

# **INONDATIONS**

## **GUIDE D'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DES BÂTIMENTS VIS-A-VIS DE L'INONDATION**



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

**Ministère de l'emploi,  
de la cohésion sociale  
et du logement**



# SOMMAIRE

## Introduction 1

- Réduire la vulnérabilité des bâtiments à l'inondation
- Objectifs du guide

## Preliminaires 4

- Les dégâts causés par l'eau
- Les situations d'aléa
- Détermination de l'aléa
- Modes de pénétration de l'eau
- Les principes de protection

## Méthodologie 11

- Niveau de référence
- Grilles de lecture

## Situation 1 15

## Situation 2 23



# INTRODUCTION

## Réduire la vulnérabilité des bâtiments à l'inondation

**P**armi les risques naturels susceptibles d'affecter le territoire français, l'inondation concerne, en partie ou en totalité, une commune sur trois environ. Les zones sensibles sont cartographiées. Les risques d'inondation représentent plus de la moitié du coût des dommages imputables aux catastrophes naturelles. Le nombre de personnes concernées annuellement est estimé à 80 000.

Les bâtiments concernés sont des constructions existantes dont les choix de localisation et de parti constructif n'ont pas toujours anticipé l'occurrence d'inondation. Ainsi, des bâtiments qui n'ont jamais connu d'inondation peuvent se retrouver inondés du fait de modifications de l'écoulement des eaux induits par des travaux divers modifiant les régimes d'écoulement ou à l'occasion de précipitations exceptionnelles.

La question se pose alors de définir des mesures d'intervention sur ces bâtiments avec un triple objectif :

- ▶ limiter les risques pour les personnes,
- ▶ limiter les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état,
- ▶ limiter le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes.

La définition précise de ces mesures de réduction de la vulnérabilité dépend de chaque cas. La situation du bâtiment, sa construction, l'aléa caractérisant l'inondation, le type d'activité sont autant de paramètres à prendre en compte.

On peut cependant énoncer des actions contribuant à répondre aux trois objectifs énoncés.

Tableau 1 : exemples d'actions en réponse aux trois objectifs

| Exigences / objectifs                                                                              | Questions à examiner                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Limitier les risques pour les personnes                                                            | Identifier ou créer une zone refuge<br>Faciliter l'évacuation des personnes<br>Empêcher la flottaison d'objets<br>...              |
| Limitier les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état     | Limitier la pénétration d'eau dans le logement<br>Limitier la pénétration d'eau polluée<br>Limitier la pénétration de fines<br>... |
| Limitier le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes | Faciliter la remise en route des équipements<br>Faciliter le nettoyage<br>Faciliter le séchage<br>...                              |



# Objectifs du guide

Plusieurs documents à destination des personnes concernées (sinistrés potentiels, professionnels, personnels des services techniques...) sont d'ores et déjà disponibles qui listent les points sensibles des bâtiments et décrivent des interventions possibles<sup>1</sup>.

L'ambition de ce guide est de compléter ces informations en procurant une méthode d'approche pour aider à organiser un plan d'interventions.

Il est proposé de construire ce plan à partir d'une "lecture" du bâtiment adaptée au type d'inondation. Dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques (P.P.R)<sup>2</sup> inondation approuvé, les éventuelles prescriptions de réduction de la vulnérabilité qu'il contient seront intégrées au plan d'interventions.

Les travaux nécessaires à la mise en oeuvre de ces mesures seront réalisés par des professionnels du bâtiment. Certaines mesures peuvent nécessiter l'obtention d'une autorisation (permis de construire par exemple).



<sup>1</sup> [www.prim.net](http://www.prim.net) : site du ministère de l'écologie et du développement durable dédié à la prévention des risques majeurs

<sup>2</sup> Des informations relatives aux PPR sont disponibles sur le site [www.prim.net](http://www.prim.net)

## Les dégâts causés par l'eau

L'eau a toujours été le principal ennemi des bâtiments. Elle peut notamment dégrader les performances des matériaux et des ouvrages, créer un environnement intérieur inacceptable du point de vue du confort et de la santé des occupants (voir tableau 2).

Les règles de construction sont élaborées afin de limiter ces impacts néfastes. Elles prennent en compte l'eau sous toutes ses formes : liquide, vapeur, solide. Cependant, à de très rares exceptions près (poussée d'Archimède sur des cuvelages, sur les cuves d'hydrocarbure par exemple), la situation d'inondation est ignorée de ces textes. L'inondation constitue ainsi une situation totalement anormale pour un bâtiment conçu et réalisé suivant ces règles techniques. Malgré cela, un grand nombre de bâtiments se trouvent exposés au risque d'inondation, soit depuis leur origine (construction en bordure de rivière par exemple), soit par suite de travaux d'aménagement qui ont modi-

fié les conditions locales d'écoulement des eaux.

