratum. Des risques peuvent en résulter pour des ouvrages (ponts, défenses de berges) construits sur ces cours d'eau.

L'étude d'impact doit par conséquent recenser les ouvrages concernés par cette évolution potentielle.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Limitée aux secteurs à faibles enjeux économiques, et généralement positive au plan de l'environnement, l'intérêt de cette mesure dépend surtout de son coût, ainsi que de sa réussite technique lorsque les conditions de sol (roche dure affleurante sans couverture de sol pédologique ou de formations superficielles, pentes fortes) ou de climat (zones de montagne, ou zones très peu arrosées) sont défavorables.

Son efficacité, certaine pour des épisodes pluvieux d'intensité faible à moyenne, est contestée dans le cas de pluies de grande intensité survenant à la suite d'une période humide, et pouvant générer des crues exceptionnelles, de période de retour ≥ 100 ans.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Le reboisement généralisé de bassins versants peut à terme, en réduisant très fortement l'érosion des sols et, dans une moindre mesure, les glissements de terrain, supprimer l'apport de matériaux grossiers aux cours d'eau, et provoquer l'incision de

Compatibilité avec d'autres risques

Réduction concomitante du risque de mouvements de terrain et du risque d'érosion des sols.

Augmentation éventuelle du risque incendie, en fonction des conditions climatiques, de sols et d'espèces végétales choisies.

Références bibliographiques

Cosandey C., « Genèse des crues dans les bassins élémentaires en région de moyenne montagne méditerranéenne », in *Crues et inondations – 23^{es} journées de l’Hydraulique*, Congrès de la

SHF, Nîmes 14-16 septembre 1994, Société Hydrotechnique de France, 1994.

Combe F., Hurand A., Meunier M., « La forêt de montagne : un remède aux crues », in Meunier M., *BVRE de Draix, CR de recherche n° 3*, Cemagref, Antony, 1995, p. 113-121.

AMÉLIORATION DES TECHNIQUES AGRICOLES

1/2

Principe

Appliquer (ou réappliquer) des techniques culturales favorisant le ralentissement des écoulements superficiels et l'infiltration dans le sol, et limitant le ruissellement pluvial et l'érosion des sols.

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation rapide

Catégorie de mesure :

Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Allant du versant à une partie du bassin versant, soit du km² à la dizaine de km²

Opportunité de la mesure :

À tout moment sur des exploitations existantes

Documents de mise en application :

Dossier de remembrement

Contrat territorial d'exploitation (CTE)

Description

Diverses mesures peuvent être mises en pratique par les agriculteurs, sans entraîner de sujétions techniques ou économiques trop importantes, telles que :

- réalisation des labours et des plantations pérennes (vignes, vergers) parallèlement aux courbes de niveau, et non dans le sens de la pente ;
- entretien de la surface du sol de manière à empêcher la formation d'une croûte de battance, à accroître la rugosité et à favoriser l'infiltration :
 - aération du sol par sarclage ou binage entre les périodes de développement végétal ;
 - dans les cultures pérennes, comme la vigne en particulier, préservation de la porosité et de la perméabilité du sol par le maintien d'une couverture herbacée, soit complète, soit en bandes parallèles, soit périodique (usage de défoliants et non de désherbants) ;
 - maintien en place des chaumes après la moisson ;
 - enherbement des chemins d'accès et des fossés de drainage ;
 - développement des fossés de drainage (exemple chinois : jusqu'à 10 % de la surface cultivée) avec limitation du débit de fuite ;
 - organisation de l'exploitation agricole de manière à avoir, à un instant donné, des parcelles juxtaposées présentant des états de surface diversifiés ;
 - diminution de la dimension des parcelles dans le sens de la pente ;
 - mise en place d'ouvrages légers de ralentissement de l'écoulement : plis, diguettes, talus, mise

en remblai des chemins d'accès transversaux à la pente, fossés enherbés à débit d'exhaure limité ;

- mise en friche de parcelles situées en dépression topographique, avec abandon du drainage et aménagement en aire de rétention.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Perte limitée de superficie cultivée, compensée à terme par une meilleure préservation du sol et l'amélioration des réserves en eau du sol.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Dans les secteurs de monoculture, la diminution de la taille des parcelles ou leur réorganisation dans le sens des courbes de niveau, comme le développement des fossés de drainage enherbés tendent à diminuer la productivité ; la limitation de l'érosion permet par contre de mieux préserver les sols et d'améliorer l'efficacité des engrais.

Compatibilité avec d'autres risques

La réduction du ruissellement permet en complément de réduire l'intensité de l'érosion des sols.

Références bibliographiques

Auzet V., *L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects aménagement*, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990.

EXEMPLES

OPÉRATIONS PILOTES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION EN SEINE-MARITIME (PAYS DE CAUX)

CONTACTS

Agence de l'Eau Seine-Normandie – Cemagref, Antony – Association régionale pour l'étude et l'amélioration des sols, 76460, Saint-Valéry-en-Caux.

Également dans le Pas-de-Calais et le Gers.

MOBILISATION DES AIRES NATURELLES DE RÉTENTION

1/3

Principe

Prise en compte des capacités de rétention offertes par des espaces alluviaux favorables et à faible vulnérabilité, vis-à-vis de crues importantes risquant d'affecter des sites vulnérables situés en aval.

Objectifs :

Diminution des aléas
Réduction de la pollution

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Barrages écrêteurs, bassins de rétention

Échelles d'application :

Zone
Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

À tout moment

Documents de mise en application :

PPR
SAGE
Convention

Description

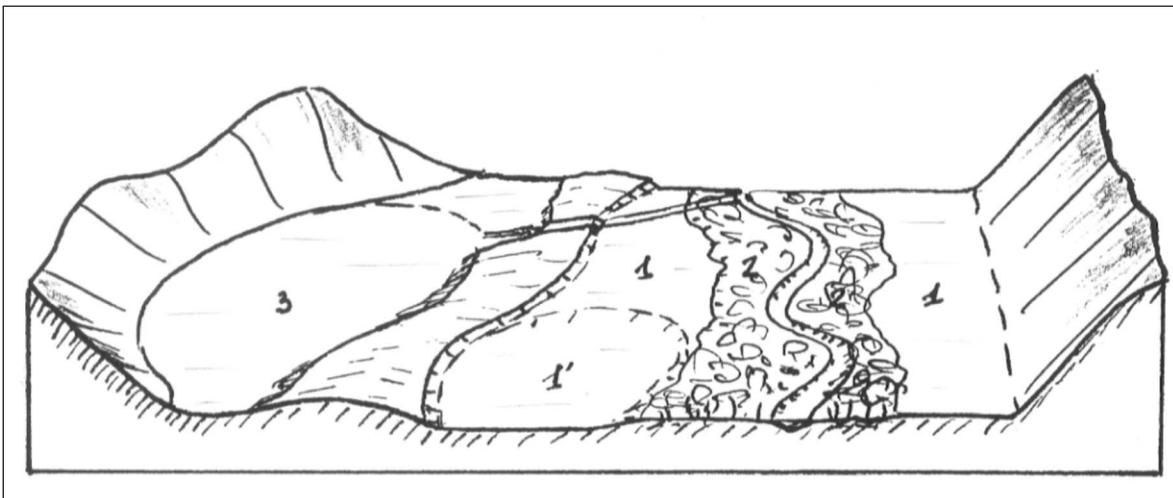
La mesure s'applique à tous les espaces alluviaux de géométrie favorable à la rétention (lit majeur large à faible pente longitudinale) et de superficie significative par rapport à l'ensemble des zones inondables de la portion de bassin versant considérée. Ces zones peuvent être mobilisées :

- par fonctionnement naturel de l'hydrosystème ;
- à la suite d'aménagements spécifiques destinés à accroître la capacité de rétention.

Elles peuvent comprendre (cf. figure) :

- les lits majeurs (1), et particulièrement leurs zones humides (1'), situées parfois en contrebas du lit mineur ;
- les zones bordières des cours d'eau, assurant la stabilité des berges et le ralentissement des courants (2) ;
- les zones situées en bordure de la plaine alluviale inondable, et susceptibles d'être aménagées en bassins de rétention (3) ;
- des parties amont du réseau hydrographique présentant des surlargeurs de lit majeur (vallons secs).

Composition des espaces alluviaux



Source : CETE Méditerranée.

L'application de ce principe peut nécessiter la mise en œuvre de divers moyens :

- la préservation des capacités de rétention au moyen de mesures de planification et de réglementation du droit des sols interdisant tout aménagement risquant de compromettre cette fonction, tel que : urbanisation, travaux hydrauliques de recalibrage ou d'endiguement, mise en place de remblais ou d'infrastructures jouant le rôle de digue, etc. La réglementation peut également concerner l'usage des sols : éviter les spéculations agricoles très sensibles aux crues et susceptibles d'imposer à terme des mesures de mise hors d'eau ;
- la préservation des capacités de rétention peut concerner, selon les cas, l'ensemble des crues ou uniquement les crues fortes à exceptionnelles, en fonction de la stratégie d'aménagement mise en œuvre sur le bassin versant.

L'amélioration des capacités naturelles de rétention, par différents types d'aménagements pouvant être utilisés dans ce but, tels que :

- le ralentissement des écoulements des eaux dans l'aire de rétention : construction de digues transversales par rapport au sens d'écoulement des eaux, et de casiers de rétention ;
- l'augmentation de la capacité de rétention au moyen de terrassements ;
- l'amélioration des transferts de flux du lit mineur aux aires de rétention :
 - réactivation des bras morts (lônes), meilleure gestion des brèches (exemple : site de Miribel-Jonage en amont de Lyon) ;
 - ouverture totale ou partielle (déversoirs) de digues ;
 - canalisation permettant le transfert d'une partie des crues vers des zones basses éloignées.

Ces aménagements doivent le plus souvent être accompagnés de mesures associées telles que :

- végétalisation des chenaux d'écoulement et des digues ;
- aménagement des exutoires de retour des eaux à la rivière en fin de crue, de manière à limiter les érosions ;
- dispositifs de ressuyage des terres, afin d'éviter la stagnation des eaux de surface et de nappe, préjudiciable à l'agriculture.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Ces mesures, induisant un accroissement de l'inondabilité des lits majeurs, accroissent les contraintes imposées aux usagers de ces espaces. Elles doivent donc être accompagnées de mesures compensatoires adaptées, telles que :

- indemnisation des pertes agricoles dues aux crues ;
- acquisition des terres les plus vulnérables, avec éventuellement maintien de l'agriculture sous forme de contrats particuliers ;
- aide au changement des spéculations agricoles, ou aux restructurations foncières ;
- développement et entretien du réseau de drainage pour limiter la durée des submersions.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Néant

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Masson M., Ledoux B., Crauchet L., Ballais J.-L., *Gestion des vallées alluviales et inondations. Étude bibliographique et synthèse méthodologique*, Groupe d'études Inter Agences, Agence de l'Eau Adour-Garonne, Toulouse, 1996, 219 + 38 p. (figures, tableaux, bibliographie).

Laurans Y., Cattani A., Dubieu J., *Les services rendus par les zones humides à la gestion des eaux : évaluations économiques pour le bassin Seine-Normandie*, Agence de l'Eau Seine-Normandie-Nanterre, 1996, 98 p. (photos, cartes, tableaux, bibliographie).

Archer D.R., « Flood wave attenuation due to channel and flood plain storage and effects on flood frequency », in Beven K., Carlin P., *Ceds : Floods. Hydrological, sedimentological and geomorphological implications*, Chichester, Wiley J. Sons, 1989, p. 37-46.

EXEMPLE

MOBILISATION DE LA CAPACITÉ NATURELLE DE RÉTENTION DE LA PLAINE ALLUVIALE DU RHÔNE EN AMONT DE LYON, SITE DE MIRIBEL-JONAGE

ÉTAT INITIAL

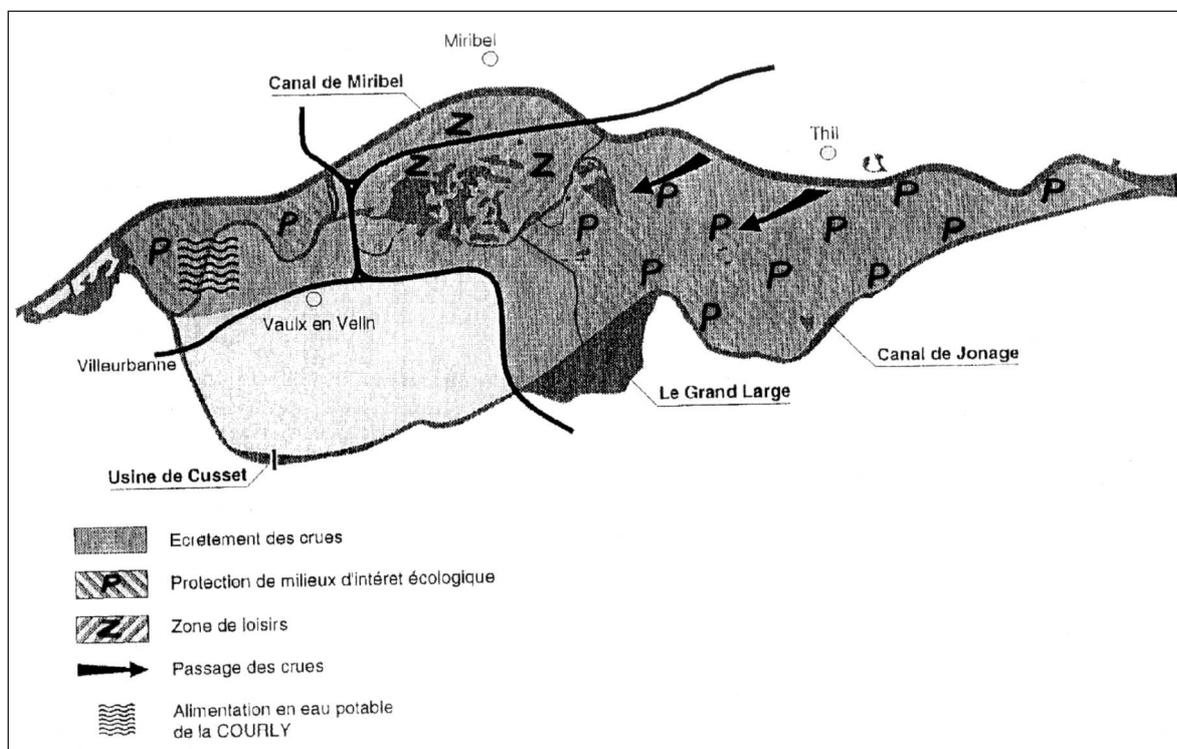
Plaine inondable de 4 000 hectares.

Crués du Rhône de $Q_5 = 2\,700\text{ m}^3/\text{s}$ à $Q_{100} = 4\,400\text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{1000} = 5\,500\text{ m}^3/\text{s}$).

Aménagement à partir de 1850 : canal de navigation de Miribel, canal de Jonage et centrale hydro-électrique.

Projet de 1960 (commencé, puis abandonné) : zone de loisirs, extraction de graviers – achat de 2 200 hectares.

Fonctions de la plaine alluviale du site de Miribel-Jonage



Source : J.-P. Bravard et al.

OBJECTIFS

Nouvelles fonctions assignées au site : alimentation en eau potable ; protection du patrimoine écologique (création d'une ZNIEFF).

Compensation des effets négatifs des aménagements antérieurs : abaissement des nappes dû au creusement du canal de Miribel et aux gravières, remblais limitant l'expansion des crues ; eutrophisation des plans d'eau ; intensification de la pression agricole (cultures intensives de peupliers et de maïs ; amendements) et des activités de loisirs ; perte de capacité d'écroulement des crues, passée lors de la crue de 1957, pour un débit de $3\,750\text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{100} = 4\,400\text{ m}^3/\text{s}$) de $300\text{ m}^3/\text{s}$ à 80 à $160\text{ m}^3/\text{s}$ en 1992.

MOYENS TECHNIQUES

Dans le cadre d'un classement spécifique au SDAU et de l'adoption d'une charte d'objectifs en 1993, puis d'un plan directeur, accompagné d'un programme financier pluriannuel, détermination de

quatre vocations : eau potable, expansion des crues, patrimoine naturel, loisirs de plein air, auxquelles les autres activités doivent être subordonnées. Les principales actions concernent :

- la restauration des capacités d'écêtement : réactivation des bras morts (lônes), meilleure gestion des brèches ;
- la restauration du niveau des nappes et des lacs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bravard J.-P. et al., *Opérations pour la mise en valeur du site de Miribel-Jonage*. Rapport du Groupe d'experts réunis par le fonds Jacques Cartier à la demande du conseil général du Rhône (décembre 1992), in *Les paysages de l'eau aux portes de la ville : mise en valeur écologique et intégration sociale*, Éditions du Programme pluriannuel en sciences humaines Rhône-Alpes, Lyon, décembre 1995, p. 3-56 (figures, cartes, bibliographie).

Atlas de l'Île de Miribel-Jonage, SYMALIM, Lyon, mai 1997, 54 p. (figures, cartes, photos, bibliographie).

Dégardin F. et Gaide P.-A., *Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain*, Certu, Lyon, 1999, 231 p. (photos, cartes, tableaux, bibliographies).

CONTACTS

SYMALIM, chemin de la Bletta, 69120 Vaulx-en-Velin.

Jean-Louis Michelot, consultant en environnement.

SEGAPAL, même adresse.

André Grange, directeur.

RESTAURATION DES CAPACITÉS DE RÉTENTION

1/4

Principe

Reconstitution des conditions d'inondation de plaines alluviales mises hors d'eau dans le passé au moyen d'aménagements hydrauliques.

Objectifs :

Diminution des aléas
Réduction de la pollution

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Barrages écrêteurs, bassins de rétention

Échelles d'application :

Zone
Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

À tout moment sur des équipements ou des aménagements existants

Documents de mise en application

PPR
SAGE
Convention

Description

Les sites concernés, inondables dans les conditions initiales, ont été soustraits à l'inondabilité au moyen de travaux et d'ouvrages réalisés, en règle générale, pour protéger des espaces agricoles. Ces aménagements peuvent comporter :

- des digues longitudinales ;
- des rectifications et recalibrages ;
- des drainages intensifs.

Dans ces cas, la restauration de l'inondabilité et des capacités de rétention nécessite la réalisation d'aménagements permettant de supprimer tout ou partie des effets des aménagements antérieurs. La justification de ce retour en arrière peut être liée à l'augmentation de la vulnérabilité à l'aval (cas d'urbanisations en zones inondables) et à la diminution de la pression agricole (développement des friches, effets de la politique agricole commune).

Divers moyens techniques peuvent être utilisés :

- diminution ou suppression de l'effet des digues :
 - création de déversoirs (avec entre autres diminution du risque de rupture de la digue). Exemple : basses plaines de l'Aude (projet) ;
 - ouverture de brèches dans la digue : il est préférable dans ce cas d'ouvrir la digue par l'aval, de manière à limiter les vitesses du courant. Exemple : dans la vallée du Rhin, au Kühkopf (land de Hesse), à la suite d'une rupture accidentelle d'une digue construite pour empêcher les inondations d'été, la brèche a été maintenue, et les champs cultivés trans-

formés en prairie dans tout l'espace non protégé par la digue d'hiver, toujours en fonctionnement ;

- effacement complet de la digue ;
- transfert d'une digue implantée en crête de berge, et de ce fait vulnérable, pour la réimplanter en retrait, de manière à créer (ou recréer) un espace tampon entre le lit mineur et la zone à protéger ;
- refoulement des eaux en crue par dessus la digue au moyen de canalisations de grand diamètre. Exemple : Polder d'Erstein en Alsace ;

- restauration du lit mineur et des berges, de manière à réduire la section d'écoulement hors crue, à stabiliser les berges et à faciliter les débordements sur le lit majeur. Exemple : vallée de l'Èze-Vaucluse (projet). La création de seuils sur le lit mineur est également possible ;

- réduction de la capacité d'évacuation des réseaux de drainage :

- soit par obstruction des drains et fossés : cas des marais de Lavours, près de Belley (01), où la rétention restaurée a permis de ramener le débit exceptionnel (Q 1000) du Rhône de 4 000 à 2 500 m³/s ;
- soit par réduction du débit des drains à leur exutoire, de manière à permettre la rétention tout en limitant la durée de submersion post-crue.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Retour à l'inondabilité ancienne, parfois oubliée par les utilisateurs de l'espace alluvial ; effets sur

l'économie agricole, ou, dans certains cas, sur l'équilibre écologique.

Comme pour la mobilisation des aires naturelles de rétention, des mesures compensatoires doivent être prévues, telles que :

- indemnisations ;
- acquisition des terres les plus exposées ;
- aide aux restructurations foncières et aux changements de spéculations agricoles ;
- restauration ou mise en place d'un réseau de drainage limitant la durée de submersion.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Problèmes socio-économiques et sociologiques nécessitant une concertation poussée avec la population directement concernée et celle du bassin versant

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Masson M., Ledoux B., Crauchet L., Ballais J.-L., *Gestion des vallées alluviales et inondations. Étude bibliographique et synthèse méthodologique*, Groupe d'études Inter Agences, Agence de l'Eau Adour – Garonne, Toulouse, 1996, 219 + 38 p. (figures, tableaux, bibliographie).

Laurans Y., Cattani A., Dubieu J., *Les services rendus par les zones humides à la gestion des eaux : évaluations économiques pour le bassin Seine-Normandie*, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Nanterre, 1996, 98 p. (cartes, tableaux, bibliographie).

EXEMPLE

PLAINES DU RHIN-POLDER D'ERSTEIN (67)

ÉTAT INITIAL

Rhin canalisé de Bâle à Iffezheim, avec barrages, écluses et dériviations (Grand Canal d'Alsace, alimentation de centrales hydroélectriques).

Perte du rôle écrêteur des crues de la plaine alluviale, d'où accroissement des débits de crue en aval : de 5 000 à 5 700 m³/s à Maxau pour la crue bicentennale, de 6 000 à 6 800 m³/s à Worms pour la crue bicentennale.

Les périodes de retour des débits avant aménagement sont ainsi passées de 200 à 60 ans.

OBJECTIFS DE LA RESTAURATION

Retour à l'état avant aménagement, d'où rétention de 220 Mm³, pour une crue de 3 500 m³/s, d'occurrence 12 ans (Convention franco-allemande de 1982).

Programme complémentaire : restauration de la continuité d'un corridor fluvial sur la plaine alluviale.

MOYENS TECHNIQUES

Rétention par une gestion appropriée des usines hydroélectriques ; gain escompté : 45 Mm³.

Barrages écrêteurs dans les parties court-circuitées ; gain escompté : 30 à 50 Mm³.

Organisation de polders, dont deux en territoire français, sur 840 hectares au total, pour un volume de rétention de 13,4 Mm³, et d'autres en projet (treize sites en Allemagne).

Gestion des rétentions en fonction de la forme de l'hydrogramme de crue, pour optimiser l'effet de la capacité maximale mobilisable (220 Mm³).

Restauration du réseau hydrographique et du fonctionnement hydrologique, hydrogéologique et écologique de la plaine rhénane.

Mise en connexion amont/aval des différents sites de rétention.

Proposition de l'Institut des Plainnes alluviales de Rastatt : retour à l'inondabilité systématique du lit majeur, par destruction ou déplacement des digues, sur 224 km (en plus des 246 actuels) (Programme intégré rhénan, 800 M DM ou 2 700 MF).

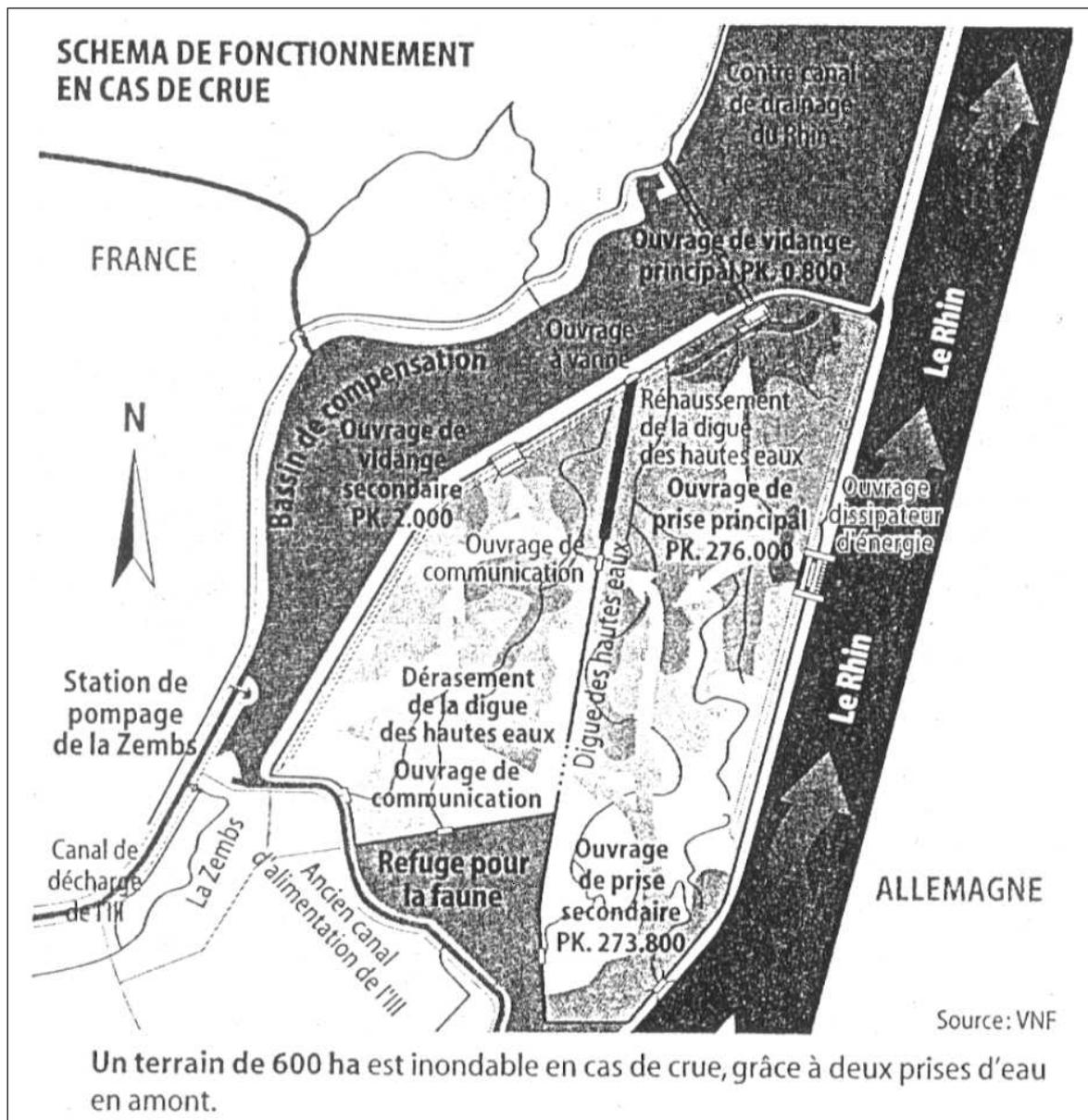
SUJÉTIONS DE RÉALISATION ET DE GESTION – LIMITES D'EMPLOI

Procédures administratives complexes (facilitées par l'application d'une loi locale du 31 décembre 1891 instituant une servitude d'inondation).

Définition d'un maître d'ouvrage international.

Coût d'aménagement important proportionnel à l'importance des enjeux 18 F TTC par m³ stocké, valeur 1982, coûts d'entretien et d'exploitation inclus.

Fonctionnement du Polder d'Erstein en période de crue.



Source : VNF.

CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES LINÉAIRES POUR LA RÉTENTION

1/5

Principe

Utiliser la capacité de rétention potentielle des infrastructures linéaires pour stocker une partie des volumes de crue.

Cette mesure, contraire au principe général de transparence des traversées en zone inondable, nécessite des études soignées et des précautions particulières.

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autre mesure répondant au même objectif :

Construction de barrages écrêteurs

Échelle d'application :

Zone alluviale en fond de vallée

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction de l'infrastructure

Documents de mise en application :

PPR : délimitation de zones d'expansion des crues à préserver

PLU : emplacements réservés

Projet

Description

Infrastructures transversales et longitudinales

Les infrastructures de transport (routier, ferroviaire ou fluvial) peuvent être amenées à traverser des cours d'eau et leurs zones inondables :

- soit transversalement (T), par un pont et ses remblais d'accès ;
- soit longitudinalement (L), dans l'axe de la vallée, sous la forme d'un remblai.

Une approche nouvelle : la rétention par les infrastructures

La logique traditionnelle de réalisation des infrastructures en zone inondable est la recherche d'un impact hydraulique quasi nul en crue (voir la fiche sur la construction des infrastructures linéaires en transparence hydraulique). Mais cette logique ne tient pas compte de la vulnérabilité des terrains traversés.

Dans une logique plus globale, intégrant la prévention du risque inondation, il paraît intéressant

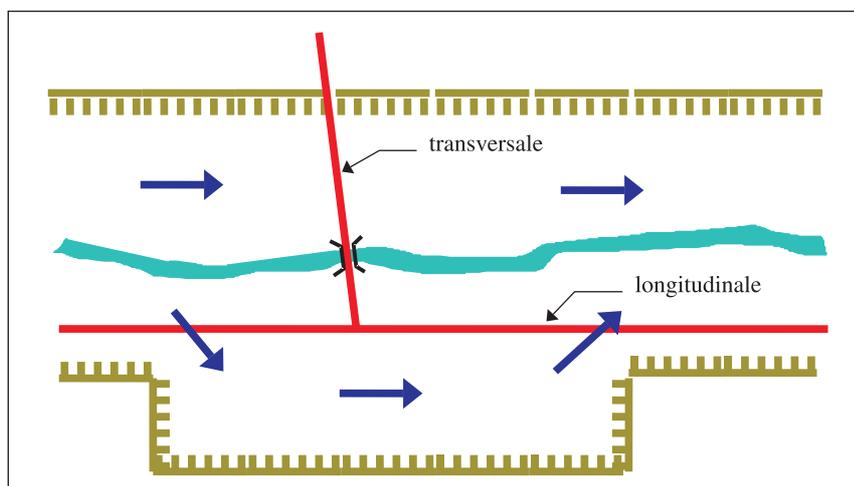


Schéma des infrastructures transversales et longitudinales

Source : CETE Méditerranée.

d'essayer de valoriser l'effet d'obstacle à l'écoulement des infrastructures, en utilisant leur possibilité de rétention, dans le but de réduire l'aléa et donc le risque à l'aval.

En assainissement pluvial urbain pour des petits cours d'eau, la technique de rétention est désormais entrée dans les mœurs des techniciens et des élus. Elle pourrait se développer pour le franchissement de cours d'eau et zones inondables par des infrastructures, du moins de façon volontaire et calculée.

