

INONDATION

Table des matières

	Page
1.0 OBJET DE LA PRESENTE FICHE TECHNIQUE.....	3
1.1 Risques.....	3
1.2 Modifications.....	4
2.0 RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA PREVENTION DES SINISTRES	4
2.1 Introduction.....	4
2.2 Construction et emplacement.....	5
2.2.1 Choix de l'emplacement pour les nouvelles constructions	5
2.2.2 Gestion du ruissellement pluvial et de la topographie du terrain	5
2.2.3 Surélévation de l'ensemble du site	7
2.2.4 Surélévation des bâtiments individuels et équipements stratégiques	7
2.2.5 Limitation des dommages pour les bâtiments neufs non construits au-dessus des niveaux de crue.....	8
2.2.6 Limitation des dommages pour les bâtiments existants et les équipements	9
2.2.6.1 Dispositifs de protection anti-inondation permanents du site	11
2.2.6.2 Protection complète et partielle des bâtiments	12
2.2.6.3 Protection ou transfert des équipements, lignes de production et/ou stocks	15
2.2.6.4 Dispositifs de protection anti-inondation périmétriques temporaires	15
2.2.6.5 Solutions hybrides	16
2.3 Activité	16
2.4 Protection	17
2.5 Equipements et procédés.....	17
2.6 Utilités	18
2.7 Equipements électriques	18
3.0 BASE DES RECOMMANDATIONS.....	19
3.1 Eviter la zone.....	19
3.2 Cartes des zones inondables et données inondation	19
3.2.1 Les digues n'éliminent pas le risque	21
3.2.2 Etudes sur les risques d'inondation spécifiques à un site.....	22
3.2.3 Etudes sur le risque de rupture de la protection anti-inondation	22
3.3 Stratégie pour comprendre le risque d'inondation.....	22
3.4 Comprendre les sources d'inondation et leurs caractéristiques.....	23
3.4.1 Sources d'inondation	23
3.4.2 Caractéristiques des inondations	27
3.5 Comprendre les conséquences d'une inondation	28
3.6 Comprendre toutes les solutions possibles ; construire ou rénover dans une zone inondable : une stratégie est nécessaire	28
3.6.1 La marge de sécurité est un élément essentiel de la conception	30



3.7 Sélection des barrières destinées à protéger les ouvertures des bâtiments	31
3.7.1 Barrières anti-inondation permanentes	32
3.7.2 Barrières anti-inondation à assembler	37
3.8 Barrières périmétriques temporaires éloignées des bâtiments	41
3.8.1 Barrages gonflables étanches	41
3.8.2 Conteneurs rigides/moulés remplis d'eau ou de sable	42
3.8.3 Conteneurs souples remplis de gravier ou de sable	43
3.8.4 Barrières amovibles auto-portées déployables	44
3.8.5 Barrières anti-inondation en toile étanche	45
3.9 Murs anti-inondation déployables semi-permanents	46
4.0 REFERENCES	47
4.1 FM Global	47
4.2 Autres	47
4.2.1 Normes relatives aux digues et aux murs anti-inondation reconnues aux Etats-Unis	48
ANNEXE A GLOSSAIRE	48
ANNEXE B HISTORIQUE DE REVISION DU DOCUMENT	48

Figures

Fig. 1. Réduction des dommages sur des sites existants à l'aide d'une solution hybride	10
Fig. 2. Barrière pivotante avec un seul point de pivot	32
Fig. 3. Barrière articulée qui se replie dans le sol, partiellement déployée	33
Fig. 4. Barrière anti-inondation articulée de type porte, partiellement déployée	33
Fig. 5. Barrière coulissante, représentée déployée	34
Fig. 6. Barrière à fermeture verticale, représentée en position ouverte	35
Fig. 7. Barrière anti-inondation automatique	36
Fig. 8. Protection des ouvertures vitrées	37
Fig. 9. Trois panneaux déployés dans une embrasure de porte	38
Fig. 10. Grande ouverture protégée par des panneaux amovibles avec support intermédiaire	38
Fig. 11. Barrière à insérer, représentée en position de stockage à côté de la porte	39
Fig. 12. Tampons de regard anti-inondation pour tunnel vertical	41
Fig. 13. Barrage gonflable étanche ; une bâche en plastique peut également être nécessaire	42
Fig. 14. Conteneurs rigides/moulés remplis d'eau ou de sable	43
Fig. 15. Conteneurs rigides/moulés remplis d'eau ou de sable	43
Fig. 16. Conteneurs souples remplis de gravier ou de sable	44
Fig. 17. Barrières amovibles auto-portées déployables	45
Fig. 18. Barrières anti-inondation sans cadre rigide ; l'eau maintient la toile ouverte	46
Fig. 19. Barrières anti-inondation avec cadre rigide	46
Fig. 20. Murs anti-inondation déployables semi-permanents	47

Tableaux

Tableau 1. Valeurs seuils de vitesse pour l'érosion	6
Tableau 2. Risque d'inondation au moins une fois pendant le cycle de vie d'un site	20
Tableau 3. Types d'inondation et caractéristiques	27

1.0 OBJET DE LA PRESENTE FICHE TECHNIQUE

Cette fiche technique fournit des recommandations relatives à la prévention des sinistres et à la réduction des risques liés aux inondations et au ruissellement pluvial. La prévention et la réduction des risques d'inondation reposent sur des solutions permanentes et des mesures d'urgence. Ces solutions incluent des barrières anti-inondation, des pompes de relevage, des mesures d'étanchéification, une alimentation électrique de secours, le transfert permanent d'équipements vers un autre lieu, des systèmes de protection anti-inondation, etc. Les solutions permanentes sont à privilégier lorsque cela est possible.

Ce document ne fournit pas de recommandations détaillées relatives à la conception des protections anti-inondation destinées aux sites soumis à l'action directe des vagues liées à une submersion marine. Eviter toute construction dans ce type de zone. Les forces associées à l'action directe des vagues compromettent l'intégrité des bâtiments si les bâtiments et les terrains ne sont pas conçus de manière adéquate. Chaque site côtier est unique et nécessite une parfaite compréhension des aspects géotechniques ainsi que des impacts dynamiques des vagues et du vent.

La conception, l'inspection et la maintenance des barrages et des digues ne relèvent pas non plus du champ d'application de ce document. Consulter la fiche technique de prévention des sinistres 10-2 de FM Global, *Emergency Response*, pour obtenir des informations sur les plans inondation.

Cette fiche technique n'indique pas comment trouver ou interpréter des données inondation ou des cartes des zones inondables.

1.1 Risques

Une inondation peut survenir à proximité de plans d'eau, sur des terres normalement sèches et éloignées des cours d'eau, ou suite à la conjonction de plusieurs risques. Pour les besoins de cette fiche technique, les risques d'inondation ont été regroupés selon les catégories suivantes :

A. Inondation fluviale : conséquence du débordement de cours d'eau, plans d'eau ou canaux d'évacuation, lié à des précipitations intenses, à la fonte des neiges ou à des chasses de barrage.

B. Inondation sur un cône alluvial : au pied d'une zone à forte pente, conséquence du déversement de l'eau, qui débouche et se répartit dans les plaines de manière aléatoire.

C. Submersion marine : conséquence de l'élévation du niveau des océans, mers ou fleuves, notamment dans les baies ou estuaires, liée à des grandes marées, des marées de tempête, des vents violents ou des tsunamis. Il n'est pas rare que des zones situées le long de rivières à l'intérieur des terres soient affectées par des inondations dues aux marées. Pour la Tamise en Grande-Bretagne ou le Yangtsé en Chine par exemple, une submersion marine peut se répercuter sur le fleuve sur une distance de 100 km et 200 km, respectivement, à partir de son embouchure.

D. Inondation par ruissellement pluvial : conséquence de l'accumulation des eaux pluviales sur les terres et les zones pavées avant leur écoulement dans un cours d'eau, une rivière, un plan d'eau ou un système d'évacuation. Ce phénomène est souvent causé par des systèmes d'évacuation inadéquats, insuffisants ou saturés, ou des aménagements paysagers ou constructions inadaptés. On peut également parler d'inondation par écoulement superficiel.

Il est important de noter que les différentes catégories d'inondation ci-dessus peuvent se combiner lors d'un même événement. Les cours d'eau côtiers et les estuaires peuvent être affectés à la fois par une inondation fluviale due aux précipitations en amont et par des marées de tempête. Une inondation dans ces zones peut être due uniquement à des précipitations en amont ou à une marée de tempête, ou à une combinaison des deux phénomènes. Un autre exemple de type d'inondation mixte est une

inondation fluviale ou une submersion marine qui peut être aggravée par un événement pluvieux survenant au même moment.

Lorsque l'eau pénètre dans un bâtiment, elle endommage non seulement sa structure et son contenu, mais aussi les produits stockés ou les en-cours, qui peuvent être tachés, rouillés ou déformés. L'eau peut également entraîner un dysfonctionnement des équipements. Les tableaux électriques et les systèmes électroniques peuvent nécessiter des réparations majeures ou un remplacement. L'eau peut envahir les zones situées en sous-sol et y stagner après la décrue. L'interruption d'activité peut varier de quelques jours à plus d'un an selon la hauteur d'eau atteinte, la durée de l'inondation, l'impact des vagues et de la vitesse d'écoulement de l'eau ou la sensibilité de l'activité aux dégâts des eaux.

Un site qui n'est pas conçu de manière adéquate pour limiter les conséquences d'une inondation subira des sinistres plus coûteux et plus fréquents, voire un sinistre majeur qui aura des répercussions sur ses parts de marché et ses résultats financiers pour les années à venir.

1.2 Modifications

Juillet 2023. Révision intermédiaire. Changements éditoriaux mineurs.

2.0 RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA PREVENTION DES SINISTRES

2.1 Introduction

Une inondation peut être provoquée par le débordement de masses d'eau (rivières, cours d'eau, océans, baies, lacs, canaux, etc.) au-delà de leur lit normal, ou du ruissellement pluvial qui s'accumule dans des zones normalement sèches. Toutefois, il ne suffit pas d'implanter un site en dehors des zones inondables connues pour le protéger des effets aggravants d'une inondation ; une configuration du site et une conception des bâtiments inadéquates peuvent créer un risque d'inondation par ruissellement pluvial quel que soit l'emplacement choisi. En outre, en cas d'inondation en dehors d'un site, les voies d'accès permettant d'entrer et de sortir du site peuvent être coupées et les utilités essentielles interrompues.

Si un site est situé dans une zone inondable connue, la gestion du risque d'inondation s'avère nettement plus complexe. Les objectifs consistent alors à s'assurer que :

- A. l'activité peut se poursuivre sans interruption ; et
- B. le site subit le moins de dommages matériels possible.

Ces objectifs peuvent être atteints en élaborant une stratégie de réduction des risques d'inondation pour l'ensemble du site (portant sur la configuration générale, les systèmes électriques et mécaniques et les utilités essentielles) et en la mettant en œuvre à toutes les phases du cycle de vie du site, y compris la conception et la construction. Bien que la mise en place d'une stratégie de réduction des risques d'inondation soit plus efficace durant les phases de conception et de construction, les solutions pratiques de réduction des risques présentées dans cette fiche technique peuvent s'avérer très utiles pour les sites existants.

Il est important de comprendre que la prévention et la réduction des risques d'inondation constituent une stratégie systémique de protection des biens et de continuité des activités. Cette section contient des recommandations qui peuvent être mises en œuvre individuellement ou de manière combinée. Un programme de prévention et de réduction des risques d'inondation efficace et performant nécessite souvent la mise en œuvre simultanée et systématique de plusieurs recommandations, en temps utile (voir la section 3.4 et le tableau 3).

Utiliser des produits agréés FM lorsque cela est pertinent et qu'ils sont disponibles. Pour obtenir la liste des produits agréés FM, voir le *Guide des produits agréés FM*, une ressource en ligne de FM Approvals (www.approvalguide.com).

2.2 Construction et emplacement

2.2.1 Choix de l'emplacement pour les nouvelles constructions

La meilleure solution pour éviter les conséquences d'une inondation consiste à choisir un emplacement approprié. Choisir un emplacement adéquat est bien plus facile que de construire un site en zone inondable afin qu'il résiste à une inondation.

2.2.1.1 Choisir un emplacement où l'ensemble du site et des voies d'accès (routières, maritimes, ferrées, etc.) se trouvent en dehors des zones de crue cinq-centennale (avec une probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) (tant du point de vue du niveau du site que de l'empreinte au sol). Vérifier que les études sur les risques d'inondation concernant l'emplacement sélectionné existent et sont à jour en demandant à un hydrologue spécialisé d'examiner l'étude et les données récentes sur les inondations.

2.2.1.2 Choisir un lieu de construction qui se trouve au-dessus du niveau prévu de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit), en incluant une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m. Le lieu de construction devrait se trouver à au moins 152 m des impacts directs des vagues et/ou des débits de crue élevés (c'est-à-dire supérieurs à 2 m/s).

2.2.1.3 Choisir un emplacement qui ne se trouve pas dans une zone protégée par une digue ou d'autres ouvrages de protection anti-inondation.