Comme il n'est pas possible de déplacer ces bâtiments hors de la zone à risque et que le choix est fait le plus souvent de continuer à les occuper, il est utile de connaître le comportement des principaux ouvrages au cours d'une inondation afin de définir des recommandations pertinentes relatives à la réduction de la vulnérabilité des bâtiments concernés ainsi que des conseils quant aux conditions de réoccupation des bâtiments après inondation. Une des recommandations parfois formulée consiste à utiliser des "matériaux moins sensibles à l'eau". Passé l'évidence du propos, le prescripteur soucieux d'appliquer cette recommandation ne dispose pas à ce jour en France de document présentant une liste de tels matériaux<sup>3</sup>. Il y aurait nécessité à créer une base de connaissance en ce domaine afin de mieux anticiper les dégâts et asseoir les recommandations de réduction de vulnérabilité sur des bases rigoureuses. La durée d'immersion, qui joue un rôle important dans le processus de dégradation des performances des matériaux de construction et des ouvrages, devrait faire partie des données nécessaires à l'utilisation de telles informations.

<sup>3</sup> Un tel document a été établi par les autorités fédérales américaines, dans un contexte assurantiel très différent de celui existant en France : *Flood-Resistant Materials Requirements for Buildings Located in Special Flood Hazard Areas in accordance with the National Flood Insurance Program*, Federal Emergency Management Agency (FEMA), Federal Insurance Administration (FIA), technical bulletin FIA-TB-2, 4/93

Tableau 2 : Principaux processus de dégradation liés à l'eau des matériaux/ouvrages lors d'une inondation

| Processus de dégradation  | Principe de dégradation                                                | Exemples de matériaux / ouvrages concernés                                | Exemples de conséquences                                                                              |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Humidification</b>     | Imprégnation :<br>- par capillarité,<br>- par condensation             | Quasiment tous les matériaux (bois, minéraux)                             | Affaiblissement mécanique (pourriture du bois)<br>Conséquences éventuelles sur la santé (moisissures) |
| <b>Hydrolyse</b>          | Réaction chimique                                                      | Colles, peintures                                                         | Dissolution (plâtre),<br>décollement, cloquage                                                        |
| <b>Déformation</b>        | Gonflement consécutif à l'absorption                                   | Bois agglomérés, certains bois massifs, certains isolants fibreux         | Ouvrages impropres à leur destination                                                                 |
|                           |                                                                        | Matériaux minéraux                                                        | Gauchissement (plaques minces...)                                                                     |
| <b>Corrosion</b>          | Action électrolytique                                                  | Métaux, notamment ferreux                                                 | Ecaillage, éclatement des parties scellées                                                            |
| <b>Rétention de fines</b> | Action de filtre des particules transportées par l'eau de l'inondation | Matériaux présentant des cavités (fibreux, cellulaires, appareillages...) | Appareillages hors service<br>Conséquences éventuelles sur la santé                                   |

## Les situations d'aléa

L'aléa inondation est caractérisé par trois paramètres : hauteur, durée, vitesse.

La **hauteur d'eau** est celui, parmi ces trois paramètres, qui peut être évalué de la manière la plus fiable dans le cas d'une inondation de plaine et de remontée de nappe. Les documents (PPR, AZI)<sup>4</sup> et repères de

mémoire (histoire/mémoire locale, témoins de niveaux d'événements antérieurs) s'y réfèrent explicitement. La précision de cette évaluation peut cependant être médiocre pour un bâtiment particulier.

La **durée d'immersion** peut également avoir été enregistrée mais ce n'est pas la règle. Il a été rappelé au

<sup>4</sup> PPR : Plan de prévention des risques  
AZI : Atlas des zones inondables

chapitre précédent l'importance de ce paramètre dans le processus de dégradation des performances des matériaux et des ouvrages.

La **vitesse du courant** peut résulter de spécificités très localisées au voisinage immédiat du bâtiment. Un fort courant peut être un facteur aggravant même pour un faible niveau et une faible durée.

Un fort courant peut induire la destruction de certains ouvrages du fait de l'action dynamique de l'écoulement et/ou des chocs éventuels avec des objets lourds entraînés par le courant. La prédiction du comportement dépend de nombreux facteurs parmi lesquels les qualités mécaniques de l'ouvrage et la présence ou non d'ouvertures.

Rappelons par ailleurs que, même

en l'absence de débit d'eau important, un mur maçonné de facture courante est fragilisé dès qu'il est soumis à une différence de hauteur de l'ordre d'un mètre entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Cet élément est à retenir pour dimensionner les dispositifs destinés à empêcher l'eau de pénétrer dans les bâtiments. Une trop grande efficacité de ces dispositifs sur une hauteur importante créerait un risque important de ruine des murs.

L'importance relative de ces trois paramètres en terme de cause prépondérante de dégât dépend du type d'inondation. Le classement proposé dans le tableau 3 est établi du point de vue des impacts sur le bâtiment.

