

PRÉVENTION DES INONDATIONS

1. La prévention des inondations repose tant sur des moyens physiques que des moyens stratégiques pour prévenir ou réduire les risques que celles-ci représentent. Les mesures physiques de prévention des inondations consistent, par exemple, à construire des barrages et des bassins de retenue, à modifier le cours d'une rivière et à installer des digues, des levées, des bassins de débordement, des évacuateurs de crues et des ouvrages de drainage. Quant aux mesures stratégiques, elles comprennent des plans et des règlements concernant l'utilisation des terres dans les plaines inondables et dans les bassins versants ainsi que des normes de construction et des normes sanitaires. Les présentes lignes directrices ont été préparées sur la base des documents similaires des institutions internationales notamment le Groupe de la Banque mondiale et le Groupe de la Banque africaine de développement, afin d'aider la Banque et ses clients à mieux prévenir les inondations.

Impacts potentiels sur l'environnement et le milieu social

2. Sauf dans le cas des inondations exceptionnellement graves, les écosystèmes et les populations humaines de beaucoup de régions adaptent leurs activités aux inondations périodiques des terres. Bien souvent, les inondations ne deviennent généralement problématiques que lorsque des événements naturels ou certaines activités humaines aggravent leur intensité ou leur fréquence ou quand l'homme multiplie, dans des secteurs naturellement sujets aux inondations, des ouvrages et des installations et qui doivent être protégés.



3. Les mesures physiques de prévention des inondations risquent de créer d'importants impacts environnementaux qui proviennent de la disparition du rythme naturel des crues et des bienfaits qu'elles apportent. Ce sont les inondations qui rendent les plaines inondables fertiles et qui humidifient les terres et les enrichissent en dépôts alluviaux. Dans les régions arides, il se peut qu'elles seules rendent possibles l'irrigation naturelle et la fertilisation des terres. Réduire ou éliminer les inondations risque de nuire à l'agriculture de décrue, à la végétation naturelle, à la faune et au bétail qui vivent dans les plaines inondables ainsi qu'aux populations de poissons des plaines inondables et des rivières qui sont particulièrement adaptées aux cycles naturels des crues. Pour maintenir la productivité des modes de production reposant sur les processus naturels, il faut faire appel à des mesures d'atténuation, telles que la fertilisation ou l'irrigation des terres agricoles, l'amélioration des pâturages et la gestion plus serrée des pêches intensives et des modes de production. Par ailleurs, la rectification des cours d'eau réduit la fréquence des crues. Au même moment, les sédiments provenant des secteurs en amont du bassin versant passeront dans l'embouchure du fleuve, à moins que des bassins de débordement ne soient présents en aval de celui-ci. L'accroissement des quantités de sédiments dans les cours d'eau peut entraîner des changements physiques par la sédimentation et la modification du débit des estuaires, des deltas et des régions côtières et avoir des conséquences néfastes sur les richesses halieutiques de ces écosystèmes. Les récifs de corail, particulièrement sensibles à l'apport accru de sédiments, risquent également d'être irrémédiablement endommagés.

4. Le rôle d'un barrage et d'un bassin de retenue est de réduire le débit maximum des eaux qui se déversent dans un secteur sujet aux



inondations. Son opération diffère de celle d'un bassin destiné à la production hydroélectrique ou à l'irrigation. Plutôt que de chercher à maintenir un niveau élevé des eaux en amont et d'assurer ainsi une hauteur de chute maximale pour la production d'électricité ou une capacité maximale d'approvisionnement à des fins d'irrigation, l'opération d'un barrage de retenue vise à garder un niveau d'eau suffisamment bas, avant et pendant la saison des crues, de manière à disposer d'une capacité suffisante pour contenir le surplus. Le déversement ultérieur des eaux retenues peut toutefois poser des problèmes. Il arrive, en effet, que des terres, qui étaient fortement inondées sur une courte période, le soient maintenant moins, mais sur une période passablement plus longue, ce qui n'est pas nécessairement compatible avec les modes actuels de production agricole.