L'infrastructure, que l'on traitait seulement comme facteur d'aggravation de l'aléa à son amont, **apparaît aussi comme outil potentiel de réduction de l'aléa** à son aval, outil qui peut donc être utilisé dans une démarche de gestion du risque. On peut décliner cette rétention sous trois formes différentes :

– de façon **ponctuelle**, avec des ouvrages de retenue transversaux.

Une enquête du SETRA (1996) sur le thème « infrastructures linéaires et réduction du risque hydrologique », suivie d'un rapport et d'une plaquette (1998), a montré que cette pratique a connu quelques applications pratiques, pour répondre à des problèmes ponctuels d'inondation de zones urbaines situées en aval. Les cas recensés portent sur des franchissements routiers transversaux de cours d'eau de taille modeste (surface de bassin versant de 1 à 15 km²). De ce fait, les surfaces sur-inondées à l'amont restent faibles mais les taux d'écrêtement obtenus sont importants (plus de 70 % pour la crue centennale). La route joue le rôle de barrage de hauteur faible (Exemple : Déviation de la RN 11 à La Laigne 17) à moyenne (Exemple : déviation de la RN 26 à L'Aigle 61). Le remblai routier comporte un ouvrage de franchissement du cours d'eau de taille réduite pour limiter le débit ; un dispositif de surverse est prévu pour évacuer les débits exceptionnels supérieurs au débit de projet, afin d'assurer la pérennité de l'infrastructure ;

– de façon **étendue**, par une limitation de la « transparence ».

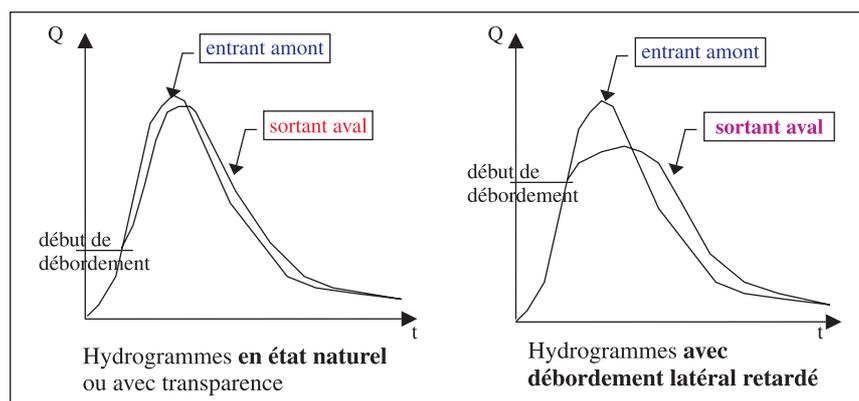
Il s'agit là d'organiser la rétention, délibérément mais modérément, en aggravant de quelques dizai-

nes de centimètres le niveau de submersion d'une zone inondable. Pour cela, il faut que la vulnérabilité des terres à l'amont de l'infrastructure soit faible (zones agricoles à investissement minime ou zones naturelles). En effet, une hauteur de submersion plus importante n'entraîne pas systématiquement une augmentation des dommages. Parfois même, la réduction de la vitesse d'écoulement peut les diminuer, en limitant l'érosion des terres arables et en facilitant le dépôt de limons. La réalisation pratique de cet objectif peut consister simplement à limiter l'ouverture des ouvrages de décharge pour des infrastructures neuves et à réduire leur taille sur les voies existantes. Dans le cas des infrastructures longitudinales, il faut jouer sur la réduction des ouvrages qui retournent les eaux au lit mineur, de façon à augmenter le niveau d'eau à l'arrière ; toutefois, la taille des ouvrages permettant l'alimentation du lit majeur derrière l'infrastructure doit être suffisante, pour ne pas perdre sa capacité d'écoulement et son volume de stockage initiaux ;

– avec débordement **latéral** retardé (pour les infrastructures longitudinales).

Dans la configuration du schéma de la première page, une poche de zone inondable est fermée par l'infrastructure longitudinale. Dans la logique de « transparence » ou en état naturel, le remplissage de cette poche se fait progressivement à partir du débit de début de débordement ; le laminage de l'hydrogramme est réparti dans le temps et n'est donc pas très important sur la pointe de crue. Par contre, dans une logique de « rétention », il peut être judicieux de retarder l'inondation de la poche et de ne mobiliser son volume inondable qu'au-delà d'un certain débit dont la valeur est à déterminer en fonction de la protection que l'on veut pour la zone vulnérable à l'aval.

Pour ce faire, il faut réaliser à l'amont de la poche un déversoir ou une vanne d'entrée et à l'aval un orifice de sortie contrôlée (complété éventuellement par un déversoir). Les schémas ci-dessous illustrent, par superposition des hydrogrammes amont et aval, le gain sur le laminage en retardant le début du débordement et donc du remplissage de la poche.



Laminage de la pointe de crue par retardement du remplissage d'une poche

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

- Pour la rétention ponctuelle.

Le principe du laminage des écoulements par bassin de stockage est couramment utilisé en assainissement urbain. Cette technique peut être adaptée aux bassins versants naturels, pourvu que les volumes ruisselés durant les crues soient en rapport avec les capacités de stockage naturelles mobilisables.

La modification des débits des crues entraîne la perturbation du transport sédimentaire (accumulation en amont d'une retenue, érosion progressive en aval ou sédimentation en aval d'une dérivation). Ces techniques ne sont donc pas applicables aux milieux torrentiels.

- Avec débordement latéral retardé.

Le retard de la submersion de la poche a pour effet d'y diminuer la fréquence des inondations mais par contre de les rendre plus rapides. En outre, le retard du débordement modifie aussi les niveaux dans le lit et les vitesses d'écoulement au droit de la poche. Une étude détaillée pour toute une gamme de crues doit être menée pour en mesurer les impacts ; on sera amené à utiliser une modélisation numérique en régime transitoire, pour traiter des écoulements variant rapidement dans le temps.

- Pour toutes les mesures.

L'augmentation des hauteurs et des durées de submersion peut présenter quelque inconvénient pour les terrains qui y sont soumis et leurs usagers. Il faut donc s'informer au préalable de ce risque et chercher à le minimiser et/ou à le compenser, comme pour les mesures de mobilisation ou de restauration des capacités de rétention.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

L'examen des différentes réalisations montre clairement que plusieurs conditions sont nécessaires pour la mise en œuvre de ce type de solution :

- le problème d'inondation doit être bien identifié, suffisamment important, pour mobiliser une volonté « politique » de le résoudre ;
- la taille du bassin versant amont doit rester limitée et le transport solide modéré ;
- le terrain doit être facilement transformable en ouvrage de retenue : cuvette naturelle, pas ou très peu de terrassement nécessaire ;
- l'accroissement des surfaces submersibles en amont de l'ouvrage de retenue doit être tolérable par les propriétaires et les riverains (pression foncière

faible, gêne mineure). À défaut, la compensation financière, l'achat ou l'échange de terrains peuvent être envisagés ;

- la conception du projet doit faire l'objet d'études hydraulique et géotechnique rigoureuses et prendre en compte la gestion ultérieure des ouvrages ;
- le lit du cours d'eau doit faire l'objet d'un entretien périodique au voisinage de la tête amont de l'émissaire afin d'éviter l'accumulation de dépôts, corps flottants et végétation susceptibles d'obstruer le dispositif de contrôle des débits.

Dès les premières phases du projet routier, une concertation poussée doit être engagée, entre le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre d'une part, les riverains, les collectivités et les services administratifs (Mission InterServices de l'Eau, MISE) d'autre part. Il faut également garder à l'esprit :

- que la pérennité du rôle hydraulique doit être garantie, d'où l'éventuelle nécessité d'acquérir des terrains en amont, de signer des conventions de gestion ;
- que l'urbanisation sans précaution des terrains situés à l'aval du remblai doit être évitée, même si le risque d'inondation a été réduit.

En outre, il faut trouver un maître d'ouvrage, suffisamment sensibilisé aux problèmes d'inondation, pour accepter une fonction autre que le transport à son infrastructure. S'il ne s'agit pas d'une collectivité locale, on doit recourir à une maîtrise d'ouvrage conjointe avec cette collectivité qui a la capacité de recourir à une déclaration d'utilité publique (DUP) pour exproprier et à une déclaration d'intérêt général (DIG) pour réaliser des travaux de protection contre les inondations.

Enfin, ces approches, pour être efficaces mais aussi comprises et acceptées, méritent d'être conduites de façon globale, à l'échelle d'un bassin de risque, pour avoir une coordination des débouchés des différents ouvrages.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

- Infrastructures linéaires et réduction du risque hydrologique*, SETRA, 1998, 75 p. (+ annexes).
- Guide pratique de la méthode Inondabilité*, Étude Inter Agences de l'eau et Cemagref, 1998, 158 p.
- Les bases techniques de la méthode Inondabilité*, Cemagref Éditions, 1998, 207 p.

EXEMPLE

Cas de la déviation de la RN 11 par la DDE de Charente-Maritime.
Reproduit avec l'aimable autorisation du SETRA.

Projet de déviation de la RN 11 à La Laigne (17)

■ Réalisation de la déviation de la RN 11 ➤

Maîtrise d'ouvrage : Etat - D.D.E. de Charente-Maritime

Maîtrise d'œuvre : D.D.E. de Charente-Maritime.

Une cinquantaine d'habitations situées en aval de la future déviation de La Laigne est menacée, dont quelques unes régulièrement inondées (3 fois lors des 10 dernières années) par les crues du ruisseau le Crépé. La solution adoptée - sur proposition de la D.D.E. - est de profiter de la déviation de la route nationale pour écrêter les débits de pointe au moyen d'une retenue créée par le remblai routier. Le stockage s'effectue, avec l'accord du propriétaire, sur des terres agricoles.

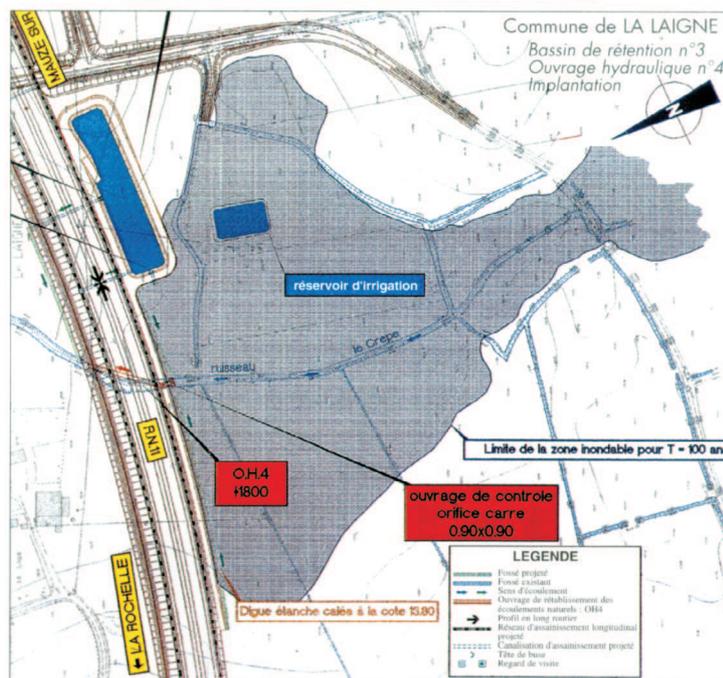
Le ruisseau draine un bassin versant de 6,7 km². Pour l'évènement centennal, la capacité de stockage mobilisée est de 37 200 m³ sur 6,7 ha (hauteur d'eau maximale de 1 mètre environ).

L'ouvrage de traversée sous la déviation routière est une buse béton Ø 1 800 mm. Les ouvrages hydrauliques complémentaires comprennent, pour un coût 1996 de 100 000 F TTC :

- un ouvrage de contrôle des débits équipé d'un orifice carré (0,9 x 0,9 m) ;
- une surverse pour les écoulements exceptionnels ;
- un masque d'étanchéité en amont du remblai pour assurer sa protection ;
- une mise hors d'eau d'installations de pompage pour l'irrigation.

Laminage des crues

Période de retour de la crue	10 ans	100 ans
Débit de pointe naturel (m ³ /s)	4,4	7,9
Débit de pointe laminé (m ³ /s)	1,6	1,9
% abattement	64	76



Source : SETRA.

RESTAURATION ET ENTRETIEN DES LITS MINEURS (OU LITS ORDINAIRES)

1/6

Principe

La mesure consiste à redonner au cours d'eau un fonctionnement compatible avec ses différentes fonctions : équilibre entre écoulement et rétention des eaux ; fonctions écologiques, paysagères, hydrogéologiques.

Objectifs :

Diminution des aléas

Développement des qualités environnementales du cours d'eau et, dans certains cas, des usages de loisirs et de tourisme

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation rapide

Catégories de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant au même objectif :

Néant

Échelle d'application :

Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

À tout moment sur un lit mineur encombré

Documents de mise en application :

SAGE

PPR

Contrat de rivière

Description

La restauration, telle qu'elle a été définie dès les années 1970, consiste à faciliter les écoulements des crues en lit mineur, mais de manière limitée et contrôlée. L'objectif de réduire, voire de supprimer l'inondabilité des lits moyen et majeur conduirait à réaliser des travaux lourds dont les effets négatifs sur l'environnement et l'hydrologie seraient très importants.

La restauration et l'entretien des cours d'eau ont pour but d'établir un équilibre raisonnable entre écoulement et rétention des eaux en :

- effaçant les inondations fréquentes au bénéfice des espaces alluviaux cultivés mais en maintenant l'inondabilité de ces espaces pour les crues moyennes et au-delà ;
- permettant la submersion des espaces sans enjeu par toutes les crues, et des espaces à enjeux moyens par les crues rares et exceptionnelles.

La **restauration** comporte :

- le curage des dépôts s'opposant à l'écoulement ;
- le faucardage ;
- le débroussaillage et l'enlèvement des arbres susceptibles de créer des embâcles à l'aval (bois morts, arbres tombés ou en déséquilibre).

L'**entretien** consiste à maintenir, par des interventions périodiques légères, l'équilibre obtenu par la restauration.

Dans les cours d'eau ayant subi des travaux lourds de recalibrage, la restauration nécessite le remodelage en profil transversal, de manière à redimensionner un lit mineur fonctionnel, plus étroit que le lit de recalibrage, et à donner aux berges des pentes compatibles avec leur stabilité mécanique. Le resserrement du lit mineur peut être compensé par la constitution d'une banquette jouant le rôle de lit moyen.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

La restauration, en augmentant la débitance du lit mineur, accroît les débits de pointe des petites crues à l'aval. La compensation de cet impact n'est pas toujours nécessaire, mais peut être obtenue en recourant aux mesures relevant de l'organisation des écoulements.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Problèmes posés par la propriété privée des berges, nécessitant la mise en œuvre de conventions avec les riverains.

Nécessité d'une bonne compétence technique des entreprises chargées des travaux et d'un suivi strict par le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

« L'entretien des cours d'eau », *Cahiers techniques de la direction de la prévention des pollutions et des risques*, Ministère de l'Environnement, Paris, 1995.

Michelot J.-L., *Gestion patrimoniale des milieux naturels fluviaux*, Réserves naturelles de France, Quétigny, 1995.

Verniers G., *Aménagement écologique des berges des cours d'eau ; techniques de stabilisation*, GIREA, Namur, Belgique, 1995.

Entretien et restauration des cours d'eau : Guide juridico-administratif, Ministère de l'Environnement, Paris, 1996.

DÉVELOPPEMENT DES FORÊTS RIVERAINES DES COURS D'EAU

1/7

Principe

Accroître la végétation sur les berges et les lits moyens des cours d'eau.

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation rapide

Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant au même objectif :

Néant

Échelle d'application :

Ensemble des parcelles situées sur les rives d'un lit cours d'eau

Opportunité de la mesure :

À tout moment. On pourra saisir l'occasion d'un remembrement

Documents de mise en application :

SAGE

Dossier de remembrement

PPR

Description

Les forêts riveraines des cours d'eau, ou ripisylves, jouent un rôle positif vis-à-vis de la stabilité des berges et de la protection des zones inondables contre les courants de crue à vitesse élevée et fort pouvoir érosif. Elles assurent également un piégeage efficace des bois flottés, prévenant ainsi la formation d'embâcles au niveau des ouvrages hydrauliques ; elles favorisent en outre le dépôt des matériaux alluvionnaires grossiers charriés lors des crues. Il est donc toujours utile de prévoir leur maintien ou, lorsqu'elles ont été supprimées, leur régénération selon les principes suivants :

- assurer une continuité végétale longitudinale, de manière à supprimer les trouées de végétation dans lesquelles les crues peuvent s'engouffrer ;
- végétaliser les berges et une largeur suffisante du lit moyen (ou à défaut du lit majeur) pour constituer un écran perméable aux crues, afin de ralentir les vitesses d'écoulement, de limiter l'érosion et de favoriser le dépôt des matériaux transportés par charriage ou suspension (des graviers aux limons) ;
- utiliser des espèces présentes localement et adaptées aux conditions hydrodynamiques en fonction de la distance au lit vif (éviter les espèces à faible enracinement en bordure du chenal d'écoulement) ;
- organiser des zones de recul de la lisière, de manière à constituer des poches dans lesquelles pourront s'accumuler les bois flottés.

Lorsque le profil en long du lit mineur n'a pas été artificiellement abaissé, la reprise végétale s'effectue sans difficultés particulières, à partir des espèces végétales caractéristiques de la forêt rive-

raïne, adaptées aux conditions climatiques de la région. La restauration est plus difficile en cas d'abaissement du lit mineur, du fait de l'éloignement de la nappe et de la submersibilité moins fréquente des parties moyenne et haute du profil de berge. Il peut être alors nécessaire de remodeler les berges en créant une risberme jouant le rôle de lit moyen.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

En zones agricoles, le développement des ripisylves ne peut se faire qu'à la faveur d'un recul des limites d'exploitation, donc de perte de superficie agricole utile.

En compensation, les risques d'érosion et de dépôts de graviers par les crues seront mieux maîtrisés. Dans certains cas, la présence de parcelles en friches dans le lit majeur permet de procéder à une restructuration des exploitations, voire à un remembrement.

Par ailleurs, compte tenu de la crainte souvent exprimée d'embâcles pouvant être provoqués par des arbres déracinés et flottés, il est indispensable de prévoir l'entretien régulier de la zone boisée, y compris à long terme.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Problème de la valeur agricole des sols, généralement intéressante à proximité du lit mineur.

Prévoir l'entretien de la végétation, de manière à l'éliminer du lit mineur, et à supprimer les arbres morts ou susceptibles d'être emportés par les crues.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Michelot J.-L., *Gestion patrimoniale des milieux naturels fluviaux*, Réserves naturelles de France, Quétigny, 1995.

Burgeap, *Île de la Platière, expertise des modalités hydrauliques de renaturation du Rhône court-circuité. Péage de Roussillon*, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 1994.

EXEMPLES

Ramières de la Drôme : 346 hectares mis en réserve naturelle. (Voir la première référence bibliographique.)

Renaturation de l'Île de la Platière, le Péage du Roussillon, départements de l'Isère, de l'Ardèche et de la Loire. Réserve naturelle. (Voir la deuxième référence bibliographique.)

■ CHAMP 2

Limitation des obstacles à l'écoulement des eaux

IMPLANTATION D'UN BÂTIMENT ISOLÉ DANS LE SENS DU COURANT

2/1

Principe

Limiter l'effet d'obstacle à l'écoulement de l'eau.

Objectif :

Diminution des aléas (qui résulteraient de la surcote de l'eau)

Types de phénomène :

Inondation rapide
Inondation de plaine

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Celles visant à limiter les obstacles à l'écoulement des eaux (champ 2)

Échelle d'application :

Parcelle

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction ou de l'aménagement, notamment pour des bâtiments agricoles hors zone urbanisée (additions par juxtaposition).

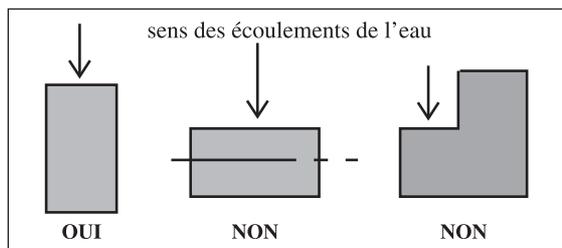
Documents de mise en application :

PPR
PLU
Permis de construire

Description

La limitation de l'effet d'obstacle peut être obtenue :

- en orientant l'axe principal de la construction au flux du plus grand écoulement ;
- en évitant les décrochements importants au niveau de l'emprise de la construction.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Une forme présentant peu ou pas de décrochement et orientée dans le sens de la pente du terrain peut poser un problème de conception.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

EXEMPLE

INSTALLATIONS SPORTIVES DE L'ÉCOLE DE SANTÉ DE L'ARMÉE DE L'AIR À LIBOURNE (33)

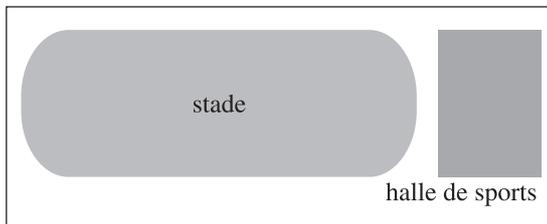
Les installations sont situées en fond de vallée de la Dordogne, inondable sur deux à trois mètres de hauteur en crue centennale.

Dans le premier projet, la halle de sports offrait une très grande surface de résistance à l'eau, son implantation étant prévue perpendiculairement au sens du courant en cas de crue.

Le second projet réoriente l'implantation du bâtiment dans le sens du courant.

Projet initial. Vue en plan

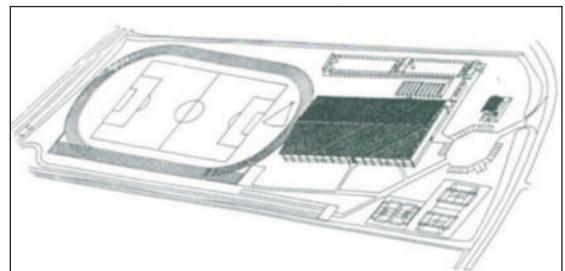
Sens du courant



Source : CETE Méditerranée.

Projet modifié. Vue en perspective aérienne

Sens du courant



Source : DDE Gironde

La halle de Sports est munie de portes relevables en cas de crue sur ses deux pignons verticalement (mécanismes entièrement manuels à ressorts spires)

Façade amont. Vue extérieure



Source : P.A. Gaide / Certu.

IMPLANTATION D'UN ENSEMBLE DE BÂTIMENTS (TRANSPARENCE HYDRAULIQUE)

Principe

Limiter l'effet d'obstacle à l'écoulement de l'eau.

Objectif :

Diminution des aléas (surcote de l'eau)

Types de phénomène :

Inondation rapide
Inondation de plaine

Catégorie de mesure :

Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Celles visant à limiter les obstacles à l'écoulement des eaux (champ 2)

Échelle d'application :

Zone

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction ou de l'aménagement

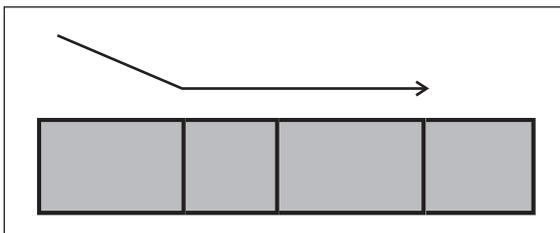
Documents de mise en application :

PPR
PLU
Permis de lotir
PAZ et RAZ

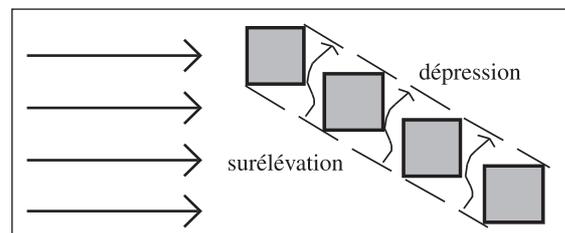
Description

L'implantation des constructions doit permettre de conserver une transparence hydraulique en ménageant des espaces libres pour l'écoulement.

Une mauvaise implantation des bâtiments peut créer un effet d'entonnoir : le niveau de crue est rehaussé entre les bâtiments ; la vitesse du courant est augmentée dans le rétrécissement.

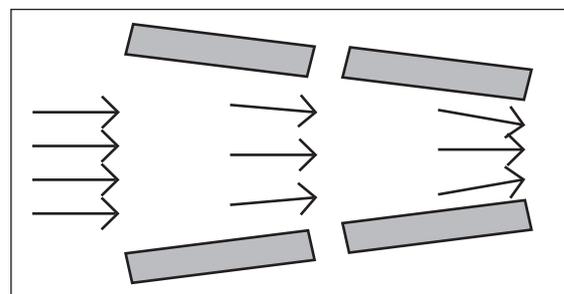


Source : CETE Méditerranée.



Source : CETE Méditerranée.

Un alignement de petits bâtiments trop proches peut engendrer, avec une forte vitesse de l'eau, un effet comparable à celui d'une grande barre.



Source : CETE Méditerranée

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Un alignement des constructions (constructions en bande) parallèlement au sens des écoulements de l'eau peut induire la création de chenaux d'écoulement à grande vitesse. Cette indication est applicable à l'implantation des rues.

**Problèmes rencontrés et
sujétions de mise en œuvre**

Néant

**Compatibilité avec
d'autres risques**

Sans objet

LIMITATION DES PLANTATIONS D'ARBRES ET ARBUSTES

2/3

Principe

La mesure consiste à supprimer ou à réduire les obstacles à l'écoulement des eaux en crue.

Objectif :

Diminution des aléas (surcote de l'eau)

Types de phénomène :

Inondation rapide

Inondation de plaine

Inondation par ruissellement urbain

Catégories de mesure :

Mesure collective

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Celles visant à limiter les obstacles à l'écoulement des eaux (champ 2)

Échelle d'application :

Parcelle

Opportunité de la mesure :

Lors de la plantation ou de l'aménagement, ou à tout moment sur une plantation existante

Document de mise en application :

PPR

Description

Suppression des obstacles perpendiculaires à l'écoulement des eaux ou orientant les eaux vers des zones sensibles, et qui, en provoquant des surcotes dangereuses sont susceptibles de lâcher brutalement (formations arbustives ou arborées très denses).

Éclaircissement de peuplements végétaux denses, par suppression des arbres morts ou en situation d'instabilité et des fourrés.

La végétation doit par la suite faire l'objet d'un entretien régulier.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Évaluation précise du niveau d'éclaircissement à réaliser, et des moyens à mettre en œuvre.

Suivi du travail d'une entreprise qualifiée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Accélération des écoulements en crue, accroissement de l'instabilité des berges, impact écologique et paysager.

Le meilleur moyen pour limiter ces effets est de ne supprimer que la partie excédentaire, et de conserver les parties compatibles avec la sécurité des personnes et des biens.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Agences financières de Bassin, *L'entretien des cours d'eau*, Cahiers techniques de la direction de la prévention des pollutions, Ministère de l'Environnement, 1985.

LIMITATION OU SUPPRESSION DE DIVERS OBSTACLES (MURS, DIGUES, CONSTRUCTIONS DIVERSES, CLÔTURES...)

Principe

Supprimer ou réduire les obstacles susceptibles d'accroître la hauteur d'eau en zone urbanisée ou de provoquer des effets de vague par rupture.

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation rapide

Inondation de plaine

Inondation par ruissellement urbain

Catégories de mesure :

Mesure d'ensemble et mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Celles visant à limiter les obstacles à l'écoulement des eaux (champ 2)

Échelle d'application :

Parcelle

Opportunité de la mesure :

À tout moment sur une construction existante, ou lors de l'aménagement

Documents de mise en application :

PPR

PLU

Description

Supprimer les obstacles continus, transversaux à la plaine alluviale, faisant barrage et insuffisamment dimensionnés pour résister à une crue.

Aménager les obstacles à conserver, au moyen d'ouvertures de déversoirs, d'un changement de structure (clôture) ou de conception (mur), d'une réorientation par rapport au courant.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Risque d'augmentation des vitesses à l'amont de l'obstacle supprimé, et par conséquent d'érosions.

Perte d'une partie de la rétention, avec augmentation des débits à l'aval.

Ces effets peuvent être réduits par limitation des modifications à ce qui est nécessaire, et par report d'obstacles mieux conçus à l'amont ou à l'aval de la zone concernée.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Les modifications peuvent être ressenties par les résidents comme une perte d'intimité et de sécurité par rapport au voisinage.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

AGRANDISSEMENT OU SUPPRESSION DE SEUILS, VANNAGES, GUÉS ET PONTS

2/5

Principe

Supprimer ou limiter l'obstacle à l'écoulement constitué, en période de crues, par les ouvrages en lit mineur.

Objectifs :

Diminution des aléas (surcote de l'eau)

Types de phénomène :

Inondation rapide

Inondation de plaine

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant au même objectif :

Celles visant à limiter les obstacles à l'écoulement des eaux (champ 2)

Échelle d'application :

Parcelle, ouvrage

Opportunité de la mesure :

À tout moment sur un équipement existant

Documents de mise en application :

SAGE

Projet

Contrat de rivière

Description

Pour les seuils, selon les cas : arasement de la partie supérieure ; élargissement de la partie déversante ; création d'un ensellement dans l'axe d'écoulement des eaux ; équipement du seuil avec des vannes ; suppression du seuil.

Pour les ponts : dégagement des arches encombrées par la végétation, des sédiments ou des constructions ; abaissement du radier ; agrandissement du pont par la création d'arches supplémentaires.

Il pourra donc être nécessaire, dans certains cas, de renforcer l'ouvrage et les berges.

La restructuration d'un seuil peut être accompagnée de la mise en place d'une échelle à poissons, d'une passe pour canoë-kayak.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

L'état du seuil ancien peut nécessiter sa reconstruction pour mise au nouveau gabarit.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Augmentation du débit et des vitesses au droit de l'ouvrage, augmentant les risques d'érosion à l'aval, dans le lit et sur les berges, et par conséquent d'affouillement et de rupture de l'ouvrage.

Augmentation de la pente hydraulique à l'amont, avec reprise de l'érosion.

Perte de capacité d'écêtement des crues.

Abaissement du niveau de l'eau à l'étiage, pouvant se repercuter sur la nappe phréatique.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Jamme G., *Travaux fluviaux*, Eyrolles-Paris, 1974.

Ramette M., *Cours d'eau sauvages. Cours d'eau aménagés*, EDF, 1979.