**Tableau 3 : caractérisation de l'aléa en fonction du type d'inondation établie en fonction de son impact sur le bâtiment**

|                                 |   | Situation I |                              | Situation II |               |
|---------------------------------|---|-------------|------------------------------|--------------|---------------|
| Type d'inondation               |   | Plaine      | Remontée de nappe phréatique | Torrentielle | Ruissellement |
| Ordre d'importance des facteurs | 1 | Hauteur     | Hauteur                      | Vitesse      | Vitesse       |
|                                 | 2 | Durée       | Durée                        | Hauteur      | Hauteur       |
|                                 | 3 | Vitesse     | Vitesse                      | Durée        | Durée         |

Dans chacune de ces deux situations, le triple objectif assigné aux mesures de réduction de la vulnérabilité<sup>5</sup> se décline de manière différente, notamment du fait de la rapi-

dité du phénomène. Le temps dont disposent les occupants pour intervenir conditionne en effet la nature et la portée de ces interventions comme présenté dans le tableau 4.

Tableau 4 : incidence des situations sur la nature et la portée des mesures de prévention

|                                                                                                          | Situation 1                                                                                                                                                                                                   | Situation 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Limiter les risques pour les personnes</b>                                                            | La montée des eaux s'effectue sur un ou plusieurs jours, permettant ainsi de mettre en oeuvre sans précipitation des mesures de préservation des mobiliers et équipements ainsi qu'une éventuelle évacuation. | La montée des eaux est généralement rapide ce qui plaide pour une bonne anticipation des mesures de prévention. L'arrivée généralement brutale de l'eau peut générer un choc initial destructeur (effet de vague) qui limite la portée de mesures de prévention. Par ailleurs, un fort courant peut provoquer des affouillements des fondations préjudiciables à la stabilité du bâtiment. Ces vulnérabilités particulières des bâtiments doivent être identifiées au cas par cas. Dans certaines situations extrêmes, l'abandon préalable du bâtiment peut être la solution la plus pertinente. |
| <b>Limiter les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état</b>     |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Limiter le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes</b> | La durée de certaines inondations (plusieurs semaines) peut dégrader des ouvrages de second œuvre dans des proportions qui atténuent fortement l'effet des mesures.                                           | Privilégier les dispositions destinées à limiter les effets destructeurs liés au courant et compléter par des mesures adaptées de la situation 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

<sup>5</sup> - limiter les risques pour les personnes,  
 - limiter les dommages aux biens dans la perspective de minimiser les travaux de remise en état,  
 - limiter le délai de reprise de possession des lieux dans des conditions sanitaires satisfaisantes.

# D

## Détermination de l'aléa

L'évaluation des trois paramètres (hauteur d'eau, durée d'immersion, vitesse du courant) est plus ou moins aisée.

Il n'existe pas de carte ou de document qui fournit ces informations pour un bâtiment particulier.

Il faut cependant s'efforcer d'approcher les valeurs de ces paramètres pour définir des mesures pertinentes de prévention.

A défaut de les évaluer précisément la démarche pourra consister à opérer par hypothèses d'aléa croissant en examinant, à l'aide des outils proposés, les implications, notamment financières, de la mise en œuvre des mesures préconisées.

8

# M

## Mode de pénétration de l'eau

Deux situations sont à distinguer suivant qu'il existe ou non un espace en sous-sol : cave, locaux semi enterrés...

### ► Espace en sous-sol

Même avant que l'eau n'affleure le sol, elle peut remplir les espaces en sous-sol par percolation à travers les

parois enterrées notamment en cas de remontée de nappe (figure 1).

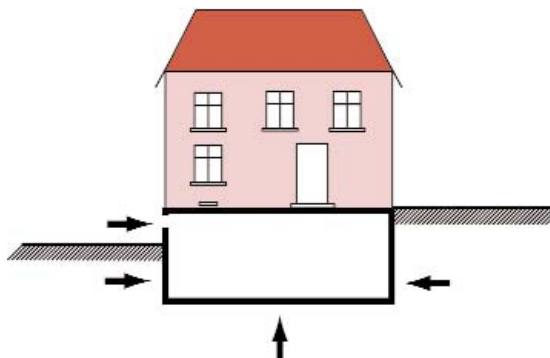
Dès que l'eau affleure le sol, le phénomène précédent est complété par le déversement de l'eau par une ouverture/voie d'eau (souterrain, grille d'aération...).

L'occultation de ces voies d'eau (difficile à garantir sauf à disposer de dispositifs d'occultation parfaitement adaptés) et l'imperméabilisation des parois enterrées (difficile à réaliser pour un bâtiment existant) ne sont pas obligatoirement la panacée. Une étanchéité trop parfaite, aboutissant à ne pas avoir d'eau dans l'espace en sous-sol, pourrait mettre en péril la stabilité du bâtiment du fait de la poussée sur les murs enterrés et de la poussée d'Archimède sur l'ensemble du bâtiment.

La réponse à cette question passe par une étude au cas par cas. La géométrie des murs, leur composition, leur qualité mécanique entrent en ligne de compte dans cette appréciation.

Prévoir le remplissage de cet espace est une solution qui présente moins de risques du point de vue de la stabilité dans la mesure où l'équilibre des pressions de chaque côté du mur est assuré pendant toute la durée de l'inondation (attention toutefois à ne pas créer de différence de pression importante au moment de l'évacuation de l'eau après inondation). La mise en œuvre d'une telle solution demande à être anticipée notamment par le choix de l'usage qui est affecté à cet espace et par le choix de matériaux minéraux qui seront peu dégradés par l'eau (béton brut, maçonnerie apparente...).