2.2.1.4 Veiller à ce que les services électriques et de communication, les réseaux d'eau potable et industrielle, les systèmes de traitement des eaux usées, de génération de vapeur, etc. fournis par des sites extérieurs ne soient pas affectés par une inondation survenant dans leur zone. S'il n'est pas possible de s'en assurer, définir des sources d'alimentation de secours.

2.2.2 Gestion du ruissellement pluvial et de la topographie du terrain

Une conception adéquate du système de gestion des eaux pluviales est nécessaire pour tous les sites afin de ne pas créer de risque d'inondation ou ne pas aggraver une éventuelle inondation en raison de la configuration du site, du nivellement, du système de gestion des eaux pluviales lui-même, etc.

2.2.2.1 Veiller à ce que les systèmes d'évacuation nouveaux ou existants puissent transporter ou contenir les eaux d'une averse centennale sans causer de dommages matériels.

Comme les systèmes de gestion des eaux pluviales sont conçus pour des événements à faible période de retour (5 à 25 ans), une accumulation de l'eau en surface pendant un événement centennal est acceptable, à condition que les biens et équipements stratégiques ne soient pas endommagés.

La durée de l'averse centennale est choisie de façon à maximiser l'inondation du site (la durée critique d'une averse est la combinaison du pic d'intensité et de la durée des précipitations provoquant l'inondation maximale pendant une crue caractérisée par une période de retour donnée). Le réseau souterrain (conduites d'évacuation) et la capacité de débit aérienne peuvent l'un et l'autre être utilisés pour contenir les eaux pluviales et les éloigner des équipements stratégiques.

2.2.2.2 Veiller à ce que le système de gestion des eaux pluviales du site présente un nivellement suffisant pour acheminer la quantité des eaux pluviales et de fonte estimée hors des bâtiments, des stocks extérieurs et des équipements.

2.2.2.3 S'assurer que les eaux de ruissellement provenant de zones extérieures au site soient prises en compte dans le plan de gestion des eaux du site.

2.2.2.4 S'il est nécessaire de contenir ou d'acheminer les eaux pluviales sur le site, veiller à configurer les systèmes correspondants de façon à éviter que l'eau pénètre dans les bâtiments, les stocks extérieurs ou les équipements ou entre en contact avec ces derniers. Tous les points d'entrée d'eau potentiels, les portes, les fenêtres et les fourreaux de canalisations dans l'enveloppe des bâtiments devraient être situés à 0,15 m minimum au-dessus des trajets d'écoulement aériens ou des niveaux d'accumulation correspondant à un événement centennal. Envisager une marge de sécurité plus importante s'il existe un risque d'obstruction à l'entrée des évacuations ou d'accumulation d'eau dans le système d'évacuation.

2.2.2.5 Utiliser les caractéristiques usuelles de conception des systèmes d'évacuation pour limiter l'érosion des sols et éviter des vitesses d'écoulement trop élevées. Le tableau 1 fournit les valeurs seuils de vitesse pour l'érosion des matériaux courants.

2.2.2.6 Utiliser des grilles, des grilles de retenue des débris, des murets, etc. pour protéger l'entrée de l'ensemble des évacuations et systèmes d'évacuation des eaux pluviales de toute obstruction par des débris.

2.2.2.7 Ne pas utiliser de matériaux d'aménagement paysager tels que des copeaux de bois, des aiguilles de pin, etc., qui peuvent être facilement déplacés par l'eau de pluie. Ils peuvent obstruer ou boucher les systèmes d'évacuation, les bacs de rétention, les caniveaux ou les voies d'écoulement aériennes.

Tableau 1. Valeurs seuils de vitesse pour l'érosion

Nature du sol de la rive	Vitesse moyenne d'écoulement dans le canal	
		m/s
Limon sableux		0,61
Argile		1,83
Gravier		1,83
Terre herbeuse		1,83
Grès		2,44
Roche massive		6,10

2.2.2.8 Ne pas placer les bâtiments, les stocks extérieurs ou les équipements de protection incendie sur les trajets d'évacuation naturels des eaux pluviales, comme les petits ruisseaux ou les fossés.

2.2.2.9 Veiller à ce que les murs, les clôtures et les aménagements paysagers ne dirigent pas l'eau vers les bâtiments, les stocks extérieurs ou les équipements de protection incendie.

2.2.2.10 Installer un clapet anti-retour muni de vannes de fermeture manuelles de chaque côté sur les canalisations d'évacuation des effluents raccordées à des réseaux d'égouts unitaires (eaux usées et eaux pluviales), sur les canalisations d'évacuation qui débouchent dans des zones exposées à un risque d'inondation, et dans toute autre zone ayant déjà été sujette à l'accumulation d'eau. En outre, prévoir une ligne by-pass pour le clapet anti-retour et une vanne de fermeture normalement fermée sur les canalisations d'égouts unitaires afin de procéder aux opérations de maintenance.

2.2.2.11 Faire modifier les réseaux qui ont déjà subi des obstructions, une surcharge ou qui ont provoqué l'inondation de bâtiments afin d'éviter que ce type de problème ne se reproduise.

2.2.2.12 Pour les systèmes d'évacuation des eaux pluviales dans les zones désertiques ou lorsque les poussières et/ou les sables éoliens peuvent poser problème, inclure dans la conception la possibilité d'une perte partielle ou totale de la capacité des canalisations.

2.2.2.13 Créer une séparation entre le système d'évacuation par pompage des sous-sols et les eaux pluviales au moyen de clapets anti-retour ou d'autres dispositifs visant à éviter le refoulement d'eau en cas de fortes précipitations.

2.2.3 Surélévation de l'ensemble du site

S'il n'est pas possible de se conformer aux recommandations de la section 2.2.1, Choix de l'emplacement, le risque d'inondation peut être considérablement réduit en construisant au-dessus du niveau du sol.

2.2.3.1 Construire l'ensemble du site de sorte ce qu'il soit au-dessus du niveau prévu de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit). Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

2.2.3.2 Ne pas surélever le terrain dans les zones soumises à des vitesses d'écoulement de l'eau élevées ou modérées (supérieures à 2 m/s). Si cette situation ne peut être évitée, prévoir une protection contre l'érosion conçue par un ingénieur spécialisé.

2.2.3.3 Concevoir les matériaux de remblai de sorte qu'ils soient stables lorsqu'ils sont exposés à une inondation, y compris une montée et un retrait rapides des eaux, une inondation prolongée, un affouillement et une érosion.

2.2.3.4 Veiller à ce que le site et le terrain soient conçus par un ingénieur en génie civil spécialisé et agréé, qui possède une expérience préalable des charges et des conditions géotechniques liées aux inondations.

2.2.3.5 S'assurer que les propriétés géotechniques utilisées pour la conception des fondations (par exemple, résistance d'appui et au frottement, pression active et passive, et tassement) sont basées sur des capacités structurales diminuées liées au niveau de crue et à l'action de l'eau.

2.2.3.6 Se conformer à toutes les recommandations de la section 2.2.2, Gestion du ruissellement pluvial et de la topographie du terrain.

2.2.4 Surélévation des bâtiments individuels et équipements stratégiques

S'il n'est pas possible de se conformer aux recommandations des sections 2.2.1, Choix de l'emplacement, ou 2.2.3, Surélévation de l'ensemble du site, le risque d'inondation des bâtiments et équipements spécifiques peut être considérablement réduit en les concevant de sorte qu'ils se trouvent au-dessus du niveau de crue.

2.2.4.1 Concevoir les bâtiments, les zones de stockage extérieures et les équipements (qu'ils appartiennent au site ou à un fournisseur externe) de manière qu'ils se trouvent au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit), en utilisant des fondations surélevées ou des structures en hauteur. Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

2.2.4.2 Concevoir les fondations, les bâtiments et les structures extérieures de sorte qu'ils résistent au niveau de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) et à l'érosion due à une vitesse d'écoulement de l'eau élevée. Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

2.2.4.3 Ne pas construire de fondations dans des zones soumises à des vitesses d'écoulement de l'eau élevées ou modérées (supérieures à 2 m/s). Si cette situation ne peut être évitée, prévoir une protection contre l'érosion conçue par un ingénieur spécialisé.

2.2.4.4 Eviter de rétrécir, de détourner ou de modifier le cours d'eau du site. Si ce type de modification ne peut être évité, demander à un ingénieur spécialisé en hydraulique de vérifier que la capacité hydraulique ou la stabilité du cours d'eau n'est pas réduite.

2.2.4.5 Concevoir et construire les structures de façon à résister de manière adéquate à toutes les charges et conditions liées à une inondation, y compris les charges hydrostatiques, les charges hydrodynamiques, l'action des vagues déferlantes, les impacts de débris, les blocs de glace, les accumulations de glace et de débris, la montée et le retrait rapides de l'eau, une inondation prolongée, la liquéfaction du sol, la consolidation et la subsistance du sol, le dépôt de sédiments, les coulées de boue ainsi que l'érosion et l'affouillement causés par les vagues et l'inondation. Tenir compte de l'érosion à long terme sur le cycle de vie prévu de la structure lors de la détermination des effets d'une inondation sur la conception des bâtiments et des fondations.

2.2.4.6 S'assurer que les autres charges applicables (par exemple, la gravité et le vent) qui agiront en même temps que l'inondation sur la structure sont prises en compte lors de la conception.

2.2.4.7 Tenir compte de toutes les combinaisons de charges appropriées lors de l'analyse des charges d'inondation pour déterminer les forces/pressions hydrauliques qui s'exercent sur les structures, notamment de renversement, de glissement, de sapement (érosion et affouillement) et de soulèvement (forces de flottabilité).

2.2.4.8 Utiliser les combinaisons de charges, les facteurs de charge et les facteurs de résistance spécifiés dans les normes et codes modèles en vigueur. Lorsque les codes locaux n'indiquent pas de combinaisons de charges avec les charges d'inondation, utiliser les combinaisons de charges des éditions les plus récentes de l'ASCE 7 ou de l'International Building Code (IBC, code international du bâtiment). Toutefois, n'utiliser en aucun cas des facteurs de charge d'inondation inférieurs à 1,3 dans le calcul de résistance ou à 1,0 dans le calcul des contraintes admissibles.

2.2.4.9 Se conformer à toutes les recommandations de la section 2.2.2, Gestion du ruissellement pluvial et de la topographie du terrain.

2.2.4.10 Faire appel à un ingénieur en génie civil spécialisé et agréé, possédant une expérience préalable des charges et des conditions géotechniques liées à une inondation, pour concevoir les bâtiments, les structures et les ouvrages de protection (par exemple, murs anti-inondation, murs de soutènement, cloisons, digues, barrages, canaux et canaux de dérivation).

2.2.5 Limitation des dommages pour les bâtiments neufs non construits au-dessus des niveaux de crue

Si les recommandations des sections 2.2.1, 2.2.3 ou 2.2.4 ne peuvent pas être mises en œuvre, se conformer aux recommandations de cette section afin de réduire les conséquences d'une inondation.

2.2.5.1 Veiller à ce que les étages inférieurs des bâtiments soient construits le plus en hauteur possible. Les niveaux de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) ne sont pas atteints à chaque événement, de sorte que la surélévation de l'étage le plus bas du bâtiment réduira le nombre de sinistres inondation.

2.2.5.2 Utiliser des matériaux de construction et de finition qui réduiront les dommages et faciliteront les opérations de nettoyage. Utiliser des matériaux qui permettent de nettoyer, de sécher et d'assainir facilement les murs. Par exemple, des murs en béton seront plus faciles à remettre en état que des murs isolés avec de la fibre de verre ou des cloisons en plâtre. Les sols en carreaux de céramique subiront moins de dommages que les sols en bois. Les dégâts sur les portes en métal et en verre seront moins importants que sur des portes en bois.

2.2.5.3 Concevoir les murs extérieurs et les points d'entrée dans les bâtiments de manière à empêcher le plus longtemps possible l'eau de pénétrer sans qu'aucune intervention humaine ne soit nécessaire (par exemple, fermeture des barrières anti-inondation). Ne pas aménager d'accès qui compromettrait l'intégrité (périmètre continu) des barrières ; installer plutôt des rampes ou des escaliers qui passent par-dessus les barrières.

2.2.5.4 Se conformer à toutes les recommandations de la section 2.2.2, Gestion du ruissellement pluvial et de la topographie du terrain.

2.2.6 Limitation des dommages pour les bâtiments existants et les équipements

Afin de mettre efficacement en œuvre la stratégie de réduction des risques d'inondation, une série ou un système de mesures d'amélioration doit être mis(e) en place pour étanchéifier le périmètre d'un site, d'un bâtiment ou de certaines zones à l'intérieur d'un bâtiment ou d'un équipement. Ces mesures comprennent l'occlusion des ouvertures, l'étanchéification des murs, l'obturation des passages dans les murs et l'installation de pompes de relevage, de clapets anti-retour, etc. Chaque point d'entrée d'eau non traité peut entraîner des dommages en cas d'inondation.