CONSTRUCTION DES INFRASTRUCTURES LINÉAIRES EN TRANSPARENCE HYDRAULIQUE

2/6

Principe

Obtenir la transparence hydraulique des infrastructures linéaires

Objectif :

Diminution des aléas (surcote de l'eau)

Types de phénomène :

Inondation rapide

Inondation de plaine

Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant au même objectif :

Celles visant à limiter les obstacles à l'écoulement des eaux (champ 2)

Échelle d'application :

Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction ou de l'aménagement

Documents de mise en application :

Projet d'infrastructure

PPR

Description

Les infrastructures de transport (routier, ferroviaire ou fluvial) peuvent être amenées à traverser des cours d'eau et leurs zones inondables :

- soit transversalement (T), par un pont et ses remblais d'accès ;
- soit longitudinalement (L), dans l'axe de la vallée, sous la forme d'un remblai.

Les ponts ont souvent une ouverture au moins égale à la largeur du lit mineur et sont en général « transparents », du moins pour la fraction du débit transitant dans le seul lit mineur.

Pour éviter tout effet d'obstacle, la traversée de toute la zone inondable devrait être traitée en viaduc. Cependant pour des raisons de coût, la solution sur remblais est souvent retenue. Dans ce cas, il convient de réaliser des ouvrages de décharge qui, par leurs caractéristiques (nombre et ouverture), assureront la plus grande transparence possible.

Sous une infrastructure longitudinale, les échanges hydrauliques peuvent se faire dans un sens ou dans l'autre selon que l'on est en phase de remplissage (cru) ou de vidange (décrue) du lit majeur.

Les ouvrages de décharge sous les infrastructures longitudinales permettent également d'atténuer la réduction de surface des zones d'expansion des crues résultant de l'emprise du remblai.

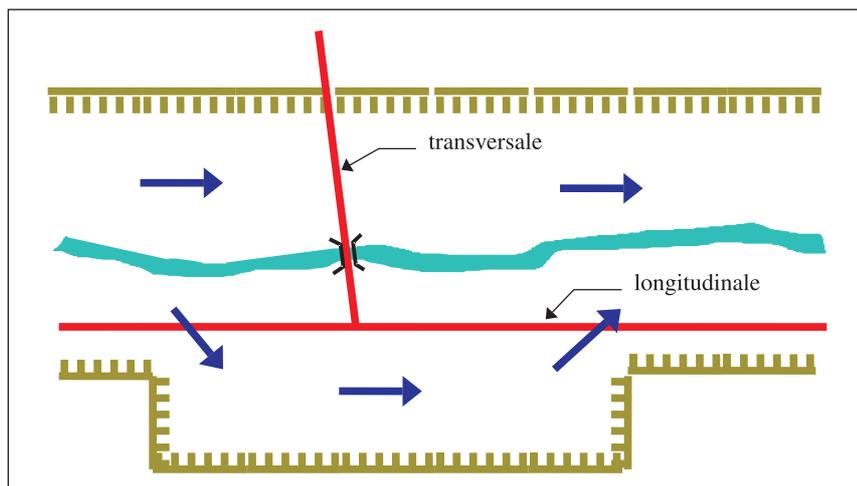


Schéma des infrastructures transversales et longitudinales

Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

La réalisation d'un remblai en zone inondable modifie les écoulements, réduit la capacité de stockage, du fait du remblaiement lui-même, mais aussi du fait que ce remblai peut constituer une digue isolant une zone inondable importante. Il risque aussi d'aggraver la situation à l'aval.

Il convient donc, d'évaluer l'impact hydraulique de cette mesure par une étude afin de mettre en œuvre des dispositifs (ouvrages hydrauliques, emprunts de matériaux dans la même zone) assurant la transparence hydraulique (maintien des écoulements, de la capacité de stockage).

Le principal effet induit des ouvrages de décharge est de concentrer les débits transitant dans le lit majeur, d'où une augmentation des vitesses à leur aval immédiat, susceptible de provoquer l'érosion des terrains, aggravant localement le risque. Si c'est le cas, il convient de mettre en place une protection ou une fosse pré-creusée, complétée par un dispositif de répartition des eaux. Il est donc préférable de placer ces ouvrages à l'écart des zones vulnérables.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Il est préférable de placer les ouvrages de décharge au droit du franchissement de ruisseaux ou encore dans les points bas du lit majeur, parce que ce sont des zones actives d'écoulement, et parce qu'elles peuvent favoriser la vidange de zones des stockages.

La gestion de la répartition des débits entre les ouvrages de décharge nécessite de recourir à des méthodes un peu complexes, pour éviter des surcharges localisées sur un ouvrage et des reports d'écoulement vers les autres. Pour les franchissements transversaux, on peut utiliser une méthode empirique américaine ou une modélisation bi-dimensionnelle ; pour les remblais longitudinaux il faudra employer une modélisation en régime transitoire et à casiers.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

LCPC, *Recommandation pour l'assainissement routier*, SETRA, 1982, 66 p. (+ annexes).

Joseph N. Bradley, *Hydraulics of bridge waterways*, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Design Series N° 1, Washington, D. C., seconde édition révisée, mars 1978, 111 p. (figures, tableaux, bibliographies). Attention, la traduction française de cet ouvrage intitulée : *Hydraulique de franchissement des vallées fluviales*, G. Nicollet, EDF/DER/LNH, 1973, 63 p., ne correspond qu'à la première édition dont l'abaque principal a été notablement modifié.

Nguyen Van Tuu, *Hydraulique routière*, BCEOM, Paris, 1981, 342 p.

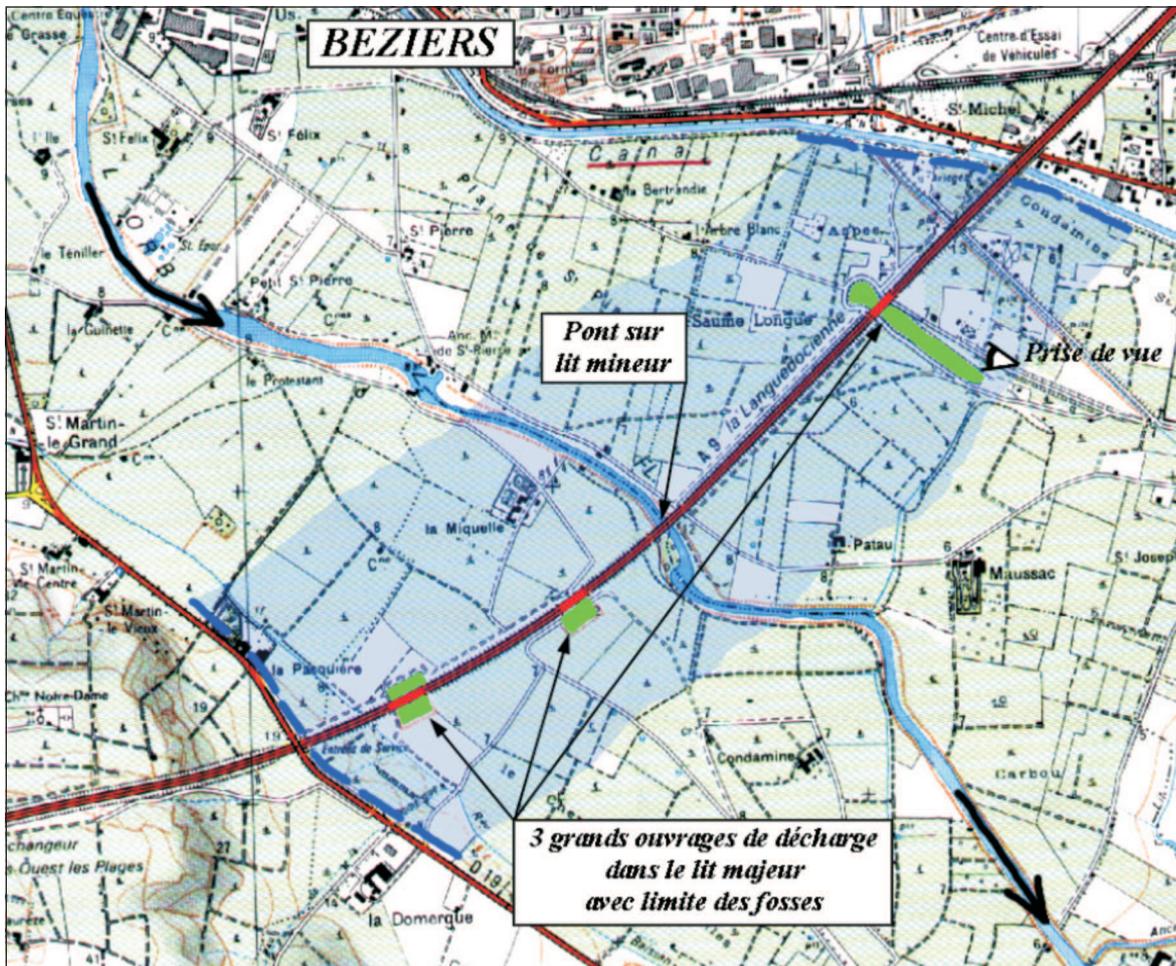
EXEMPLE

L'AUTOROUTE A9 À BÉZIERS (34)

Au sud de Béziers, l'autoroute A9 franchit transversalement le vaste lit majeur du fleuve Orb sur un linéaire de 3 km. Pour une crue de 2 500 m³/s (période de retour de l'ordre de 100 ans), le lit mineur ne peut écouler qu'un millier de m³/s et ce sont donc trois immenses ouvrages de décharge, de 60 à 80 m d'ouverture environ, qui laissent passer près de 500 m³/s chacun. Ils sont équipés de fosses creusées de 2 à 3 m sous le terrain naturel, et les berges sont protégées par des enrochements dans la partie à l'amont du pont. Ce dispositif permet d'augmenter la section d'écoulement sous l'ouvrage, de réduire les vitesses et de répartir les flots vers l'aval.

Ci-dessous extrait de la carte au 1/25 000 et photo de l'ouvrage de décharge de la rive gauche.

Plan d'ensemble de la traversée autoroutière de la vallée



Source : DDE 34.



Ouvrage de décharge sous l'autoroute

Source : CETE Méditerranée

■ CHAMP 3

Aménagement du lit majeur ou champ d'inondation

PLANIFICATION DE L'EXPLOITATION DES RESSOURCES NATURELLES

3/1

Principe

Concevoir et organiser de manière rationnelle l'exploitation des ressources naturelles contenues dans les zones inondables.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités

Valorisation des zones inondables

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation rapide

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelles d'application :

Zone

Vallée

Opportunité de la mesure :

Lors de l'aménagement

Documents de mise en application :

PPR

PLU

Charte agricole

Schéma départemental des carrières

Description

Les plaines alluviales recèlent des ressources de grand intérêt économique :

- l'eau de la nappe phréatique exploitable pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation, les usages industriels ;
- les matériaux grossiers (sables, graviers) utilisés pour la construction ;
- les sols à forte productivité agricole et forestière.

L'exploitation désordonnée de ces ressources peut avoir des conséquences négatives sur l'économie : surexploitation de nappe ; abaissement du profil en long du cours d'eau et de la nappe phréatique par les extractions de matériaux ; pollution de la nappe par l'agriculture ou des décharges sauvages ; suppression du rôle tampon de la forêt riveraine par les défrichements agricoles, etc. À l'inverse, une exploitation rationnelle de ces ressources permet de maintenir un équilibre fonctionnel favorable à la fois à l'économie et à la sécurité. Elle relève :

- de mesures de planification prenant en compte les caractéristiques des différentes unités géomorphologiques de la plaine alluviale, comme par exemple : la limitation de l'agriculture et des extractions de matériaux au lit majeur et aux terrasses alluviales, à l'exclusion du lit moyen et des berges ; la protection de la ressource en eau par l'instauration de périmètres de protection et la limitation de son exploitation en fonction des capacités de renouvellement ;

– de mesures de protection, telles que la mise hors d'eau des champs de captage, la protection des zones d'extraction contre les risques de changement de lit de la rivière, le maintien ou la reconstitution d'une continuité végétale arborée sur les berges et le lit moyen, jouant le rôle d'espace tampon de protection du lit majeur (exemple de l'Édit royal de 1830 imposant une bande boisée de 30 mètres de part et d'autre de la Têt, dans les Pyrénées-Orientales) ;

– de mesures destinées à réduire le niveau de protection du secteur considéré, de manière à accroître la sécurité des secteurs urbanisés situés à l'aval : suppression de digues longitudinales, ou équipement de ces digues en déversoirs, construction de seuils destinés à accroître l'inondabilité du lit majeur, afin de mieux écrêter les crues, etc.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

La réorganisation de l'espace alluvial peut entraîner l'abandon de terres cultivées ou de ressources en matériaux présentes en lit moyen. La diminution de la vulnérabilité découlant de ces mesures compense cependant, en général, la perte de ressources, dont la protection pourrait nécessiter des dépenses supérieures au profit escompté.

Des mesures compensatoires peuvent être instituées, de manière par exemple à maintenir l'agriculture tout en préservant l'inondabilité des terres, au bénéfice de zones urbanisées situées à l'aval (exemples de la vallée de la Largue, dans le

Haut-Rhin, avec mesures agri-environnementales, et du Val de Saône, communes de Manziat et Asnière-sur-Saône, avec acquisition de 97 hectares et la signature de 150 conventions de gestion ; lits majeurs réservés aux prairies en Bavière). L'inondabilité peut être limitée au lit moyen ou à une partie seulement du lit majeur, par mise en place de digues éloignées (cas du Rhône aval).

des concertations poussées avec les propriétaires et les exploitants.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Problèmes posés par les remembrements ou les changements de spéculations agricoles, nécessitant

Références bibliographiques

Dégardin F. et Gaide P.A., *Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain. Repères pour une nouvelle démarche*, Certu, 1999.

EXEMPLES

VALLÉE DE LA MOSELLE ENTRE CHAMAGNE (88) ET BAINVILLE AUX MIROIRS (54)

Mise en réserve des lits mineur et moyen, soustraits aux carrières sur 500 hectares, pour préserver la ressource en eau potable utilisable pour l'alimentation d'une population de 400 000 habitants (dont Nancy).

VILLE NOUVELLE DU VAUDREUIL EN BASSE SEINE

En 1970, transfert de l'implantation prévue pour la ville nouvelle sur une boucle de la Seine, afin de permettre l'exploitation d'un gisement de sables et graviers de plusieurs dizaines de millions de mètres cubes en zone inondable, pour un site hors gisement et moins inondable.

CHAMPS CAPTANTS DE CRÉPIEUX-CHARMY À LYON (69)

Mise en réserve intégrale, boisement et création de bassins de réalimentation d'une nappe équipée de champs captants, pouvant alimenter les 1 200 000 habitants de l'agglomération lyonnaise.

PRAIRIES INONDABLES DU VAL DE SAÔNE À MANZIAT ET ASNIÈRE-SUR-SAÔNE (01)

Acquisition de 97 hectares de prairies, signature de 30 conventions de gestion sur 120 hectares cultivés, intégrant l'abandon des fertilisations et traitements chimiques, dans le cadre d'un programme de mesures agri-environnementales.

Conservatoire naturel régional de Rhône-Alpes.

LIT MAJEUR DE LA DURANCE

Casiers de limonage « traditionnels ».

PROTECTION ET MISE EN VALEUR DES POTENTIALITÉS ÉCOLOGIQUES

3/2

Principe

Classement d'une zone naturelle de grand intérêt écologique, et mise en œuvre de mesures d'accompagnement.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Valorisation des zones inondables

Types de phénomène :

Inondation rapide
Inondation de plaine

Catégories de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble parfois

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelles d'application :

Zone
Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

À tout moment

Documents de mise en application :

PLU
Arrêtés préfectoraux et autres, suivant le type de protection adopté

Description

La mise en œuvre de cette mesure nécessite la reconnaissance préalable de l'intérêt écologique (et parfois paysager), actuel ou potentiel, du secteur considéré. Différentes modalités de classement de protection peuvent ensuite être mises en œuvre, telles que :

- mise en réserve naturelle, d'état ou volontaire ;
- ZNIEFF (zone naturelle d'intérêt écologique, floristique et faunistique), ZICO (zone d'importance communautaire pour les oiseaux) ;
- arrêtés préfectoraux de protection des biotopes ;
- classement dans la directive habitats du réseau Natura 2000 ;
- zones de protection spéciale (ZPS) ;
- réserves nationales de chasse ou de pêche ;
- mesures agri-environnementales ;
- etc.

Selon la solution adoptée, les contraintes imposées à un projet d'aménagement varient. Certaines de ces mesures sont très contraignantes, et exclusives d'autres affectations pour l'espace considéré (réserves naturelles). D'autres, telles que les ZNIEFF, sont indicatrices de l'intérêt du milieu, et doivent être prises en compte dans l'instruction des projets.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

La recherche d'une continuité des espaces protégés peut conduire à des restructurations d'exploitations,

et dans certains cas à la mise en œuvre de solutions compensatoires (exemple du marais de Bruges, près de Bordeaux 33).

Au plan hydraulique, les effets de ce type de mesure, qui implique le maintien ou l'accroissement de l'inondabilité au bénéfice des secteurs situés à l'aval, sont en général positifs.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Ce type de mesure ne prend toute son efficacité que s'il concerne une superficie suffisante pour assurer la fonctionnalité biologique du secteur. Ainsi à Bruges (33), 270 hectares de marais, soit 20 % du territoire communal, ont été mis en réserve naturelle.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Michelot J.-L., *Gestion des milieux naturels fluviaux, l'expérience des réserves naturelles*, Réserves naturelles de France, 1994, 440 p.

EXEMPLE

ÉCOPÔLE DE LA PLAINE DU FOREZ (42)

Réalisation et protection de 5 km de rives et de 150 hectares de milieux humides. Réaménagement de gravières.

Aménagement d'un pôle d'observation de la flore et de la faune.

Extension prévue de l'opération à 15 km de rivière et 750 hectares, sur une largeur moyenne de plaine alluviale de 500 m.

FRAPNA, Maison de la Nature, 42000 Saint-Étienne.

VALORISATION POUR L'URBANISATION, LES LOISIRS, ET LE CADRE DE VIE

3/3

Principe

Conférer aux lits majeurs des cours d'eau une valeur économique et sociale, alternative à celle qui découlerait de l'urbanisation.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Valorisation des zones inondables

Types de phénomène :

Inondation par ruissellement urbain
Inondation de plaine
Inondation rapide dans certains cas

Catégories de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelles d'application :

Zone
Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

Lors de l'aménagement, plus précisément au cours de l'élaboration du projet.

Documents de mise en application :

PLU
PPR
Schéma directeur
Charte d'environnement
Projet urbain

Description

En milieu périurbain, voire urbain, il s'agit d'intégrer la plaine alluviale dans les pratiques des habitants, sous forme d'usages compatibles avec des submersions de courtes durées et de fréquence moyenne ou rare. Différents usages peuvent être développés :

- parcs urbains (exemples : Vichy, Allier) ou sub-urbains (exemples : Aix-en-Provence, Bouches-du-Rhône), d'intérêt paysager, de promenade pédestre, cycliste ou équestre, sans aménagement lourd ou fragile ;
- terrains de jeu et de sport, bases de loisirs.

Par ailleurs, des activités économiques adaptables au risque d'inondation peuvent être développés en lit majeur moyennant certaines précautions (cf. fiche n° 3/1). Il en va de même pour des équipements publics qui doivent être établis en situation topographique basse par rapport aux zones d'urbanisation, comme les stations d'épuration et les bassins de rétention. Dans ce cas, l'implantation peut être prévue en bordure externe du lit majeur, et non dans la zone de grand écoulement des crues et si possible à l'intérieur des courbes de la plaine alluviale.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Les effets en sont essentiellement positifs, y compris au plan hydrologique.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Valeur foncière des terrains en secteur urbain ou suburbain. La perte de valeur foncière par rapport à une solution d'urbanisation entraîne souvent pour la collectivité locale la nécessité d'acquérir les terrains.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Chaïb J., *Les eaux pluviales. Gestion intégrée*, Sang de la terre, Collection : Écologie urbaine, 1977.

Eaux dans la ville, Colloque SHF, GARIH, AGHTM, Bordeaux, 1997.

Aménagement et eaux pluviales : nouvelles exigences, nouvelles potentialités, Actes de la journée d'information du 13 juin 1996, GRAIE, 1996.

Dégardin F. et Gaide P.A., *Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain. Repères pour une nouvelle démarche*, Certu, 1999.

EXEMPLES

NOTRE-DAME-DE-GRAVENCHON (76)

Parc de loisirs de la vallée du Telhuet, petit affluent de la Seine sur 25 hectares : gestion des zones humides du bord de Seine, reliant l'ancienne et la nouvelle ville.

BASSIN DE L'ORGE AVAL (91)

Maîtrise des zones inondables et du ruissellement avec PER couvrant 15 communes (BV de l'Orge : 980 km², 350 000 habitants).

Acquisition de 150 hectares, entretien des berges.

Réalisation d'une base de loisirs linéaire sur 25 km, avec équipements espacés, reliés par un chemin piéton intercommunal.

GRADIGNAN, VALLÉE DE L'EAU DE BOURDE, AU S.-O. DE BORDEAUX (33)

Aménagement intégré de la vallée avec :

- zones *non aedificandi* de 30 à 40 m de large le long de la rivière, servant d'espace vert public ;
- six parcs, dont trois avec bassins de rétention (18 hectares) avec activités de sport et loisirs, dont un parc en centre-ville.

Au total, 230 hectares aménagés.

CHAMP 4

Mise hors d'eau des réseaux publics

CRÉATION D'ACCÈS ROUTIERS PERMANENTS AUX BÂTIMENTS

4/1

Principe

L'accès doit faciliter l'intervention des secours.

Objectif :

Protection des personnes

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Remontée de nappe

Catégorie de mesure :

Mesure d'ensemble

Mesure collective

Autres mesures répondant au même objectif :

Accès ponctuels (terrasses d'immeuble ou terre-plein) maintenus au-dessus du niveau de la crue de référence.

Échelle d'application :

Zone

Opportunité de la mesure :

À tout moment pour un immeuble existant et lors de la construction d'immeubles neufs.

Document de mise en application :

PPR

Description

Il s'agit de construire une voie en remblai devant résister aux inondations et dont la chaussée doit être au-dessus de la cote de la crue de référence. Cette voie est à réaliser dans les lits majeurs qui servent aux stockages des crues sans contribuer à l'écoulement.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

La réalisation d'un remblai en zone inondable modifie les écoulements, réduit la capacité de stockage, du fait du remblaiement lui-même, mais aussi du fait que ce remblai peut constituer une digue isolant une zone inondable importante. Il risque aussi d'aggraver la situation à l'aval.

Il convient donc, d'évaluer l'impact hydraulique de cette mesure par une étude afin de mettre en œuvre des dispositifs (ouvrages hydrauliques, emprunts de matériaux dans la même zone) assurant la transparence hydraulique (maintien des écoulements, de la capacité de stockage).

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Les remblais peuvent être réalisés sur des sols compressibles nécessitant des temps de consolidation plus ou moins longs afin de prémunir la chaussée des désordres dus aux tassements.

La construction de ces accès en remblai ne doit pas constituer un obstacle sensible à l'écoulement. Celle-ci doit s'affranchir :

- des remontées capillaires. Pour s'opposer à ce phénomène qui peut nuire à la stabilité de la chaussée si sa couche supérieure est peu surélevée par rapport au niveau de la crue de référence, il y a lieu de prévoir une couche drainante (sable, graviers) à ce niveau ;
- de l'érosion des talus qui dépend surtout de la vitesse du courant, de la nature du matériau et du compactage. La protection contre ce phénomène peut être assurée par des enrochements, des gabions, des palplanches, des revêtements géotextiles ;
- des glissements des talus. En milieu saturé d'eau, la stabilité n'est assurée que pour des pentes de talus plus faibles qu'en milieu non saturé, c'est-à-dire à l'air libre. Le matériau de remblai choisi (matériau de carrière) et les enrochements concourent à maintenir la stabilité des talus ;
- de la détérioration de la chaussée en la butant par des bordures coulées en place et en sélectionnant des matériaux du corps de chaussée la protégeant du gel (en particulier pour les régions soumises au gel en période d'inondation).

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Exemple

COMMUNE DE SAINTES (17)

La chaussée de la voie principale traversant la ville, coupée lors des inondations de la Charente de 1982, a été mise hors d'eau par un réhaussement de 0,6 m en grave bitume, pour assurer la continuité du trafic en période d'inondation.

CONTACT

Service technique de la ville de Saintes

MISE HORS D'EAU DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE DE MOYENNE ET BASSE TENSIONS

Principe

Cette mesure consiste à maintenir le bon fonctionnement du réseau en période d'inondation.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégorie de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Groupes électrogènes de secours pour assurer l'alimentation des équipements sensibles (hôpitaux, services de sécurité et de défense...)
Installations d'accumulateurs hors d'eau
Assurer l'alimentation d'équipements collectifs stratégiques (hôpitaux, stations d'épuration...) par plusieurs postes et lignes indépendants.

Échelles d'application :

Zone
Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction pour les créations, extensions ou renforcements et à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd

Document de mise en application :

PPR

Description

Les postes et les lignes peuvent être mis hors d'eau suivant les façons décrites ci-dessous.

Les postes moyenne tension sont :

- situés au minimum à 1 m au-dessus du niveau de la crue de référence ;
- accessibles par des moyens terrestres lorsque la durée de la crue est supérieure à trois jours ;
- implantés, si possible, hors des champs d'inondation où la vitesse est supérieure à 1 m/s.

Les lignes aériennes sont situées au minimum à 2,50 m au-dessus du niveau de la crue de référence, pour permettre le passage des engins de secours. Les poteaux électriques doivent être bien ancrés pour éviter leur arrachement surtout par des flots torrentiels.

Les lignes enterrées doivent être étanches.

Les branchements des habitants et le comptage sont réalisés au minimum à 0,50 m au-dessus de la crue de référence.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Il faut faire attention aux lignes aériennes qui représentent un risque d'électrocution pour les occupants des barques circulant en période d'inondation.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Les travaux devront être réalisés par des entreprises agréées par EDF.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Les textes officiels (décrets, arrêtés, normes) conditionnent la conception et la réalisation d'un réseau de desserte électrique. Les principaux sont les documents de l'union technique de l'électricité (UTE) et les normes françaises (NF) en particulier la norme C14-100.

Exemple

COMMUNE DE REDON ET GUIPRY (35)

Les postes de transformation, les coffrets de branchements des habitations, les grilles de sectionnement ont été surélevés de 0,3 m par rapport au niveau d'eau de la crue de 2000.

CONTACT

EDF Région Ouest

MISE HORS D'EAU DU RÉSEAU DE TÉLÉPHONE

4/3

Principe

Cette mesure consiste à maintenir le bon fonctionnement de l'équipement en période d'inondation.

Objectifs :

Protection des personnes (organisation de l'annonce, de l'alerte, de l'évacuation)
Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégories de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Installations de radio-télécommunication sur les centres administratifs (mairie en particulier) dans le secteur inondable pour assurer les liaisons avec l'extérieur.

Échelles d'application :

Zone
Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction pour les créations, extensions ou renforcements et à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd.

Document de mise en application :

PPR

Description

Mettre hors d'eau par rapport au niveau de la crue de référence tout le matériel sensible : armoires, lignes et centraux téléphoniques.

Pour les lignes téléphoniques aériennes, les poteaux doivent être solidement ancrés pour résister aux flots, en particulier torrentiels, et à l'érosion. Il est préférable de choisir des lignes enterrées parfaitement étanches.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Les travaux sont réalisés par des entreprises agréées par les gestionnaires du réseau.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Les principaux textes législatifs et réglementaires sont contenus dans le code des postes et télécommunications.

MISE HORS D'EAU DU RÉSEAU DE GAZ

4/4

Principe

Cette mesure consiste à maintenir le bon fonctionnement de l'équipement en période d'inondation.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégorie de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelles d'application :

Zone
Commune

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction pour les créations, extensions ou renforcements et à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd.

Document de mise en application :

PPR

Description

Mettre hors d'eau, c'est-à-dire au dessus du niveau de la crue de référence, tout le matériel sensible (compteurs de distribution, postes et sous-stations).

Le réseau enterré devra résister à l'érosion due à l'écoulement des flots. En cas de doute et de risque de rupture, il faut pouvoir couper l'alimentation des parties menacées, ce qui suppose de pouvoir les contrôler et éventuellement les purger de l'eau infiltrée avant la remise en service.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Les travaux sont réalisés par des entreprises agréées par les gestionnaires du réseau.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Exemple

Dans la région de l'Ouest, GDF évite de réaliser les installations (postes de détente par exemple) en zone inondable ou surélève ces installations pour les mettre hors d'eau par rapport au niveau d'eau de la crue la plus importante observée.

CONTACT

GDF Région Ouest

MISE HORS D'EAU DU RÉSEAU D'EAU POTABLE

4/5

Principe

Cette mesure consiste à maintenir le bon fonctionnement de l'équipement pendant l'inondation.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Approvisionnement des zones urbaines denses par des sources plus sûres (canaux d'irrigation, EDF...).

Approvisionnement par camion citerne des zones à faible population et à accès facile en période d'inondation (solution de secours).

Échelles d'application :

Zone
Commune

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction pour les créations, extensions ou renforcements et à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd.

Documents de mise en application :

PPR
PLU

Description

La mesure consiste à mettre hors d'eau :

- les ouvrages (captages et pompages) d'exploitation de la ressource ;
- les ouvrages de stockage (réservoirs).

Les dispositions prises et les produits choisis doivent assurer la pérennité des ouvrages (éviter les ruptures) et l'étanchéité parfaite (éviter la pollution).

• Ouvrages d'exploitation de la ressource

La tête de l'installation est située à 1 mètre (sur remblai, sur génie civil) au-dessus de la cote de la crue de référence et doit résister aux vitesses d'écoulement correspondantes.

Cas des prises d'eau gravitaires et des pompages en rivières :

- *prises d'eau gravitaires* : sur torrents ou cours d'eau à fort charriage, la prise d'eau doit être à un endroit tel que la canalisation d'alimentation soit posée en zone inondable sur une longueur très courte, et que l'ouvrage de captage soit bien ancré dans le sol et conçu pour réduire l'entrée des solides ;
- *pompages en rivière* : les équipements électriques sont, soit étanches, soit hors d'eau à une cote supérieure à 1 m du niveau de la crue de référence.

Tout aménagement lié au pompage (crépine, canalisation) situé en lit mineur est évité ou, à défaut, ancré solidement au moyen d'ouvrage en béton. Le dispositif annexe non enterré est protégé par un muret arasé à 1 m au-dessus du plan d'eau de la crue de référence.

• Ouvrages d'alimentation et de distribution

L'ensemble canalisations/joints doit assurer une étanchéité parfaite et résister aux vitesses élevées.

Les canalisations sont enterrées et, si nécessaire, ancrées. Leur assemblage par collage est à éviter. Dans la mesure du possible, les accessoires (ventouses, vidanges) sont supprimés pour empêcher d'éventuelles entrées d'eau polluée.

On dispose également des vannes de sectionnement, pour isoler le réseau dans la zone à risque.