5. L'érection de levées et l'amélioration du lit font partie des mesures physiques de prévention des inondations qui accroissent la capacité d'un cours d'eau et la vitesse du courant. La modification du lit d'un cours d'eau peut comprendre son dragage, afin de l'élargir et de l'approfondir, l'enlèvement de la végétation et des autres débris, son aplanissement et celui de ses berges ainsi que sa rectification; tous ces moyens facilitent l'écoulement de l'eau dans le réseau et préviennent les inondations. La rectification du lit permet également de faire disparaître les méandres et, par là même, les risques de débordement à la sortie des courbes, là où le courant est le plus rapide et le niveau de l'eau, le plus élevé.
6. La modification du lit d'un cours d'eau peut engendrer un certain nombre d'effets négatifs sur l'environnement. Toute mesure dont le but est d'accélérer la vitesse du courant accentue les effets érosifs de l'eau.



Les problèmes d'érosion et de sédimentation peuvent apparaître aussi bien dans la section rectifiée qu'en aval de celle-ci. Si le pavage du fond et des berges du lit d'un cours d'eau permet de restreindre, voire d'éliminer les facteurs qui ralentissent l'écoulement, il reste que cette pratique pose de nombreux problèmes d'ordre à la fois esthétique et écologique, tels que la réduction de l'alimentation des nappes souterraines et la perturbation des populations aquatiques. L'aplanissement, le curage ou le dragage d'une section rectifiée entraînent également des impacts importants sur les organismes aquatiques et les poissons, en perturbant leur habitat. L'élimination des matériaux provenant des opérations de dragage constitue un autre type de problèmes. Par ailleurs, et bien que les améliorations apportées au lit d'un cours d'eau diminuent les problèmes d'inondations dans la section traitée, elles ne font que déplacer le problème, car les crues sont susceptibles de s'accroître en fréquence et en amplitude en aval.

7. La création de levées artificielles et l'amélioration de levées naturelles et de digues accroissent la capacité du lit d'un cours d'eau à contenir les eaux de crue, sauf lors de crues exceptionnelles. Tout comme les mesures d'amélioration du lit d'un cours d'eau, ces ouvrages ont tendance à déplacer les crues vers les régions en aval qui, à leur tour, en subissent les conséquences ou sont contraintes de mobiliser elles-mêmes des fonds publics en vue de mettre en œuvre les mesures de prévention des inondations. D'autre part, les digues construites dans la plaine inondable pour protéger certaines régions des inondations en modifie l'hydrologie et risquent d'avoir des conséquences sur les habitats et les déplacements des espèces sauvages et du bétail.
8. Les bassins de débordement sont normalement constitués par les

seulement l'infrastructure et les autres aménagements des plaines inondables sont exposés à des risques variables selon leur vulnérabilité, mais ces équipements augmentent aussi les risques pour les communautés voisines et celles qui résident en aval. Les bâtiments, par exemple, en entravant l'écoulement des eaux de crue, en diminuant la capacité de stockage des plaines inondables et en accroissant le ruissellement de surface, peuvent élever le niveau et augmenter la vitesse des eaux de crues.

12. Les incendies, les tempêtes ou les changements dans le tracé d'un cours d'eau sont des phénomènes naturels qui affectent le débit des crues. Les activités humaines dans un bassin versant, comme par exemple, l'exploitation forestière ou le défrichage de terres pour l'agriculture, ont tendance à augmenter le ruissellement, surtout lorsqu'il s'agit d'une agriculture à flanc de coteau et qui ne dispose pas de terrasses adéquates ou dont le contour n'est pas suffisamment consolidé par des plantations. Par ailleurs, paver les terres qui se trouvent dans un bassin versant et dans une plaine inondable augmentera également ces phénomènes et, installer un réseau d'évacuation des eaux pluviales élèvera la quantité et la vitesse à laquelle celles-ci se déverseront dans le réseau fluvial.