A. Protection du site

Ce concept implique des dispositifs anti-inondation permanents spécialement conçus sur tout le périmètre d'un site, comprenant des murs anti-inondation, de petites digues en terre, des barrières routières, un terrain surélevé, etc. ou une combinaison de ces différents éléments.

Des pompes de relevage devraient être envisagées pour réduire le risque d'inondation à l'intérieur du périmètre, causée par une accumulation d'eau due à des précipitations, des infiltrations ou à d'autres masses d'eau.

B. Protection des bâtiments

Ce concept consiste à protéger le périmètre exposé du bâtiment contre l'inondation afin de réduire le risque. Les murs, les sols, les ouvertures, les portes, les événements et les passages dans le périmètre du bâtiment (y compris en sous-sol) peuvent être protégés en utilisant une combinaison de barrières anti-inondation, de pompes de relevage, de clapets anti-retour et d'autres dispositifs anti-inondation installés de manière permanente ou temporaire. Les murs (y compris en sous-sol) et les sols devraient être imperméables ou améliorés.

C. Protection partielle des bâtiments

Ce concept consiste à protéger une partie d'un bâtiment en cas d'inondation. Il permet à l'eau d'entrer dans le bâtiment, mais il protège les zones stratégiques pour réduire l'étendue du sinistre et accélérer la reprise d'activité. Il peut s'agir de protéger un angle extérieur d'un bâtiment ainsi que deux murs intérieurs, un mur extérieur et trois murs intérieurs ou un local qui ne comporte que des murs intérieurs. Il existe plusieurs combinaisons possibles.

D. Protection des équipements, des lignes de production et/ou des stocks

Ce concept implique de protéger contre le risque d'inondation des équipements, des lignes de production ou des zones de stockage spécifiques. Il peut inclure la surélévation permanente (de préférence) ou temporaire d'équipements au-dessus des niveaux de crue, ou l'utilisation de barrières permanentes ou temporaires pour protéger une zone donnée.

E. Transfert

Ce concept implique le transfert permanent d'équipements et/ou de stocks vers un étage supérieur ou dans un autre bâtiment non exposé du site ou en dehors du site.

Les équipements mobiles et les véhicules ne devraient pas se trouver dans des zones exposées au risque d'inondation.

F. Dispositifs de protection anti-inondation périmétriques temporaires

Ces dispositifs peuvent être utilisés dans le cadre d'une installation conçue pour protéger un site en cas d'inondation ou peuvent être utilisés en cas d'urgence. En cas d'urgence, les dispositifs seraient placés sur un sol qui n'a pas été conçu/étudié pour supporter les charges d'inondation. Les dispositifs de protection anti-inondation temporaires nécessitent une équipe qui met en place le dispositif lorsque l'inondation est imminente, ce qui ajoute un certain degré d'incertitude.

G. Solution hybride

Cette méthode consiste à combiner les concepts ci-dessus pour fournir une solution économique et réalisable.

La figure 1 illustre les concepts décrits ci-dessus. Les bâtiments 1 et 2 et les installations extérieures sont protégés par un système de protection du site conçu à cet effet. Le bâtiment 3 est protégé par un système de protection de bâtiment. Dans le bâtiment 4, les zones stratégiques dans lesquelles une protection partielle du bâtiment est mise en œuvre ainsi qu'une zone avec protection des équipements sont illustrées. Une zone extérieure à droite du bâtiment 3 représente également la protection des équipements dans les zones extérieures. Les bureaux du bâtiment 4 sont présentés comme étant transférés à un étage supérieur et illustrent le concept de transfert. L'ensemble de la figure représente un type de solution hybride.

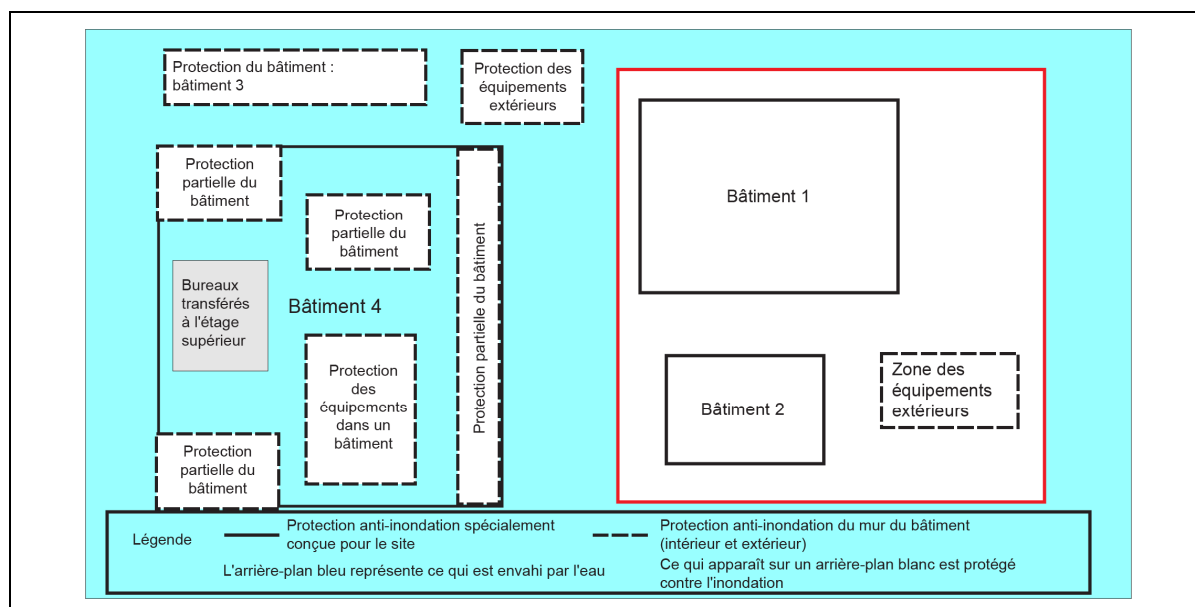


Fig. 1. Réduction des dommages sur des sites existants à l'aide d'une solution hybride

2.2.6.1 Dispositifs de protection anti-inondation permanents du site

Cette section se concentre sur les dispositifs de protection anti-inondation permanents, les digues et les murs anti-inondation spécialement conçus pour le site. Une conception efficace traitera le scénario d'inondation local et nécessite de connaître les structures, l'hydrologie, l'hydraulique, la configuration des systèmes d'évacuation intérieurs, les sols et les aptitudes techniques du propriétaire à utiliser et à entretenir le dispositif. La protection anti-inondation du site doit constituer une ligne de protection complète, qui entoure le site ou se rattache à un terrain suffisamment en hauteur pour ne pas être contournée par l'eau en amont ou en aval du site. La coupure des voies d'accès normales au site et des utilités pendant que le dispositif de protection anti-inondation est en place devrait être envisagée lors de la conception. Cette section n'a pas pour vocation de servir de standard de conception, mais fournit des règles minimales.

2.2.6.1.1 Les clients de FM Global devraient soumettre les devis et les plans à FM Global bien avant la signature de tout contrat. Le plan du concept de protection du site devrait être communiqué à FM Global dès le début de la phase de planification. Cela permettra une compréhension commune du scénario d'inondation et une conception adéquate du système de protection anti-inondation, comprenant la protection du site ainsi que l'évacuation des eaux pluviales, la prévention de la pénétration de l'eau d'une inondation dans les réseaux enterrés, l'accès temporaire au site et l'alimentation en utilités.

2.2.6.1.2 S'assurer que la conception s'appuie sur une étude récente des risques d'inondation, qui détaille les niveaux de crue centennale (probabilité d'apparition sur une année de 1 sur 100 en termes de débit) et cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit). L'utilisation des niveaux de crue les plus élevés précédemment observés, bien qu'utile comme référence pour l'étude détaillée, est déconseillée comme critère de conception. Si ces informations ne sont pas facilement disponibles ou si elles ne sont pas à jour, faire réaliser une étude hydrologique et hydraulique pour déterminer les niveaux de crue centennale (probabilité d'apparition sur une année de 1 sur 100 en termes de débit) et cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit).

2.2.6.1.3 Faire appel à une entreprise spécialisée et expérimentée dans la conception et la construction de dispositifs anti-inondation. La conception des différents éléments de protection anti-inondation diffère de la conception « sèche » (par exemple, murs de soutènement), car les charges d'eau statiques et dynamiques doivent être prises en compte pour les structures exposées au risque d'inondation. Il est nécessaire de tenir compte des changements dus aux propriétés du sol lorsque les charges d'inondation et les forces de soulèvement hydrostatiques s'exercent. **Utiliser un facteur de sécurité d'au moins 1,5.** Veiller à ce que la conception intègre la durée de l'inondation et toutes les caractéristiques nécessaires pour réduire le plus possible le risque d'effondrement des fondations. La conception devrait inclure non seulement les forces hydrauliques statiques sur le mur, mais également le moment dépendant de la vitesse d'écoulement de l'eau prévue, ainsi que les débris flottants.

2.2.6.1.4 La hauteur des dispositifs fluviaux devrait de préférence correspondre au niveau de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) plus une marge de sécurité de 0,9 m minimum pour un mur anti-inondation et une digue, ou une valeur déterminée par le concepteur en fonction des conditions locales. Les conditions locales pour évaluer la marge de sécurité du mur anti-inondation et de la digue devraient inclure l'énergie cinétique, la surélévation dans les courbes, les incertitudes sur le niveau de crue estimé et les données topographiques, les variations des niveaux de crue pendant le cycle de vie de la protection, le tassement de la protection anti-inondation pendant son cycle de vie et l'action des vagues.

Les exceptions à la valeur de la marge de sécurité de 0,9 m pour le mur anti-inondation et la digue d'un dispositif fluvial devraient être étayées par des analyses techniques afin de démontrer l'adéquation d'une marge de sécurité réduite pour le mur anti-inondation et la digue. Les analyses devraient comporter un examen de tous les facteurs ayant une incidence sur la marge de sécurité du mur anti-

inondation et de la digue dans les conditions locales, ainsi que de la stabilité de la digue en cas d'inondation pour ce qui concerne le franchissement des vagues et l'érosion.

2.2.6.1.5 Les dispositifs côtiers devraient également être conçus pour le niveau de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) et pour éviter tout franchissement lié à l'action associée des vagues. La marge de sécurité du mur anti-inondation et de la digue devrait inclure la vague ou le jet de rive théorique (en retenant la valeur la plus élevée), plus 0,3 m. Le jet de rive est présumé inclure la surcote liée à l'action des vagues.

2.2.6.1.6 Veiller à ce que le concepteur utilise des normes relatives aux digues et aux murs anti-inondation reconnues au niveau national (voir la section 4.2.1). Les normes du United State Army Corps of Engineers (USACE) ou des équivalents internationaux sont acceptables pour établir les critères de conception. Noter que si l'intégralité de la configuration du dispositif implique de prendre en compte des structures telles que des remblais de chemin de fer, des routes, des bâtiments, des murs et d'autres éléments similaires, ceux-ci devraient être analysés par le concepteur et il devrait être démontré qu'ils peuvent résister au scénario d'inondation étudié pour la conception.

La conception devrait limiter au maximum les ouvertures pour les piétons, les routes ou les voies ferrées qui nécessiteront le déploiement de barrières pendant une inondation. Le choix du type de barrière devrait tenir compte de l'aptitude du propriétaire à déployer la barrière avant que l'eau n'arrive sur le site. En outre, le type d'ouverture devrait dépendre de l'amplitude du préavis d'alerte. Les fondations de l'ouverture devraient être conçues de façon à tenir compte des charges d'inondation, des infiltrations et des charges exercées par le dispositif de fermeture (voir la section 2.2.6.1.3).

2.2.6.1.7 Dresser un inventaire écrit de tous les points d'entrée d'eau qui traversent le dispositif de protection anti-inondation et permettent à l'eau de pénétrer dans la zone protégée. Cela comprend les systèmes d'évacuation des eaux pluviales, les systèmes d'évacuation sanitaires, diverses conduites d'utilités, les tunnels et autres passages similaires. Les points d'entrée d'eau devraient être conçus de manière à empêcher tout reflux depuis la source d'inondation. Les conduites d'évacuation devraient être dotées de clapets anti-retour. Utiliser l'inventaire écrit dans le cadre des mesures de protection anti-inondation mises en œuvre avant l'inondation.

2.2.6.1.8 Veiller à ce que la conception comprenne les détails relatifs aux pompes de relevage destinées à évacuer les eaux pluviales, les infiltrations d'eau et les petites masses d'eau qui s'écoulent librement sur le site en dehors d'une inondation. Des sources d'alimentation électrique fiables et des dispositifs anti-siphonage devraient être inclus dans la conception. Dans la mesure du possible, des pompes de relevage agréées FM devraient être prévues.

2.2.6.1.9 Le concepteur devrait fournir un manuel d'exploitation et de maintenance détaillant la manière dont le dispositif sera utilisé pendant une inondation. Un calendrier de maintenance pour le cycle de vie du dispositif devrait également être fourni.