• Ouvrages de stockage (réservoirs)

Les réservoirs sont construits hors de la zone inondable, et surdimensionnés, pour assurer la continuité du service dans la zone inondable.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

La conception de réseaux neufs fait l'objet d'une étude définissant les dispositions spécifiques à prendre dans la zone inondable.

Une attention particulière est portée à la qualité des produits sélectionnés et à la réalisation des ouvrages qui est assurée par des entreprises spécialisées.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Pour la réalisation de réseaux d'eau potable, le fascicule technique 71 est le document de référence définissant les règles de l'art.

Dupont A., *Hydraulique urbaine*, 2 tomes, Eyrolles, 1988 (sixième édition), t. I : 262 p., t. II : 483 p.

EXEMPLE

COMMUNE DE CHEVAL-BLANC (84)

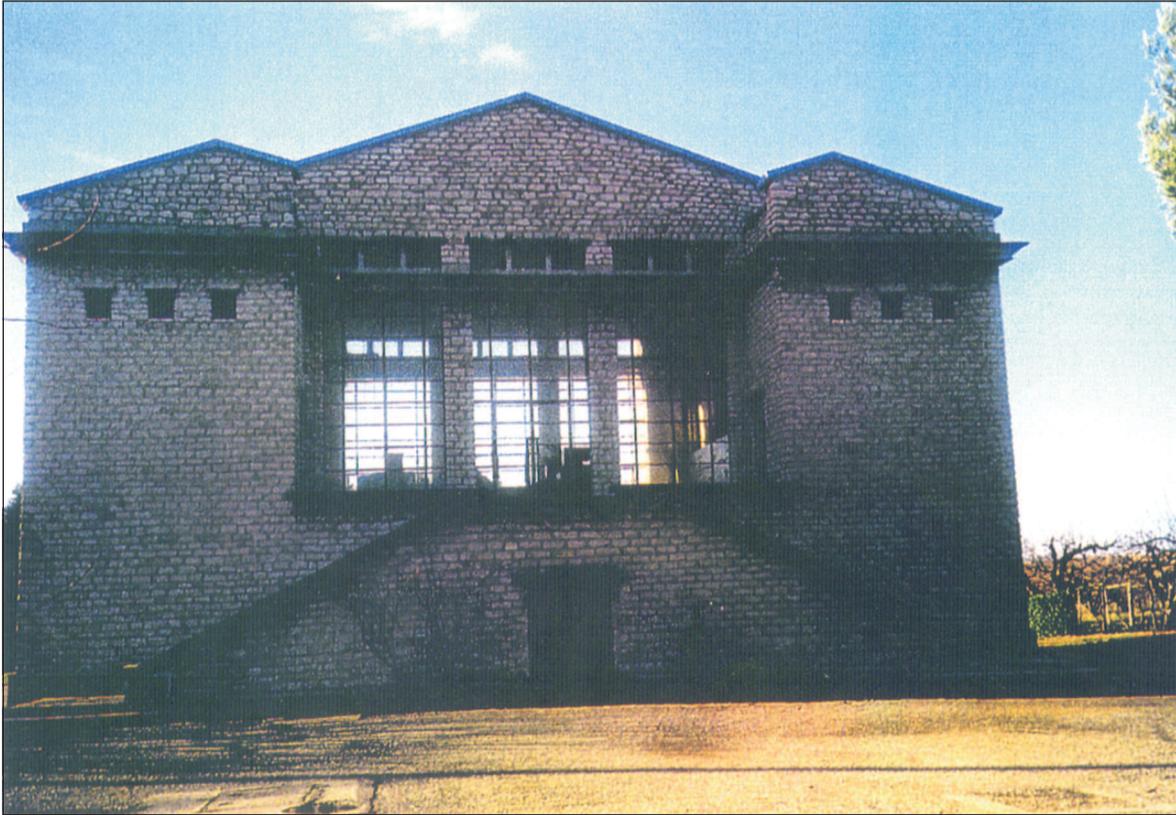
Forage dans la nappe de la Durance à 26 mètres de profondeur, pour éviter la pollution en cas d'inondations (eau brute de bonne qualité ; traitement uniquement par chloration, autorisation de prélèvement : 1 000 m³/h).

Forage de Cheval-Blanc. Captage surélevé



Source : CETE Méditerranée

Station de pompage de Cheval-Blanc également surélevée



Source : CETE Méditerranée

MISE HORS D'EAU DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT D'EAUX USÉES

4/6

Principe

Cette mesure consiste à maintenir le bon fonctionnement de l'équipement.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits
Réduction de la pollution

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelles d'application :

Zone
Commune

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction pour les créations, extensions ou renforcements.

Document de mise en application :

PPR

Description

La pose des canalisations et le remblaiement des tranchées doivent éviter les dégradations (affouillements, tassements, ruptures) et assurer l'étanchéité du réseau (joints, regards, branchements) qui doit être vérifiée par des essais à l'eau ou à l'air.

Les postes de relèvement ou de refoulement sont hors d'eau par rapport au niveau de la crue de référence.

Les tampons des regards en zone inondable sont verrouillés.

Le déversoir à l'amont de la station d'épuration est réglé pour que le débit d'eaux usées augmenté de deux fois puisse passer sans déversement (sous réserve que la conception de la station d'épuration l'ait pris en compte).

riaux dont la granulométrie est comprise entre 5 mm et 30 mm.

Pour éviter l'entraînement des particules fines du sol de contact, il est recommandé d'envelopper le matériau du lit de pose et d'enrobage par un filtre anticontaminant en géotextile.

Les terrassements peuvent nécessiter l'étalement et le blindage de la tranchée ainsi que le rabattement de la nappe par pompage.

Le lestage des canalisations et des équipements (station de refoulement par exemple) peut s'avérer indispensable pour s'opposer à la poussée d'Archimède.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

En zone inondée, le réseau d'eaux usées peut être utilisé par les riverains pour accélérer la vidange par soulèvement des tampons des regards. Ce comportement peut entraîner des dysfonctionnements de la station d'épuration. Dans ces secteurs, il convient de verrouiller les tampons.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

En terrains aquifères, des dispositions particulières sont à prendre en ce qui concerne la pose des canalisations. Le lit de pose doit être constitué de maté-

Références bibliographiques

Groupe de travail, commission Loriferne, *Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations*, Imprimerie nationale, 1977, 62 p. (+ annexes).

Groupe de travail présidé par M. P. Fauveau, directeur général de l'ATILH, *Ouvrages d'assainissement, fascicule n° 70 et circulaire n° 92-42 du 1^{er} juillet 1992*, Direction des Journaux officiels, 1992, 184 p.

Satin M. et Selmi B., sous la direction scientifique et technique de Bourrier R. et Lemaire J.-P., *Guide technique de l'assainissement*, Le Moniteur, 1995, 663 p.

Exemple

DÉPARTEMENT DES YVELINES

Les stations de relèvement ou de refoulement sont mises hors d'eau par rapport au niveau d'eau de la crue de la Seine de 1910 et les déversoirs d'orage sont calés par rapport à ce niveau pour garantir un déversement gravitaire en cas de fonctionnement de ces ouvrages.

CONTACT

DDE 78 – Subdivision de Mantes la Jolie

MISE HORS D'EAU DES STATIONS D'ÉPURATION

4/7

Principe

Cette mesure consiste à maintenir le bon fonctionnement de l'équipement

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits
Réduction de la pollution

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, ouvrage

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction pour la création ou l'extension

Documents de mise en application :

PPR

PLU

Description

Dans le cas où la station d'épuration existante est située en zone inondable, elle doit être protégée de l'immersion par des dispositifs techniques (endiguement, surélévation des ouvrages). Les appareils électriques et les bâtiments stratégiques devront être hors d'eau par rapport au niveau de la crue de référence. Les ouvrages (décanteurs, bassins d'aérations...) Devront être conçus pour éviter leur flottaison (lest, immersion par clapets) dans l'hypothèse de la crue de référence.

Il est par ailleurs rappelé que les stations d'épuration ne doivent pas être implantées dans des zones inondables sauf cas dérogatoire dûment justifié par la commune (impossibilité technique, maintien qualité de l'eau, compatibilité avec la réglementation des zones inondables), (arrêtés du 22 décembre 1994 et du 21 juin 1996).

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

La construction d'une station d'épuration en zone inondable peut entraîner des modifications dans les écoulements ou/et être concernée par d'autres phénomènes comme l'érosion des berges des cours d'eau.

Une étude d'impact hydraulique est nécessaire pour préciser les dispositifs à mettre en œuvre assurant la stabilité de l'équipement (protection des berges des cours d'eau par exemple) et autant que faire se peut, la transparence hydraulique ou la compensation de l'obstacle (maintien des écoulements sans surcote).

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

L'emplacement et l'agencement des installations (ouvrages et bâtiments) sont choisis de telle façon que l'exposition au risque d'inondation soit diminuée (par exemple éviter les zones de confluence des cours d'eau).

La construction de l'équipement peut être confrontée aux difficultés liées à la présence de sols alluvionnaires et aquifères.

Compatibilité avec d'autres risques

Prendre en compte les phénomènes d'érosion des berges des cours d'eau, éventuellement de coulées de boues ou de laves torrentielles.

Références bibliographiques

Groupe de travail, commission Loriferne, *Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations*, Imprimerie nationale, 1977, 62 p. (+ annexes).

Satin M. et Selmi B., sous la direction scientifique et technique de Bourrier R. et Lemaire J.-P., *Guide Technique de l'Assainissement*, Le Moniteur, 1995, 663 p.

EXEMPLE

STATION D'ÉPURATION DE BARCELONNETTE (04)

Le site retenu pour la construction de la station d'épuration est exposé d'après le PER aux crues de deux torrents : l'Ubaye et le Riou Bourdou, son affluent.

Une étude hydraulique commandée par la communauté de communes a permis de préciser les risques et de définir les ouvrages de protection.

LES RISQUES

L'Ubaye : l'abaissement important du lit dû à des extractions massives (plus de 2 m au droit de la station) rend pratiquement nul le risque de débordement de la rivière pour la crue centennale. Ce risque n'augmente pas dans l'hypothèse de l'arrêt des extractions. Par contre le risque d'érosion des berges est fort.

Le Riou Bourdou : ce torrent qui se caractérise par un cône de déjection très étendu peut présenter deux types d'écoulement :

- l'écoulement d'une lave torrentielle avec des débits et des vitesses élevées et le charriage de très gros blocs. L'occurrence d'un tel écoulement dépasse, dans l'état actuel du bassin versant, la fréquence centennale ;
- l'écoulement secondaire d'un débit réduit de boue sans très gros blocs (hauteur de boue assez faible < 1,50 m, vitesse relativement réduite) est le plus probable.

LES OUVRAGES DE PROTECTION

L'Ubaye : contre le risque d'érosion des berges, il a été proposé une protection en enrochements. Le dimensionnement a été réalisé en fonction de plusieurs hypothèses sur l'extraction des matériaux (maintien des niveaux actuels, poursuite des extractions, retour à un nouvel équilibre). Les enrochements seront constitués de blocs prélevés sur le site pour diminuer les coûts.

Le Riou Bourdou : deux types d'intervention ont été proposés :

- des travaux concernant l'ensemble du cône de déjection (aménagement d'un pont, amélioration de la séparation de deux chenaux au sommet du cône de déjection, recreusement d'un chenal au niveau de l'aérodrome) ;
- une protection rapprochée au niveau de la station d'épuration et des parcelles voisines (constructions de merlons de faible hauteur et aménagement de chenaux préférentiels).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Étude de définition des protections de la station d'épuration de Saint-Pons contre les crues de l'Ubaye et du Riou Bourdou, Communauté de Communes de la Vallée de l'Ubaye, ETRM, Vincent Koulinski, La Grange du Châtelard, 73700 Bourg St Maurice, 1997 (tél./fax : 04 79 07 37 65).

CONTACT

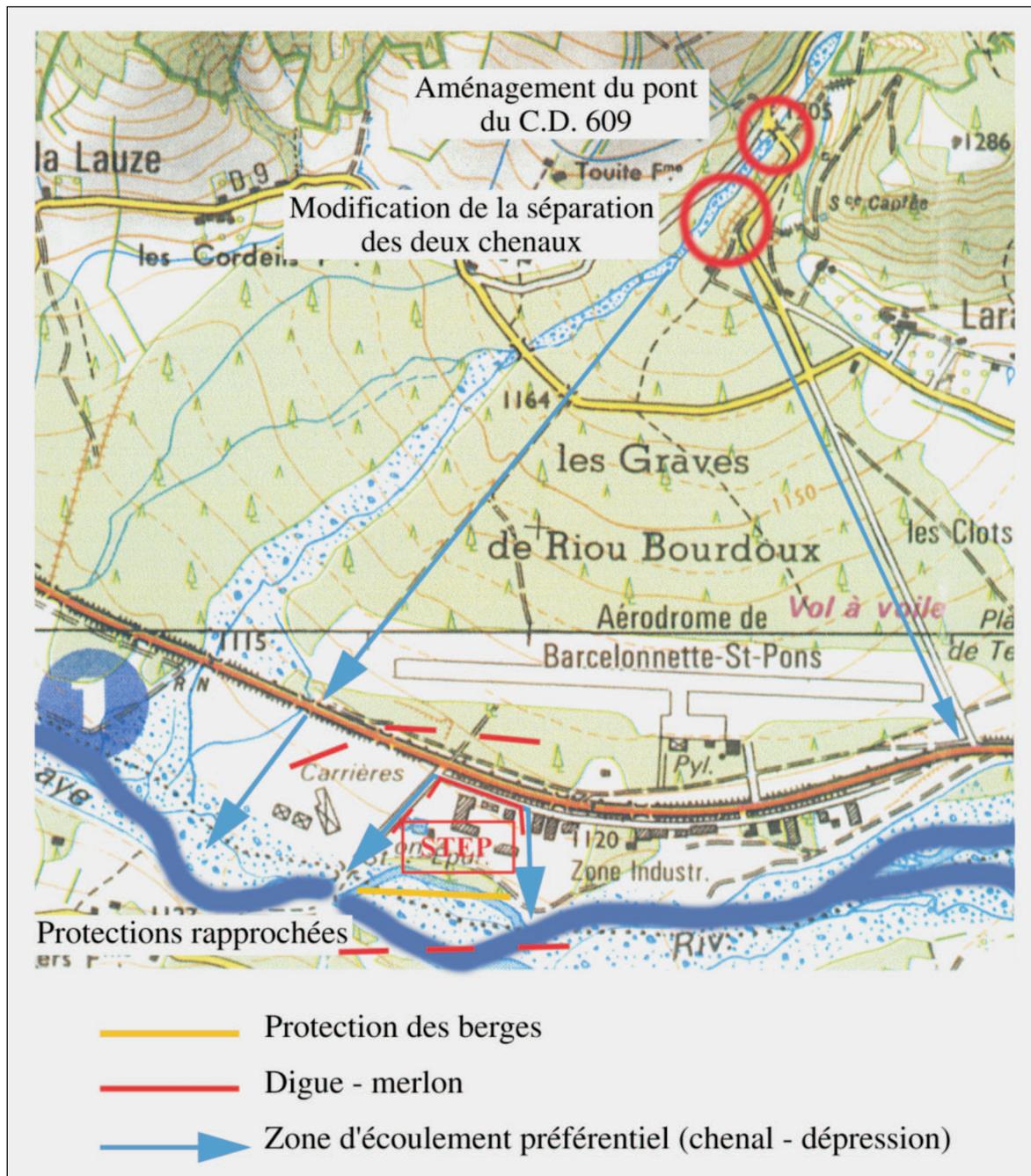
DDAF des Alpes de Haute-Provence

68, bd Gassendi

BP 217-04003 Digne-les-Bains Cedex

Tél. : 04 92 30 20 04 – Fax : 04 92 30 20 40

Site de la station d'épuration de Barcelonnette



Source : ETRM.

CONTRÔLE DU REFOULEMENT DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

4/8

Principe

Cette mesure consiste à maintenir le bon fonctionnement de l'équipement.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits
Réduction de la pollution

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Réseau spécifique dans la zone inondée pour diminuer le temps de vidange

Échelles d'application :

Zone
Commune

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction pour la création ou l'extension de réseaux et à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd

Document de mise en application

PPR

Description

L'évacuation gravitaire peut être perturbée par le niveau d'eau dans le milieu naturel (cours d'eau, mer) au point de provoquer des débordements par remontées des eaux dans le réseau et d'inonder les parties basses de l'agglomération. Pour pallier ces effets, il peut être installé des clapets anti-retour au niveau des rejets dans le milieu naturel et des postes de refoulement pour assurer la continuité de l'assainissement en cas de concomitance de la crue du cours d'eau exutoire et d'un événement pluvieux important sur le bassin versant drainé par le réseau.

Par ailleurs pour éviter le soulèvement des tampons des regards dû à la mise en charge du réseau, il peut être procédé à leur verrouillage en particulier en zone inondée pour assurer la sécurité des personnes.

mise en place des canalisations dans les tranchées (cf. fiche n° 4/6 sur la mise hors d'eau des réseaux d'assainissement). En cas de nécessité de mise en œuvre d'une installation de pompage, celle-ci est prévue si possible hors d'eau par rapport à la crue centennale du cours d'eau exutoire.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Les travaux sont réalisés par une entreprise spécialisée. Une attention particulière doit être portée à la

Références bibliographiques

Groupe de travail, commission Loriferne, *Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations*, Imprimerie nationale, 1977, 62 p. (+ annexes).

Groupe de travail présidé par M. P. Fauveau, directeur général de l'ATILH, *Ouvrages d'assainissement, fascicule n° 70 et circulaire n° 92-42 du 1^{er} juillet 1992*, Direction des Journaux officiels, 1992, 184 p.

Satin M. et Selmi B., sous la direction scientifique et technique de Bourrier R. et Lemaire J.-P., *Guide technique de l'assainissement*, Le Moniteur, 1995, 663 p.

Exemple

COMMUNE DE SAINTES (17)

Mise hors d'eau des installations de relèvement et verrouillage des tampons de regard.

CONTACT

Service technique de Saintes

■ CHAMP 5

Organisation de l'assainissement pluvial

CONCEPTION INTÉGRÉE DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL URBAIN

5/1

Principe

Cette mesure consiste à prendre en compte et à gérer le risque hydrologique sur les petits bassins versants urbains ou périurbains.

Objectifs :

Diminution des aléas
Réduction de la pollution

Types de phénomène :

Inondation par ruissellement urbain
Inondation rapide

Catégories de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelles d'application :

Commune
Bassin versant (généralement de petite taille)

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction ou de l'aménagement

Documents de mise en application :

PPR
PLU

Description

Il s'agit de concevoir l'assainissement pluvial selon quatre axes :

- prendre en compte les apports des petits bassins versants naturels périphériques à la zone urbaine ;
- réduire les volumes ruisselés et les débits de pointe par des techniques compensatoires d'infiltration et de stockage, pour les nouveaux aménagements et lors des réfections de voiries ;
- favoriser le libre écoulement des flots à l'intérieur des chemins naturels de ruissellement (fond de talweg, petits cours d'eau, etc.) ;
- assurer un minimum de confort aux personnes (pas de débordement du réseau pour des événements pluvieux décennaux).

Cette conception se traduit par :

- un réseau contribuant à la préservation du milieu naturel, mais aussi offrant un niveau de protection en général décennal ;
- une occupation de l'espace urbain permettant une meilleure gestion des ruissellements dus à des événements exceptionnels (préservation des axes naturels de ruissellement et des espaces de stockage et d'infiltration, utilisation de la voirie comme ouvrages hydrauliques).

Elle conduit à la prise en compte, dans les documents d'urbanisme, des propositions concernant l'occupation des sols (délimitation des zones à urbaniser et des zones où l'urbanisation doit être restreinte voire interdite ; réservation d'emprises pour la réalisation des bassins de rétention ; préservation

des axes naturels de drainage et des zones inondables) et les techniques alternatives (infiltration/stockage). Voir à ce sujet l'article L. 2224-10 du Code général des collectivités territoriales.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Des écoulements sur la voirie ou des submersions d'espaces publics se produisant lors d'averses exceptionnelles, peuvent surprendre les usagers. On peut y remédier par une surveillance des usages et par une information adaptée.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Cette façon d'appréhender l'assainissement pluvial implique une bonne connaissance du site qui ne peut être obtenue que par la réalisation d'études comprenant généralement :

- l'analyse de l'état existant du site où sont pris en compte la topographie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la climatologie, l'évolution de l'urbanisation, les enquêtes auprès des services et des riverains, les études réalisées ;
- l'approche géomorphologique qui permet de délimiter à partir de l'interprétation de photographies aériennes, les lits moyens et majeurs des cours d'eau permanents ou occasionnels et de définir ainsi les espaces pouvant être inondés par de petits cours d'eau.

Ceux qui souhaitent mener cette démarche rencontrent, au moins au départ, des difficultés dans les domaines suivants :

- pour intégrer les propositions dans les documents d’urbanisme ;
- pour changer les habitudes dans la conception de l’assainissement pluvial ;
- pour modifier la vocation des terrains quant à leur occupation et leur utilisation.

Compatibilité avec d’autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Groupe de travail, commission Loriferne, *Instructions technique relative aux réseaux d’assainissement des agglomérations*, Imprimerie nationale, 1977, 62 p. (+ annexes).

Ruissellement urbain et POS. Approche et prise en compte des risques, Certu, 1998, 100 p.

Groupe de travail, Service technique de l’urbanisme, *Mémento sur l’évacuation des eaux pluviales*, La Documentation française, 1989, 349 p.

Satin M. et Selmi B., sous la direction scientifique et technique de Bourrier R. et Lemaire J.-P., *Guide technique de l’assainissement*, Le Moniteur, 1995, 663 p.

EXEMPLES

COMMUNE DE LA TOUR D’AIGUES (84)

Cette commune est exposée au risque d’inondation par débordement de cours d’eau (l’Eze et son affluent l’Ourgouse) et par ruissellement superficiel. La municipalité sensibilisée à ces phénomènes par plusieurs événements orageux qui se sont abattus sur la commune, a demandé que le risque d’inondation soit pris en compte dans le cadre de la révision du POS.

Pour répondre à cette demande, une étude globale couvrant aussi bien la partie urbaine que les bassins versants limitrophes a été réalisée en s’appuyant sur une analyse géomorphologique des cours d’eau pour repérer les zones inondables, l’analyse de l’existant (topographie, hydrologie, géologie, urbanisation, enquêtes, etc.) et la simulation par logiciel, du fonctionnement du réseau pluvial intégrant les projets d’urbanisation. Cette étude a proposé de :

- stopper l’urbanisation des plaines alluviales des cours d’eau (en particulier l’Eze et l’Ourgouse) ;
- préserver de toute urbanisation les fonds de thalweg et les zones de rétention naturelles ;
- réaliser un réseau d’assainissement pluvial structuré assurant un niveau de protection décennal avec des bassins de rétention et des fossés enherbés quand cela est possible de préférence aux canalisations ;
- mettre en œuvre des techniques d’infiltration et de stockage (puisards, tranchées, chaussées à structure réservoir...) dans les opérations d’extension de l’urbanisation.

Ces propositions ont été traduites :

- dans le POS, sous la forme de zones non constructibles Ndi et Nci, et de réservations foncières pour la réalisation de bassins de rétention ;
- dans le règlement du POS, par des recommandations de mise en œuvre de techniques d’infiltration et de stockage aussi bien au niveau de la parcelle qu’au niveau d’une opération d’ensemble ;
- sur le terrain, par la construction d’un bassin de rétention proposé, intégré dans une opération d’urbanisation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Étude de pré-diagnostic hydraulique du bassin versant de l’Eze – CETE Méditerranée, 1993.

Étude préalable à l’établissement d’un schéma directeur d’assainissement pluvial – CETE Méditerranée.

CONTACTS

Mairie de La Tour d’Aigues – DDE du Vaucluse

COMMUNE DE LEUCATE (11)

La gestion du risque hydrologique a été proposée dans le cadre d'une étude globale sur le territoire communal en préalable à la révision du POS.

La méthodologie a consisté à procéder à :

- l'analyse de la situation existante en s'appuyant sur quatre moyens d'investigation :
 - examen des différentes études réalisées sur le site (assainissement pluvial, risques géologiques, rapport sur les inondations),
 - visite du site,
 - enquêtes (riverains, services),
 - interprétation géomorphologique des photographies aériennes et des cartes IGN au 1-25000° ;
- l'approche hydrologique et hydraulique en prenant en compte deux types d'événement pluvieux : décennal et exceptionnel.

La commune, installée sur une presqu'île encadrée par deux complexes lacustres (les étangs de Lapalme et de Leucate) et la mer, comprend trois ensembles :

- le village ;
- un plateau rocheux ;
- une frange littorale bordant l'étang de Leucate.

Le risque pluvial se manifeste par de forts ruissellements. En considérant les événements les plus récents (1986, 1992, 1994), il a été enregistré des hauteurs d'eau de 180 mm à 320 mm sur des durées de 2h à 4h. Ce risque est dû à :

1) La topographie :

- le village est dans une cuvette et occupe l'axe d'un vallon sec, dont le bassin versant est très petit mais occasionne des dégâts importants ;
- le raccordement des vallons secs en bordure de l'étang de Leucate, se fait par l'intermédiaire de zones basses, largement ouvertes. Il s'agit en général d'anciennes zones humides situées au niveau de l'étang et servant de tampon aux apports d'eau de crue.

2) La géologie :

- le plateau de Leucate, promontoire rocheux intervalé entre l'étang de Leucate et l'étang de Lapalme, est constitué d'alternatives de marnes et de bancs calcaires karstiques, aux faibles pendages. Les bassins versants composant ce plateau réagissent aux événements pluvieux avec effet de seuil : peu de ruissellement pour des faibles pluies, abondant lors d'événements pluvieux exceptionnels si les sols sont saturés par des antécédents pluvieux ou l'événement lui-même. Un de ces bassins, le plus important, alimente un ruisseau (ruisseau de la Fontaine), habituellement à sec, mais sujet lors d'orages violents, à un ruissellement torrentiel pouvant causer des dégâts aux habitations limitrophes.

3) La climatologie :

- les pluies surviennent avec des vents d'Est provoquant la montée des eaux dans l'étang qui entrave de ce fait l'écoulement des flots ;
- le site est exposé aux violents orages d'été et d'automne.

4) L'urbanisation :

- imperméabilisation presque totale des sols dans le village ;
- route départementale longeant l'étang de Leucate, en remblai et coupant perpendiculairement les axes de ruissellements naturels, dotée d'ouvrages de rétablissement hydrauliques insuffisants lors d'événements pluvieux importants ;
- occupation du lit moyen de ruisseaux.

Cette approche a permis d'aboutir à des propositions portant sur :

1) L'occupation de l'espace pour gérer le risque dans le cas de crue exceptionnelle :

- préservation de toute urbanisation, les axes de ruissellement naturels ;
- arrêter l'urbanisation dans les zones exposées (fonds de thalweg, lit moyen des ruisseaux) ;
- réserver des espaces pour la réalisation de bassins de rétention sur le plateau

2) La mise en œuvre d'ouvrages pour améliorer l'évacuation des flots et assurer au minimum la protection décennale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Étude Projet communal de Leucate – CETE Méditerranée, 1996.

CONTACTS

Mairie de Leucate (Aude)

DDE de l'Aude – arrondissement de Narbonne

RÉALISATION DE BASSINS COLLECTIFS DE STOCKAGE DES EAUX PLUVIALES

5/2

Principe

Cette mesure consiste à stocker une partie des volumes de crue pour réduire les débits de pointe à l'aval et, s'il y a infiltration, diminuer le volume de ruissellement.

Objectifs :

Diminution des aléas
Réduction de la pollution

Type de phénomène :

Inondation par ruissellement urbain

Catégories de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Autres techniques alternatives : chaussée à structure réservoir, tranchée filtrante, puits d'infiltration.

Échelle d'application :

Bassin versant (généralement de petite taille)

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction ou de l'aménagement

Documents de mise en application :

PPR
PLU
Schéma directeur
Schéma de secteur

Description

Le stockage est assuré par des bassins de retenue de faible volume (maximum 50 000 m³) et de faible profondeur (1 m à 2 m voire 3 m pour les bassins en eau). Ils doivent être situés sur les axes de ruissellement, dans des terrains à faible pente et équipés d'un évacuateur de crue pour gérer les situations d'insuffisance de l'ouvrage. Les bassins de stockage avec digue sont à éviter à cause des risques de rupture dus à des défauts de réalisation et d'entretien.

Insertion de l'ouvrage dans un espace paysager.

Nécessité de prévoir une structure d'entretien.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Selon la nature des sols, cet ouvrage peut contribuer par sédimentation, au traitement de la pollution (cas de sols imperméables) ou, par infiltration, à la pollution d'une nappe (cas de sols perméables). La connaissance des sols de surface est indispensable (niveau de la nappe, perméabilité des sols, topographie du terrain...).

Références bibliographiques

Service technique de l'urbanisme, Agences de l'Eau, *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales*, Lavoisier, collection « Technique et Documentation », 1994.

Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain, Certu, 2000.

Groupe de travail, commission Loriferne, *Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations*, Imprimerie nationale, 1977, 62 p. (+ annexes).

Groupe de travail, Service technique de l'urbanisme, *Mémento sur l'évacuation des eaux pluviales*, La Documentation française, 1989, 349 p.

Satin M. et Selmi B., sous la direction scientifique et technique de Bourrier R. et Lemaire J.-P., *Guide technique de l'assainissement*, Le Moniteur, 1995, 663 p.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Nécessité d'une étude de dimensionnement prenant en compte un événement pluvieux donné (en général décennal).

Difficulté à disposer d'un espace non négligeable en milieu urbain ou semi-urbain.

EXEMPLES

BASSIN SEC DE LA FRESCOULE À VITROLLES (13)

Exemple d'un bassin intégré dans un secteur résidentiel dense, utilisé comme « cour de récréation » et parc d'agrément. Le petit bassin en eau visible en premier plan paraît grand par simple effet de perspective...

Bassin sec de la Frescoule à Vitrolles



Source : Sauveterre.

ÉTANG DE SAINT-BONNE, VILLE NOUVELLE DE L'ISLE-D'ABEAU (38)

L'un des rares exemples d'étangs recevant des eaux pluviales d'origine urbaine, classé réserve biologique volontaire. Un écosystème particulièrement riche.

Étang de Saint-Bonne dans la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau



Source : Sauveterre.

Photos extraites du Guide technique des Bassins de retenues d'eaux pluviales (cf. références bibliographiques ci-dessus)

MISE EN ŒUVRE DES TECHNIQUES ALTERNATIVES AU RÉSEAU ENTERRÉ

5/3

Principe

Cette mesure consiste à réduire les débits de pointe à l'aval et, s'il y a infiltration, à diminuer le volume de ruissellement.