Problèmes particuliers

Mesures stratégiques ou réglementation de l'utilisation des plaines inondables

13. Les mesures stratégiques de prévention des inondations visent à interdire ou à réglementer l'aménagement des plaines inondables ou des bassins versants et à diminuer les pertes potentielles qu'entraînent les inondations. À l'instar des mesures préventives en général, elles sont moins coûteuses à gérer que les mesures de traitement telles que la mise en place de mesures physiques. Les mesures stratégiques sont essentiellement bénéfiques pour l'environnement, dans la mesure où elles ne cherchent pas à contrôler les crues naturelles d'un cours d'eau. La conception actuelle, partagée par de nombreux urbanistes et responsables de l'élaboration de politiques, est qu'il vaut mieux laisser intactes les plaines inondables en tant que bassins naturels de débordement. Si la plaine inondable est déjà aménagée, alors il faut avoir recours à des mesures stratégiques en conjonction avec des mesures physiques.
14. Les règlements concernant l'occupation des sols sont un moyen efficace de contrôler l'aménagement d'une plaine inondable. La répartition des sols en terres agricoles, en parcs et en réserves est compatible avec la protection des plaines inondables et fait obstacle à l'utilisation des terres vulnérables aux inondations. Les milieux humides prévenant naturellement les inondations, il est particulièrement important que la réglementation de l'occupation des sols interdise les activités qui entameraient leur capacité de stockage.



15. La réglementation de l'occupation des sols peut interdire des ouvrages ou spécifier les types et la fonction des ouvrages autorisés dans les plaines inondables en vue de réduire les risques d'inondation. Par exemple, l'évacuation des eaux usées et des substances toxiques ou dangereuses peut faire l'objet d'une interdiction, la protection des ouvrages contre les inondations être requise et la construction de bâtiments ou de routes privées, qui peuvent intensifier les effets des crues, ne pas être autorisée.

16. Les règlements en matière de santé et de construction peuvent contenir d'autres prescriptions concernant l'aménagement des plaines inondables. Les premiers visent à réduire les risques pour la santé qui pourraient surgir de la contamination des ressources en eau, si les inondations perturbaient les réseaux d'assainissement. Ils peuvent également interdire l'établissement de dispositifs d'épandage (par exemple, des fosses septiques et des champs d'épandage) ou exiger l'obtention d'un permis d'installation. Les règlements en matière de construction peuvent poser des conditions relativement aux structures des nouveaux édifices qui les rendront moins vulnérables aux inondations, diminueront les risques pour la santé et assureront mieux la sécurité des occupants (en ce qui concerne, par exemple, les normes des installations électriques et du nombre d'étages) et enfin, limiteront les effets de la construction sur l'écoulement des eaux de crue.

17. L'application des mesures stratégiques de prévention des inondations exige un contrôle de l'occupation des sols qui relève du domaine institutionnel. Les mesures stratégiques ne deviendront efficaces que si le gouvernement est en mesure de concevoir et de mettre en application une saine politique d'aménagement du territoire.

18. Enfin, certaines actions permettront de réduire ou de retarder le ruissellement, d'accroître l'infiltration, et dès lors, de résorber les risques d'inondations. Elles comprennent des mesures de gestion du bassin versant (augmenter la couverture végétale, en particulier sur les terrains en pente, améliorer les pratiques agricoles, construire des banquettes comme moyen de lutte contre l'érosion, etc.), la plantation de végétation le long des cours d'eau qui contribuera à contenir et à résorber les inondations et enfin, la protection ou la restriction de l'utilisation des milieux humides qui ont un effet de prévention naturelle des inondations.

Problèmes sociaux

19. La distribution inégale des bénéfices reçus et des frais encourus par les populations touchées par les mesures de prévention des inondations représente le problème social le plus important. Dans les cas où les utilisations traditionnelles d'une plaine inondable (pêche, agriculture et déplacement des troupeaux dont la survie repose sur les cycles naturels des crues) se trouvent perturbées par les mesures de prévention visant à protéger d'autres communautés (bien souvent urbaines), les habitants ruraux ne sont souvent pas compensés suffisamment pour les pertes qu'ils subissent.

20. Les habitants des plaines inondables sont également ceux qui sont les plus touchés par les inondations accrues dues à l'utilisation des terres en amont et cependant, leur pouvoir est si faible qu'ils ne peuvent opérer les changements nécessaires ni même obtenir des gouvernements qu'ils interviennent en leur nom.