2.2.6.2 Protection complète et partielle des bâtiments

2.2.6.2.1 Faire appel à un ingénieur en génie civil pour examiner la stabilité et les possibilités d'étanchéification des murs, des sols et des fondations des bâtiments et pour identifier d'autres points d'entrée d'eau.

La plupart des bâtiments ne sont pas étanches à l'eau ou ne sont pas suffisamment résistants pour que les murs existants seuls empêchent l'eau d'entrer. Les bâtiments à charpente bois et les murs en panneaux métalliques en sont deux exemples. Les bâtiments de construction massive, par exemple en béton armé, maçonnerie, etc., peuvent être utilisés pour des hauteurs d'eau inférieures à 0,9 m, souvent sans qu'il soit nécessaire de les renforcer. Des hauteurs d'eau de plus de 0,9 m au-dessus du niveau du sol soumettent les murs et les sols ordinaires à des charges auxquelles ils ne peuvent

résister que si le bâtiment a été conçu à l'origine pour cela ; mettre en œuvre des améliorations de la structure n'est généralement pas une solution économique. En outre, des hauteurs d'eau supérieures à 0,9 m augmentent le risque de soulèvement et de flambage des sols en rez-de-chaussée ou en sous-sol en raison des forces de soulèvement hydrostatiques et peuvent donc nécessiter un renforcement important.

2.2.6.2.2 Obturer tous les points d'entrée d'eau dans les sols et les murs, y compris les suivants :

A. Réseaux sanitaires : des dispositifs de fermeture automatique tels que des clapets anti-retour devraient être utilisés sur les réseaux d'eaux usées. Des dispositifs manuels peuvent être utilisés, mais ils ne sont pas à privilégier ; exemples : robinets à bille, barrières périmétriques et barrages gonflables étanches.

B. Réseaux d'évacuation sanitaire, égouts unitaires, réseaux d'évacuation pluviale et systèmes d'évacuation au sol : des dispositifs à fermeture automatique tels que les clapets anti-retour devraient être utilisés. Des dispositifs manuels peuvent être utilisés, mais ils ne sont pas à privilégier ; exemples : écluses, barrages gonflables étanches, etc.

C. Passages de canalisations : les orifices devraient être obturés de façon permanente avec des matériaux résistants à l'eau.

D. Gaines et colonnes de ventilation : les équipements de ventilation sont légers et ne peuvent généralement pas résister aux forces exercées par l'eau d'une inondation. Les gaines devraient être réacheminées au-dessus du niveau de crue, et les ouvertures restantes devraient être obturées.

E. Conduits électriques et de signalisation : les orifices devraient être obturés de façon permanente avec des matériaux résistants à l'eau. Cela inclut les passages dans les panneaux électriques montés au mur, qui peuvent ne pas être apparents lorsque les panneaux sont fermés.

F. Joints de construction dans les sols et les murs : les joints de construction devraient être obturés. Les murs et les sols devraient être étanchéifiés pour limiter au maximum les infiltrations.

G. Fissures causées par des tassements, des chocs, etc.

2.2.6.2.3 Envisager que les eaux d'infiltration et l'eau d'une inondation s'accumulent dans des zones inattendues ; des pompes de relevage agréées FM devraient être prévues à l'intérieur du bâtiment lorsque des murs et des barrières sont utilisés pour empêcher l'eau de pénétrer sur le site. Prévoir une pompe principale et une pompe de secours conçues pour évacuer 190 L/min minimum en cas d'infiltrations ou de fuites de conduites d'eau. Ces pompes devraient être raccordées à l'alimentation électrique de secours. Faire appel à un ingénieur agréé pour estimer les taux d'infiltration afin de dimensionner les pompes.

2.2.6.2.4 Utiliser des barrières anti-inondation, des batardeaux, etc. agréés FM pour chaque ouverture exposée au risque d'inondation, y compris les portes, les fenêtres, les briques perforées/bouches d'air et les entrées de garage et de quai de chargement qui ne peuvent pas être fermés hermétiquement de façon permanente. Si des barrières automatiques sont utilisées, elles devraient être conçues pour pouvoir être également déployées manuellement. Les dispositifs anti-inondation ne devraient être installés que dans des bâtiments qui peuvent résister aux charges d'inondation prévues. La barrière devrait, si possible, inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m. La hauteur totale de la barrière ne devrait pas dépasser 0,9 m, sauf si le bâtiment peut résister aux charges d'inondation. L'installation de barrières anti-inondation à proximité des jonctions entre le sol d'un bâtiment et le trottoir extérieur devrait être évitée ou faire l'objet d'une obturation adéquate afin que la pression hydrostatique ne crée pas un point d'entrée d'eau derrière la barrière.

Les barrières anti-inondation figurant dans le guide des produits agréés FM présentent un taux de fuite ne dépassant pas 1 L/h/m. Elles n'ont pas été évaluées pour leur capacité à contrôler l'action des vagues côtières à haute énergie qui peuvent se former en cas d'ouragan, de typhon ou de cyclone.

2.2.6.2.5 Des barrières anti-inondation peuvent être utilisées dans des zones de vitesse d'écoulement de l'eau plus élevée (vitesse supérieure à 2 m/s) avec une hauteur d'eau pouvant atteindre 0,9 m. Cependant, un ingénieur en génie civil spécialisé devrait évaluer la capacité du mur et de la barrière à résister aux charges hydrodynamiques.

2.2.6.2.6 Lorsqu'ils sont stockés, les barrières anti-inondation, les batardeaux, etc. devraient être facilement accessibles et protégés des intempéries.

2.2.6.2.7 Les barrières anti-inondation, les batardeaux, etc., qu'ils soient installés de façon permanente ou pour un usage temporaire, devraient être conçus de sorte que le personnel du site puisse facilement installer les dispositifs de protection en temps voulu pour prévenir une inondation. Cette installation doit figurer dans le plan inondation. Lorsqu'un stockage commun est utilisé pour plusieurs barrières, veiller à ce que les barrières soient marquées pour indiquer le bon emplacement pour leur déploiement.

2.2.6.2.8 Les barrières anti-inondation, les batardeaux, etc. et les dispositifs de montage devraient être protégés contre les dommages susceptibles d'être causés par des véhicules ou contre le vol ; l'installation de bornes en béton peut être une solution.

2.2.6.2.9 Vérifier les points suivants à intervalles réguliers, de même qu'après une inondation et avant une inondation prévue.

A. Vérifier les points suivants une fois par mois :

1. Les barrières sont inspectées et mentionnées sur les formulaires d'inspection.
2. Les ouvertures protégées et les barrières sont bien entretenues et ne présentent pas de signes de dommages ou de problèmes de tenue des locaux.
3. Les débris susceptibles d'affecter le bon fonctionnement de la barrière devraient être retirés des ouvertures.
4. Le système de joints et de fixation ne s'est pas détérioré.
5. Toutes les nouvelles ouvertures qui ont été ajoutées en dessous du niveau de crue prévu sont obturées de manière adéquate afin de résister aux pressions pendant l'événement pris en compte pour la conception.
6. Les pompes de relevage sont correctement entretenues.

B. Vérifier les points suivants une fois par an :

1. L'entretien des barrières est adéquat (peinture, graissage, etc.).
2. Les barrières anti-inondation ont été installées et les résultats détaillés des inspections sont consignés.
3. Le plan d'installation des barrières fait partie du plan inondation.
4. Les instructions d'installation sont disponibles.

2.2.6.3 Protection ou transfert des équipements, lignes de production et/ou stocks

Lorsqu'il n'est pas possible de protéger le périmètre du site ou les bâtiments, envisager de protéger ou de transférer les équipements, les lignes de production ou les stocks afin de réduire les dommages potentiels liés à une inondation.

2.2.6.3.1 Surélever de façon permanente (de préférence) ou temporaire les équipements, lignes de production ou stocks stratégiques au-dessus du niveau de crue prévu. Une solution consisterait à prévoir des faux planchers, des plateformes ou des casiers de stockage.

2.2.6.3.2 Transférer les équipements, les lignes de production ou les stocks stratégiques vers les étages supérieurs ou dans un bâtiment ou un site qui n'est pas exposé au risque d'inondation.

2.2.6.3.3 Utiliser des stratégies de protection sur place lorsque la surélévation ou le transfert des équipements, des lignes de production ou des stocks n'est pas envisageable. Les stratégies de protection sur place suivent un grand nombre de recommandations identiques à celles fournies dans les sections 2.2.6.1 et 2.2.6.2 pour la protection d'un site ou de bâtiments, mais elles se concentrent sur des zones plus restreintes ou des équipements stratégiques.

2.2.6.4 Dispositifs de protection anti-inondation périmétriques temporaires

L'adéquation des barrières temporaires utilisées dans le cadre de la conception d'un système de protection doit être évaluée en prenant en compte le préavis d'alerte avant une inondation, le temps de déploiement de la barrière et le personnel disponible pour s'assurer qu'elle est déployée à temps pour prévenir les dommages liés à l'inondation.

Les dispositifs de protection anti-inondation périmétriques temporaires présentent généralement des taux de fuite supérieurs à ceux des murs anti-inondation et des digues. Les barrières périmétriques temporaires figurant dans le guide des produits agréés FM présentent un taux de fuite ne dépassant pas 186 L/h/m. Les essais de certification des barrières périmétriques temporaires sont effectués sur une surface en béton ; les taux de fuite sur d'autres surfaces ne font pas partie des essais de certification, et la capacité des dispositifs à résister à l'action des vagues côtières à haute énergie pendant des ouragans, des typhons ou des cyclones n'a pas été évaluée.

2.2.6.4.1 Utiliser des barrières périmétriques temporaires agréées FM.

2.2.6.4.2 Installer des dispositifs de protection anti-inondation périmétriques temporaires conçus par une société d'ingénierie spécialisée. Suivre les recommandations de la section 2.2.6.1, Dispositifs de protection anti-inondation permanents.

2.2.6.4.3 Le temps nécessaire pour démarrer l'intervention en cas d'inondation, rassembler le matériel, réunir l'équipe d'intervention et déployer la protection devrait être inférieur à la moitié du préavis d'alerte déterminé pour le site. S'il n'est pas possible de prévoir un préavis d'alerte adéquat, élaborer un autre plan de protection anti-inondation.

2.2.6.4.4 Stocker les barrières périmétriques temporaires à un endroit accessible sur le site et les protéger contre les dommages environnementaux et le vol.

2.2.6.4.5 Inspecter régulièrement les barrières périmétriques temporaires. Inspecter également la surface au sol nécessaire à l'installation des barrières temporaires pour s'assurer de l'absence de modifications susceptibles de rendre les barrières temporaires inefficaces ou d'empêcher leur installation.

2.2.6.4.6 Organiser des exercices annuels de déploiement pour confirmer que le dispositif fonctionnera comme prévu.

2.2.6.5 Solutions hybrides

Ce concept implique un mélange des concepts cités ci-dessus pour fournir une solution économique et réalisable.

2.3 Activité

Si les recommandations des sections 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 ou 2.2.4 ne peuvent pas être respectées, se conformer aux recommandations de cette section pour réduire les conséquences d'une inondation.

2.3.1 Pour chaque structure, identifier les zones et les étages susceptibles d'être inondés, et s'assurer qu'ils sont utilisés uniquement pour des activités non essentielles.

2.3.2 Veiller à ce que les stocks de valeur soient situés au-dessus du niveau de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit).

2.3.3 Placer tous les éléments suivants à des étages et dans des zones situés au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit). Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

A. Equipements d'alimentation de secours.

B. Pièces de rechange, moteurs et équipements, y compris leurs commandes et les équipements auxiliaires.

C. Plans de construction, des bâtiments et des équipements, manuels de maintenance, etc.

D. Le service maintenance et ses magasins. Des pièces de rechange non endommagées, des équipements de maintenance et des outils sont essentiels pour garantir une reprise rapide de l'activité normale.

E. Equipements importants. Si les équipements ne peuvent pas être transférés dans un bâtiment qui n'est pas exposé au risque d'inondation, les transférer de façon permanente sur des mezzanines, des plateformes ou des socles (soubassements) qui se trouvent au-dessus du niveau de crue.

2.3.4 Ne disposer aucun produit ou équipement susceptible de laisser s'échapper de l'huile, des solvants, du combustible, etc. dans des zones susceptibles d'être inondées, sous peine de ralentir les opérations de nettoyage du bâtiment.

2.3.5 Ne pas construire de sous-sols ni de fosses pour les machines. S'ils sont inévitables, respecter les recommandations suivantes :

2.3.5.1 Utiliser des matériaux de construction et de finition incombustibles qui réduiront les dégâts causés par l'eau.

2.3.5.2 Etanchéfier l'ensemble des canalisations, câbles, conduites et obturer les passages pour éviter les infiltrations.

2.3.5.3 Installer des pompes de relevage principale et de secours agréées FM, dotées d'une alimentation de secours et conçues pour évacuer 190 L/min minimum en cas d'infiltration ou de fuite au niveau des conduites d'eau.

2.3.5.4 Ne pas installer d'équipements essentiels à la production, à l'éclairage, au chauffage ou à la ventilation dans cette zone.