Objectifs :

Diminution des aléas
Réduction de la pollution

Type de phénomène :

Inondation par ruissellement urbain

Catégories de mesure :

Mesure collective
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Réseaux d'assainissement, bassins de rétention

Échelle d'application :

Zone

Opportunité de la mesure :

À tout moment pour un immeuble existant et lors de la construction d'immeubles neufs

Documents de mise en application :

PPR
PLU
PAZ et RAZ

Description

Il s'agit de techniques d'infiltration et/ou de stockage autres que les bassins de retenue, à savoir les chaussées à structure réservoir, les puits d'infiltrations, les tranchées filtrantes, les fossés absorbants.

Résistance liée à un changement de conception (rupture avec le tout tuyau).

Collaboration étroite entre des professions (techniciens et aménageurs) de cultures différentes.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Ces techniques peuvent intervenir positivement sur la pollution des eaux pluviales, si elles ont un rôle de stockage et de restitution différée dans un réseau naturel ou artificiel.

Par contre dans le cas d'une infiltration, elles peuvent présenter un risque de pollution de la nappe si celle-ci est à faible profondeur.

Elles peuvent être utilisées pour agrémenter les parkings, de petits espaces publics.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Nécessité d'études de dimensionnement prenant en compte les données pluviométriques et les données physiques du site (topographie, réseau hydrographique naturel, présence et niveau de la nappe, perméabilité des sols).

Références bibliographiques

GRAIE, *Techniques alternatives d'assainissement pluvial : choix, conception, réalisation et entretien*, Lavoisier, collection « Technique et Documentation », 1994.

Leroux et Baladès (CETE de Bordeaux) sous la direction de Roche M. (Service technique de l'urbanisme), *La maîtrise des eaux pluviales : des solutions « sans tuyau » dans l'agglomération de Bordeaux*, Service technique de l'urbanisme, 1993, 63 p.

Ruissellement urbain et POS. Approche et prise en compte des risques, Certu, 1998, 100 p.

Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial. Éléments-clés pour leur mise en œuvre, Certu, 1998, 155 p.

EXEMPLE

PARC D'ÉCHANGE DU CAILLOU, DANS LE QUARTIER DE CAUDÉRAN À BORDEAUX (33)

Mise en œuvre de techniques alternatives : chaussée à structure réservoir.

CARACTÉRISTIQUES

surface : 3 000 m²,

chaussée : enrobé poreux (6 cm) sur grave ciment poreuse (20 cm),

récepteur : réseau EP, avec un débit maximum : 2 l/s.

Vue dans l'axe de la partie centrale



Photo: Danick Richard - STU

► **OBJECTIFS**

- Ne pas augmenter le débit de pointe dans le réseau EP existant de plus de 1 à 2 l/s.
- Conserver les critères d'esthétique et d'utilisation d'une réalisation traditionnelle.

► **CARACTÉRISTIQUES**

Matériau de structure	Grave-ciment poreuse 20 cm
Matériau de surface	Enrobé poreux 6 cm
Surface	3 000 m ²
Milieu récepteur	Réseau E.P.
Sous-sol	Imperméable
Type d'injection	Verticale par la surface
Sécurité infiltration	Avaloirs avec drains
Date de réalisation	1996

Contrainte débit en rejet	1 à 2 l/s
Pente longitudinale	3 ‰
Pente transversale	1 ‰ à 2 ‰
Porosité utile	24 à 29 ‰
Perméabilité	3.10 ⁻² à 20.10 ⁻²
Absorption de surface	116 à 172 m ³ /hm ²
Coût	270 000F
Maître d'ouvrage	C.U.B.
Nappe	Non

► **CONDITIONS PARTICULIÈRES**

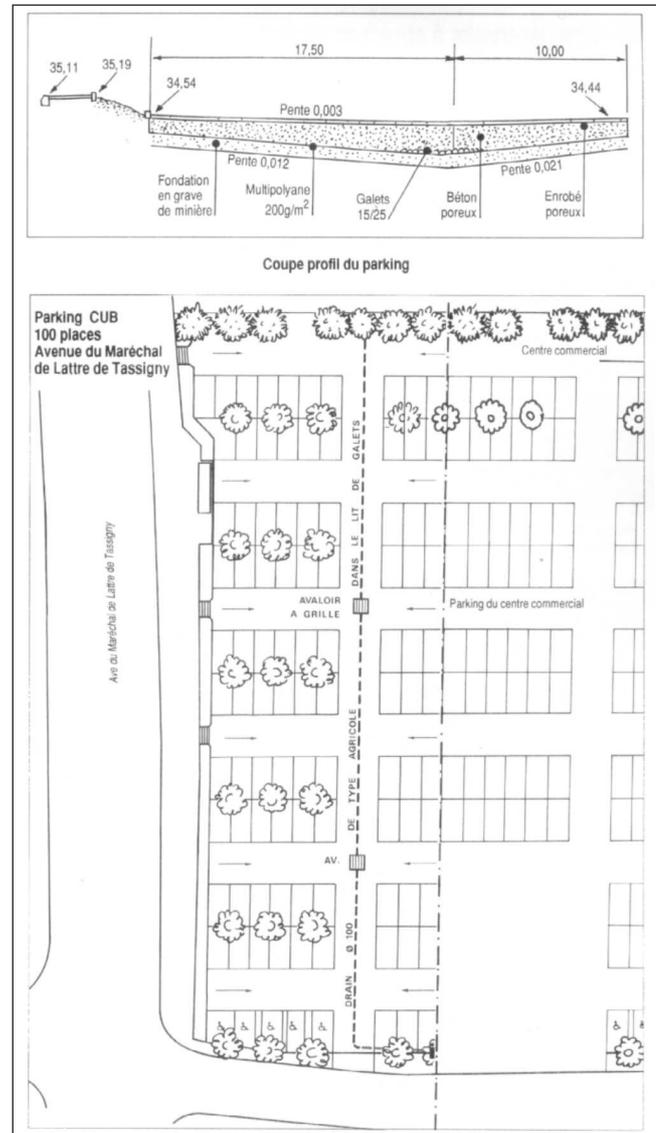
- Préserver le confort et la sécurité de l'utilisateur.
- Rendre possible la plantation et la croissance d'arbres en milieu isolé.
- La situation à proximité d'un supermarché générateur de déchets (papiers, cartons) implique une surveillance et un entretien particulier.

► **ENTRETIEN**

- Décolmatage (papiers, déchets, apports de fines).
- Nettoyage.

Source : D. Richard / STU.

Coupe de principe et plan de la partie construite avec une structure réservoir



Source : CUB.

■ CHAMP 6

**Renforcement de
la structure des bâtiments**

RENFORCEMENT DES PLANCHERS OU RADIERS

6/1

Principe

Limiter les effets des sous-pressions susceptibles d'entraîner des désordres graves dans le bâtiment.

Objectif :

Limitation des dommages aux biens et aux activités.

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Remontée de nappe

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Dans le cas de sous-sols non habitables, le sol peut être laissé en terre battue. Si une dalle de béton est prévue, celle-ci peut présenter des perforations.

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction

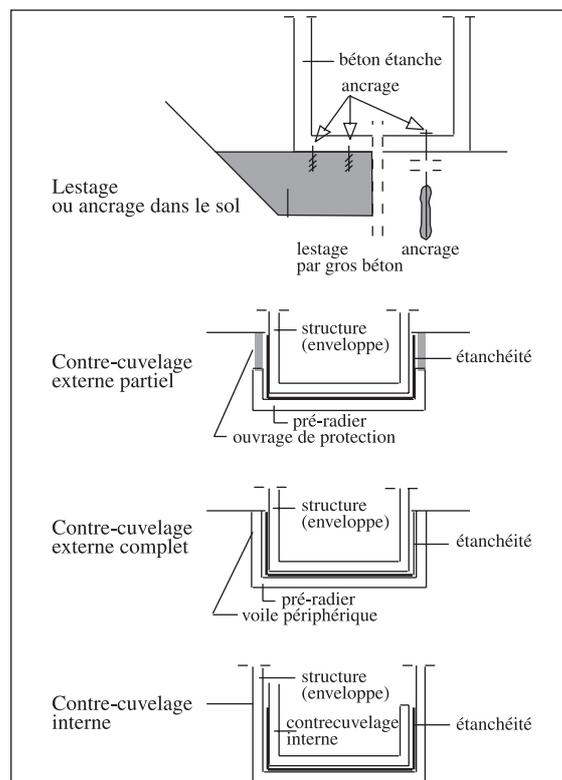
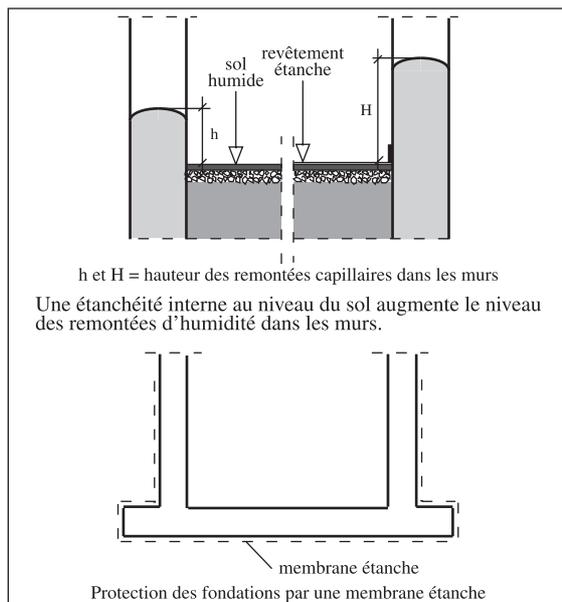
Document de mise en application :

PPR

Description

Disposer une couche de matériaux drainants sous le radier pour équilibrer les sous-pressions.

Renforcer l'armature du radier pour résister aux sous-pressions. Prévoir éventuellement un ancrage.



Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Dans le cas d'un cuvelage trop profond et d'une construction légère, il faut vérifier que le bâtiment ne risque pas de flotter et de se déformer lors de la crue de référence.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

La remontée des nappes souterraines, Diagonal n° 45, juillet 1993, p. 26-30, d'après l'ouvrage de G. Bergeron et al., 1993.

Causes et effets des remontées des nappes d'eau souterraine, BRGM, Paris, 1993.

La remontée des nappes d'eau souterraine en site urbain, aspects techniques, socio-économiques, réglementaires et juridiques. Rapport de synthèse, Ministère de l'Industrie et ministère de l'Équipement, Secrétariat permanent du Plan urbain, décembre 1993.

RENFORCEMENT DES MURS

6/2

Principe

Permettre à la construction de résister aux forces exercées par les écoulements de la crue de référence et aux tassements différentiels après décrue.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation rapide
Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction

Document de mise en application :

PPR

Description

Les constructions en maçonnerie doivent être ceinturées par un réseau continu de chaînages en béton armé, horizontaux, verticaux et sur les rampants des pignons. Les chaînages évitent les désordres en cas de mouvements d'appui et de pressions horizontales.

Des dispositions propres au risque torrentiel consistent à :

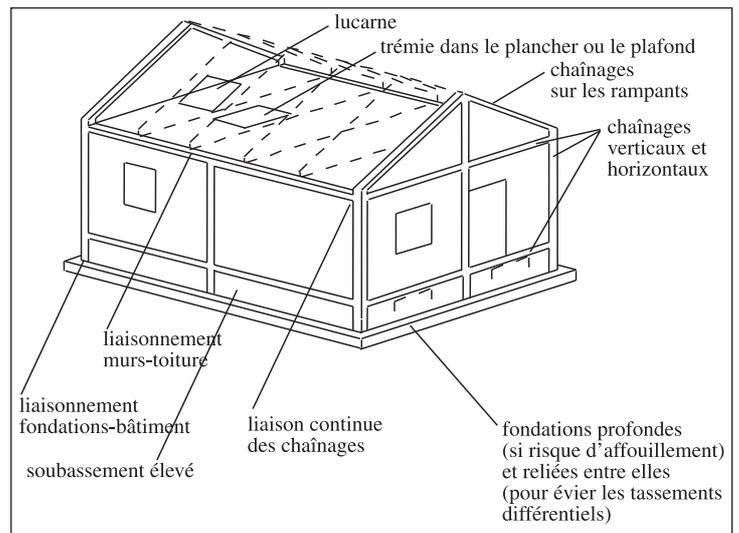
- renforcer les murs amont des bâtiments ;
- rendre aveugles les murs sur une certaine hauteur.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Il faut veiller à réaliser un maillage qui rende monolithique l'ensemble des fondations et à créer une bonne liaison entre les fondations et la superstructure.



Source : CETE Méditerranée

Compatibilité avec d'autres risques

Les dispositions décrites sont compatibles avec celles prescrites en zone sismique. Elles sont aussi favorables vis-à-vis du risque d'avalanches et du phénomène de sécheresse des sols.

RENFORCEMENT DES FONDATIONS

6/3

Principe

Mettre en œuvre des fondations permettant d'éviter le risque d'affouillement ou de renard.

Objectif :

Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation par ruissellement urbain

Inondation rapide

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

La protection contre les affouillements et érosions peut être réalisée par les moyens de protection des sols et remblais, de la végétation aux enrochements.

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

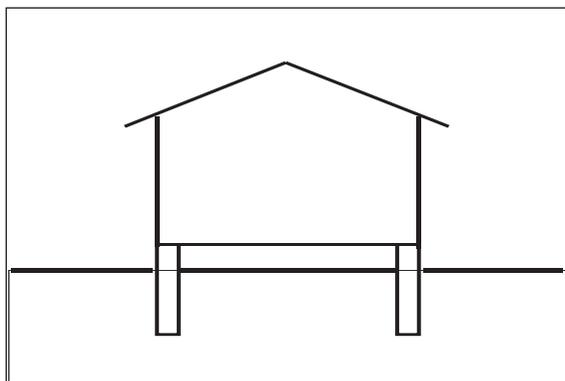
Lors de la construction

Document de mise en application :

PPR

Description

Mise en œuvre de fondations profondes sur pieux ou puits et/ou de murs de protection.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

La part du coût des fondations profondes dans le cas d'une maison individuelle est très importante par rapport au coût global de la construction.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

CONSTRUCTION SUR PILOTIS

6/4

Principe

Mettre le plancher hors d'eau et limiter l'entrave à l'écoulement de l'eau.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation par remontées de nappes

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle (maintien de la transparence)

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

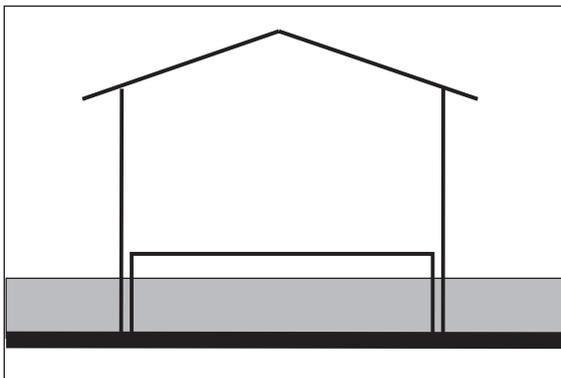
Lors de la construction

Documents de mise en application :

PPR
PLU
Permis de construire
Projet

Description

Surélévation du bâtiment par l'intermédiaire de poteaux qui ne font pas obstacle à l'écoulement de l'eau.



Source : CETE Méditerranée.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Ce dispositif est à exclure dans le cas de crues torrentielles, le charriage de blocs de pierre et de corps flottants tels que des troncs d'arbres pouvant nuire à la résistance des pilotis.

L'espace sous le bâtiment doit être impérativement laissé libre afin d'assurer sa transparence hydraulique. Prévoir un usage de cette partie vide (par exemple : espace de jeu) permettrait d'éviter tout encombrement ou toute construction ultérieurs.

Compatibilité avec d'autres risques

La construction sur pilotis s'est avérée très défavorable en zone sismique. Si cette disposition est maintenue, des précautions spécifiques très rigoureuses doivent être mises en œuvre.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Le système de pilotis est souvent inopérant à terme : l'espace est souvent encombré, voire fermé, créant des obstacles aux écoulements.

Références bibliographiques

Fraisse Ph. et Tondon Ph., *Construire en zone inondable. Réponses architecturales*, Direction départementale de l'Équipement de Moselle, Metz, s. d., 28 p.

Dégardin F. et Gaide P.-A., *Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain. Repères pour une nouvelle démarche*, Certu, 1999.

EXEMPLE

MÉDIATHÈQUE À GARDANNE (13)

Le bâtiment situé en zone inondable, précisément à l'intérieur d'un bassin sec de retenue, est conçu sur pilotis.

Vue d'ensemble de la médiathèque depuis le centre du bassin. On aperçoit la digue derrière le bâtiment



Source : C. Michel /
CETE Méditerranée.



Vue de détail
sous la médiathèque

Source : C. Michel /
CETE Méditerranée.

CONSTRUCTION SUR VIDE SANITAIRE

6/5

Principe

Mettre le plancher hors d'eau en le surélevant au-dessus d'un volume vide.

Objectif :

Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation rapide
Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction

Document de mise en application :

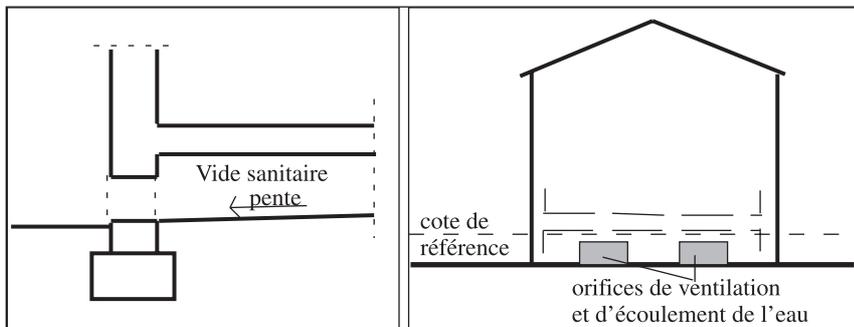
PPR

Description

Le vide sanitaire est un vide inaccessible au public mais accessible pour son entretien.

Il est conçu de manière à réduire la rétention d'eau et ses conséquences :

- il est bien ventilé afin de faciliter l'assèchement ;
- le sol est plan, légèrement incliné ;
- l'entretien du vide sanitaire est facile (orifices grillagés, accès aisé).

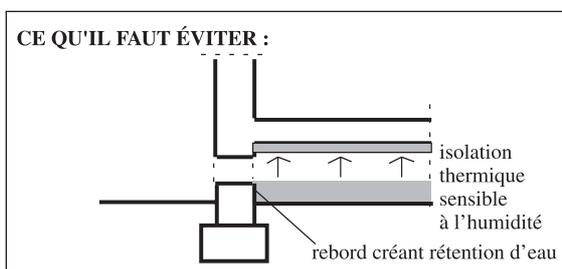


Ensemble et détail

Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant



Source : CETE Méditerranée.

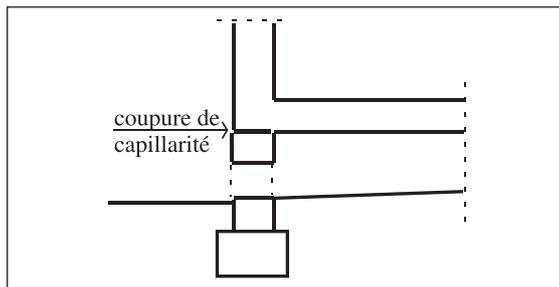
Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Des orifices non situés au niveau du sol s'opposent à l'évacuation de l'eau qui stagne après la décrue. L'assèchement du vide sanitaire sera retardé.

L'isolant thermique disposé en sous-face du plancher est soumis à de fortes pressions. Bien qu'hydrophobes, certains matériaux isolants, tels que le polystyrène ou le polyuréthane, risquent de se désagréger ou de se détacher de la sous-face du plancher en cas d'inondations, notamment si elles sont répétées.

Compatibilité avec d'autres risques

La coupure de capillarité – barrière étanche destinée à s'opposer aux remontées d'humidité dans les murs – ne doit pas, en zone soumise au risque sismique, désolidariser la fondation de la superstructure. Dans ces zones, elle doit être constituée par une chape de mortier de ciment richement dosé et hydrofugé afin de permettre le passage et la continuité des armatures des chaînages verticaux.



Source : CETE Méditerranée.

La construction sur vide sanitaire est recommandée dans des sols humides et perméables et dans des zones soumises à la sécheresse.

Références bibliographiques

Fraisse Ph. et Tondon Ph., *Construire en zone inondable. Réponses architecturales*, Direction départementale de l'Équipement de Moselle, Metz, s. d., 28 p.

DICOBAT, Éditions Arcatures.

DRAINAGE ET ÉPUISEMENT DES PARTIES ENTERRÉES

6/6

Principe

Faciliter l'assèchement des murs après immersion.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation rapide
Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

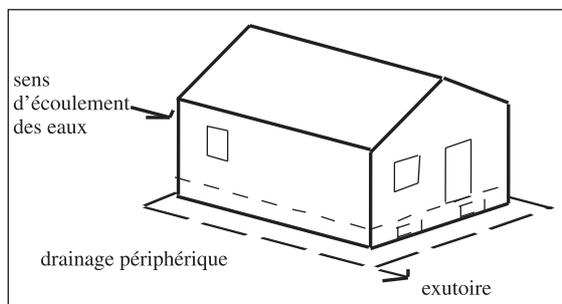
Lors de la construction ou de l'aménagement

Document de mise en application :

PPR

Description

Drainage périphérique ou système d'épuisement.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Il est difficile de dimensionner un exutoire suffisant. En cas de terrain très plat, un relèvement par pompage peut être prévu.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

EMPLOI DE MATÉRIAUX INSENSIBLES À L'EAU

6/7

Principe

Choisir des matériaux disposés sous la cote de référence dont l'aptitude à l'emploi sera conservée après décrue et susceptibles d'éviter les phénomènes ultérieurs de développement de bactéries et/ou de moisissures, causes d'allergies ou de maladies.

Objectifs :

Limitation des dommages aux biens et aux activités
Limitation des effets induits

Type de phénomène :

Tous types d'inondations

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction ou de l'aménagement, à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd.

Document de mise en application :

PPR

Description

La conservation des propriétés des matériaux de construction après une immersion prolongée dans l'eau ne fait pas partie des exigences courantes (et évaluées) imposées à ces matériaux. Par contre, la nature de certains matériaux les rend effectivement plus sensibles que d'autres aux conséquences d'une telle immersion.

Lors de l'emploi d'un matériau fibreux, choisir de préférence un matériau non hydrophile (par exemple un matelas rigide de fibres minérales). Lors de l'emploi de matériaux à base de plâtre, éviter les dispositions constructives qui favorisent la stagnation de l'eau.

La recommandation d'utilisation de tel ou tel matériau est importante mais pas décisive. Dès la conception du projet, et durant les travaux de construction, il convient de prévoir des dispositions pour faciliter le séchage des matériaux après inondation, voire faciliter le remplacement de ceux dont il est certain qu'ils seront irrécupérables.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Éviter les matériaux réactifs à l'eau ou susceptibles de retenir l'eau.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

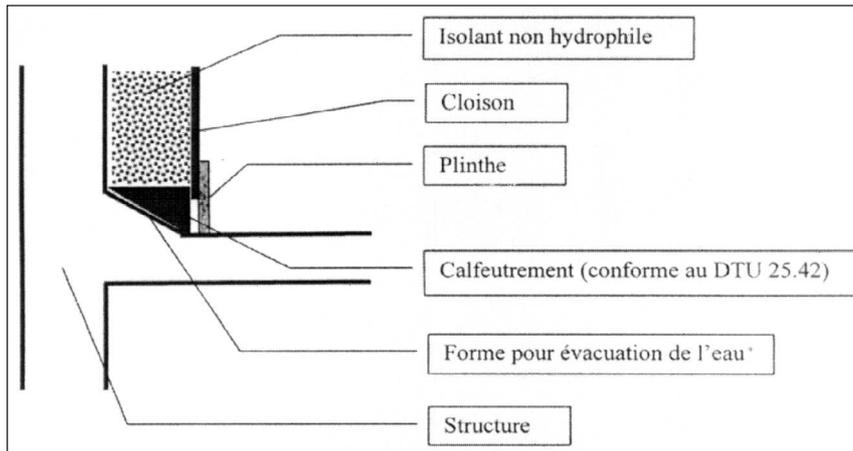
Références bibliographiques

Salagnac J.-L., Sarre M., *Guide de recommandations pour la remise en état des maisons individuelles après inondation*, CSTB (à paraître).

EXEMPLE

AMÉNAGEMENT EN PIED DE DOUBLAGE DE MANIÈRE À FACILITER L'ÉVACUATION DE L'EAU ET LE SÉCHAGE DE L'ISOLANT

Pour évacuer l'eau retenue derrière la cloison, la plinthe sera retirée, ainsi que le calfeutrement. La forme à la jonction mur / plancher facilitera l'écoulement.



Source : CETE Méditerranée.

■ CHAMP 7

Aménagement et équipement des bâtiments

CRÉATION D'UNE ZONE REFUGE HORS D'EAU

7/1

Principe

Créer une zone d'attente des secours hors d'eau.

Objectif :

Protection des personnes

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation rapide

Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction d'un nouveau bâtiment, ou à tout moment sur une construction existante.

Documents de mise en application :

PPR

Permis de construire

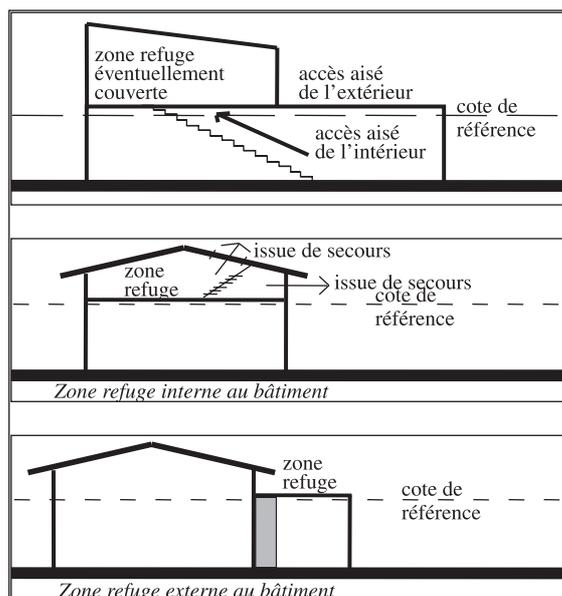
Description

La zone refuge doit :

- être aisément accessible pour les personnes résidentes par un escalier intérieur, voire une échelle ;
- offrir des conditions de sécurité satisfaisantes (solidité, situation hors d'eau au-dessus de la cote de la crue de référence, possibilité d'appel ou de signes vers l'extérieur) et de confort minimum (surface suffisante) pour les personnes censées y trouver refuge ;
- être aisément accessible de l'extérieur pour l'intervention des secours et l'évacuation des personnes (exemples : absence de grilles aux fenêtres, ouvertures suffisantes en taille et nombre, plate-forme d'attente des secours, passages hors d'eau, etc.).

Les zones refuges peuvent être situées :

- soit, à l'intérieur du bâtiment ;
- soit, à l'extérieur du bâtiment, juxtaposées ou indépendantes.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

La création d'une zone refuge en surélévation ou en juxtaposition du bâtiment peut poser problème vis-à-vis du règlement d'urbanisme quant à l'aspect extérieur de la construction résultant de ces dispositions.

Une adaptation aux charpentes contemporaines (fermettes) est nécessaire si l'issue de secours est située en toiture. De même, la création d'une plate-forme sous rampant nécessite un renforcement de la structure.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Guide méthodologique pour l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation, Version provisoire, Certu, juillet 1996.

EXEMPLES

COMMUNE DE BÉDARRIDES (84)

La création d'une zone refuge s'est traduite par la réalisation d'un étage affecté à l'habitation avec transformation du rez-de-chaussée initial en garage et en dépendances ou à l'extension de l'habitation (chambres, salle de bains, bureau...).

CONTACTS

Mairie de Bédarrides

COMMUNE DE CUXAC-D'AUDE (11)



CALAGE DES PLANCHERS AU-DESSUS DE LA COTE DE CRUE DE RÉFÉRENCE

7/2

Principe

Mettre le plancher inférieur hors d'eau.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation rapide
Ruissellement urbain
Inondation de plaine

Catégories de mesure :

Mesure individuelle
Mesure d'ensemble

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

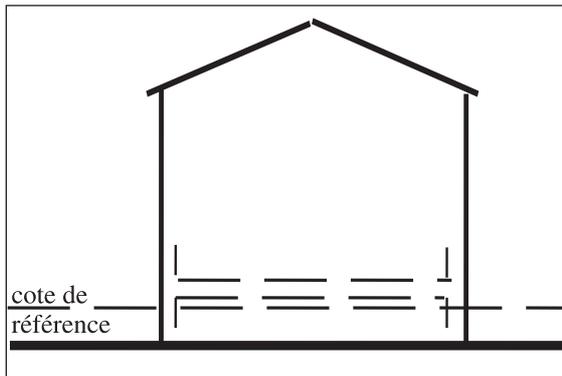
Lors de la construction

Documents de mise en application :

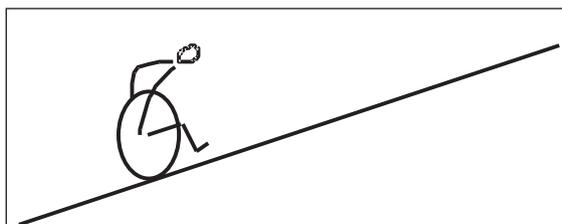
PPR
Permis de construire

Description

Le premier niveau habitable est construit au-dessus de la cote de la crue de référence.



Source : CETE Méditerranée.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

La nécessité de surélever le plancher habitable au-dessus de la cote de référence peut conduire à la mise en place d'une rampe d'accès pour les personnes handicapées à mobilité réduite.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Fraisse Ph. et Tondon Ph., *Construire en zone inondable. Réponses architecturales*, Direction départementale de l'Équipement de Moselle, Metz, s. d., 28 p.