Figure 1 : modes de pénétration de l'eau dans les espaces en sous-sol



### ► Ouvrages situés au dessus du sol

Intuitivement, il existe des seuils de déclenchement de mesures de réduction de la vulnérabilité qui correspondent à l'apparition de voies d'eau au fur et à mesure que l'eau monte.

La démarche qui consisterait à vouloir rendre étanche les murs extérieurs et le plancher bas du bâtiment est vouée à l'échec pour plusieurs raisons :

- ces ouvrages sont conçus et réalisés suivant des règles définies pour limiter les risques de contact des ouvrages avec l'eau de pluie et l'eau de condensation et pour évacuer facilement cette eau le cas échéant. L'immersion n'est pas une situation prise en compte par ces règles,
- un bâtiment est ancré au sol et ne pourrait résister aux efforts dus à la poussée d'Archimède sans entraîner la ruine totale ou partielle des ouvrages,

- les dimensions des murs maçonnés (technique largement dominante) ne permettent pas à ces ouvrages de résister à la pression hydrostatique engendrée par la hauteur d'eau.

Concernant ce dernier point, le seuil d'un mètre (différence de hauteur entre l'intérieur et l'extérieur) correspond à la zone de fragilité des murs maçonnés évoquée précédemment. La hauteur d'un mètre a été retenue par le MEDD<sup>6</sup> comme cote de sécurité dans le cas d'utilisation de barrières anti-inondation.

### ► Pénétration par les réseaux d'évacuation

Les eaux usées domestiques sont évacuées par des réseaux spécialisés vers l'extérieur où elles sont traitées.

Dès lors que ces installations de traitement, collectives ou individuelles, sont inondées, la pression de l'eau peut refouler les eaux usées vers le bâtiment. Ces effluents peuvent

<sup>6</sup> MEDD : ministère de l'écologie et du développement durable

alors ressortir par les évacuations de tous les équipements sanitaires (douches, baignoires, cuvettes de WC, lavabo, évier).

La mise en place d'un clapet anti-retour permet de limiter ces refoulements. L'adoption de cette mesure nécessite un examen du réseau et la connaissance de l'existence éventuelle de dispositifs déjà installés.

## Les principes de protection

Le déplacement du bâtiment étant une solution exclue compte-tenu des modes de construction des bâtiments en France<sup>7</sup>, le principe de protection repose sur trois types d'actions :

- organiser l'activité dans le bâtiment de manière à limiter la vulnérabilité des personnes, ouvrages, biens et équipements dans les parties situées en dessous du niveau d'eau correspondant à l'aléa de référence retenu,
- remplacer, là où il est possible de le faire, les matériaux sensibles à l'eau par d'autres qui le sont moins<sup>8</sup>,
- limiter, autant que faire se peut, la pénétration de l'eau à l'intérieur du bâtiment sans mettre en péril sa structure.

La mise en œuvre de ces principes suppose une implication forte des sinistrés potentiels.

<sup>7</sup> Ce n'est pas le cas par exemple aux Etats-Unis où la légèreté des constructions en bois permet leur transport/démontage/surélévation.

<sup>8</sup> Dans l'attente de la parution de guides spécialisés sur ce sujet, se référer au guide DGUHC "Inondation : guide de remise en état des bâtiments" (cf. thème "Bâtiment et sécurité")

La présentation de la méthode est guidée par la distinction introduite précédemment suivant que le bâtiment se trouve en “situation I” ou en “situation II”.

Cette distinction repose sur la différence des modes prédominants d'agression des ouvrages dans chacune des deux situations : hauteur (et durée) en situation I, vitesse en situation II.

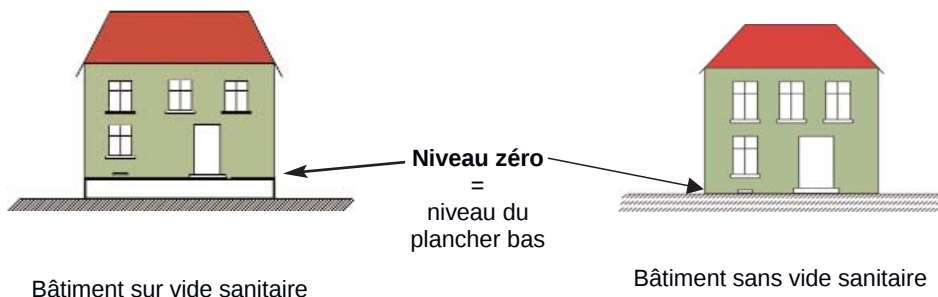
Afin de faciliter l'utilisation de la méthode, une présentation commune pour les deux situations a été adoptée. Les grilles utilisées ont la même forme et leur principe de lecture est similaire.

Il est nécessaire d'introduire au préalable une convention commune aux deux situations.

## Niveau de référence

Qu'il y ait ou non un vide sanitaire, le niveau de référence considéré est celui du plancher bas, pris comme niveau zéro par convention (figure 2).