Détermination de l'étendue de la plaine inondable et de la fréquence des inondations

21. Afin d'évaluer les risques d'inondations à un endroit, il faut calculer la probabilité des inondations d'amplitudes variées à l'aide des renseignements suivants :

- le débit maximal annuel du cours d'eau à l'endroit en question;
- l'intervalle de récurrence de divers débits de pointe (intervalle de temps moyen séparant les occurrences de chaque débit de pointe);
- le niveau d'eau (les limites physiques d'inondation) correspondant à chaque débit.

22. Dans la mesure où les données statistiques sur les débits maximaux (enregistrés sur une période d'au moins 10 ans) et l'étendue des surfaces inondées ne sont pas souvent disponibles, des renseignements historiques peuvent être obtenus des résidents locaux, des relevés locaux ou de l'analyse géologique des dépôts alluviaux afin de déterminer la fréquence et l'étendue des inondations dans la région. Des cartes peuvent alors être dressées indiquant les secteurs qui risquent de subir des inondations; elles sont particulièrement utiles à l'élaboration de plans et de règlements d'aménagement du territoire pour la région.

Solutions de remplacement aux projets

23. Deux options peuvent diminuer le besoin de recourir à des mesures physiques de nature à perturber l'environnement :

- adapter le fonctionnement des barrages et des bassins de retenue existants



- en amont, de façon à réduire les risques d'inondation;
- faire appel, autant que possible, à des mesures stratégiques comme moyen de réduire ces risques.
24. Si l'intensité et la fréquence des inondations s'accroissent en raison des activités humaines dans le bassin versant, il faut miser davantage sur des solutions stratégiques (telles que la restauration du couvert végétal des endroits défrichés, la protection des terrains en pente, la plantation d'arbres le long des levées fluviales et la restriction d'accès à la région afin d'éviter la migration de populations). Par contre, là où il est nécessaire de protéger les ouvrages existants contre les inondations, il se peut que la seule solution soit de mettre en place des mesures physiques de prévention. En ce cas et pour réduire les impacts environnementaux négatifs, les possibilités résident dans le choix des mesures, de leur mise en place et de leur gestion.

Gestion et formation

25. Le droit d'autorité publique sur les bassins versants et les plaines inondables est divisé hiérarchiquement entre les collectivités locales et les administrations régionales et centrales. Ce droit peut aussi être partagé par des entités gouvernementales de rang égal mais dont les territoires de compétence sont traversés par un même cours d'eau ou être réparti de manière plus diffuse entre un certain nombre d'organes techniques ou opérationnels. Plus la structure administrative sera diffuse et plus il sera difficile d'obtenir une bonne coordination entre les diverses disciplines d'ordre technique et entre les fonctions et les programmes d'actions de chacun.



26. L'adoption d'une approche globale de la gestion des eaux requiert un large éventail de compétences professionnelles en matière de planification et d'élaboration de politiques. Outre les conseils des ingénieurs, des économistes et des aménagistes, les contributions des chercheurs en sciences naturelles (géographes, agronomes, forestiers, zootechniciens, experts en recherche halieutique et écologues, par exemple) et des spécialistes en sciences sociales sont également nécessaires. La participation d'un aussi grand nombre d'experts dans la gestion de la prévention des inondations constitue un défi.

27. Les unités gouvernementales chargées de la prévention des inondations doivent avoir la capacité en matière de planification et de réglementation afin :

- de déterminer les causes et la fréquence des inondations ainsi que l'étendue des secteurs inondés;
- de cerner les effets réels ou potentiels de divers types d'aménagement sur le niveau des inondations;
- de prévoir, mettre en œuvre ou d'instaurer des mesures physiques ou stratégiques de prévention des inondations;
- mettre en place un dispositif d'alerte;
- de déterminer les régions les plus sujettes aux inondations et prendre les mesures qui empêcheront tout aménagement susceptible de créer des risques d'inondations;
- de surveiller les changements pouvant modifier les risques d'inondations et les effets des mesures de prévention des inondations;
- de coordonner les plans et les activités des autres agences responsables d'activités dans le bassin versant.