EXEMPLE

ZAC THIERS-BOISNET À ANGERS (49)*

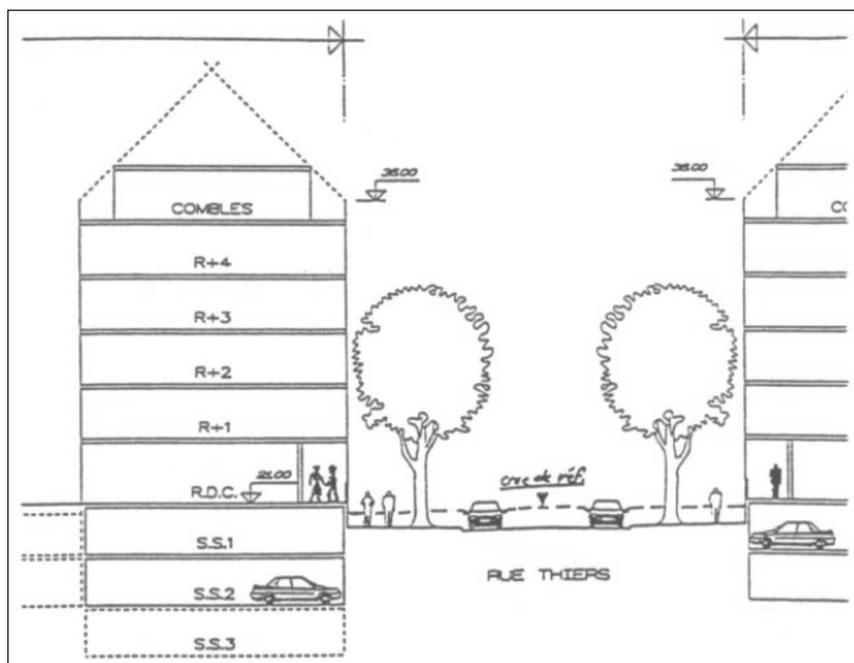
La zone concernée est située au bord de la Maine, sur une ancienne île progressivement remblayée, à proximité immédiate du centre-ville ancien. Les inondations lentes proviennent, soit de la Loire proche par refoulement, soit par convergence des crues du Loir, de la Sarthe et de la Mayenne.

Dans ce secteur urbain dense, totalement inondé en 1995, une ZAC est projetée pour réhabiliter le quartier et l'intégrer au centre-ville.

Les options d'aménagement retenues dans cette zone urbaine dense, sont les suivantes :

- construction des locaux équipés à 0,50 m au-dessus du niveau de crue de 1995 et accès aux parkings par des rampes remontant jusqu'à ce niveau ;
- conservation de bâtiments existants et du réseau de rues au niveau actuel (accès aux immeubles conservés) ;
- création d'un passage hors d'eau couvert en continuité le long des voies (arcades) ; accès des piétons à ces galeries par de petits escaliers ou plans inclinés (dénivelés entre chaussées et galeries inférieures à 1 m).

Coupe schématique des bâtiments surélevés



Source : F. Dégardin et P.-A. Gaide / Certu.

La contrainte de niveau d'accès aux parkings souterrains (égal au niveau de la crue de 1995) laisse subsister un risque résiduel de submersion pour une crue encore plus forte. Un tel événement a sans doute une probabilité très faible mais il serait d'autant plus surprenant. Cela impliquerait donc de prévoir une mesure adaptée au moins pour la sécurité humaine ; par exemple un ordre d'évacuation des personnes et des moyens d'application, en cas d'atteinte d'un niveau critique, pourraient être intégrés dans un plan de secours communal.

Dans le projet de règlement d'aménagement de zone (RAZ), soumis à l'enquête publique, l'article I-7 : Protection contre les inondations est ainsi rédigé : « La ZAC est située en zone inondable. Le niveau des plus hautes eaux connues (janvier 1995) se situe à la cote 20,50 nivellement orthométrique (soit 20,75 IGN 69). En conséquence, le constructeur a pour obligation de réaliser les planchers des locaux habitables et des équipements techniques ainsi que les accès aux parkings à la cote minimale de 21,00 nivellement orthométrique (21,25 IGN 69).

* Source : Dégardin F. et Gaide P.A., *Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain. Repères pour une nouvelle démarche*, Certu, Lyon, 1999.

ARASEMENT ET OBTURATION DES OUVERTURES

7/3

Principe

Éviter la pénétration de l'eau par les portes extérieures et fenêtres.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation rapide
Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction et à tout moment sur une construction existante

Documents de mise en application :

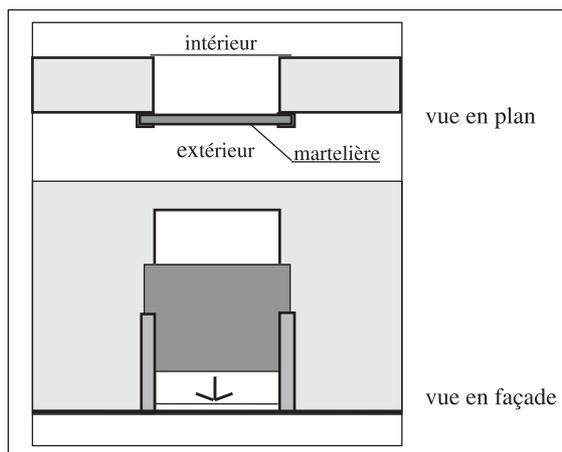
PPR
Permis de construire

Description

Les ouvertures sont percées au-dessus de la cote de référence. Elles ne sont pas disposées sur les façades directement exposées au courant.

Un dispositif d'obturation d'ouverture de type « martelière » permet dans certains cas d'éviter de relever les seuils des ouvertures.

Les obturations par martelière visent les hauteurs d'eau inférieures à 1 mètre.

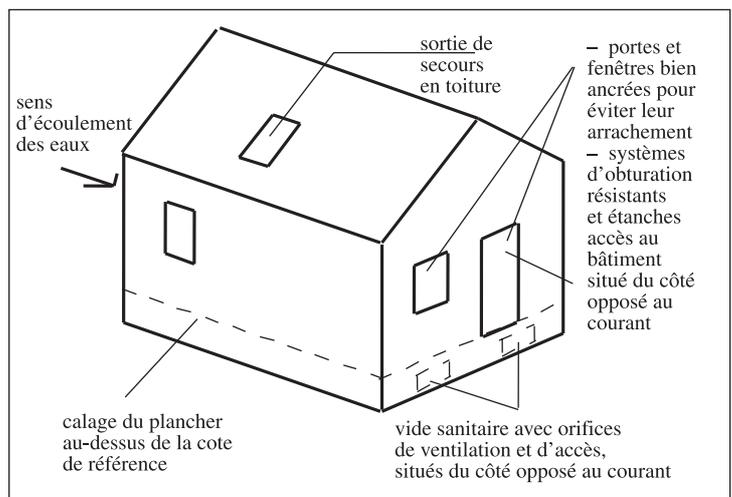


Source : CETE Méditerranée.

Des dispositifs provisoires d'étanchéité sont parfois mis en œuvre par les occupants avec des parpaings ou des briques bâtis avec du ciment à prise rapide.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant



Source : CETE Méditerranée.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

L'étanchéité de ces dispositifs n'étant pas totalement garantie, notamment en cas d'inondation prolongée, un système de pompage doit être prévu à l'intérieur.

Il faut s'assurer aussi que les protections ne seront pas contournées par des refoulements éventuels du réseau d'assainissement

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

RÉALISATION D'UN PIGNON AVEUGLE

7/4

Principe

Réduire les effets de surélévations locales de l'eau et de projections de blocs en crues torrentielles.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation rapide
Inondation par ruissellement urbain

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Création de murets en amont du bâtiment

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction et à tout moment sur une construction existante

Documents de mise en application :

PPR
PLU
(Permis de construire)

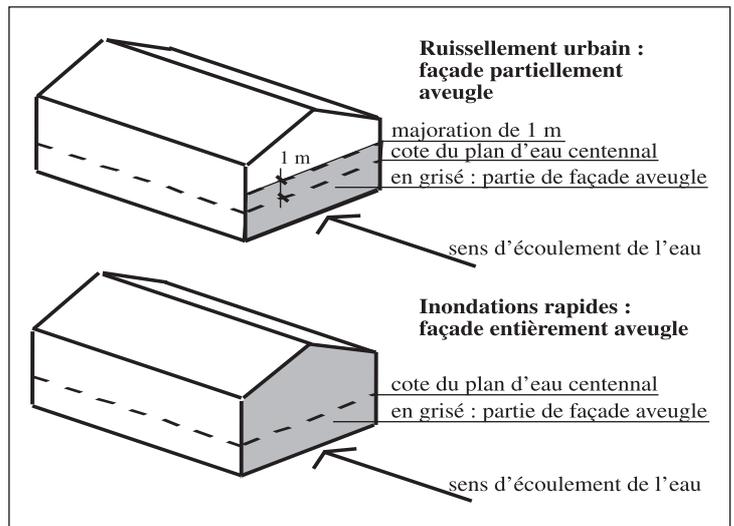
Description

La protection consiste à rendre aveugle une partie de façade (avec un renforcement structurel) située face au sens d'écoulement de l'eau.

La partie de façade aveugle monte jusqu'à la cote du plan d'eau centennal majorée de 1 mètre, voire davantage pour les projections de blocs.

En cas de forte vitesse de l'eau, toute la façade exposée est rendue aveugle.

Nota : le rehaussement de l'eau à l'amont d'un obstacle est proportionnel au carré de la vitesse du courant. Par exemple, pour une vitesse de 0,50 m/s, la surélévation de l'eau n'est que de quelques centimètres en cas de crue de plaine mais elle est comptée en décimètres pour une vitesse de plusieurs mètres par seconde lors de crues torrentielles.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Cette mesure interdit d'ouvrir des fenêtres sur la façade située face au sens d'écoulement de l'eau.

Compatibilité avec d'autres risques

Cette mesure est favorable au regard de la protection contre les avalanches.

RESTRICTION AUX SOUS-SOLS ENTERRÉS

7/5

Principe

Éviter de construire des sous-sols en zone inondable

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation rapide
Inondation par ruissellement urbain
Remontée de nappe

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Néant

Échelles d'application :

Parcelle, bâtiment
Zone

Opportunité de la mesure :

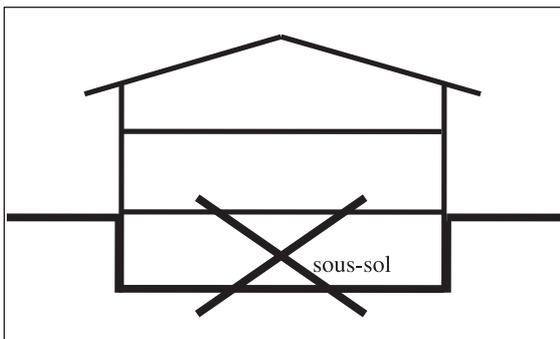
Lors de la construction

Documents de mise en application :

PPR
PLU
(Permis de construire)

Description

Institution et mise en application d'une interdiction de construire des sous-sols enterrés en zone inondable.



Source : CETE Méditerranée.

Si des dérogations doivent être prévues, notamment pour des parkings collectifs, il faudra les conditionner à un système d'alerte et d'évacuation bien relié au système d'annonce de crue existant et prévoir des systèmes de mise en eau et de vidange robustes.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Une telle disposition conduit à mettre en rez-de-chaussée les locaux de service (garage, cellier...) et à reporter les locaux d'habitation au premier étage. Elle est traditionnelle dans certaines régions de France, souvent en milieu rural (locaux d'exploitation). Elle peut poser des problèmes d'animation et de paysage urbain dans des centres villes et demande à être accompagnée de mesures palliatives d'ensemble (galeries, arcades, rampes pour handicapés, dalle, ...).

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Néant

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

EXEMPLES*

ANGERS : ZAC THIERS-BOISNET (49)

Rehaussement des accès par rapport à la cote de la crue de référence, cuvelage et pompage.

SAINTES : ÎLOT DU MUSÉE (17)

Évacuation et mise en eau en liaison avec l'annonce des crues (lentes), puis vidange à la décrue par pompage installé ou amené sur place.

* Source : Dégardin F. et Gaide P.A., *Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain. Repères pour une nouvelle démarche*, Certu, Lyon, 1999.

MISE HORS D'EAU DES RÉSEAUX ET DES ÉQUIPEMENTS DANS LE BÂTIMENT

7/6

Principe

Mettre hors d'atteinte de l'eau les équipements et réseaux sensibles à l'eau : chaudière, ballon d'eau chaude, tableau électrique, installation téléphonique.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Type de phénomène :

Tous types d'inondation

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction et à l'occasion d'une réfection ou d'un entretien lourd

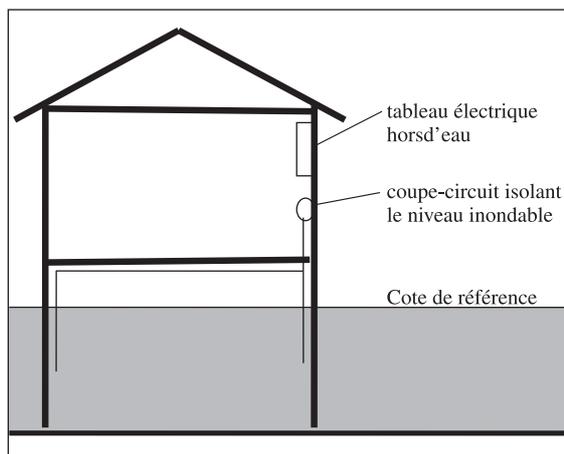
Document de mise en application :

PPR

Description

Les coffrets d'alimentation sont placés hors d'eau.

Le tableau de distribution électrique est conçu de façon à pouvoir couper facilement l'électricité dans tout le niveau inondable, sans le couper dans les niveaux supérieurs.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Une vérification s'impose avant la remise en service des parties de circuit qui ont été immergées.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

« Guide de recommandations pour la remise en état des maisons individuelles après inondation », CSTB (à paraître).

S'il est prévu une pompe immergée, celle-ci est raccordée directement au tableau hors d'eau, sans raccord ni épissure dans la zone inondable.

Les circuits descendent du plafond et ne montent pas du sol. Ceux situés sous la cote de référence sont munis d'organes de commande et de disjoncteurs différentiels à haute sensibilité.

EXEMPLES

COMMUNE DE VIENNE – QUARTIER ESTRESSIN (38)

Les coffrets d'alimentation électrique qui étaient dans les caves inondables ont été réinstallés au niveau des rez-de-chaussée.

CONTACT

OPAC de Vienne

COMMUNE DE CUXAC-D'AUDE (11)

L'arrêté accordant le permis de construire précise entre autres recommandations de placer les disjoncteurs et les compteurs électriques à 0,2 m au-dessus de la cote de crue de référence ou de les protéger des entrées d'eau.

CONTACT

Mairie de Cuxac d'Aude

ÉQUIPEMENT D'UNE EMBARCACTION

7/7

Principe

Pour les habitations isolées, permettre l'évacuation des personnes par une embarcation accessible et suffisante pour le nombre de personnes résidentes.

Objectif :

Protection des personnes

Type de phénomène :

Inondation de plaine

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

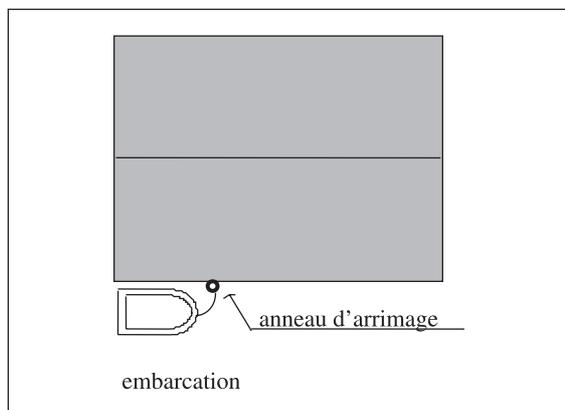
À tout moment sur une construction existante

Document de mise en application :

PPR

Description

Mettre en place une embarcation pouvant être rapidement utilisable avec un anneau d'amarrage en façade hors d'eau.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Néant

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Guide méthodologique pour l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation, version provisoire, Certu, juillet 1996.

CONTRÔLE DES OBJETS FLOTTANTS, DANGEREUX OU POLLUANTS

7/8

Principe

Empêcher la libération d'objets ou de produits dangereux, polluants ou flottants par lestage, arrimage, étanchéité, mise hors d'eau des cuves et citernes.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités
Réduction de la pollution
Limitation des effets induits

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation par ruissellement urbain
Inondation rapide
Remontée de nappe

Catégories de mesure :

Mesure d'ensemble
Mesure individuelle

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Mise hors d'eau des objets concernés

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction et à tout moment sur une construction existante

Documents de mise en application :

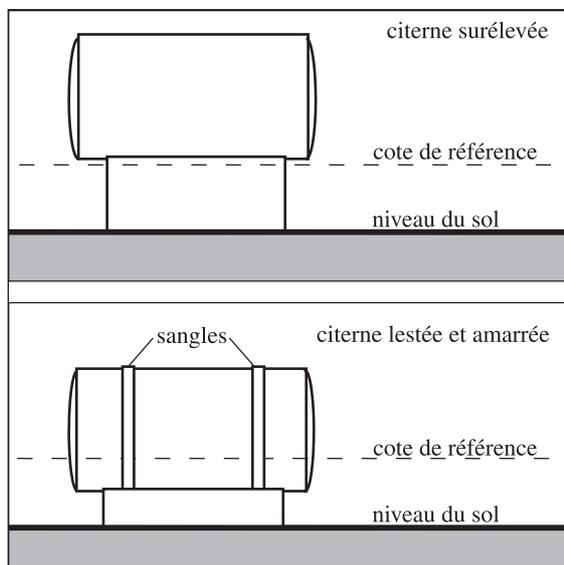
PPR
Permis de construire

Description

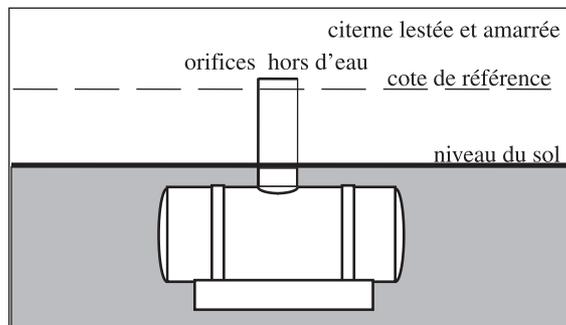
Les citernes à l'air libre sont implantées au-dessus de la cote de référence ou amarrées à un massif de béton servant de lest.

Les citernes enterrées sont lestées et ancrées.

Les orifices non étanches et événements sont situés au-dessus de la cote de référence.



Source : CETE Méditerranée.



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Dans le cas de citernes enterrées, les orifices hors d'eau doivent être protégés contre tous chocs ou fortes pressions par adossement à un mur, construction renforcée, etc.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

MATÉRIALISATION DES EMPRISES DE PISCINES, BASSINS ET REGARDS EXISTANTS

Principe

Éviter la chute et le risque de noyade dans une piscine, un bassin ou un regard par suite de l'effacement de leur emprise lors d'une inondation.

Objectif :

Protection des personnes

Type de phénomène :

Tous types d'inondations

Catégorie de mesure :

Mesure individuelle

Autres mesures répondant au même objectif :

Néant

Échelle d'application :

Parcelle, bâtiment

Opportunité de la mesure :

Lors de la construction et à tout moment sur les équipements existants

Documents de mise en application :

PPR

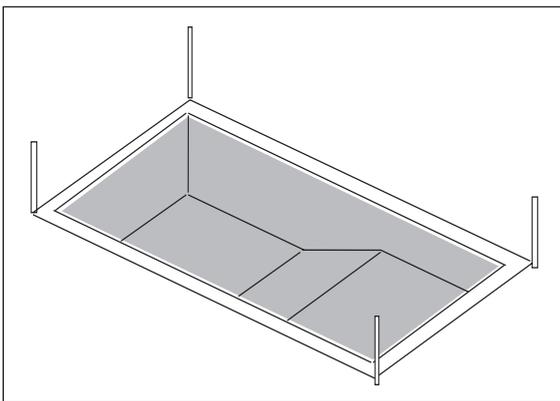
PLU

Permis de construire

Description

Matérialisation permanente de l'emprise des piscines et bassins existants sous forme de balises ou autres systèmes de signalisation.

Exemple de signalisation de l'emprise d'une piscine



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Le dispositif de signalisation doit résister aux corps flottants.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Guide méthodologique pour l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation, version provisoire, Certu, juillet 1996.

■ CHAMP 8

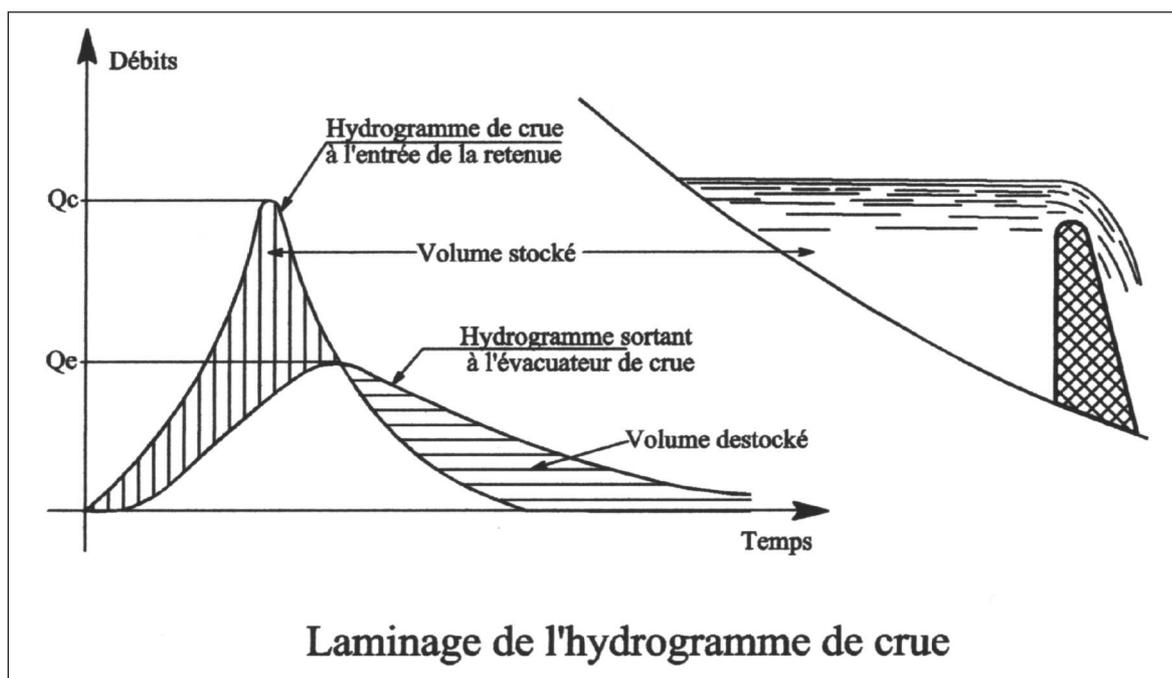
Protection des zones urbanisées contre les inondations

CRÉATION D'UN BARRAGE ÉCRÊTEUR DE CRUE

8/1

Principe

Création d'une retenue destinée à stocker une partie de la lame d'eau qui ruisselle afin d'écarter le débit de pointe des crues.



Source : CETE Méditerranée.

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation rapide

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant au même objectif :

Organisation des rétentions à l'échelle du bassin versant (recherche d'un effet cumulatif), et dérivations.

Échelle d'application :

Bassin versant

Opportunité de la mesure :

Dans un ensemble de mesures de prévention et de protection de zones urbanisées inondables

Documents de mise en application :

PPR

PLU

Projet

SDAGE

SAGE

Description

Un barrage écrêteur de crue est construit dans un site adapté pour retenir un volume significatif des crues importantes et surtout diminuer leur débit de pointe. Il est généralement construit sur le cours d'eau lui-même (au fil de l'eau) ; la retenue peut être aussi disposée en dérivation et alimentée gravitairement par un canal ou relevée par des turbines-

pompes. Les barrages au fil de l'eau comportent un dispositif de déversement en cas de dépassement de la crue de projet.

Un barrage à unique vocation d'écarter est, en principe, vide en dehors des épisodes de crue. Certains barrages écrêteurs peuvent comporter un pertuis ouvert en permanence (orifice calibré) de manière à laisser le libre passage des crues ordinaires.

Les barrages ont souvent d'autres fonctions que l'écrêtement : soutien d'étiage, défense de la forêt contre les incendies, loisirs, adduction d'eau potable. Dans ce cas, une partie de la retenue doit être maintenue en eau, et il faut gérer la concurrence pour l'utilisation du volume total de la retenue ; une partie de celui-ci doit être laissée vide au moins durant les périodes d'occurrence des crues importantes.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Le barrage constitue un point d'arrêt du transport solide qui provoque la sédimentation en amont et l'érosion corrélative en aval. En outre le régime des crues du cours d'eau est modifié, ce qui entraîne à long terme une modification du lit en aval.

Impact sur le milieu naturel et le paysage : en dehors de l'aspect visuel, le barrage constitue une barrière vis-à-vis de la circulation des biocénoses aquatiques et terrestres et modifie l'hydrologie des zones humides (submersions moins fréquentes).

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Conception

Les études hydrologiques (évaluation des débits de pointe et des volumes ruisselés durant les crues) et les études hydrauliques (modélisation du remplissage et de la vidange de la retenue) doivent être particulièrement fines pour optimiser l'écrêtement.

Un soin particulier doit être apporté à l'étanchéité (écran et parafouille) et au drainage du massif aval afin d'éviter le phénomène de renard (érosion interne, percolation à l'interface remblai/terrain naturel).

La conception de l'évacuateur de crue (organe de surverse) ne doit pas être négligée (c'est l'organe souvent le plus coûteux et le plus sensible).

Auscultation et entretien

Les barrages doivent faire l'objet d'une surveillance et d'auscultations périodiques et d'un entretien régulier portant sur les points suivants :

- développement de végétation, de dépôts solides, affaissement de berges ;
- tassements, déformations ;
- fuites, résurgences ;
- pérennité du drainage (évolution de la piézométrie dans le corps de digue) ;
- inspection de l'ouvrage évacuateur de crue après une forte crue.

Ils peuvent nécessiter, selon leur importance, du personnel d'entretien, voire d'exploitation.

Compatibilité avec d'autres risques

Nécessité de prendre en compte le risque sismique.

Références bibliographiques

Degoutte G., *Petits barrages : recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi*, Cemagref, 1997.

Royet P., *La surveillance et l'entretien des petits barrages : guide pratique*, Cemagref, 1994.

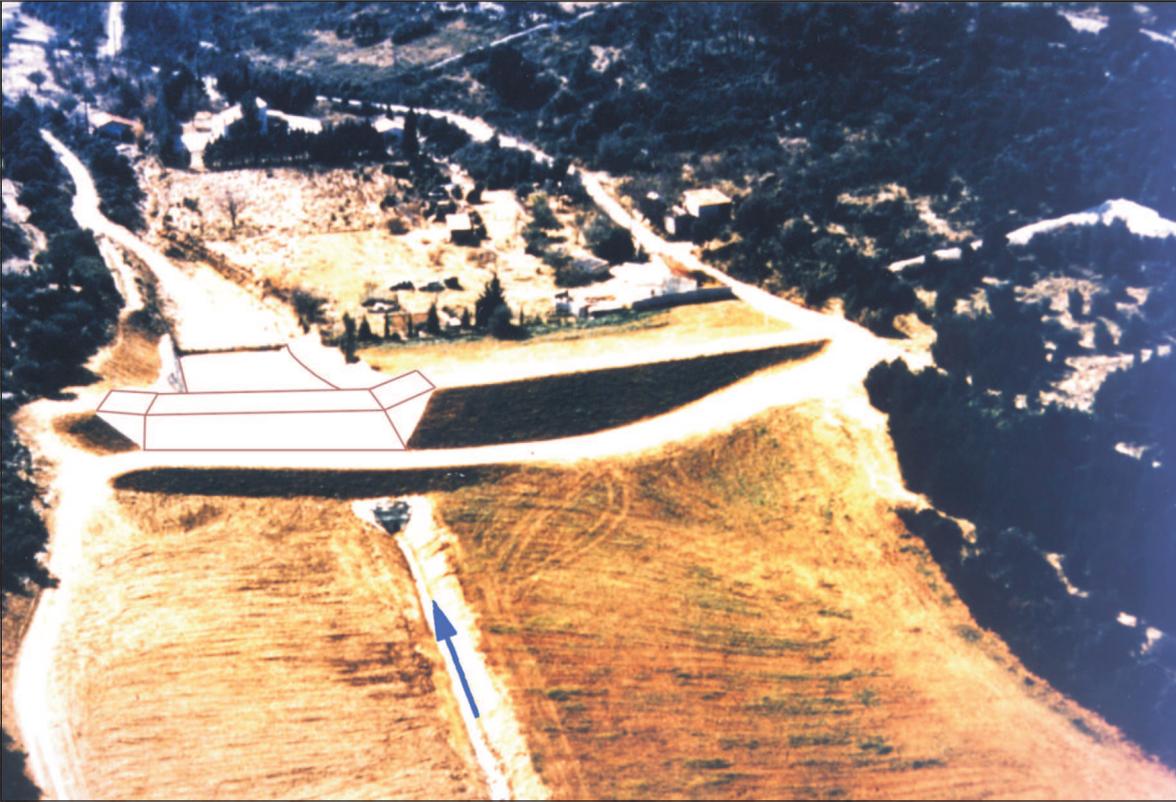
Royet, Manojlovic, Paredes, *Sécurité des barrages, aspects réglementaires et administratifs*, Cemagref, 1996.

EXEMPLE

BARRAGE ÉCRÊTEUR SUR LE VALLAT RIQUET À NÎMES (30)

Construit en 1992, dans le cadre du plan de protection contre les inondations (PPCI) engagé par la ville de Nîmes, cet ouvrage du type « barrage en terre » contrôle un petit ruisseau, juste à l'amont d'une zone urbanisée de la banlieue est (comportant notamment une école et un collège). Il a été dimensionné pour la crue historique du 8 octobre 1988, dont le débit de pointe fut estimé à 40 m³/s, sur ce bassin versant de 2 km² environ au droit du barrage.

Site et photomontage de l'ouvrage. Vue aérienne d'amont.