**Figure 2 : Définition du NIVEAU ZÉRO de référence**



# Grille de lecture

12

Trois grilles sont proposées pour chacune des deux situations. Elles correspondent à chacune des trois questions exposées en introduction :

- protection des personnes,
- limitation de l'atteinte aux biens,
- limitation des délais de reprise de possession des lieux.

Cette séparation en trois grilles est destinée à faire ressortir les mesures qui relèvent plus particulièrement du traitement de telle ou telle question. Le programme définitif d'intervention est à construire à partir des réponses issues de chacune des trois grilles.

Chaque grille est composée de la manière suivante (figure 3) :

- à gauche, une échelle de hauteur d'eau dont le niveau zéro répond à la convention adoptée :
  - en situation I, cette échelle de hauteur est l'échelle d'aléa,
  - en situation II, l'aléa devrait être fixé à partir d'une indication de vitesse. Or, il est assez illusoire de vouloir accéder à cette information au niveau d'un bâtiment particulier. Pour cette raison et afin de conserver la lisibilité de la présentation des mesures de prévention, nous avons conservé la même forme de grille qu'en

situation I. L'échelle de hauteur permet alors de situer les interventions par rapport au bâtiment,

- au centre, des indications de mesures de réduction de la vulnérabilité classées par ordre décroissant de priorité de gauche à droite. Chaque intervention est accompagnée d'une indication sur sa portée et des limites,
- à droite, des mesures d'accompagnement des mesures de réduction de la vulnérabilité qui se déclinent en :
  - mesures lors de l'annonce de crue,
  - mesures pendant la crue,
  - mesure à la décrue.

L'utilisation de ces grilles découle de leur structure :

- repérer le niveau d'aléa sur l'échelle,
- prendre en compte les mesures situées en dessous de ce niveau.

**Nota :** chaque cas est particulier. La lecture de la grille ne donne pas directement le programme d'intervention mais indique la palette de possibilités d'actions et les cohérences à assurer entre ces actions.

**Figure 3 : principe d'organisation des grilles de lecture**

|  | H<br>(cm)       | Mesures de réduction<br>de la vulnérabilité                |  |  | Mesure lors de<br>l'annonce de<br>crue | Mesure<br>pendant<br>la crue | Mesure<br>à la<br>décrue |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
|                                                                                  | > 250           |                                                            |  |  |                                        |                              |                          |
|                                                                                  | 100<br>à<br>250 |                                                            |  |  |                                        |                              |                          |
|                                                                                  | 0<br>à<br>100   | <div> <div>Priorité décroissante</div> <div>→</div> </div> |  |  |                                        |                              |                          |
|                                                                                  | < 0             |                                                            |  |  |                                        |                              |                          |



# SITUATION I

| Type d'inondation               |   | Plaine      | Remontée de nappe phréatique | Vitesse de montée des eaux |
|---------------------------------|---|-------------|------------------------------|----------------------------|
| Ordre d'importance des facteurs | 1 | Hauteur     |                              | Faible                     |
|                                 | 2 | Durée       |                              |                            |
|                                 | 3 | Vitesse     |                              |                            |
|                                 |   | Situation I |                              |                            |

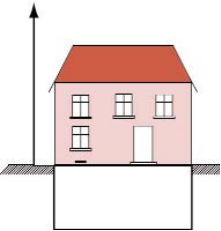
La démarche proposée s'appuie sur les points suivants :

- la “lecture” du bâtiment s'effectue suivant un axe vertical en partant du bas jusqu'au niveau d'aléa fixé,
- les grilles de lecture font apparaître des seuils d'aléa qui permettent d'apprécier la portée d'une intervention c'est-à-dire d'évaluer jusqu'à quelle hauteur cette intervention reste pertinente. Ces cotes verticales ne définissent pas des références absolues de hauteur mais définissent plutôt des zones dans lesquelles les mesures suggérées sont à mettre en œuvre,
- la description des mesures est accompagnée d'une indication sur les limites et la portée des interventions.

Idéalement, il faudrait pouvoir attribuer une probabilité d'occurrence à un niveau d'aléa donné. L'analyse économique serait alors rendue plus rigoureuse en ce qu'elle aboutirait à mettre au regard d'un coût d'intervention (traduction directe de la liste de priorités) une probabilité de coût de dégâts en cas de dépassement du seuil pour lequel les mesures de protection adoptées sont réputées adaptées.

Dans la pratique, il paraît difficile d'obtenir cette probabilité et il faut essayer de déterminer un niveau d'aléa “le plus proche” de ce que le bâtiment peut subir “fréquemment”. L'évaluation du coût des interventions est envisageable à l'issue de l'utilisation de la grille.

Tableau 5 : limiter les risques

|  | H<br>(cm) | Mesures de réduction de la vulnérabilité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                   | > 100     | Disposer d'une zone refuge (étage, combles, surélévation, dans un autre bâtiment non exposé)                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                   | 0 à 100   | <p>Créer, à 1 m environ au-dessus de la cote de référence, un anneau d'amarrage pour embarcation de secours.</p> <p>Organiser l'activité des espaces<sup>9</sup>.</p> <p><b>Nota :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prévoir une procédure d'évacuation des personnes,</li> <li>• planifier la répétition de cette procédure hors période de crue.</li> </ul> |
|                                                                                   | < 0       | Prévoir la protection de l'accès à la cave                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

<sup>9</sup> En particulier, ne pas créer de lieu de séjour de personnes vulnérables dans les espaces concernés par l'inondation de référence.