être également examinés de près. Un suivi régulier devrait recueillir les renseignements suivants :

- la quantité, l'intensité, la durée et la distribution géographique des précipitations et de la fonte des neiges;
- la typologie des orages;
- le taux d'humidité des sols à diverses époques de l'année;
- le débit des cours d'eau (y compris les débits maximaux annuels);
- le stockage, la dérivation et la régularisation des eaux fluviales;
- les modifications des réseaux de drainage et autres facteurs modifiant le ruissellement des eaux pluviales;
- la charge sédimentaire des eaux fluviales;
- les problèmes de sédimentation dans les régions en aval;
- les changements du cours et du lit des rivières;
- les changements démographiques dans les plaines inondables et les bassins versants;
- l'utilisation des terres rurales et urbaines (changement réglementé et non réglementé de l'emploi des terres dans la plaine alluviale et dans le bassin versant);
- les impacts socio-économiques dus au projet (y compris les changements apportés aux pratiques agricoles, pastorales et de pêche préexistantes);
- les effets des mesures de prévention des inondations sur les pêches en eau douce, dans les estuaires et sur les côtes;
- les effets des mesures de prévention des inondations sur la végétation des plaines inondables;
- les effets des mesures de prévention des inondations sur les espaces naturels ainsi que sur les espèces sauvages et leurs habitats.

Préventions des inondations

Impacts potentiels négatifs

Mesures d'atténuation

Impacts directs

- | | |
|---|--|
| 1. Inondations de moindre importance mais de plus longue durée dans la plaine inondable lors de l'ouverture du barrage. | 1. Modifier les pratiques agricoles de manière à s'adapter aux conditions. |
| 2. Risque de défaillance des ouvrages et danger de voir le niveau des eaux excéder leur hauteur ou rendre inopérantes les mesures de prévention mises en place pour les contrôler, mettant en danger la vie et les biens des populations, soit parce que la réalisation du projet ne s'est pas conformée rigoureusement aux mesures de sécurité préconisées initialement soit parce que l'aménagement de la plaine inondable s'est accéléré après l'achèvement du projet. | 2. Mettre en œuvre des mesures stratégiques pour enrayer les risques accrus d'inondation ainsi qu'un dispositif d'alerte. |
| 3. Rupture du cycle d'enrichissement des sols et d'alimentation des eaux souterraines en aval des ouvrages. | 3. En présence de barrages, on peut partiellement atténuer les effets en régulant les quantités d'eau déversées pour qu'elles s'approchent du débit naturel. |
-



DIRECTIVES OPERATIONNELLES DE LA BOAD

- | | |
|--|---|
| <p>4. Réinstallation des populations et autres impacts socio-économiques que subissent les communautés touchées par le projet.</p> | <p>4.</p> <ul style="list-style-type: none">• Déterminer les populations à risque ou celles qui pourraient subir les conséquences des mesures de prévention des inondations.• Intégrer la protection et les intérêts des groupes concernés dans la conception du projet et dans l'analyse des coûts pour réduire les pertes ou pour offrir des compensations financières en échange des avantages et des biens perdus. |
| <p>5. Effets adverses sur les ressources halieutiques ou aquatiques causés par la perturbation des voies migratoires, la détérioration des habitats et l'altération de la qualité de l'eau (accumulation de sédiments, par exemple) qui, à leur tour, mènent à une baisse de la productivité des pêches en eau douce, hauturières ou côtières.</p> | <p>5.</p> <ul style="list-style-type: none">• Installer des échelles à poissons.• Protéger les aires de reproduction des poissons.• Prévoir une gestion intégrée de la pêche y compris des programmes d'alevinage et de reconstitution des stocks. |
-

Prévention des inondations (suite)

Impacts potentiels négatifs

Mesures d'atténuation

Impacts directs (suite)