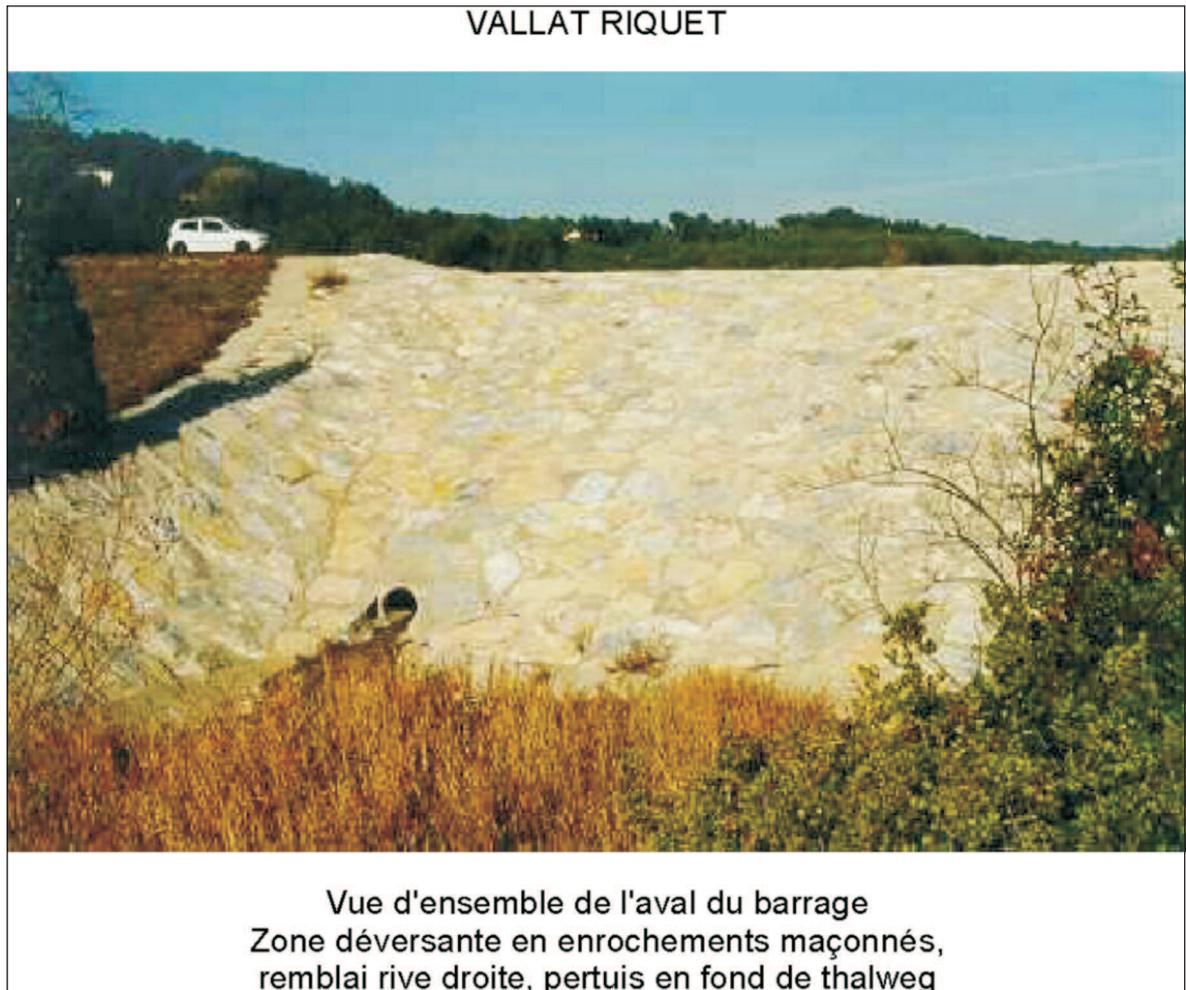
Source : CETE Méditerranée

Pertuis ouvert et grille de protection vus de dessus



Source : CETE Méditerranée

Partie aval du déversoir vue d'aval. À gauche, extrémité aval du pertuis de fond



Source : CETE Méditerranée

CARACTÉRISTIQUES DE L'OUVRAGE

Hauteur : 9 m au-dessus du fil d'eau

Longueur : 92 m (dont 30 m pour le déversoir, calé à 1 m sous la crête)

Volume d'eau : 37 000 m³

Pertuis de fond : buse $\phi 800$ en acier avec revêtement ciment

Fruits des talus : 2,5/1 à l'amont et 3/1 à l'aval

Coût : 350 633 € H.T. dont 76 224 € pour les acquisitions foncières

CONTACT

Service de l'eau de la Ville de Nîmes, Melle Bonneaud.

CRÉATION D'UNE DÉRIVATION

8/2

Principe

Réduction des débordements d'un cours d'eau par dérivation d'une partie des débits de crue dans un lit secondaire

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation rapide

Catégorie de mesures :

Mesure collective

Autres mesures répondant au même objectif :

Barrages écrêteurs de crue dans le bassin versant

Échelles d'application :

Commune

Tronçon de vallée

Opportunité de la mesure :

Dans un ensemble de mesures de prévention et de protection de zones urbanisées inondables

Documents de mise en application :

Projet

Schéma directeur

Description

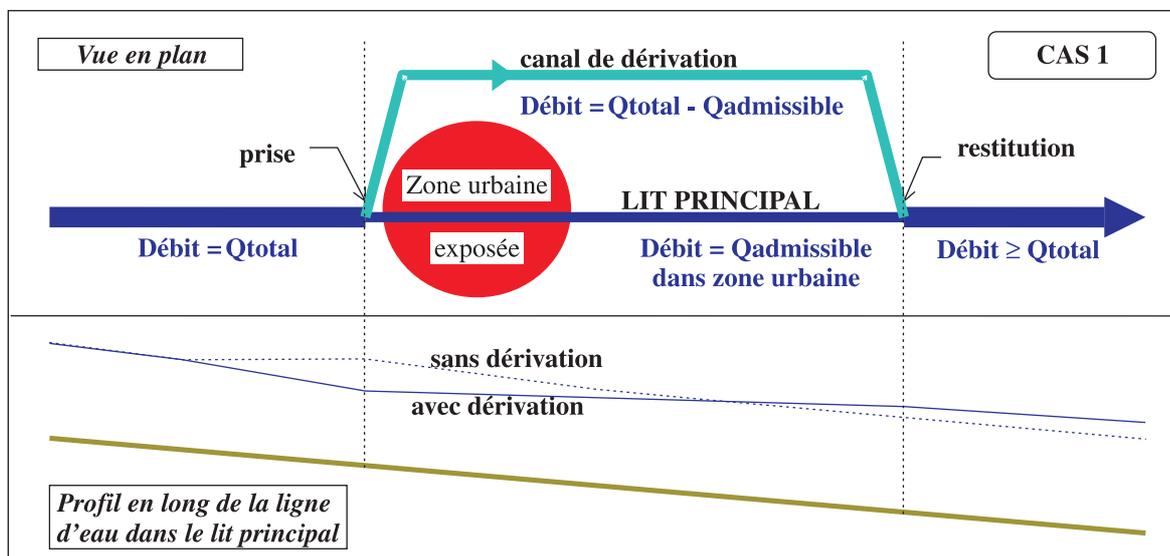
Dérivation d'une partie des débits de crue dans un bras spécialement aménagé, ou même créé, habituellement sec ou en eau, pour décharger le bras principal et supprimer ou diminuer son débordement.

Dans certains cas la dérivation peut déboucher dans un autre cours d'eau, généralement plus important, dans un lac ou directement dans la mer.

Les dérivations permettent de compenser en zone urbaine les empiétements successifs et parfois anciens sur les lits mineur et majeur, qui provoquent des débordements et des dommages accentués.

À noter que l'impact de la dérivation sur les niveaux de crue peut aussi se faire sentir à l'amont du point de dérivation (difffluence), du moins en régime fluvial, cas le plus courant.

Schéma vu en plan et profil en long de la ligne d'eau dans le lit principal



Source : CETE Méditerranée.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Risque d'érosion régressive dans le lit mineur en amont de la diffluence de la dérivation \Rightarrow mise en place éventuelle d'un seuil de stabilisation du fond et/ou de protections de berge.

Création ou aggravation d'aléas inondation dans la zone située le long du canal de dérivation \Rightarrow limitation du débit dans la dérivation ou acceptation de ces nouveaux aléas si la zone concernée n'a pas une grande vulnérabilité.

Augmentation des aléas inondation à l'aval de la restitution à cause de la suppression du volume débordant dans la zone désormais protégée ou à cause de l'augmentation de débit de crue du cours d'eau récepteur \Rightarrow acceptation de ces nouveaux aléas si la zone concernée n'a pas une grande vulnérabilité, sinon nécessité de compensation.

Influence éventuelle de la dérivation sur les niveaux de la nappe phréatique, en plus ou en moins \Rightarrow nécessité de compensations adaptées.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Nécessité d'études préalables assez poussées dans les domaines hydrologique, hydraulique et hydrogéologique.

On aménage souvent la diffluence avec un seuil fixe ou mobile (vanne) placé à l'entrée de la dérivation, qui ne fonctionnera qu'au-delà d'un débit fixé ou régulé, à la manière d'un évacuateur de crue de barrage. Plus rarement la prise d'eau de la dérivation est libre ou renforcée par un seuil fixe ou mobile sur la rivière.

Autant que possible, le canal de dérivation est aménagé suivant un profil évasé avec des berges à pente douce et végétalisées pour permettre une valorisation à des fins paysagère voire ludique de cet espace qui ne sera que rarement submergé (et de ce fait en pérenniser l'entretien).

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

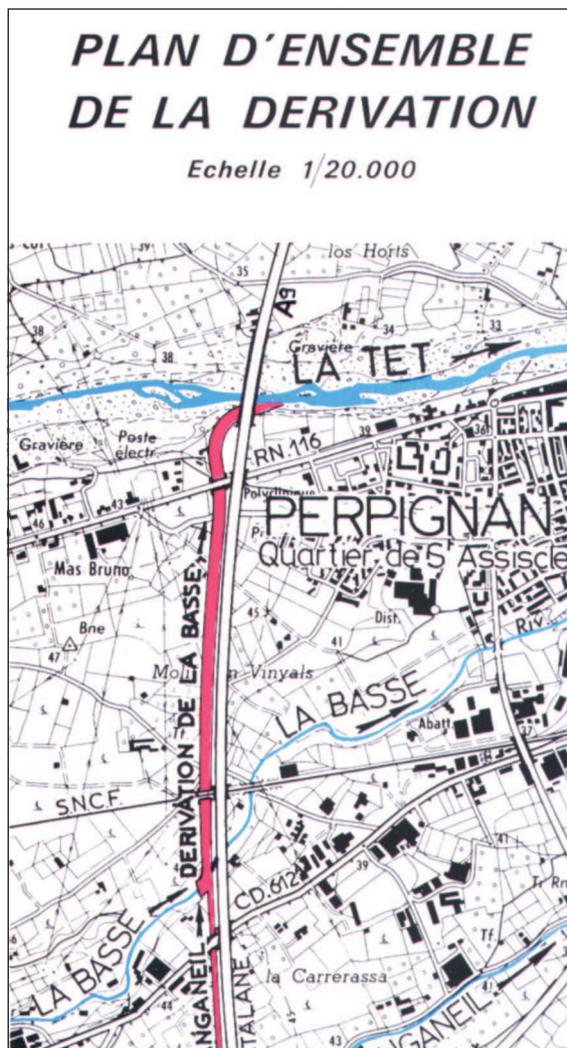
Larras J., *Défense contre les crues*, Eyrolles, 1975, 135 p.

EXEMPLE

LA BASSE À PERPIGNAN (66) PAR LA DDE DES PYRÉNÉS-ORIENTALES

Il s'agit d'une dérivation presque totale dans un autre cours d'eau.

La Basse, issue d'un de bassin versant de 60 km² environ, inondait le centre-ville, en moyenne tous les dix/vingt ans. En 1976, un canal de dérivation de près de 2 km de long a été réalisé pour en évacuer les crues dans le fleuve Têt (bassin versant de 1 300 km² environ).



Source : DDE 66.

Le débit de projet du canal de dérivation est de fréquence plus que cinquantennale. Le dispositif de dérivation est un seuil (remblais de l'A9) sur le lit initial, muni d'une buse de fond pour les débits d'étiage et d'un déversoir vers le lit initial, pour les débits supérieurs à la capacité du canal de dérivation. Le débit jugé admissible dans le lit initial à l'aval de la dérivation a été limité au débit d'étiage pour conserver une capacité d'écoulement pour les rejets de l'assainissement pluvial et permettre l'aménagement paysager du lit dans le centre urbain.

Dérivation vue d'aval



Source : DDE 66.

MISE EN PLACE DE DISPOSITIFS DE VIDANGE DE ZONES INONDÉES

8/3

Principe

Favoriser l'évacuation des eaux des zones inondées et réduire la durée de submersion.

Objectif :

Diminution des aléas

Types de phénomène :

Inondation de plaine

Inondation par remontée de nappe

Inondation par ruissellement urbain

Inondation par refoulement du réseau d'assainissement

Catégorie de mesures :

Mesure collective

Autres mesures répondant au même objectif :

Néant

Échelles d'application :

Commune

Zone

Opportunité de la mesure :

À tout moment en zone urbanisée

Documents de mise en application :

PPR

Projet

Description

La vidange de zones inondées en forme de cuvettes naturelles ou artificielles peut être assurée par un réseau adapté de fossés et de canalisations et une évacuation réalisée soit par gravité simple soit par relèvement dans une station de pompage.

L'évacuation gravitaire nécessite une obturation des ouvertures en rivièrre pendant la crue pour éviter l'inondation par refoulement, par le moyen de batardeaux, vannes ou clapets.

Une station de pompage représente un coût d'investissement et d'entretien important, pour une utilisation *a priori* rare. Cette solution est donc réservée aux zones urbaines fréquemment inondées.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Le fonctionnement des vannes ou des clapets anti-retour n'est pas toujours satisfaisant et nécessite un entretien pour éviter des problèmes de blocage.

L'ouverture/fermeture des vannes comme la pose/dépose des batardeaux doivent faire l'objet d'un plan d'intervention bien défini et de moyens matériels et humains adaptés pour éviter des manœuvres tardives ou prématurées.

Si l'inondation est due à la remontée de la nappe, le pompage est souvent illusoire.

En cas de choix d'une solution de pompage, il faut s'assurer de « l'étanchéité » du réseau et de la cuvette, pour éviter qu'ils ne reçoivent trop d'apports extérieurs.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Néant

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

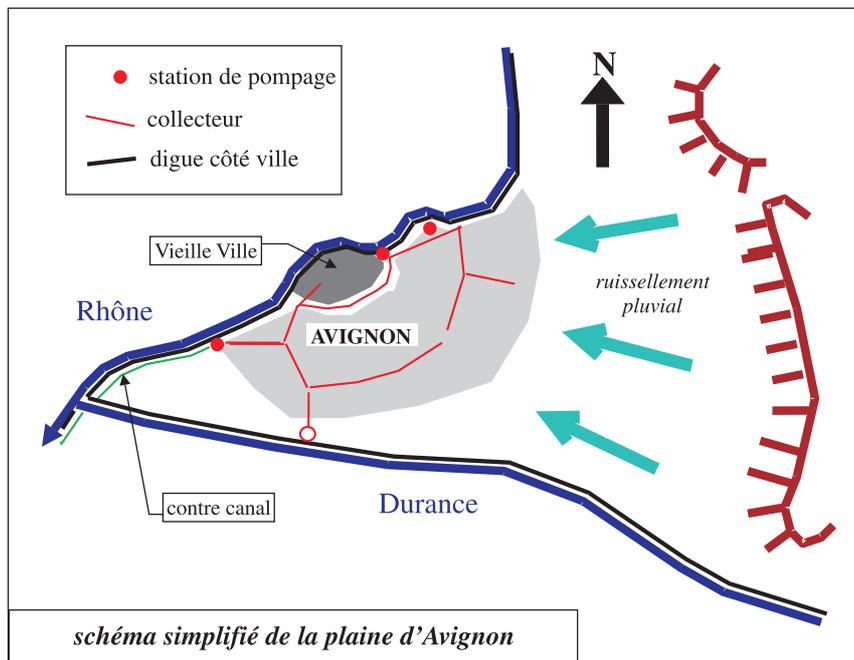
EXEMPLE

VILLE D'AVIGNON (84)

La ville d'Avignon est située dans une plaine comprise entre le Rhône et la Durance juste à l'amont de leur confluence. Elle est protégée de leurs débordements par des digues insubmersibles pour les crues historiques. Les remparts nord de la vieille ville font aussi partie du système de protection. De ce fait, en cas de montée des eaux du Rhône, les services techniques ferment, d'une part, les portes d'accès par des batardeaux placés dans des rainures (cf. photo ci-après) et, d'autre part, les exutoires du réseau d'assainissement par des vannes. Les eaux internes de la vieille ville sont alors évacuées par un ouvrage de drainage, le plus à l'aval possible.

Malgré les protections directes contre les débordements, Avignon constitue une cuvette qui restait soumise au risque d'inondation par les eaux de ruissellement provenant des collines qui ferment la plaine à l'est. Ces eaux qui convergent vers la ville ne peuvent plus s'écouler directement au fleuve en cas de crue.

Pour éviter la submersion de la zone urbaine à forte vulnérabilité, la ville va achever la réalisation d'une double ceinture de collecteurs de grand diamètre (jusqu'à 2 200 mm), raccordée à plusieurs stations de pompage dont une est déjà capable de refouler 16 m³/s dans le Rhône. Grâce à ce système, la ville d'Avignon pourra minimiser l'inondation des zones habitées. En cas d'épisode pluvieux exceptionnel sur la plaine, concomitant à des hautes eaux du Rhône et de la Durance, une inondation restera possible, mais sa durée de submersion en sera très fortement réduite.

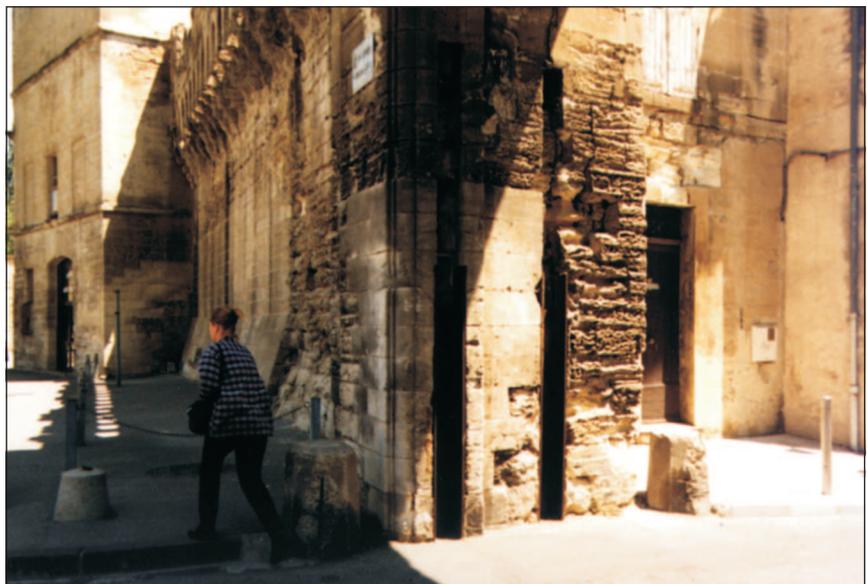


Source : CETE Méditerranée.

CONTACT

M. Mignon, Services techniques de la ville d'Avignon.

Rainures du batardeau double dans le montant d'une porte des remparts



Source : CETE Méditerranée

RÉALISATION D'ENDIGUEMENTS

8/4

Principe

Soustraire une partie de la plaine alluviale aux inondations jusqu'à un certain seuil de débit, en concentrant les écoulements dans le lit mineur et quelquefois dans le lit majeur de la rive opposée.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation rapide

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Barrage écrêteur
Dérivation

Échelles d'application :

Zone
Commune

Opportunité de la mesure :

Dans un ensemble de mesures de prévention et de protection de zones urbanisées inondables

Documents de mise en application :

PPR
Projet

Description

La construction de digues est maintenant réservée à la protection de zones urbanisées denses et vise de ce fait la protection contre le débordement de crues centennales ou plus exceptionnelles en général.

Les digues sont le plus souvent des cordons de matériaux granulaires à section dissymétrique (profil exposé au courant en pente plus douce) surmontés par une piste pour la surveillance et l'entretien. L'étanchéité du massif peut être assurée par une géomembrane synthétique, complétée éventuellement par un drain.

La crête de digue est arasée au moins 0,50 m au-dessus de la crue de projet et doit comporter des échantillons équipés de déversoir pour admettre sans dommages excessifs les débits de crue supérieurs.

La digue éloignée s'oppose à la digue implantée en bordure de lit mineur. La digue éloignée permet de maintenir partiellement le fonctionnement de la partie active du lit majeur, ce qui réduit considérablement son impact hydraulique et minimise les protections des berges à mettre en place (vitesse plus faible).

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Les digues réputées « insubmersibles » procurent un sentiment de sécurité totale et amènent à

augmenter le nombre de personnes et la vulnérabilité des biens à leur abri. **Il convient de considérer que le risque de dépassement du débit de projet n'est pas nul et que par conséquent la zone reste inondable.** En zone urbanisée il faut donc prévoir des dispositifs d'évacuation vers les étages des bâtiments et vers des refuges convenus à l'avance. De plus une distance de sécurité doit être réservée entre les premières habitations à protéger et la digue, ou au moins les déversoirs de sécurité.

Les digues ont un impact hydraulique et morphodynamique sur les parties du lit non protégées, où elles renforcent les hauteurs et les vitesses pour un débit donné. Cet effet est moins sensible lorsqu'on peut ménager un retrait entre le lit mineur et la digue, ce qui a l'avantage d'éviter les érosions actives en pied de digue.

En outre, les endiguements ont un impact sur le milieu naturel et le paysage : en dehors de l'impact visuel, la digue constitue une discontinuité transversale qui bouleverse l'équilibre de la zone humide, ou la supprime (assèchement, migration des biocénoses aquatiques et terrestres).

Les mesures compensatoires peuvent être le curage du lit, la restauration de la section hydraulique, la réglementation de l'occupation du sol au voisinage des digues, les dispositions constructives (étages, refuges).

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

En dehors des calculs hydrauliques de ligne d'eau qui définissent la cote d'arase et, le cas échéant le dimensionnement des ouvrages de protection (enrochements, techniques végétales), il convient de vérifier la stabilité du corps de digue sous l'angle de la géotechnique (stabilité de pente, circulation interne).

Vérifier la perméabilité des matériaux alluvionnaires sous-jacents pour évaluer le risque d'inondation par infiltration.

L'exécution des travaux demande un soin et un suivi particulier pour les problèmes de stabilité et d'étanchéité.

L'entretien des digues doit être rigoureux et basé sur un programme de surveillance prévoyant des auscultations périodiques et occasionnelles (après les crues) afin de pouvoir programmer des travaux d'entretien (végétation, brèche, affouillement, ter-

riers, etc.) ou de réparation (rechargement de matériaux, etc.)

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Larras J., *Défense contre les crues*, Eyrolles, 1975, 135 p.

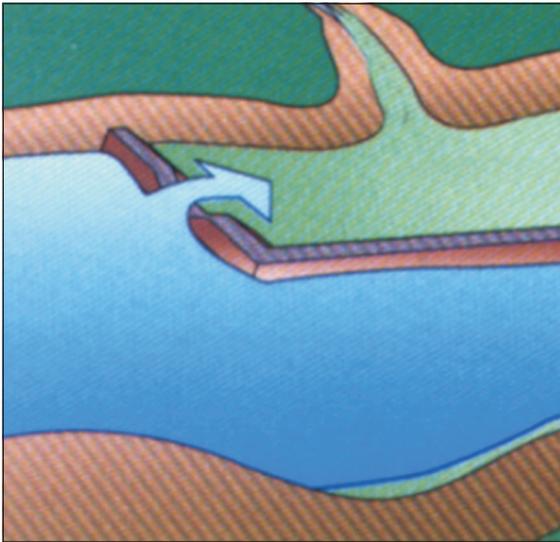
Quesnel B., *Traité d'hydraulique fluviale appliquée. Cours d'eau non navigables*, Eyrolles, Paris, tome 1 : *Généralités et pratique des travaux*, 1976, 582 p. ; tome 2 : *Débit solide des cours d'eau, digues à perré, à muraille ou mixtes avec différentielle de pression hydrostatique sur leurs deux parements – correction des torrents*, 1973, 325 p.

EXEMPLES

La photo ci-dessous prise par le SNRS (Service navigation Rhône Saône) d'Avignon illustre le fonctionnement d'un des déversoirs de crue de la digue de Lamotte en rive gauche du Rhône, lors de la crue de novembre 1996. Ce déversoir est protégé par un perré en enrochements et dispose en pied d'une fosse pour dissiper l'énergie de la chute.

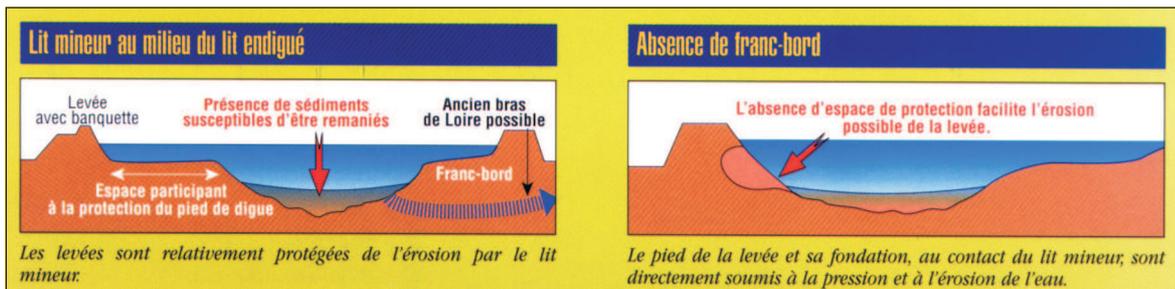


Source : SNRS.



Source : Équipe pluridisciplinaire plan Loire grandeur nature.

Le schéma ci-contre, établi pour la Loire, illustre bien le gain de sécurité généralement apporté par des digues (levées) éloignées du lit mineur. À signaler le cas particulier d'inondation des zones en arrière des digues, par des remontées de nappe dues à la mise en charge d'anciens bras de Loire, et ce, à cause du décolmatage du fond du lit par la crue.



Source : Équipe pluridisciplinaire plan Loire grandeur nature.

REMODELAGE, RECALIBRAGE DU LIT ET DES BERGES

8/5

Principe

Modifier le profil en travers et le profil en long du lit mineur d'un cours d'eau pour diminuer la fréquence et l'intensité des débordements.

Objectifs :

Protection des personnes
Limitation des dommages aux biens et aux activités

Types de phénomène :

Inondation de plaine
Inondation rapide

Catégorie de mesure :

Mesure collective

Autres mesures répondant aux mêmes objectifs :

Barrages écrêteurs dans le bassin versant
Endiguement

Échelle d'application :

Commune

Opportunité de la mesure :

Dans un ensemble de mesures de prévention et de protection de zones urbanisées inondables

Document de mise en application :

Projet

Description

Le recalibrage ou le remodelage des berges consiste à réaliser des terrassements en déblai pour augmenter la capacité du lit mineur. Ces travaux perturbent fortement l'équilibre réalisé par le façonnement naturel entre le régime hydrologique et la nature des matériaux constituant le lit mineur. Ils sont généralement réservés à des tronçons de cours d'eau en zone urbanisée dans le cas où d'autres moyens de protection ne sont pas envisageables.

L'aménagement comporte des protections longitudinales sur les talus de berges et parfois des seuils en enrochements pour éviter l'érosion régressive, puisque la nouvelle section ne correspond plus à un état morphologiquement stable.

La protection de talus fait appel à trois techniques que l'on aura intérêt à combiner :

- le modelage des berges : l'adoucissement des pentes et/ou la création de bermes ;
- les techniques minérales (génie civil) : enrochements ou gabions, capables d'encaisser un minimum de déformations ; en pied de talus (pouvant être végétalisés), tapis de graviers et de galets en fond de lit ;
- les techniques végétales (génie biologique) : tressage ou fascinage, tapis de branches, plantation/bouturage d'espèces buissonnantes ou ensemencement.

Effets induits et mesures compensatoires éventuelles

Le recalibrage entraîne généralement un abaissement de la nappe phréatique qui doit être prévu et compensé, notamment pour éviter la mise à l'air des pieux en bois de fondation des édifices anciens.

Dans le cas d'un recours important aux techniques minérales, les protections longitudinales en enrochements et les seuils constituent des discontinuités vis-à-vis de la circulation des biocénoses aquatiques et terrestres. Pour limiter l'impact écologique et paysager, il convient de recourir à la végétalisation des enrochements et des talus.

La suppression des débordements pour des crues importantes amène une augmentation des débits de pointe et la vitesse de propagation en aval qui peut nécessiter une compensation.

Problèmes rencontrés et sujétions de mise en œuvre

Les techniques végétales et les techniques minérales nécessitent un entretien lourd à l'issue des premières crues, en dépit du soin qu'on aura apporté à la conception et à la mise en œuvre. Une provision de matériaux, et de crédits, sera utilement réservée dans le marché initial.

Un entretien plus léger mais régulier doit ensuite être assuré pour la pérennité de l'aménagement.

Compatibilité avec d'autres risques

Sans objet

Références bibliographiques

Quesnel B., *Traité d'hydraulique fluviale appliquée. Cours d'eau non navigables*, Eyrolles, Paris, tome 1 : *Généralités et pratique des travaux*, 1976, 582 p. ; tome 2 : *Débit solide des cours d'eau, digues à perré, à muraille ou mixtes avec différentielle de pression hydrostatique sur leurs deux parements – correction des torrents*, 1973, 325 p.

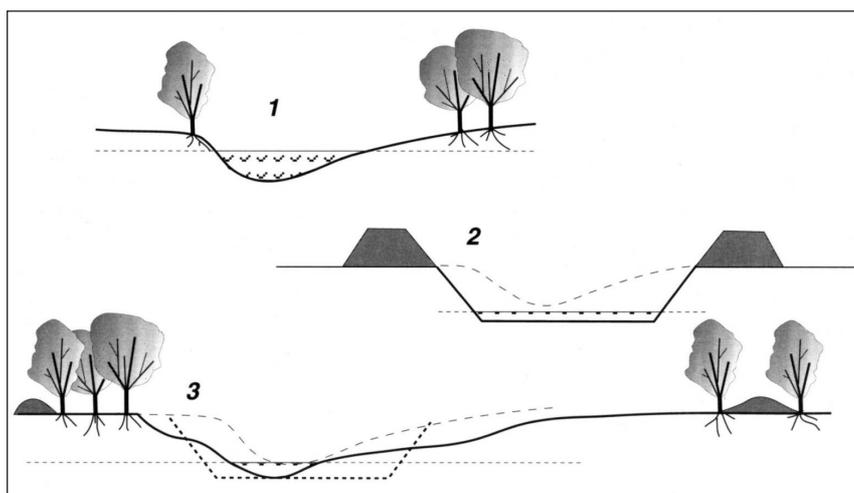
Lalanne-Berdouticq G., *Aménagement et entretien des rivières en milieu rural (méthode d'étude et techniques de travaux)*, Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne, 1985, 154 p.

EXEMPLES

PROFILS EN TRAVERS D'AMÉNAGEMENT D'UN COURS D'EAU*

- 1) État naturel
- 2) État après recalibrage (noter l'abaissement de la nappe)
- 3) État après reconstitution d'un lit mineur et d'un lit moyen (noter la réalisation des « diguettes » en retrait par rapport à la berge du lit moyen)

* d'après Marcel Masson, 1996.



Source : M. Masson / CETE Méditerranée.