2.3.5.5 Ne pas installer d'équipements électroniques de grande valeur et ne pas stocker de dossiers importants dans cette zone.

2.4 Protection

2.4.1 Installer les pompes incendie, les alimentations en air des réseaux sprinkleur sous air, les systèmes d'extinction à gaz, etc. ainsi que les équipements électriques associés en dehors des zones inondables ou au-dessus du niveau de crue attendu.

2.5 Equipements et procédés

Si les recommandations des sections 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 ou 2.2.4 ne peuvent pas être respectées, se conformer aux recommandations de cette section pour réduire les conséquences d'une inondation.

2.5.1 Installer les équipements de production sur des plateformes ou des socles, de sorte qu'ils se trouvent au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit). Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m. Si ce n'est pas possible, construire une barrière anti-inondation permanente autour des équipements.

2.5.2 Si les équipements essentiels aux procédés, aux lignes de production ou à l'activité du bâtiment sont situés en dessous du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit), s'assurer qu'ils sont résistants aux inondations s'ils sont nécessaires à un bâtiment ou à des lignes de production qui devraient rester en fonctionnement pendant l'inondation. Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m. Les équipements électriques résistants aux inondations sont conçus pour être utilisés en immersion continue et possèdent un indice de protection (IP) IPX8.

La norme de protection internationale de la Commission électrotechnique internationale, l'IEC 60529, établit une liste des catégories de protection des enveloppes mécaniques et électriques pour éviter l'entrée de corps étrangers, de poussière, d'eau et les contacts accidentels. Les listes de protection internationale (IP) utilisent la désignation IPXX, les X représentant un nombre qui fait référence au niveau de protection. Le premier X correspond aux corps solides et le second X à l'entrée de liquides.

Ces équipements spécialisés sont fabriqués sur mesure et peuvent s'avérer coûteux, mais ils joueront un rôle primordial s'ils permettent de maintenir en service des activités essentielles pendant une inondation.

2.5.3 Lorsqu'elles sont soumises à des charges d'inondation, équiper toutes les structures susceptibles de flotter ou de se déplacer latéralement d'ancrages conçus de manière adéquate pour résister aux forces de flottabilité, à l'eau en mouvement et à l'impact des vagues. Les structures concernées comprennent les réservoirs de stockage, les silos, les bacs, les conduites et les canalisations étanches, les caniveaux, les fosses revêtues et les puisards. En plus de protéger ces structures, un ancrage adéquat empêchera qu'elles soient emportées par l'inondation et constituent des débris susceptibles d'endommager les bâtiments et équipements voisins.

Pour la conception des ancrages, prévoir des conditions qui produisent les charges les plus élevées. Par exemple, partir du principe que les réservoirs de stockage sont vides lors de la conception des fixations et des fondations des réservoirs, afin qu'ils résistent au soulèvement et au renversement, et que les réservoirs de stockage sont pleins lors de la conception des supports et des fondations pour résister aux charges de gravité maximale.

La fiche technique 7-88, *Ignitable Liquid Storage Tanks*, fournit des recommandations en matière de conception à la section 2.4 *Flood*. Ces recommandations peuvent également être utilisées pour les réservoirs contenant d'autres liquides ou matériaux.

2.6 Utilités

Pour les sites sur lesquels le niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) entraînera l'inondation du site, concevoir les utilités présentes sur le site comme suit :

2.6.1 Veiller à ce que toutes les utilités se trouvent au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) ou à ce qu'elles résistent aux inondations. Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

2.6.2 S'assurer que les fondations des plateformes et des soubassements utilisés pour surélever les équipements stratégiques (y compris les postes électriques, qu'ils soient ou non la propriété du site) soient conçues pour résister aux dommages causés par une inondation, notamment l'érosion due à une vitesse d'écoulement élevée et les impacts mécaniques des débris flottants.

2.6.3 Installer les utilités de production de froid et de chaleur, telles que les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation (CVC), les refroidisseurs et les équipements antipollution, au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit).

Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m. Alimenter ces systèmes par des postes électriques qui ne sont pas exposés au risque d'inondation afin de garantir que des conditions ambiantes régulées puissent être maintenues à l'intérieur d'un site inondé pour éviter les dommages causés par l'humidité.

2.6.4 Concevoir les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation et les utilités de façon à séparer les zones inondables des zones non inondables.

2.6.5 Placer les chaudières, leurs commandes et les équipements auxiliaires (y compris les ventilateurs) au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit). Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

2.7 Equipements électriques

Si les recommandations des sections 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 ou 2.2.4 ne peuvent pas être respectées, se conformer aux recommandations de cette section pour réduire les conséquences d'une inondation.

2.7.1 Installer les équipements électriques au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit). Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m. Sont concernés toutes les salles de commande des moteurs, les tableaux de distribution, les tableaux électriques, les moteurs, les groupes électrogènes, les transformateurs, les équipements de communication et de commande, les batteries, les chargeurs de batteries, les onduleurs, les prises électriques et l'éclairage.

2.7.2 Veiller à ce que les systèmes électriques situés dans des zones du site susceptibles d'être inondées soient isolés des systèmes électriques installés dans des zones non inondables.

De cette façon, l'activité pourra se poursuivre sur le reste du site en cas d'inondation.

2.7.3 S'il n'est pas possible d'installer les équipements électriques au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit), respecter les recommandations suivantes :

2.7.3.1 Utiliser des appareils électriques classés pour être utilisés en étant continuellement immergés. Les équipements classés pour ce type d'utilisation ont un indice de protection (IP) IPX8.

2.7.3.2 Veiller à ce que tous les câbles cheminant sous le niveau de crue soient dotés d'un blindage métallique et conçus pour être utilisés dans un environnement humide.

2.7.3.3 Protéger les faisceaux de câbles extérieurs surélevés contre les vitesses d'écoulement élevées qui pourraient affaiblir les fondations des supports de faisceaux de câbles ou entraîner des dommages mécaniques sur les porte-câbles en raison des débris flottants.

2.7.3.4 Installer des couvercles étanches sur les tranchées de câbles afin d'éviter que les tranchées ne se remplissent de limon et de débris transportés par l'eau.

2.7.3.5 Placer les jonctions et les têtes de câbles au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit). Inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

2.7.3.6 Installer des capteurs de présence d'eau et des relais qui déclencheront automatiquement une alarme dans un endroit occupé en permanence ou arrêter les appareils électriques non essentiels avant qu'ils ne subissent des dommages causés par l'inondation. Tester ces dispositifs chaque année conformément aux recommandations du fabricant.

3.0 BASE DES RECOMMANDATIONS

3.1 Eviter la zone

La meilleure façon d'éviter une inondation est de construire dans des zones situées en dehors de la surface inondable attendue et au-dessus du niveau estimé de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit), pour les raisons suivantes :

- A. Les inondations sont des phénomènes naturels et leurs conséquences peuvent donc être difficiles à prévoir et à modéliser.
- B. Les inondations sont des événements dynamiques ; les études sur les risques d'inondation peuvent devenir obsolètes en raison des changements d'aménagement du territoire.
- C. Les débits de crue et les conditions météorologiques peuvent avoir changé depuis la dernière étude.
- D. L'analyse de la cartographie des zones inondables est un processus complexe, souvent limité par les informations et les ressources disponibles.

3.2 Cartes des zones inondables et données inondation

Les cartes des zones inondables fournissent une représentation statique du risque d'inondation et reflètent ce risque au moment où la carte est élaborée. En général, les cartes indiqueront une surface inondable à haut risque (probabilité d'apparition sur une année de 1 sur 100 en termes de débit) et une surface inondable à risque modéré (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit).

La terminologie utilisée sur les cartes des zones inondables varie selon les pays. En Australie, le risque élevé d'inondation prend également en compte le niveau d'eau attendu et la vitesse d'écoulement. Dans d'autres régions du monde, un niveau de crue de base ou une période de retour de 100 ans sont utilisés à la place de la probabilité d'apparition sur une année de 1 sur 100 en termes de débit. De même, la période de retour de 500 ans est également appelée probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit. Il est important de comprendre la terminologie de la carte ou de la source des données avant de tirer des conclusions sur le risque.

En général, les cartes des zones inondables ne représentent pas les événements les plus probables (probabilité d'apparition sur une année de 10 sur 100 en termes de débit [crue décennale], probabilité d'apparition sur une année de 2 sur 100 en termes de débit [crue cinquantennale]). Ainsi, les cartes ne montrent pas quand une inondation peut se produire sur un site. Un site peut commencer à être inondé sous des niveaux d'eau importants bien avant d'atteindre le niveau de crue centennale.

Les risques d'inondation d'un site sont basés sur le rapport entre le niveau du sol et le niveau de crue associé à la période de retour. Le tableau 2 présente les risques d'inondation pour différentes périodes de retour.

Tableau 2. Risque d'inondation au moins une fois pendant le cycle de vie d'un site

Niveau de risque/période de retour	Cycle de vie d'un site (en années)			
	10	25	50	100
	Risque d'inondation			
10 ans (probabilité d'apparition sur une année de 10 sur 100 en termes de débit)	65 %	93 %	99 %	100 %
25 ans (probabilité d'apparition sur une année de 4 sur 100 en termes de débit)	34 %	64 %	87 %	98 %
50 ans (probabilité d'apparition sur une année de 2 sur 100 en termes de débit)	18 %	40 %	64 %	87 %
100 ans (probabilité d'apparition sur une année de 1 sur 100 en termes de débit)	10 %	22 %	39 %	63 %
500 ans (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit)	2 %	5 %	10 %	18 %

Il existe d'autres limites, notamment :

A. Il est fréquent que des sinistres inondation se produisent sur des sites qui ne se trouvent pas dans une zone inondable identifiée sur une carte. Les exemples généralement non couverts par une carte des zones inondables standard comprennent l'effondrement d'un remblai routier dans la zone inondable lors d'un événement, un blocage causé par les débris d'une structure qui détourne l'eau d'une inondation du cours d'eau, le détournement de l'eau d'une inondation via un canal de navigation et le fonctionnement défectueux ou la défaillance d'un barrage.

B. Les connexions entre les zones inondables voisines et les zones en sous-sol ne sont pas toujours couvertes par les cartes des zones inondables.

C. Les cartes des zones inondables peuvent ne pas indiquer les petites masses d'eau (par exemple, petits ruisseaux, fossés de rejet locaux, petits caniveaux passant sous les bâtiments).

D. Les dispositifs anti-inondation (barrage, digue, par exemple) peuvent être indiqués sur les cartes des zones inondables, mais leur état actuel n'y est parfois pas clairement représenté, les cartes pouvant avoir été élaborées plusieurs années auparavant. Le système peut avoir atteint la fin de sa durée de vie prévue, avoir été mal entretenu, ou la carte des zones inondables peut ne pas représenter l'amplitude accrue des inondations due à des évolutions en amont ou des changements environnementaux survenus depuis l'élaboration de la carte.

E. La cartographie du risque d'inondation protégé par des dispositifs anti-inondation est présentée selon différentes approches dans les cartes des zones inondables disponibles dans le monde entier. Certaines cartes peuvent ne pas tenir compte des protections anti-inondation et indiquer une zone comme étant inondable, alors que d'autres cartes représenteront la même zone comme n'étant même pas exposée au risque d'inondation.

F. Au fur et à mesure que des cartes des zones inondables sont établies, les résultats sont vérifiés et comparés aux événements historiques lorsque des données de bonne qualité sont disponibles. Souvent, les hypothèses du modèle ou les données d'entrée sont ajustées afin que les résultats correspondent à l'événement historique ou s'en approchent le plus possible. Les données collectées par le passé couvrent presque toujours une courte période de temps par rapport aux périodes de retour à déterminer. La période de base peut ne pas représenter avec précision les conditions météorologiques attendues sur 100 ou 500 ans dans la région.

Les cartes des zones inondables disponibles peuvent avoir été établies sur la base de l'historique des inondations qui se sont produites au printemps lorsque le sol n'était pas gelé. Une forte tempête hivernale s'abattant sur de la terre gelée produira un ruissellement presque identique à la pluie qui tombe sur un trottoir. Un orage violent après une période particulièrement pluvieuse ou de fonte des neiges importante implique des précipitations sur un sol déjà saturé, provoquant un ruissellement accru. Ce type d'événement pourrait entraîner des niveaux de crue plus élevés que prévu, même si l'événement déclencheur a une période de retour de 100 ou 500 ans. Des facteurs tels que le niveau de saturation du sol, la teneur en eau de la neige et le taux de fonte des neiges réduisent également la précision des données fournies par les organismes de prévision des inondations.

3.2.1 Les digues n'éliminent pas le risque

Construire une digue ou un mur anti-inondation pour protéger un site ne revient pas à construire dans des zones situées en dehors de la surface inondable attendue. Les digues réduisent le risque d'inondation mais ne l'éliminent pas. Les digues peuvent se rompre en raison d'un mauvais entretien, d'une conception et d'une construction inadéquates ou pour des raisons imprévues, ou elles peuvent être franchies par une inondation plus importante que le niveau de crue pour lequel elles ont été conçues. Dans tous les cas, la défaillance qui en résulte peut aggraver les dommages en raison des niveaux et de la vitesse d'eau accrus. En outre, la construction d'un système de digue est très coûteuse et requiert :

- des opérations de maintenance continue importantes ;
- de nombreuses interventions manuelles afin d'être efficace au moment de l'inondation (par exemple, fermeture des vannes, fonctionnement des pompes, etc.) ;
- une formation approfondie et un plan d'urgence afin d'assurer une lutte efficace contre l'inondation.