# I

## pour les personnes

| Mesures lors de l'annonce de crue                                                                                                                                                                  | Mesure à la décrue                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                    |                                                                              |
| Evacuer vers la zone refuge les personnes et les équipements nécessaires à l'attente des secours.                                                                                                  |                                                                              |
| Anticiper la mise en œuvre : <ul style="list-style-type: none"><li>• de l'organisation des espaces,</li><li>• de la procédure d'évacuation des personnes</li></ul> Couper l'électricité et le gaz. |                                                                              |
| Protéger les accès à la cave.                                                                                                                                                                      | Ne retirer la protection d'accès que lorsque l'eau a été évacuée de la cave. |

Tableau 6 : limiter



| H<br>(cm) | Mesures de réduction de la vulnérabilité                                                                                |                                                                                                                   |                                           |                                                         |                                            |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| > 100     | DANGER <sup>10</sup>                                                                                                    |                                                                                                                   |                                           |                                                         |                                            |
| 0 à 100   | Prévoir des barrières anti-inondation pour occulter les portes et portes-fenêtres                                       | Occulter les voies d'eau : plancher bas, périphérie du bâtiment (passages de canalisation et câbles, fissures...) | Prévoir une occultation des entrées d'air | Surélever les équipements (chaudières, compteur EdF...) | Installer clapet anti-retour sur réseau EV |
| < 0       | Supprimer dans la cave les revêtements (sols, murs) en matériaux dégradables (plâtre, carton, assemblages colles, bois) |                                                                                                                   |                                           |                                                         |                                            |

<sup>10</sup> Au-dessus de la cote de 1 m, le danger réside, pour les occupants éventuellement présents à l'intérieur du bâtiment :

- dans le risque lié à la brusque pénétration de l'eau dans le bâtiment en cas de rupture de la barrière,
- dans la difficulté de franchissement de la barrière pour toute intervention nécessitant ce franchissement,
- dans la sollicitation importante de la structure du bâtiment liée à la différence de hauteur entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment.

## les dommages aux biens

| Mesures lors de l'annonce de crue                                                                                |                                                        |                                            |                                    | Mesures pendant la crue                                                                                                        | Mesure à la décrue                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>DANGER <sup>10</sup></b>                                                                                      |                                                        |                                            |                                    |                                                                                                                                |                                           |
| Installer les barrières anti-inondation<br><br>Placer les meubles sur cales<br><br>Déplacer les objets à l'étage | Fermer le clapet anti-retour sur EU (si clapet manuel) | Evacuer les objets stockés vers les étages | Occulter les ouvertures d'aération | Pompage pour évacuer l'eau vers l'extérieur (pompage manuel ou sur batterie, limité à l'évacuation de faibles quantités d'eau) | Rétablir les évacuations et les aérations |
| Evacuer les objets stockés vers les étages                                                                       |                                                        |                                            |                                    | Laisser remplir la cave<br><br>Protéger les accès                                                                              | Baisser graduellement le niveau de l'eau  |

Tableau 7 : limiter les délais

|  | H<br>(cm) | Mesures de réduction                                                      |                                                    |                                            |                        |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                                                                                   | 100 à 250 | DANGER <sup>11</sup>                                                      |                                                    |                                            |                        |                             |
|                                                                                   | 0 à 100   | Mise en place de barrières anti-inondation                                | Revêtements de sol peu sensibles (carrelages, ...) | Installer clapet anti-retour sur réseau EU | Doublages sur ossature | Cloisons maçonnées enduites |
|                                                                                   | < 0       | Supprimer dans la cave les (sols, murs) en matériaux dégradables (plâtre, |                                                    |                                            |                        |                             |

Nota :

mesures destinées à faciliter la remise en état des bâtiments. Leur intérêt est variable en fonction des situations et croît quand le niveau de l'eau atteint environ 70 cm.

<sup>11</sup> Au-dessus de la cote de 1 m, le danger réside, pour les occupants éventuellement présents à l'intérieur du bâtiment :

- dans le risque lié à la brusque pénétration de l'eau dans le bâtiment en cas de rupture de la barrière,
- dans la difficulté de franchissement de la barrière pour toute intervention nécessitant ce franchissement,
- dans la sollicitation importante de la structure du bâtiment liée à la différence de hauteur entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment.