ANNEXES

CARACTÉRISTIQUES DES MESURES DE PRÉVENTION CLASSÉES PAR CHAMP OPÉRATIONNEL

Gestion du ruissellement et des écoulements

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
1/1	développement de la couverture végétale	aléas	x	x		versant BV	à tout moment	PPRI, POS, charte d'environnement
1/2	amélioration des techniques agricoles	aléas	x	x		versant BV (partie)	à tout moment	remembrement, CTE
1/3	mobilisation des aires naturelles de rétention	aléas pollution	x		x	zone vallée	à tout moment	PPRI, SAGE, conventions
1/4	restauration des capacités de rétention	aléas pollution	x		x	zone vallée	à tout moment	PPRI, SAGE, conventions
1/5	construction des infrastructures linéaires pour la rétention	aléas	x	x	x	zone	construction	PPRI, POS, projet
1/6	restauration et entretien des lits mineurs	aléas écologie loisirs	x	x		vallée	à tout moment	PPRI, SAGE
1/7	développement des forêts riveraines	aléas		x	x	vallée	à tout moment	PPRI, SAGE, Remembrement

Limitation des obstacles à l'écoulement des eaux

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
2/1	implantation d'un bâtiment isolé	aléas	x	x		parcelle	construction	PPRI, POS, PC
2/2	implantation d'un ensemble de bâtiments	aléas	x	x		zone	construction	PPRI, POS, PAZ, RAZ, lotissement
2/3	limitation des plantations d'arbres et arbustes	aléas	x	x	x	parcelle	plantation ou à tout moment	PPRI
2/4	limitation ou suppression de divers obstacles	aléas	x	x	x	parcelle	à tout moment ou aménagement	PPRI, POS
2/5	agrandissement ou suppression de seuils, vannages, gués, ponts	aléas	x	x		parcelle ouvrage	à tout moment	SAGE, projet
2/6	construction des infrastructures linéaires en transparence	aléas	x	x	x	vallée	construction	PPRI, projet

Aménagement du lit majeur ou champ d'inondation

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
3/1	planification de l'exploitation des ressources naturelles	Dommages valorisation	x	x		zone vallée	aménagement	PPRI, POS, schéma départemental de carrières, charte agricole
3/2	protection des potentialités écologiques	Dommages valorisation	x	x		zone vallée	à tout moment	POS, arrêtés préfectoraux
3/3	valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie	Dommages valorisation	x	x	x	zone vallée	aménagement	PPRI, POS, SD, projet urbain, charte d'environnement

Mise hors d'eau des réseaux publics

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
4/1	création d'accès routiers permanents aux bâtiments	sécurité des personnes	x			zone	à tout moment construction	PPRI
4/2	mise hors d'eau du réseau électrique MT-BT	dommages effets induits	xxx	xxx	xxx	zone vallée	construction réfection	PPRI
4/3	mise hors d'eau du réseau de téléphone	sécurité des personnes dommages effets induits	xxx	xxx	xxx	zone vallée	construction réfection	PPRI
4/4	mise hors d'eau du réseau de gaz	dommages effets induits	xxx	xxx	xxx	zone commune	construction réfection	PPRI
4/5	mise hors d'eau du réseau d'eau potable	dommages effets induits	xxx	xxx	xxx	zone commune	construction réfection	PPRI, POS
4/6	mise hors d'eau du réseau d'assainissement eaux usées	dommages effets induits pollution	xxx	xxx	xxx	zone commune	construction	PPRI
4/7	mise hors d'eau des STEP	dommages effets induits pollution	xxx	xxx	xxx	parcelle ouvrage	construction	PPRI, POS
4/8	contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial	dommages effets induits pollution	xxx	xxx	xxx	zone commune	construction réfection	PPRI

Organisation de l'assainissement pluvial

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
5/1	conception intégrée de l'assainissement pluvial	aléas pollution		x	x	commune BV (petit)	construction	PPRI, POS
5/2	réalisation de bassins collectifs de stockage	aléas pollution			x	BV (petit)	construction	PPRI, POS, SD, schéma de secteur
5/3	mise en œuvre des techniques alternatives	aléas pollution			x	zone	à tout moment et construction	PPRI, POS, PAZ, RAZ

Renforcement de la structure des bâtiments

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
6/1	renforcement des planchers ou radiers	dommages	x			parcelle, bâtiment	construction	PPRI
6/2	renforcement des murs	sécurité des personnes dommages		x	x	parcelle, bâtiment	construction	PPRI
6/3	renforcement des fondations	dommages	x	x	x	parcelle, bâtiment	construction	PPRI
6/4	construction sur pilotis	sécurité des personnes dommages	x			parcelle, bâtiment	construction	PPRI, POS, PC, projet
6/5	construction sur vide sanitaire	dommages	x	x	x	parcelle, bâtiment	construction	PPRI
6/6	drainage et époussage des parties enterrées	dommages effets induits	x	x	x	parcelle, bâtiment	construction	PPRI
6/7	emploi de matériaux insensibles à l'eau	dommages effets induits	xxxx	xxxx	xxxx	parcelle, bâtiment	construction réfection	PPRI

Aménagement et équipement des bâtiments

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
7/1	création d'une zone refuge	sécurité des personnes	x	x	x	parcelle, bâtiment	construction et à tout moment	PPRI, PC
7/2	calage des planchers / cote de référence	sécurité des personnes dommages	x	x	x	parcelle, bâtiment	construction	PPRI, PC
7/3	arasement et obturation des ouvertures	sécurité des personnes dommages	x	x	x	parcelle, bâtiment	construction et à tout moment	PPRI, PC
7/4	réalisation d'un pignon aveugle	sécurité des personnes dommages		x	x	parcelle, bâtiment	construction et à tout moment	PPRI, POS, PC
7/5	restrictions aux sous-sols enterrés	sécurité des personnes dommages	xxx	xxx	xxx	zone parcelle, bâtiment	construction	PPRI, POS, PC
7/6	mise hors d'eau des réseaux et équipements	sécurité des personnes dommages	xxx	xxx	xxx	parcelle, bâtiment	construction réfection	PPRI
7/7	équipement d'une embarcation	sécurité des personnes	x			parcelle, bâtiment	à tout moment	PPRI
7/8	contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants	sécurité des personnes dommages effets induits pollution	x	x	x	parcelle, bâtiment	construction et à tout moment	PPRI, (PC)
7/9	matérialisation des trous	sécurité des personnes	xxx	xxx	xxx	parcelle, bâtiment	construction et à tout moment	PPRI, POS, (PC)

Protection des zones urbanisées contre les inondations

Mesure		Objectif(s)	Type d'inondation			Échelle d'application	Opportunité	documents d'application
N°	intitulé (abrégé)		PL.	RAP.	R.U.			
8/1	création d'un barrage écrêteur	aléas	x	x		BV	ensemble de mesures / zones urbanisées	PPRI, POS, Projet, SDAGE, SAGE
8/2	création d'une dérivation	aléas	x	x		commune vallée	ensemble de mesures / zones urbanisées	Projet, SD
8/3	mise en place dispositifs de vidange de zones inondées	aléas	x		x	commune zone	à tout moment	PPRI, Projet
8/4	réalisation d'endigements	sécurité des personnes dommages	x	x		commune zone	ensemble de mesures / zones urbanisées	PPRI, Projet
8/5	remodelage, recalibrage du lit et des berges	sécurité des personnes dommages	x	x		commune	ensemble de mesures / zones urbanisées	Projet

N.B. Dans la colonne « échelle d'application », « vallée » est mis pour « tronçon de vallée » ;
dans la colonne « opportunité », « construction » vaut pour « lors de la construction ou de l'aménagement » ;
dans la colonne « opportunité », « réfection » vaut pour « lors d'une réfection ou d'un entretien lourd ».

MESURES DE PRÉVENTION CLASSÉES PAR OBJECTIF PUIS PAR ÉCHELLE D'APPLICATION

Protection des personnes

Échelle de la zone :

4/1 création d'accès routiers permanents aux bâtiments

Échelle de la parcelle, du bâtiment, de l'ouvrage :

7/1 création d'une zone refuge hors d'eau

7/7 équipement d'une embarcation

7/9 matérialisation des emprises de piscines, de bassins et regards existants

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités

Échelle du tronçon de vallée :

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

Échelle de la commune :

8/4 réalisation d'endigements

8/5 remodelage, recalibrage du lit et des berges

Échelle de la zone :

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

7/5 restrictions aux sous-sols enterrés

8/4 réalisation d'endigements

Échelle de la parcelle, du bâtiment, de l'ouvrage :

6/2 renforcement des murs

6/4 construction sur pilotis

7/2 calage des planchers au-dessus de la cote de crue de référence

7/3 arasement et obturation des ouvertures

7/4 réalisation d'un pignon aveugle

7/5 restrictions aux sous-sols enterrés

7/6 mise hors d'eau des réseaux et équipements

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits

Échelle du tronçon de vallée :

4/2 mise hors d'eau du réseau électrique de moyenne et basse tensions

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

Échelle de la commune :

4/4 mise hors d'eau du réseau de gaz

4/5 mise hors d'eau du réseau d'eau potable

4/6 mise hors d'eau du réseau d'assainissement d'eaux usées

4/8 contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial

Échelle de la zone :

4/2 mise hors d'eau du réseau électrique de moyenne et basse tensions

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

4/4 mise hors d'eau du réseau de gaz

4/5 mise hors d'eau du réseau d'eau potable

4/6 mise hors d'eau du réseau d'assainissement d'eaux usées

4/8 contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial

Échelle de la parcelle, du bâtiment, de l'ouvrage :

4/7 mise hors d'eau des stations d'épuration

6/1 renforcement des planchers ou radiers

6/3 renforcement des fondations

6/5 construction sur vide sanitaire

6/6 drainage et épuisement des parties enterrées

6/7 emploi de matériaux insensibles à l'eau

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et valorisation des zones inondables

Échelle du tronçon de vallée :

3/1 planification de l'exploitation des ressources naturelles

3/2 protection des potentialités écologiques

3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Échelle de la zone :

3/1 planification de l'exploitation des ressources naturelles

3/2 protection des potentialités écologiques

3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Diminution des aléas

Échelle du bassin versant et/ou du versant :

- 1/1 développement de la couverture végétale
- 1/2 amélioration des techniques agricoles
- 5/1 conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain
- 5/2 réalisation de bassins collectifs de stockage des eaux pluviales
- 8/1 création d'un barrage écrêteur

Échelle du tronçon de vallée :

- 1/3 mobilisation des aires naturelles de rétention
- 1/4 restauration des capacités de rétention
- 1/6 restauration et entretien des lits mineurs
- 1/7 développement des forêts riveraines des cours d'eau
- 2/6 construction des infrastructures linéaires en transparence
- 8/2 création d'une dérivation

Échelle de la commune :

- 5/1 conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain

8/2 création d'une dérivation

8/3 mise en place dispositifs de vidange de zones inondées

Échelle de la zone :

- 1/3 mobilisation des aires naturelles de rétention
- 1/4 restauration des capacités de rétention
- 1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention
- 2/2 implantation d'un ensemble de bâtiments
- 5/3 mise en œuvre des techniques alternatives au réseau enterré

8/3 mise en place dispositifs de vidange de zones inondées

Échelle de la parcelle, du bâtiment, de l'ouvrage :

- 2/1 implantation d'un bâtiment isolé dans le sens du courant
- 2/3 limitation des plantations d'arbres et arbustes
- 2/4 limitation ou suppression de divers obstacles (murs, digues, constructions diverse, clôtures...)
- 2/5 agrandissement ou suppression de seuils, vannages, gués, ponts

MESURES DE PRÉVENTION CLASSÉES PAR DOCUMENT D'APPLICATION | PUIS PAR OBJECTIF

Plans de prévention des risques relatifs aux inondations

Protection des personnes :

4/1 création d'accès routiers permanents aux bâtiments

7/1 création d'une zone refuge hors d'eau

7/7 équipement d'une embarcation

7/9 matérialisation des emprises de piscines, bassins et regards existants

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités :

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

6/2 renforcement des murs

6/4 construction sur pilotis

7/2 calage des planchers au-dessus de la cote de crue de référence

7/3 arasement et obturation des ouvertures

7/4 réalisation d'un pignon aveugle

7/5 restrictions aux sous-sols enterrés

7/6 mise hors d'eau des réseaux et équipements dans le bâtiment

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

8/4 réalisation d'endigements

Limitation des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits :

4/2 mise hors d'eau du réseau électrique de moyenne et basse tensions

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

4/4 mise hors d'eau du réseau de gaz

4/5 mise hors d'eau du réseau d'eau potable

4/6 mise hors d'eau du réseau d'assainissement d'eaux usées

4/7 mise hors d'eau des stations d'épuration

4/8 contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial

6/1 renforcement des planchers ou radiers

6/3 renforcement des fondations

6/5 construction sur vide sanitaire

6/6 drainage et épuisement des parties enterrées

6/7 emploi de matériaux insensibles à l'eau

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et valorisation des zones inondables :

3/1 planification de l'exploitation des ressources naturelles

3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Diminution des aléas :

1/1 développement de la couverture végétale

1/3 mobilisation des aires naturelles de rétention

1/4 restauration des capacités de rétention

1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention

1/6 restauration et entretien des lits mineurs

1/7 développement des forêts riveraines des cours d'eau

2/1 implantation d'un bâtiment isolé dans le sens du courant

2/2 implantation d'un ensemble de bâtiments (transparence hydraulique)

2/3 limitation des plantations d'arbres et arbustes

2/4 limitation ou suppression de divers obstacles (murs, digues, constructions diverses, clôtures...)

2/6 construction des infrastructures linéaires en transparence hydraulique

5/1 conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain

5/2 réalisation de bassins collectifs de stockage des eaux pluviales

5/3 mise en œuvre des techniques alternatives au réseau enterré

8/1 création d'un barrage écrêteur de crue

8/3 mise en place dispositifs de vidange de zones inondées

Schémas directeurs et/ou schémas de secteurs ou plans d'aménagement de zone et règlements d'aménagement de zone

Limitation des dommages aux biens et aux activités et valorisation des zones inondables :

3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Diminution des aléas :

2/2 implantation d'un ensemble de bâtiments (transparence hydraulique)

5/2 réalisation de bassins collectifs de stockage des eaux pluviales

5/3 mise en œuvre des techniques alternatives au réseau enterré

Plans d'occupation des sols

Protection des personnes :

7/9 matérialisation des emprises de piscines, bassins et regards existants

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités :

6/4 construction sur pilotis

7/4 réalisation d'un pignon aveugle

7/5 restrictions aux sous-sols enterrés

Limitation des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits :

4/5 mise hors d'eau du réseau d'eau potable

4/7 mise hors d'eau des stations d'épuration

Limitation des dommages aux biens et aux activités et valorisation des zones inondables :

3/1 planification de l'exploitation des ressources naturelles

3/2 protection des potentialités écologiques

3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Diminution des aléas :

1/1 développement de la couverture végétale

1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention

2/1 implantation d'un bâtiment isolé dans le sens du courant

2/2 implantation d'un ensemble de bâtiments (transparence hydraulique)

2/4 limitation ou suppression de divers obstacles (murs, digues, constructions diverses, clôtures...)

5/1 conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain

5/2 réalisation de bassins collectifs de stockage des eaux pluviales

5/3 mise en œuvre des techniques alternatives au réseau enterré

8/1 création d'un barrage écrêteur de crue

Permis de construire ou permis de lotir

Protection des personnes :

7/1 création d'une zone refuge hors d'eau

7/9 matérialisation des emprises de piscines, bassins et regards existants

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités :

6/4 construction sur pilotis

7/2 calage des planchers au-dessus de la cote de crue de référence

7/3 arasement et obturation des ouvertures

7/4 réalisation d'un pignon aveugle

7/5 restrictions aux sous-sols enterrés

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits :

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Diminution des aléas :

2/1 implantation d'un bâtiment isolé dans le sens du courant

2/2 implantation d'un ensemble de bâtiments (transparence hydraulique)

Schémas d'aménagement et de gestion des eaux

Diminution des aléas :

1/3 mobilisation des aires naturelles de rétention

1/4 restauration des capacités de rétention

1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention

1/6 restauration et entretien des lits mineurs

1/7 développement des forêts riveraines des cours d'eau

2/5 agrandissement ou suppression de seuils, vanages, gués, ponts

8/1 création d'un barrage écrêteur de crue

Remembrement ou conventions

Diminution des aléas :

1/2 amélioration des techniques agricoles

1/3 mobilisation des aires naturelles de rétention

1/4 restauration des capacités de rétention

1/6 restauration et entretien des lits mineurs

1/7 développement des forêts riveraines des cours d'eau

Projets

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités :

6/4 construction sur pilotis

8/4 réalisation d'endiguements

8/5 remodelage, recalibrage du lit et des berges

Diminution des aléas :

1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention

2/6 construction des infrastructures linéaires en transparence hydraulique

8/1 création d'un barrage écrêteur de crue

8/2 création d'une dérivation

8/3 mise en place dispositifs de vidange de zones inondées

MESURES DE PRÉVENTION CLASSÉES PAR TYPE D'INONDATION | PUIS PAR OBJECTIF

Inondations de plaine

Protection des personnes :

4/1 création d'accès routiers permanents aux bâtiments

7/1 création d'une zone refuge hors d'eau

7/7 équipement d'une embarcation

7/9 matérialisation des emprises de piscines, bassins et regards existants

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités :

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

6/4 construction sur pilotis

7/2 calage des planchers au-dessus de la cote de crue de référence

7/3 arasement et obturation des ouvertures

7/5 restrictions aux sous-sols enterrés

7/6 mise hors d'eau des réseaux et équipements dans le bâtiment

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

8/4 réalisation d'endigements

8/5 remodelage, recalibrage du lit et des berges

Limitation des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits :

4/2 mise hors d'eau du réseau électrique de moyenne et basse tensions

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

4/4 mise hors d'eau du réseau de gaz

4/5 mise hors d'eau du réseau d'eau potable

4/6 mise hors d'eau du réseau d'assainissement d'eaux usées

4/7 mise hors d'eau des stations d'épuration

4/8 contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial

6/1 renforcement des planchers ou radiers

6/3 renforcement des fondations

6/5 construction sur vide sanitaire

6/6 drainage et épusement des parties enterrées

6/7 emploi de matériaux insensibles à l'eau

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et valorisation des zones inondables :

3/1 planification de l'exploitation des ressources naturelles

3/2 protection des potentialités écologiques

3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Diminution des aléas :

1/1 développement de la couverture végétale

1/2 amélioration des techniques agricoles

1/3 mobilisation des aires naturelles de rétention

1/4 restauration des capacités de rétention

1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention

1/6 restauration et entretien des lits mineurs

2/1 implantation d'un bâtiment isolé dans le sens du courant

2/2 implantation d'un ensemble de bâtiments (transparence hydraulique)

2/3 limitation des plantations d'arbres et arbustes

2/4 limitation ou suppression de divers obstacles (murs, digues, constructions diverses, clôtures...)

2/5 agrandissement ou suppression de seuils, vannages, gués, ponts

2/6 construction des infrastructures linéaires en transparence hydraulique

8/1 création d'un barrage écrêteur de crue

8/2 création d'une dérivation

8/3 mise en place dispositifs de vidange de zones inondées

Inondations rapides

Protection des personnes :

7/1 création d'une zone refuge hors d'eau

7/9 matérialisation des emprises de piscines, bassins et regards existants

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités :

4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone

6/2 renforcement des murs

7/2 calage des planchers au-dessus de la cote de crue de référence

7/3 arasement et obturation des ouvertures

7/4 réalisation d'un pignon aveugle

7/5 restrictions aux sous-sols enterrés

7/6 mise hors d'eau des réseaux et équipements dans le bâtiment

7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

8/4 réalisation d'endigements

8/5 remodelage, recalibrage du lit et des berges

Limitation des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits :

4/2 mise hors d'eau du réseau électrique de moyenne et basse tensions

- 4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone
- 4/4 mise hors d'eau du réseau de gaz
- 4/5 mise hors d'eau du réseau d'eau potable
- 4/6 mise hors d'eau du réseau d'assainissement d'eaux usées
- 4/7 mise hors d'eau des stations d'épuration
- 4/8 contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial
- 6/3 renforcement des fondations
- 6/5 construction sur vide sanitaire
- 6/6 drainage et épuisement des parties enterrées
- 6/7 emploi de matériaux insensibles à l'eau
- 7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et valorisation des zones inondables :

- 3/1 planification de l'exploitation des ressources naturelles
- 3/2 protection des potentialités écologiques
- 3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Diminution des aléas :

- 1/1 développement de la couverture végétale
- 1/2 amélioration des techniques agricoles
- 1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention
- 1/6 restauration et entretien des lits mineurs
- 1/7 développement des forêts riveraines des cours d'eau
- 2/1 implantation d'un bâtiment isolé dans le sens du courant
- 2/2 implantation d'un ensemble de bâtiments (transparence hydraulique)
- 2/3 limitation des plantations d'arbres et arbustes
- 2/4 limitation ou suppression de divers obstacles (murs, digues, constructions diverses, clôtures...)
- 2/5 agrandissement ou suppression de seuils, vannes, gués, ponts
- 2/6 construction des infrastructures linéaires en transparence hydraulique
- 5/1 conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain
- 8/1 création d'un barrage écrêteur de crue
- 8/2 création d'une dérivation

Inondations par ruissellement urbain

Protection des personnes :

- 7/1 création d'une zone refuge hors d'eau
- 7/9 matérialisation des emprises de piscines, bassins et regards existants

Protection des personnes et limitation des dommages aux biens et aux activités :

- 4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone
- 6/2 renforcement des murs
- 7/2 calage des planchers au-dessus de la cote de crue de référence
- 7/3 arasement et obturation des ouvertures
- 7/4 réalisation d'un pignon aveugle
- 7/5 restrictions aux sous-sols enterrés
- 7/6 mise hors d'eau des réseaux et équipements dans le bâtiment
- 7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et limitation des effets induits :

- 4/2 mise hors d'eau du réseau électrique de moyenne et basse tensions
- 4/3 mise hors d'eau du réseau de téléphone
- 4/4 mise hors d'eau du réseau de gaz
- 4/5 mise hors d'eau du réseau d'eau potable
- 4/6 mise hors d'eau du réseau d'assainissement d'eaux usées
- 4/7 mise hors d'eau des stations d'épuration
- 4/8 contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial
- 6/3 renforcement des fondations
- 6/5 construction sur vide sanitaire
- 6/6 drainage et épuisement des parties enterrées
- 6/7 emploi de matériaux insensibles à l'eau
- 7/8 contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants

Limitation des dommages aux biens et aux activités et valorisation des zones inondables :

- 3/3 valorisation pour l'urbanisation, les loisirs et le cadre de vie

Diminution des aléas :

- 1/3 mobilisation des aires naturelles de rétention
- 1/4 restauration des capacités de rétention
- 1/5 construction des infrastructures linéaires pour la rétention
- 1/7 développement des forêts riveraines des cours d'eau
- 2/3 limitation des plantations d'arbres et arbustes
- 2/4 limitation ou suppression de divers obstacles (murs, digues, constructions diverses, clôtures...)
- 2/6 construction des infrastructures linéaires en transparence hydraulique
- 5/1 conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain
- 5/2 réalisation de bassins collectifs de stockage des eaux pluviales
- 5/3 mise en œuvre des techniques alternatives au réseau enterré
- 8/3 mise en place dispositifs de vidange de zones inondées

BIBLIOGRAPHIE

BCEOM, *Approche rationnelle des décisions concernant la lutte contre les nuisances dues aux inondations. Analyse du système*, ministère de l'Équipement, service des affaires économiques, Paris, juin 1976, 45 p. (dactylographié, tableaux, annexes).

BCEOM, *Approche rationnelle des décisions concernant la lutte contre les nuisances dues aux inondations. 2. Du constat aux propositions*, ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du territoire, direction des Ports maritimes et des Voies navigables, service central de l'hydrologie et de l'environnement, Paris, novembre 1977, 211 p. (dactylographiées + annexe 4 pages, tableaux, figures).

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, *Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Guide général*, la Documentation française, Paris, septembre 1997, 76 p. (tableaux, cartes, glossaire, sigles, bibliographie).

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et ministère de l'Équipement, des

Transports et du Logement, *Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Risques d'inondation. Guide méthodologique*, la Documentation française, Paris, 4^e trimestre 1999, 123 p. (tableaux, cartes, figures, photos, glossaire, sigles, bibliographie).

Secrétariat d'État auprès du Premier ministre chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques technologiques et naturels majeurs, direction de l'Eau et de la Prévention des pollutions et des risques, délégation aux risques majeurs, *Plans d'exposition aux risques. Catalogue des mesures de prévention. Inondations*, la Documentation française, Paris, janvier 1990, 218 p. (figures, annexe, bibliographie).

Secrétariat d'État auprès du Premier ministre chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques technologiques et naturels majeurs, direction de l'Eau et de la Prévention des pollutions et des risques, délégation aux risques majeurs, *Plans d'exposition aux risques. Clauses réglementaires. Fiches informatives. Inondations*, la Documentation française, Paris, août 1989, 97 p. (figures).

TABLE DES MATIÈRES

Présentation du recueil

Un nouveau recueil de mesures de prévention	5
Classement des mesures de prévention	5
Présentation des mesures de prévention	6
Mise en œuvre des mesures de prévention	8

CHAMP 1

Gestion du ruissellement et des écoulements

■ 1/1 Développement de la couverture végétale	11
■ 1/2 Amélioration des techniques agricoles	13
■ 1/3 Mobilisation des aires naturelles de rétention	15
■ 1/4 Restauration des capacités de rétention	19
■ 1/5 Construction des infrastructures linéaires pour la rétention	23
■ 1/6 Restauration et entretien des lits mineurs (ou lits ordinaires)	27
■ 1/7 Développement des forêts riveraines des cours d'eau	29

CHAMP 2

Limitation des obstacles à l'écoulement des eaux

■ 2/1 Implantation d'un bâtiment isolé dans le sens du courant	33
■ 2/2 Implantation d'un ensemble de bâtiments (transparence hydraulique)	35
■ 2/3 Limitation des plantations d'arbres et arbustes	37
■ 2/4 Limitation ou suppression de divers obstacles (murs, digues, constructions diverses, clôtures...)	39
■ 2/5 Agrandissement ou suppression de seuils, vannages, gués et ponts	41
■ 2/6 Construction des infrastructures linéaires en transparence hydraulique	43

CHAMP 3

Aménagement du lit majeur ou champ d'inondation

■ 3/1 Planification de l'exploitation des ressources naturelles	49
■ 3/2 Protection et mise en valeur des potentialités écologiques	51
■ 3/3 Valorisation pour l'urbanisation, les loisirs, et le cadre de vie	53

CHAMP 4

Mise hors d'eau des réseaux publics

■ 4/1 Création d'accès routiers permanents aux bâtiments	57
■ 4/2 Mise hors d'eau du réseau électrique de moyenne et basse tensions	59
■ 4/3 Mise hors d'eau du réseau de téléphone	61
■ 4/4 Mise hors d'eau du réseau de gaz	63

■ 4/5 Mise hors d'eau du réseau d'eau potable	65
■ 4/6 Mise hors d'eau du réseau d'assainissement d'eaux usées	69
■ 4/7 Mise hors d'eau des stations d'épuration	71
■ 4/8 Contrôle du refoulement du réseau d'assainissement pluvial	75

■ CHAMP 5 **Organisation de l'assainissement pluvial**

■ 5/1 Conception intégrée de l'assainissement pluvial urbain	79
■ 5/2 Réalisation de bassins collectifs de stockage des eaux pluviales	81
■ 5/3 Mise en œuvre des techniques alternatives au réseau enterré	85

■ Champ 6 **Renforcement de la structure des bâtiments**

■ 6/1 Renforcement des planchers ou radiers	91
■ 6/2 Renforcement des murs	93
■ 6/3 Renforcement des fondations	95
■ 6/4 Construction sur pilotis	97
■ 6/5 Construction sur vide sanitaire	99
■ 6/6 Drainage et épuisement des parties enterrées	101
■ 6/7 Emploi de matériaux insensibles à l'eau	103

■ CHAMP 7 **Aménagement et équipement des bâtiments**

■ 7/1 Création d'une zone refuge hors d'eau	107
■ 7/2 Calage des planchers au-dessus de la cote de crue de référence	109
■ 7/3 Arasement et obturation des ouvertures	111
■ 7/4 Réalisation d'un pignon aveugle	113
■ 7/5 Restriction aux sous-sols enterrés	115
■ 7/6 Mise hors d'eau des réseaux et des équipements dans le bâtiment	117
■ 7/7 Équipement d'une embarcation	119
■ 7/8 Contrôle des objets flottants, dangereux ou polluants	121
■ 7/9 Matérialisation des emprises de piscines, bassins et regards existants	123

■ CHAMP 8 **Protection des zones urbanisées contre les inondations**

■ 8/1 Création d'un barrage écrêteur de crue	127
■ 8/2 Création d'une dérivation	131
■ 8/3 Mise en place de dispositifs de vidange de zones inondées	135
■ 8/4 Réalisation d'endiguements	137
■ 8/5 Remodelage, recalibrage du lit et des berges	141

ANNEXES

ANNEXE 1	
Caractéristiques des mesures de prévention classées par champ opérationnel	145
ANNEXE 2	
Mesures de prévention classées par objectif puis par échelle d'application	149
ANNEXE 3	
Mesures de prévention classées par document d'application puis par objectif	151
ANNEXE 4	
Mesures de prévention classées par type d'inondation puis par objectif	153
Bibliographie	155

L'État conduit depuis 1994 une politique ambitieuse de prévention des risques naturels, en particulier des inondations.

Un aspect essentiel de cette politique est la prise en compte des risques dans l'aménagement, en application de la loi du 2 février 1995, pour en priorité préserver les vies humaines et réduire le coût des dommages supporté par la collectivité.

Les principes et les caractéristiques de cette politique sont largement développés dans le guide général pour les plans de prévention des risques naturels et, pour les inondations, dans le guide méthodologique particulier à ces risques, publiés respectivement en 1997 et 1999.

Le présent recueil qui complète ces documents rassemble un ensemble de mesures de prévention des inondations illustrées par des fiches de cas. Il offre ainsi une boîte à outils utile pour l'élaboration des PPR inondation et des documents d'urbanisme, même si les exemples proposés doivent être utilisés avec discernement, en veillant à leur adaptation au contexte géographique et hydrologique local. La plupart de ces exemples illustrent des démarches visant à renforcer la robustesse des aménagements et des constructions face aux risques de crues.

Certaines mesures proposées peuvent également enrichir les études de projets locaux de prévention des inondations que les collectivités territoriales, voire les particuliers, sont susceptibles de mettre en œuvre dans le cadre de leurs compétences.

Prix : 27,50 €
Imprimé en France
DF 5 5860-5
ISBN 2-11-004735-6

La Documentation française
29, quai Voltaire
75344 Paris Cedex 07
Tél. : 01 40 15 70 00
Télécopie : 01 40 15 72 30

9 782110 047359