Les systèmes de digues appartenant à des autorités publiques ou privées et qui protègent des zones étendues présentent les mêmes exigences et peuvent être soumis à des contraintes budgétaires qui obligent les autorités à réduire la maintenance et la formation. Le plus grand inconvénient d'un système de digue public ou privé est que le site protégé est contraint de compter sur des tiers pour gérer le risque d'inondation.

3.2.2 Etudes sur les risques d'inondation spécifiques à un site

Si les cartes des zones inondables pour une zone particulière ne sont pas disponibles, sont obsolètes ou ont été établies à une échelle qui ne tient pas compte de manière adéquate des conditions locales, une étude approfondie sur les risques d'inondation est nécessaire. Il est recommandé de faire appel à une entreprise spécialisée pour étudier les cartes actuelles des zones inondables avant de choisir un emplacement pour y implanter un nouveau site, pour les sites dans lesquels des travaux de rénovation majeurs sont effectués et pour les sites qui ont récemment évité une inondation de justesse.

La plupart des cartes des zones inondables établies par les autorités le sont à des fins d'aménagement du territoire ou dans le cadre de programmes d'assurance des biens publics. Les cartes sont élaborées à grande échelle et peuvent manquer de précision à l'échelle locale ou à l'échelle du site. Par exemple, les cartes des zones inondables de l'Agence pour l'environnement britannique contiennent l'avis de non-responsabilité suivant (traduction de l'anglais) : « Cette carte est destinée à l'aménagement du territoire. Si vous souhaitez mettre en œuvre un projet, vous devrez entreprendre une évaluation plus détaillée du risque d'inondation afin de montrer comment le risque d'inondation pour le site ou pour d'autres zones résultant des modifications proposées sur ce site peut être géré dans le cadre de votre proposition d'aménagement. »

Les cartes officielles peuvent également ne pas être mises à jour suffisamment régulièrement et peuvent ne pas refléter les récentes inondations ou les modifications subies par une masse d'eau ou un environnement naturel ou artificiel.

3.2.3 Etudes sur le risque de rupture de la protection anti-inondation

Les récentes améliorations apportées à la technologie informatique et aux logiciels, ainsi que les données topographiques précises (obtenues par exemple par la technologie LiDAR) ont permis de modéliser et d'analyser des inondations liées à la rupture de digues et de murs anti-inondation. Comprendre comment une éventuelle rupture de digue et de mur anti-inondation va affecter un site et son activité normale permet d'aider une entreprise à élaborer une meilleure stratégie pour gérer le risque d'inondation. Les études sur les ruptures d'ouvrages permettront de définir le préavis d'alerte possible, les plans d'évacuation, le niveau d'eau attendu sur le site et dans les bâtiments, ainsi que la vitesse d'écoulement de l'eau.

3.3 Stratégie pour comprendre le risque d'inondation

Afin de déterminer la stratégie la plus efficace pour faire face au risque d'inondation et à son impact sur un site, le scénario d'inondation doit être compris. Les étapes sont les suivantes :

- A. Déterminer à quels types d'inondation le site est exposé. Les sites peuvent être exposés à des inondations provoquées par plusieurs sources.
- B. Déterminer les niveaux d'eau attendus.
- C. Déterminer le préavis d'alerte avant une inondation.
- D. Déterminer la durée de l'inondation :

1. Etudier les conséquences d'une inondation à long terme comme la durée pendant laquelle l'eau reste à l'intérieur d'un bâtiment. C'est un facteur qui détermine la gravité des dommages causés à un bâtiment et son contenu.
2. Les sites situés à proximité de grands fleuves ou dans des plaines inondables peuvent être affectés plus longtemps par l'eau stagnante.
3. L'accès au site et aux voies de transport peut être interrompu de manière prolongée.
4. Les utilités peuvent être affectées plus longtemps que le site lui-même.

E. Déterminer les risques de dommages matériels et d'interruption d'activité ainsi que les solutions existantes pour réduire les risques d'inondation.

3.4 Comprendre les sources d'inondation et leurs caractéristiques

De fortes précipitations ou la fonte des neiges peuvent faire déborder des rivières, de petits ruisseaux, des lacs, des arroyos, etc. vers la zone inondable environnante ou provoquer une inondation par ruissellement.

3.4.1 Sources d'inondation

3.4.1.1 Inondation fluviale

Les fleuves et autres cours d'eau sont des réseaux de drainage naturels. Leurs caractéristiques varient en fonction du climat, de la géologie et des constructions artificielles. Elles peuvent être modifiées en réorientant le cours d'eau ou en revêtant le canal de béton ou d'un matériau similaire. Ces évolutions peuvent entraîner des variations dans la section transversale d'un fleuve ou d'un cours d'eau, ce qui affecte les niveaux de crue et les voies d'écoulement. L'amplitude du préavis d'alerte avant une inondation dans un bassin fluvial est liée à la taille, à la pente et à la durée des précipitations par rapport à la taille du bassin fluvial.

3.4.1.2 Inondation du lit d'un cours d'eau à sec (oueds, cours d'eau saisonniers, arroyos, ravins secs et ruisseaux temporaires)

Généralement, ces canaux servent au drainage de zones de précipitations minimales ou sporadiques, et sont donc caractérisés par un terrain rocailleux et sablonneux avec peu de végétation. Les inondations qui affectent des lits de cours d'eau à sec seront très probablement des crues éclair associées à de fortes précipitations concentrées. Absence ou préavis d'alerte très court (quelques heures tout au plus) ; fronts de vague de grande hauteur ; vitesse d'écoulement élevée ; forte charge sédimentaire ; obstructions possibles au niveau des ponts, des ponceaux, etc. entraînant une accumulation d'eau ; érosion considérable ; et courte durée.

3.4.1.3 Rétrécissements des canaux

Les rétrécissements des canaux, tels que les ponts, les ponceaux, les canaux de dérivation, les canalisations et les écluses, peuvent être obstrués par des débris ou de la glace transportés par l'eau.

Les types de débris sont très diversifiés et comprennent notamment des arbres, de la glace, du bois d'œuvre, des meubles, des cuves, des véhicules, des roches, des hangars, des canalisations en béton, du gravier et du charbon. Lors d'inondations de grande envergure, des objets qui ne sont normalement pas transportés lors d'une crue annuelle seront charriés en aval, car l'eau atteint de nouvelles zones. Un seul objet, par exemple un arbre déraciné bloqué dans un rétrécissement, peut provoquer l'accumulation de débris de plus petite taille. Lorsqu'une quantité suffisante de débris s'est agrégée,

l'eau s'accumule jusqu'à ce qu'elle soit relâchée. Il n'est pas rare que des barrages de débris retiennent de grands volumes d'eau qui sont soudainement libérés, provoquant des volumes d'inondation et des niveaux d'eau nettement supérieurs au niveau de crue attendu.

L'écoulement peut se produire à une vitesse exceptionnelle, ce qui entraîne un risque d'inondation sur des sites ou dans des bâtiments qui n'étaient pas à risque auparavant. Par conséquent, certains sites identifiés comme n'étant pas à risque, ou exposés à un risque à longue période de retour lorsque l'écoulement n'est pas restreint dans le canal principal, seraient inondés plus souvent que prévu. Un pont obstrué par des débris ou de la glace peut faire déborder une digue en amont.

Les profils d'inondation typiques établis par les autorités sont calculés en présumant que les ponts et les ponceaux ne sont pas obstrués et qu'ils sont ouverts et dégagés à 100 %. Selon les caractéristiques du cours d'eau, une obstruction totale ou partielle peut se produire au niveau de ces rétrécissements. L'obstruction modifie le profil d'inondation en faisant monter le niveau d'eau et peut provoquer un écoulement à une vitesse exceptionnelle, capable d'acheminer l'eau hors des limites correspondant à celles du rétrécissement non obstrué.

Certaines rivières sont confrontées à un problème annuel d'embâcles. Les embâcles peuvent être classés en six catégories : les embâcles de gel, les embâcles qui se rompent, les embâcles mobiles, les embâcles stationnaires, les embâcles flottants et les embâcles échoués. Seules les ruptures d'embâcles provoquent des inondations considérables.

La rupture d'embâcles est souvent associée à une montée rapide du niveau d'une rivière, à la suite de précipitations et/ou de la fonte des neiges, et se produit généralement à la fin de l'hiver ou au début du printemps. En raison des volumes de glace importants susceptibles d'être impliqués et des déversements accrus liés aux précipitations ou à la fonte des neiges, la rupture des embâcles peut provoquer des inondations d'une ampleur similaire ou supérieure à celle des crues centennales et cinq-centennales.

Une inondation due aux embâcles se caractérise normalement par un préavis de plusieurs heures à plusieurs jours, une montée rapide des eaux une fois que l'obstruction s'est formée, une durée qui dépend des conditions météorologiques et des mesures d'urgence (utilisation d'explosifs pour déloger la glace), une vitesse d'écoulement faible, une faible charge sédimentaire, des dommages causés par les chocs et la poussée de lourdes plaques et blocs de glace flottants et un léger risque d'érosion.

Lorsque la température augmente ou que l'embâcle subit un choc, il peut se détacher, flotter et bloquer à nouveau un cours d'eau lorsqu'il heurte d'autres masses de glace, un pont, etc. ou il peut se briser en grandes plaques et blocs flottants. L'eau accumulée sera relâchée au fur et à mesure que l'embâcle se rompt, entraînant un afflux rapide d'eau à vitesse élevée. L'afflux d'eau et les grands blocs de glace qui l'accompagnent peuvent causer des dommages matériels accrus aux biens. Si la présence d'un embâcle peut être surveillée, il est difficile de prévoir le lieu et le moment où il sera libéré, l'ampleur des dommages ainsi que les conséquences qui en découleront. Les conséquences d'une inondation due à un embâcle peuvent être beaucoup plus graves qu'une inondation par l'eau du même cours d'eau à température modérée, atteignant le même niveau d'eau.

3.4.1.4 Barrages de protection contre les inondations

La plupart des barrages de protection contre les inondations sont construits avec un réservoir. Toute inondation en aval est minorée, car l'eau est retenue derrière le barrage. Le déversement à travers le barrage est limité, et les débits et niveaux de crue qui en résultent en aval sont réduits. Dans de nombreux cas, les niveaux de crue centennale, cinq-centennale, etc. publiés tiennent compte des nombreux effets de l'ouvrage de protection contre les inondations et du réservoir en amont. Les éléments pris en compte dans les projections d'inondation comprennent la durée des précipitations,

la capacité du réservoir et son niveau d'eau présumé au moment de l'événement, l'emplacement de la tempête dans le bassin versant et l'impact des autres barrages et réservoirs.

Si un projet de protection anti-inondation en amont peut permettre de réduire l'ampleur d'une inondation liée à un événement ou à un scénario spécifié, il demeure possible qu'une inondation en aval résulte d'un scénario différent. Par exemple, un barrage de protection contre les inondations situé à 161 km en amont d'un site sur une rivière de taille moyenne peut être conçu pour protéger contre un épisode pluvieux régional. Cependant, un événement pluvieux très intense, localisé et se déplaçant lentement, centré en aval du barrage, pourrait provoquer une inondation d'une ampleur similaire à celle que le barrage est destiné à limiter (position et intensité différentes de la tempête ; scénario différent ; même niveau de crue).

Les modifications apportées aux systèmes de protection anti-inondation dans un bassin versant après la réalisation d'une étude ou l'établissement d'une carte peuvent affecter les niveaux de crue prévus. Les barrages de protection contre les inondations sont construits pour une période de retour théorique basée sur la faisabilité économique. Certains barrages de protection contre les inondations peuvent être construits pour un événement cinquantennal, tandis que d'autres peuvent être construits pour un événement centennal ou plus. Cependant, un barrage construit pour un événement centennal en 1950 peut ne pas contenir l'événement centennal d'aujourd'hui en raison des changements survenus dans le bassin versant depuis 1950. Les autorités locales peuvent connaître la période de retour utilisée pour la conception du barrage de protection contre les inondations, mais ignorer que les changements intervenus dans le bassin versant sont susceptibles d'avoir réduit l'efficacité du barrage.

3.4.1.5 Inondation par le système d'évacuation intérieur derrière la protection anti-inondation

Une inondation peut se produire dans une zone inondable « protégée », même en l'absence de rupture ou de franchissement de la digue principale, du mur anti-inondation ou de la digue côtière. Une inondation peut être causée par les précipitations, les cours d'eau intérieurs ou par des infiltrations sous une digue.