# I

## de possession des lieux

| de la vulnérabilité                           |                                 |                                                       |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Enduit extérieur fortement capillaire         | Réseaux électriques descendants | Revêtements muraux peu sensibles (enduit ciment, ...) |
|                                               |                                 |                                                       |
| revêtements carton, assemblages colles, bois) |                                 |                                                       |

| Mesure à la décrue                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Faciliter le séchage : chauffage intérieur sans apport de vapeur d'eau et ventilation.</p> <p>Attention lors du séchage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- trop rapide, il peut entraîner des déformations,</li> <li>- arrêté trop tôt, il peut rester une quantité d'eau importante à évacuer.</li> </ul> |

|                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Consulter le guide DGUHC "Inondations : guide de remise en état des bâtiments".</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|



# SITUATION II

| Type d'inondation               |   | Torrentielle | Ruissellement | Vitesse de montée des eaux |
|---------------------------------|---|--------------|---------------|----------------------------|
| Ordre d'importance des facteurs | 1 | Vitesse      |               | Rapide                     |
|                                 | 2 | Hauteur      |               |                            |
|                                 | 3 | Durée        |               |                            |
|                                 |   | Situation II |               |                            |

La vitesse du courant étant la caractéristique principale de l'aléa, les dégradations attendues sont essentiellement dues aux effets dynamiques de l'eau et aux chocs éventuels avec des objets entraînés par les flots. Ces dégradations augmentent a priori avec la hauteur mais elles peuvent être importantes même à des hauteurs modestes : affouillement de fondations, soulèvement de planchers sur vide sanitaire, effondrement de mur, arrachement de portes et portes fenêtres, bris de cloisons...

Ces effets s'ajoutent à ceux rencontrés en situation I. Cependant, certaines des mesures pertinentes en situation I se révèlent peu adaptées en situation II compte tenu de l'importance des dégâts potentiels. L'appréciation *a priori* de la vitesse des flots au niveau d'un bâtiment

particulier est très difficile. Seule une expérience passée peut donner un point de repère par la description des dégâts subis<sup>12</sup>.

La démarche proposée s'appuie sur les points suivants :

- la "lecture" du bâtiment s'effectue suivant un axe vertical en partant du bas jusqu'au niveau d'aléa fixé,
- les grilles de lecture font apparaître des seuils de hauteur qui permettent de localiser la cote verticale d'une intervention,
- la description des mesures est accompagnée d'une indication sur les limites et la portée des interventions.

<sup>12</sup> Les textes relatifs à l'élaboration des PPR font référence à une échelle à trois degrés (faible, moyenne, forte) pour caractériser la vitesse des flots lors d'une inondation (MELAT-METL, Guide méthodologique PPR risques inondations, 1999)

Tableau 8 : limiter les risques

|  | H<br>(cm)                  | Mesures de réduction de la vulnérabilité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | > hauteur plancher d'étage | Absence de mesure de réduction de la vulnérabilité : prévoir l'abandon du bâtiment <sup>13</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                   | 0 à hauteur plancher étage | <p>Disposer d'une zone refuge (étage, combles, surélévation) rendant possible l'évacuation par hélitreuillage (fenêtre de toit de dimension adaptée, balcon, terrasse).</p> <p>Une autre option consiste à prévoir un refuge dans un bâtiment non exposé à la crue.</p> <p><b>Nota :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Prévoir une procédure d'évacuation des personnes vers la zone refuge,</li> <li>● Planifier la répétition de cette procédure hors période de crue.</li> </ul> |
|                                                                                   | < 0                        | Prévoir la protection de l'accès à la cave.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

<sup>13</sup> L'arrivée généralement brutale de l'eau peut générer un choc initial destructeur (effet de vague) qui limite la portée de mesures de prévention. Cette vulnérabilité particulière des bâtiments doit être identifiée au cas par cas. Dans certaines situations extrêmes, l'abandon préalable du bâtiment peut être la solution la plus pertinente.

# II

## pour les personnes

| Mesures lors de l'annonce de crue                                                                                                        | Mesure à la décrue                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Evacuation du bâtiment                                                                                                                   |                                                                                                   |
| Evacuer vers la zone refuge les personnes et les équipements nécessaires à l'attente des secours.<br><br>Couper le gaz et l'électricité. | Faire vérifier la stabilité des ouvrages par un professionnel avant de pénétrer dans le bâtiment. |
| Protéger les accès à la cave.                                                                                                            | Ne retirer la protection d'accès que lorsque l'eau a été évacuée de la cave.                      |

Tableau 8 : limiter les

| H<br>(cm)                      | Mesures de réduction de la vulnérabilité                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                    |                                            |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| > hauteur plancher d'étage     | Absence de mesure de réduction de la vulnérabilité : prévoir l'abandon du bâtiment <sup>15</sup>                                                                                                              |                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                    |                                            |
| 70 à hauteur de plancher étage | Supprimer les murets de clôture <sup>16</sup> et les remplacer par des haies.                                                                                                                                 | Déplacer les stockages de fuel et de gaz dans des zones hors d'atteinte. | DANGER                                                                                                                                | Occulter les voies d'eau : plancher bas, périphérie du bâtiment (passages de canalisation et câbles, fissures...). | Prévoir une occultation des entrées d'air. |
| 0 à 70                         |                                                                                                                                                                                                               |                                                                          | Prévoir des barrières anti-inondation si le bâtiment ne comporte aucune porte ou porte-fenêtre située face au courant <sup>17</sup> . |                                                                                                                    |                                            |
| < 0                            | Supprimer les accès au vide sanitaire qui se trouvent face au placer par des accès situés en aval.<br>Supprimer dans la cave les revêtements (sols, murs) en dégradables (plâtre, carton, assemblages colles, |                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                    |                                            |

### Mesures extérieures au bâtiment

<sup>14</sup> La mise en œuvre de ces mesures peut être difficile en cas d'évènement brusque.