- | | |
|---|--|
| <p>6. • Impacts négatifs des mesures de rectification d'un cours d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none">• perturbation des habitats halieutiques qu'entraînent l'aplanissement du le lit du cours d'eau;• élévation de la température de l'eau provoquée par l'enlèvement de la végétation se trouvant sur les rives et dans le cours d'eau;• aggravation des problèmes d'érosion et de sédimentation;• érosion du lit et des rives;• inondation et sédimentation en aval. | <p>6. • Effectuer attentivement les choix d'ingénierie lors de la phase de planification.</p> <ul style="list-style-type: none">• Limiter l'importance de la rectification du cours d'eau ou de son entretien.• Mettre en place les mesures d'atténuation qui suivent la phase de construction.• Éviter de réduire le plus possible la longueur du cours d'eau tout en préservant quelques méandres.• Limiter les excavations et le remblayage.• Limiter la destruction de la végétation présente sur les rives et dans le lit du cours d'eau.• Replanter ou réensemencer les rives.• Ne procéder à l'excavation qu'à partir d'une rive (cf. Brookes, 1988). |
| <p>7. Effets adverses des ouvrages.</p> | <p>7. • Réduire ces effets en évitant l'obstruction de l'écoulement naturel, le ruissellement trop abondant, l'érosion incontrôlée du sol et la pollution atmosphérique.</p> <ul style="list-style-type: none">• Réaménager les bancs d'emprunt, contrôler le défrichement des terres et l'élimination des remblais |
-

 **DIRECTIVES OPERATIONNELLES DE LA BOAD**

excédentaires.

- Restreindre l'accès des véhicules aux rives du cours d'eau.
-

Prévention des inondations (suite)

Impacts potentiels négatifs

Mesures d'atténuation

Impacts directs (suite)

- | | |
|--|---|
| 8. Réduction des pâturages dans la plaine inondable en raison des changements écologiques apportés et de l'intensification du développement (agriculture irriguée, par exemple). | 8. • Produire des cultures fourragères, employer les sous-produits des cultures vivrières irriguées et enfin, trouver d'autres sources d'approvisionnement en eau.
• Tenir compte de l'utilisation des grands pâturages libres (par les troupeaux semi-nomades, par exemple) dans les plans de développement afin d'assurer que les pâturages et les ressources en eau disponibles dans la vallée pendant la saison sèche soient suffisamment abondants. |
| 9. Réduction de l'agriculture de décrue. | 9. Maintenir, dans la mesure du possible, un régime naturel de crues dans la plupart des terres productives (et là où se pratique l'agriculture intensive) en évitant d'installer des ouvrages de contrôle du débit dans les cours d'eau ou en installant des équipements permettant des crues « semi-contrôlées ». |
| 10. Obstacles (levées, digues, etc.) aux déplacements des animaux sauvages | 10. Construire des ponts ou des voies de passage. |
| 11. Perte d'espaces naturels et d'habitats sauvages. | 11. • Déterminer les habitats les plus importants et s'efforcer de les protéger en prévoyant des mesures de prévention des |
-

 **DIRECTIVES OPERATIONNELLES DE LA BOAD**

inondations.

- Éviter, autant que possible, de modifier les débits existants si les habitats ou les espèces dépendent du régime naturel des crues.
-

Prévention des inondations (suite)

Impacts potentiels négatifs

Mesures d'atténuation

Impacts directs (suite)

12. Problèmes d'inondations créés en aval.

12. • Protéger les aires naturelles de débordement en aval.
• Créer des bassins de débordement.

Impacts indirects

13. Accroissement de l'accès et des possibilités d'aménagement de la plaine inondable et sentiment de sécurité, une fois les mesures de prévention des inondations prises, se traduisant par un afflux de populations attirées par le développement agricole, l'exploitation forestière, le braconnage, le développement de l'infrastructure, etc.

13. • Limiter l'accès autant que faire ce peut.
• Planifier l'afflux prévu de populations et mettre en place des activités de développement rural.
• Introduire des mesures stratégiques de prévention.

14. Recours accru aux engrais pour remédier à la perte en fertilité des sols, entraînant la pollution des eaux et rendant les agriculteurs dépendants de l'importation de ces produits.

14. • Établir les périodes et les taux d'application optimaux.
• Utiliser des cultures fixatrices d'azote atmosphérique.
• Remplacer les engrais chimiques par des engrais organiques.
-