3.4.1.6 Submersion marine

Une submersion marine est la conséquence de l'augmentation du niveau de la mer causée par des vents de tempête. Une submersion marine est généralement provoquée par de violentes tempêtes en mer. Les plateaux continentaux larges et légèrement inclinés produisent des marées de tempête plus importantes que les plateaux continentaux étroits et à forte pente. Le niveau normal de la mer va augmenter et le vent va créer des vagues. Les ports et les baies abrités connaissent souvent des vagues moins importantes. Les vents de tempête poussent également l'eau vers l'intérieur des terres, dans des zones normalement sèches. Les marées de tempête peuvent provoquer des niveaux de crue de 4,6 à 9,1 m, voire plus, au-dessus de la marée haute.

Les marées de tempête peuvent également entraîner une inondation à l'intérieur des terres. Lorsqu'une tempête se déplace vers l'intérieur des terres, elle diminue généralement en intensité, car elle n'est plus alimentée par l'air ascendant chaud et humide de l'océan. Lorsque ce phénomène se produit, la tempête résiduelle génère de fortes précipitations sur la zone intérieure. Ces fortes précipitations peuvent entraîner une inondation de grande envergure par ruissellement ou débordement des cours d'eau intérieurs.

3.4.1.7 Inondation sur un cône alluvial

Les cônes alluviaux sont situés au pied de zones montagneuses, à forte pente. Ils se trouvent souvent dans des régions à très faible pluviométrie. Lorsqu'une tempête majeure se produit, l'inondation sur un cône alluvial est soudaine et de grande ampleur et peut affecter des zones restreintes ou étendues.

Dans ces plaines inondables très plates, l'eau tend à s'écouler à une vitesse élevée, subit des changements de direction imprévisibles et transporte de grandes quantités de sédiments. Les sols que l'on trouve sur les cônes alluviaux ont tendance à être facilement érodés et très poreux.

3.4.1.8 Inondation due à une seiche

Une seiche est une oscillation de l'eau dans un lac, une mer ou une baie, provoquée par des secousses sismiques, par le vent, par des ondes ou des variations soudaines et inhabituelles de la pression atmosphérique. Les violentes tempêtes caractérisées par une dépression atmosphérique inhabituelle et des vents forts peuvent causer des différences de niveau d'eau de plusieurs mètres d'un côté à l'autre d'un lac. L'élévation de la surface de l'eau, associée à des vagues créées par le vent, provoque l'inondation des zones côtières et l'accumulation d'eau dans les affluents, qui sortent de leur lit.

3.4.1.9 Inondation par ruissellement pluvial

Le terrain naturel ou une conception insuffisante du système d'évacuation peuvent provoquer une inondation. Les inondations liées à de fortes précipitations peuvent être classées en trois catégories : systèmes d'évacuation saturés, accumulation d'eau et écoulement d'eau.

Dans de nombreuses régions du monde, les systèmes d'évacuation souterrains ne sont pas conçus pour les fortes tempêtes. Lors de précipitations exceptionnelles, la capacité d'évacuation insuffisante peut provoquer un refoulement d'eau dans les bâtiments, si cet aspect n'est pas pris en compte lors de la conception. Les systèmes d'évacuation urbains types sont dimensionnés pour gérer au maximum une tempête caractérisée par une période de retour de 25 ans. En raison de la capacité d'évacuation insuffisante, le ruissellement pluvial sur un site peut nécessiter l'utilisation de bassins de rétention pour gérer en toute sécurité un ruissellement pluvial centennal.

3.4.1.10 Nappe phréatique

Le niveau de la nappe phréatique dépend des rivières, des lacs et des cours d'eau voisins. Selon les conditions du sol, les variations du niveau des masses d'eau adjacentes peuvent avoir un impact sur le niveau de la nappe phréatique. En général, cela prend du temps. Cependant, lors d'inondations prolongées, l'élévation du niveau de la nappe phréatique peut affecter les sous-sols des bâtiments.

3.4.1.11 Tsunamis

Les tsunamis sont généralement causés par des séismes sous-marins. Le séisme est le résultat d'un déplacement de la croûte terrestre au fond de l'océan. Bien qu'ils soient rares, les tsunamis peuvent atteindre des hauteurs de 9 à 15 m à mesure qu'ils s'approchent des côtes à plus de 805 km/h.

3.4.1.12 Réseaux d'égouts unitaires

Les réseaux d'égouts unitaires ne sont pas toujours capables de gérer des débits accrus en cas de fortes précipitations ou d'inondation. En conséquence, il y aura une accumulation d'eau dans le système, qui refluera par les couvercles des regards du système d'évacuation, les orifices des systèmes d'évacuation, les toilettes, les systèmes d'évacuation au sol et les éviers. L'eau étant contaminée, les opérations de nettoyage sont plus compliquées en raison des polluants présents.

3.4.1.13 Inondation par les systèmes d'évacuation en toiture

Il s'agit d'une inondation localisée due aux systèmes d'évacuation en toiture et aux descentes d'eaux pluviales, qui se vident sur le sol ou les surfaces pavées et n'évacuent pas l'eau à distance d'un bâtiment. Voir la fiche technique 1-54, *Roof Loads For New Construction*.

3.4.2 Caractéristiques des inondations

Le tableau 3 fournit quelques caractéristiques générales des principaux types d'inondation.

Tableau 3. Types d'inondation et caractéristiques

Type d'inondation	Niveau d'eau	Vitesse	Préavis d'alerte	Durée	Voies d'écoulement/évacuation
Grands et longs fleuves	Varie sensiblement : en fonction de la topographie ; zone protégée par une digue.	Faible : la vitesse ne devrait pas aggraver les dommages.	Jusqu'à 2 semaines ou plus	Jours ou semaines	Débordement du lit
Rivières de plus petite taille	Varie sensiblement : en fonction de la topographie ; zone protégée par une digue.	Elevée dans les zones à forte pente ; dommages potentiels liés à la vitesse. Faible dans les zones planes. Faible dans les zones d'eau stagnante.	Court ; très court dans les zones à forte pente	Courte : de moins d'une journée à plusieurs jours. Crue éclair dans des zones à forte pente : < 3 heures	Débordement du lit
Lits de cours d'eau à sec	Fronts de vague de grande hauteur ; accumulation au niveau des obstructions.	Elevée ; dommages potentiels liés à la vitesse.	Court (quelques heures tout au plus)	Courte : de moins d'une journée à plusieurs jours	Crue éclair
Système d'évacuation intérieur derrière la protection anti-inondation	Faible niveau : < 1 m	Faible ; la vitesse ne devrait pas aggraver les dommages.	Court, mais varie selon le type d'inondation	Plus longue : varie selon le type d'inondation	1. Précipitations ou cours d'eau intérieurs ; 2. infiltration sous une digue
Submersion marine	De 5 à 10 m, voire plus, au-dessus de la marée haute	Elevée à proximité des côtes ; dommages potentiels liés à la vitesse.	Formation d'une tempête : jusqu'à 1 semaine ; phase d'action pour le site 2 à 3 jours avant l'arrivée sur les terres ; une évacuation d'une journée peut être ordonnée	Courte : heures	Eau de l'océan poussée sur la terre
Cône alluvial	Niveau élevé : < 1 m	Elevée ; dommages potentiels liés à la vitesse.	Court : < 3 heures	Courte : < 3 heures	Au pied de montagnes à forte pente
Seiche	Plusieurs mètres.	Elevée ; dommages potentiels liés à la vitesse.	Court : heures	Courte : heures	Due à l'oscillation de l'eau dans un lac, une mer, une baie

Ruissellement pluvial	Faible niveau : < 0,3 m, sauf pour les espaces en sous-sol.	Potentiellement élevée pour les zones à forte pente ; faible pour les zones d'eau stagnante.	Court : de quelques minutes à 1 heure	Courte : de quelques minutes à 1 heure	Systèmes d'évacuation saturés, accumulation d'eau et écoulement d'eau
Nappe phréatique	Faible niveau : < 0,3 m.	Faible ; la vitesse ne devrait pas aggraver les dommages.	Long : 1 journée à plusieurs jours	Longue : 1 journée à plusieurs jours	Due aux rivières, lacs et cours d'eau adjacents
Réseaux d'égouts	Généralement niveau bas : < 0,3 m.	Faible ; la vitesse ne devrait pas aggraver les dommages.	Court : de quelques minutes à 1 heure	Courte : de quelques minutes à 1 heure	Reflux par les toilettes, les systèmes d'évacuation au sol et les éviers

3.5 Comprendre les conséquences d'une inondation

Les équipements stratégiques d'un site devraient faire l'objet d'un inventaire et les conséquences d'une inondation devraient être prises en compte. Outre les dommages causés aux bâtiments, les éléments à prendre en compte sont les équipements qui, une fois endommagés, provoqueront un goulot d'étranglement pour la reprise de l'activité. Les systèmes informatiques, les équipements ayant un long délai d'approvisionnement, les tableaux électriques et les alimentations électriques devraient également être pris en compte.

Les dégâts causés par l'inondation aux équipements de protection incendie posent plusieurs problèmes importants. L'eau d'une inondation transporte souvent de lourds débris qui peuvent entraîner la rupture des réservoirs de liquides qui peuvent brûler et endommager les canalisations de liquides qui peuvent brûler et de gaz inflammables. Des courts-circuits électriques et d'autres sources d'ignition sont susceptibles de provoquer un incendie. En cas de départ de feu, les pompiers pourraient ne pas être en mesure de se rendre sur le lieu de l'incendie en raison de l'inondation. Les sprinklers automatiques et les pompes incendie pourraient également être endommagés. Pour cette raison, toujours installer les vannes d'alimentation sprinkleur et les pompes en dehors des zones inondables.

Les conséquences sur les utilités devraient être étudiées. Porter une attention particulière aux postes électriques, équipements et postes de transformation en sous-sol. Les services de l'eau, de l'assainissement et de la voirie, les services de l'électricité (production, transport et distribution), les télécommunications, les services de gaz naturel, réfrigération, vapeur, etc. peuvent être affectés.

L'accès au site peut être restreint ou le site peut être fermé, même s'il n'est pas affecté. Les voies d'approvisionnement normales, y compris les autoroutes et les chemins de fer, peuvent être fermées de manière prolongée en raison d'une inondation.

3.6 Comprendre toutes les solutions possibles ; construire ou rénover dans une zone inondable : une stratégie est nécessaire

Cette fiche technique aborde une grande variété de solutions de protection pour réduire la gravité d'une inondation sur un site lorsque la construction dans une zone inondable ne peut être évitée. Les solutions reposant sur le facteur humain (qui nécessitent une intervention humaine pendant l'inondation) ne devraient être utilisées qu'une fois que toutes les solutions de protection pratiques ont été intégrées dans la conception.

Une stratégie soigneusement planifiée doit être élaborée et mise en œuvre pendant les phases de conception et de construction du projet afin de limiter les dommages causés par une inondation. La stratégie idéale consiste à s'assurer que l'activité peut se poursuivre sur la plus grande partie du site possible, sans interruption pendant une inondation.

Il existe de nombreux concepts qui peuvent être utilisés pour réduire les dommages et l'interruption d'activité en cas d'inondation. Les solutions sont les suivantes, classées par ordre de fiabilité :

- A. conception du site à construire en dehors de toute zone à risque d'inondation (nouvelle construction) ou transfert permanent du site existant ;
- B. surélévation du site au-dessus du niveau de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) (nouvelle construction) ;
- C. construction de systèmes de protection anti-inondation cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) permanents autour du site ;
- D. protection d'une partie des équipements stratégiques du site en les surélevant au-dessus du niveau de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) ou en les protégeant contre une crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) (par exemple, construction de petites digues en terre de faible hauteur ou de murs anti-inondation, aménagements paysagers et murs pour rediriger les eaux pluviales et l'écoulement à distance des zones importantes) ;
- E. mise en place de dispositifs d'urgence et de plans d'intervention d'urgence jusqu'à ce que des solutions permanentes soient mises en œuvre. Ils peuvent inclure le transfert d'équipements et de lignes de production vers des zones surélevées par rapport au niveau de crue. Voir la fiche technique 10-2, *Emergency Response* ;
- F. élaboration de plans prévoyant un relais pour assurer la continuité de la production pendant les travaux de réparation sur le site.

Si une protection correspondant au niveau de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) n'est pas réalisable ou économique, une protection correspondant au niveau de crue centennale devrait alors être envisagée. Lors du choix de la meilleure stratégie, il conviendrait également de tenir compte de la probabilité d'une inondation, des dommages attendus et des frais d'assurance, ainsi que de l'impact sur les clients et sur l'image de marque du site pendant le cycle de vie du site.

La surélévation de l'ensemble du site au-dessus du risque d'inondation présente l'inconvénient suivant : il s'agit d'une solution coûteuse, qui n'est pas toujours réalisable. Lorsqu'il n'est pas possible de surélever l'ensemble du site, il est alors nécessaire de déterminer les bâtiments et les zones du site qui sont susceptibles d'être inondés et de s'attacher à réduire les conséquences éventuelles d'une inondation sur les zones situées à plus faible altitude, tant sur le plan des dommages matériels que de l'interruption d'activité.