<sup>15</sup> L'arrivée généralement brutale de l'eau peut générer un choc initial destructeur (effet de vague) qui limite la portée de mesures de prévention. Cette vulnérabilité particulière des bâtiments doit être identifiée au cas par cas. Dans certaines situations extrêmes, l'abandon préalable du bâtiment peut être la solution la plus pertinente.

<sup>16</sup> Ces murets sont en général fondés superficiellement et sont facilement emportés par le courant. Ils peuvent alors être projetés contre le bâtiment.

<sup>17</sup> Ces barrières ne sont pas destinées à résister face au courant. La cote maximale d'usage parallèlement au courant a été ramenée de 1m à 70 cm pour tenir compte des effets du courant.

dommages aux biens

|                                                          |                                             | Mesures lors de l'annonce de crue <sup>14</sup>                                                       |                                                      |                                             | Mesure à la décrue                  |                                                        |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                          |                                             |                                                                                                       |                                                      |                                             |                                     |                                                        |
| Surélever les équipements (chaudières, compteur EdF...). | Installer clapet anti-retour sur réseau EV. |                                                                                                       | Fermer clapet anti-retour sur EU (si clapet manuel). | Evacuer les objets stockés vers les étages. |                                     |                                                        |
|                                                          |                                             | Installer les barrières anti-inondation<br>Placer meubles sur cales<br>Déplacer les objets à l'étage. |                                                      |                                             | Occulter les ouvertures d'aération. | Rétablir les évacuations et les aérations.             |
| courant. Les rem-matériaux bois)                         |                                             | Evacuer les objets stockés dans la cave vers les étages.                                              |                                                      |                                             |                                     | Baisser graduellement le niveau de l'eau dans la cave. |

Tableau 10 : limiter les délais de

|  | H<br>(cm)                                 | Mesures de réduction                                                                                                                  |                                                                                    |                                             |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|
|                                                                                   | > hauteur plancher d'étage                | Absence de mesure de réduction de la vulnérabilité :                                                                                  |                                                                                    |                                             |                        |
|                                                                                   | de environ 70 à hauteur de plancher étage | DANGER                                                                                                                                |                                                                                    |                                             | Doublages sur ossature |
|                                                                                   | 0 à environ 70                            | Prévoir des barrières anti-inondation si la bâtiment ne comporte aucune porte ou porte-fenêtre située face au courant <sup>19</sup> . | Poser des revêtements de sol facilitant le nettoyage et le séchage (carrelages...) | Installer clapet anti-retour sur réseau EU. |                        |
|                                                                                   | < 0                                       | Supprimer dans la cave les revêtements (sols, (plâtre, carton, assemblages                                                            |                                                                                    |                                             |                        |

<sup>18</sup> L'arrivée généralement brutale de l'eau peut générer un choc initial destructeur (effet de vague) qui limite la portée de mesures de prévention. Cette vulnérabilité particulière des bâtiments doit être identifiée au cas par cas. Dans certaines situations extrêmes, l'abandon préalable du bâtiment peut être la solution la plus pertinente.

<sup>19</sup> Ces barrières ne sont pas destinées à résister face au courant. La cote maximale d'usage parallèlement au courant a été ramenée de 1m à 70 cm pour tenir compte des effets du courant.

reprise de possession des lieux

de la vulnérabilité

prévoir abandon du bâtiment<sup>18</sup>

|                                    |                                                 |                                        |
|------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Cloisons<br>maçonnées<br>enduites. | Enduit<br>extérieur<br>fortement<br>capillaire. | Réseaux<br>électriques<br>descendants. |
|                                    |                                                 |                                        |

murs) en matériaux dégradables  
colles, bois).

| Mesure à la décrue                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Faciliter le séchage :<br/>chauffage intérieur sans<br/>apport de vapeur d'eau et ven-<br/>tilation.</p> <p>Attention lors du séchage :<br/>- trop rapide, il peut entraîner<br/>des déformations,<br/>- arrêté trop tôt, il peut rester<br/>une quantité d'eau importante<br/>à évacuer.</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



Novembre 2005

Ce document a été élaboré par le CSTB  
(Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)

Mise en page, suivi d'édition : Mission de la Communication de la DGUHC

Cette brochure est téléchargeable sur [www.logement.gouv.fr](http://www.logement.gouv.fr) (publications)

Reproduction interdite sans autorisation

Crédits photos : CSTB





direction générale  
de l'Urbanisme  
de l'Habitat et  
de la Construction

Bureau des  
partenariats et des  
actions territoriales  
Arche sud  
92055 La Défense  
cedex

téléphone :

33 (0) 1 40 81 21 22

télécopie :

33 (0) 1 40 81 91 40

Internet :

[www.logement.](http://www.logement.gouv.fr)

[gouv.fr](http://gouv.fr)