Souvent, l'approche la plus efficace pour réduire les risques d'inondation est une combinaison de plusieurs solutions. Une conception appropriée des bâtiments qui seront potentiellement inondés est nécessaire pour limiter les dommages. Un faible niveau d'eau dans les sous-sols entraîne rarement des dommages structurels ou à l'étage supérieur. Des dommages structurels peuvent se produire lorsque l'eau monte jusqu'aux murs du premier étage. Les murs au niveau du sol et en sous-sol ne sont normalement pas endommagés lorsque l'eau monte uniformément à l'intérieur et à l'extérieur, car les forces sont équilibrées d'un point de vue hydrostatique. Cependant, les eaux qui montent uniquement à l'extérieur peuvent rapidement appliquer des contraintes excessives à un mur et aux sols situés au

niveau du sol ou en sous-sol et provoquer leur effondrement ou leur soulèvement. Une montée de l'eau sur environ 1 m sur un côté d'un mur de briques ou en maçonnerie non renforcé est préoccupante.

L'une des mesures les plus importantes pour réduire les dommages causés par une inondation après la décrue est de procéder rapidement aux opérations de nettoyage. Afin que ces opérations soient effectuées dans les plus brefs délais, l'alimentation électrique, le chauffage et la climatisation doivent être rétablis rapidement.

Par conséquent, lors de la conception du site ou du choix des équipements d'alimentation électrique et des systèmes de traitement d'air (chauffage, ventilation et climatisation), tenir compte des points suivants :

- A. Les équipements électriques, en particulier les transformateurs de type sec, les disjoncteurs haute tension à coupure dans l'air et les équipements de commande modernes qui utilisent des circuits à semi-conducteurs sont très sensibles aux dégâts des eaux.
- B. Les chaudières et les fours subiront des dommages importants. Si l'eau monte alors que l'équipement fonctionne ou qu'il est encore chaud, il pourrait subir une déformation permanente très importante. Le limon fin pénétrera dans les conduites de combustion, d'air et de combustible gazeux ainsi que dans les brûleurs.
- C. Les réservoirs peuvent subir des dommages importants. Les pressions hydrostatiques agissant sur les réservoirs enterrés et aériens, le radier du bâtiment et les équipements situés à proximité sont susceptibles de les endommager. Les réservoirs de stockage peuvent également se déplacer et se remplir, et les lignes d'alimentation ou d'évent peuvent se rompre. Le contenu libéré pourrait contaminer d'autres zones.
- D. Les équipements situés à l'extérieur, bien que suffisamment résistants aux intempéries, sont susceptibles de subir les mêmes dommages que les équipements situés à l'intérieur. La protection contre les intempéries n'est généralement pas suffisamment étanche pour empêcher les infiltrations. Des vitesses d'écoulement supérieures à 0,2 m/s provoqueront le renversement des équipements extérieurs qui n'ont pas été spécifiquement conçus pour résister à la force de l'eau en mouvement.

Les sous-sols sont plus souvent inondés en raison de leur niveau plus bas. Des équipements électriques, de production et d'analyse stratégiques sont souvent situés en sous-sol. Dans ces conditions, des inondations mineures affectant des sous-sols sont à l'origine d'importants dommages matériels et de la fermeture prolongée de sites ou de lignes de production.

3.6.1 La marge de sécurité est un élément essentiel de la conception

La marge de sécurité correspond à la différence entre le niveau de crue et le niveau du sol d'un bâtiment, des équipements, des stocks, etc. ou du sommet d'un système de protection anti-inondation. Ce facteur de sécurité permet de prendre en compte les incertitudes dans le calcul (hydrologie, hydraulique, topographie, etc.) du niveau de crue, en raison de l'imprécision de la modélisation de l'inondation, des changements naturels et artificiels du cours d'eau, du ruissellement accru dû à l'urbanisation, des évolutions du risque d'inondation pendant le cycle de vie du site (changement climatique), ou pour fournir une marge de sécurité en cas de vagues imprévues dues à la circulation des véhicules ou au vent. Prévoir une marge de sécurité dans les critères de conception contribuera à réduire le risque ou l'ampleur des dommages qu'un changement imprévu entraînera pendant le cycle de vie d'un site.

Le calcul de la marge de sécurité devrait reposer sur des facteurs essentiels tels que :

- A. Vulnérabilité du bâtiment aux dommages. Les activités pour lesquelles la présence d'eau doit être proscrite à l'intérieur ou à proximité du bâtiment devraient présenter une marge de sécurité plus importante. Les hôpitaux, les laboratoires pharmaceutiques et les établissements disposant de salles blanches sont des exemples d'activités très sensibles.
- B. Zones fréquemment inondées à un niveau similaire ou supérieur au niveau de crue de référence (par exemple, niveaux utilisés pour la conception incorrects ou nécessitant une mise à jour).
- C. Zones pour lesquelles les cartes des zones inondables et études sur les risques d'inondation datent de plus de 10 ans.
- D. Zones dans lesquelles l'aménagement en amont de terrains inoccupés a considérablement augmenté (ou va augmenter) depuis l'élaboration de la dernière carte des zones inondables.
- E. Niveaux d'eau affectés par des blocages causés par l'accumulation de débris, des glissements de terrain ou le mauvais fonctionnement des structures hydrauliques.
- F. Une marge de sécurité de 0,6 m minimum est recommandée.

3.7 Sélection des barrières destinées à protéger les ouvertures des bâtiments

Dans la mesure du possible, toutes les ouvertures inutiles susceptibles de favoriser l'entrée d'eau dans un bâtiment devraient être supprimées. Pour les ouvertures restantes, des barrières anti-inondation peuvent être utilisées en association avec d'autres mesures d'amélioration économiques afin de réduire le risque que de grandes quantités d'eau pénètrent dans l'enveloppe du bâtiment. S'il est impossible d'empêcher l'eau de pénétrer dans le bâtiment, il demeure possible de limiter les dommages en construisant une protection à l'intérieur du bâtiment.

Par exemple, la construction de murs anti-inondation autour des locaux stratégiques, des zones de production ou des zones abritant des équipements peut être une solution économique pour limiter les dommages causés par une inondation. Une autre méthode consiste à étanchéifier et à renforcer les cloisons existantes et à équiper les ouvertures de barrières anti-inondation autour des équipements mécaniques essentiels tels que les fours, les chaudières, les ordinateurs et les tableaux électriques. L'objectif de cette recommandation est de réduire la quantité d'eau susceptible d'entrer et de s'accumuler dans le bâtiment qui serait alors inondé sous plusieurs centimètres. Les sites sur lesquels toute entrée d'eau doit être proscrite devraient être transférés dans une autre zone, et les activités stratégiques devraient être surélevées au-dessus du niveau prévu de crue cinq-centennale (probabilité d'apparition sur une année de 0,2 sur 100 en termes de débit) et inclure une marge de sécurité de 0,3 à 0,6 m.

Souvent, il n'est pas possible d'étanchéifier ou de construire des murets autour de chaque ouverture destinée au personnel ou aux véhicules. Il se peut que certains plans de protection anti-inondation doivent inclure des barrières à assembler. Par conséquent, une barrière anti-inondation agréée FM qui peut être installée rapidement devrait être retenue. La meilleure solution consiste à utiliser une barrière anti-inondation permanente installée à côté de l'ouverture et pouvant être rapidement déployée. Idéalement, la barrière devrait être conçue pour pouvoir être fermée par une personne non formée. Un autre avantage des barrières permanentes est qu'il est moins facile de les voler ou de les égarer. Toutefois, ces barrières sont plus onéreuses que d'autres types de barrières et elles sont souvent peu esthétiques.

3.7.1 Barrières anti-inondation permanentes

3.7.1.1 Barrières pivotantes/articulées

Ces barrières sont des barrières permanentes et se ferment en faisant pivoter la barrière. Certaines barrières sont fixées aux murs par des charnières similaires à celles des portes, d'autres sont fixées par des charnières au sol et pivotent pour les déployer. (Voir les figures 2, 3 et 4.)

Facilité de manœuvre/formation nécessaire :

- Une barrière articulée conçue de manière adéquate est très facile à fermer.
- Les barrières articulées protégeant des portes piétonnes peuvent être fermées par une seule personne.
- Les barrières articulées conçues pour le passage de véhicules peuvent nécessiter plusieurs personnes pour les fermer.
- Une formation est nécessaire pour l'utilisation des barrières conçues de manière adéquate.

Temps de déploiement : les barrières peuvent être fermées en quelques minutes.

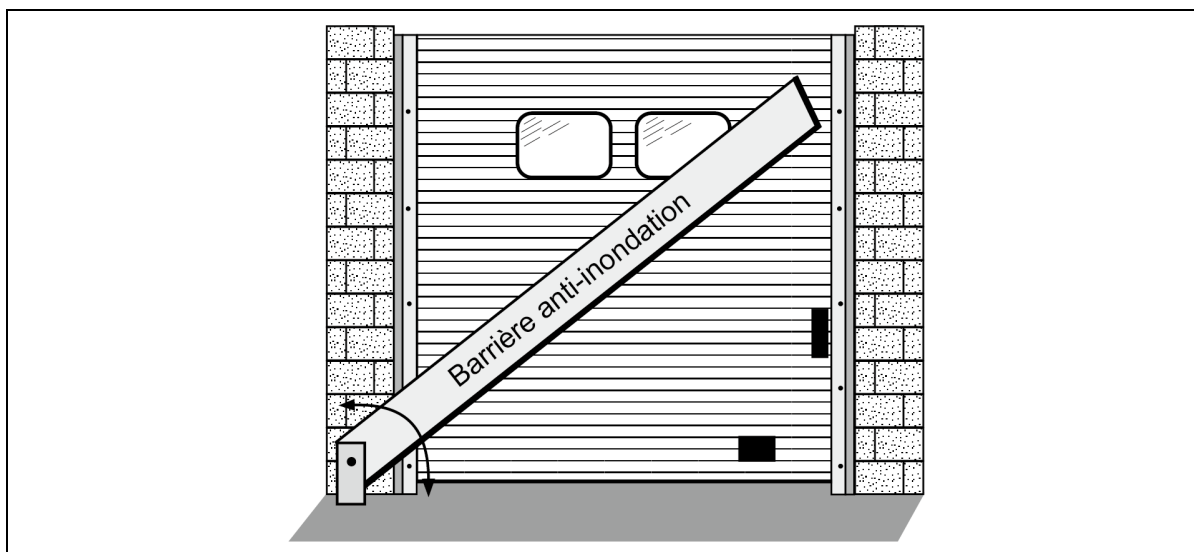


Fig. 2. Barrière pivotante avec un seul point de pivot

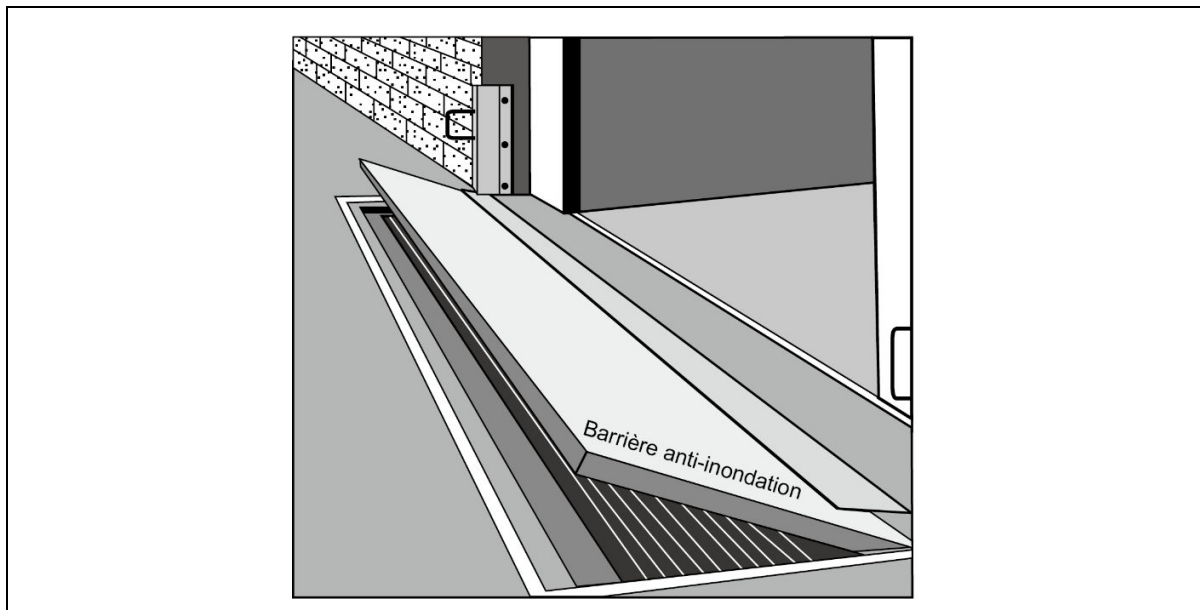


Fig. 3. Barrière articulée qui se replie dans le sol, partiellement déployée

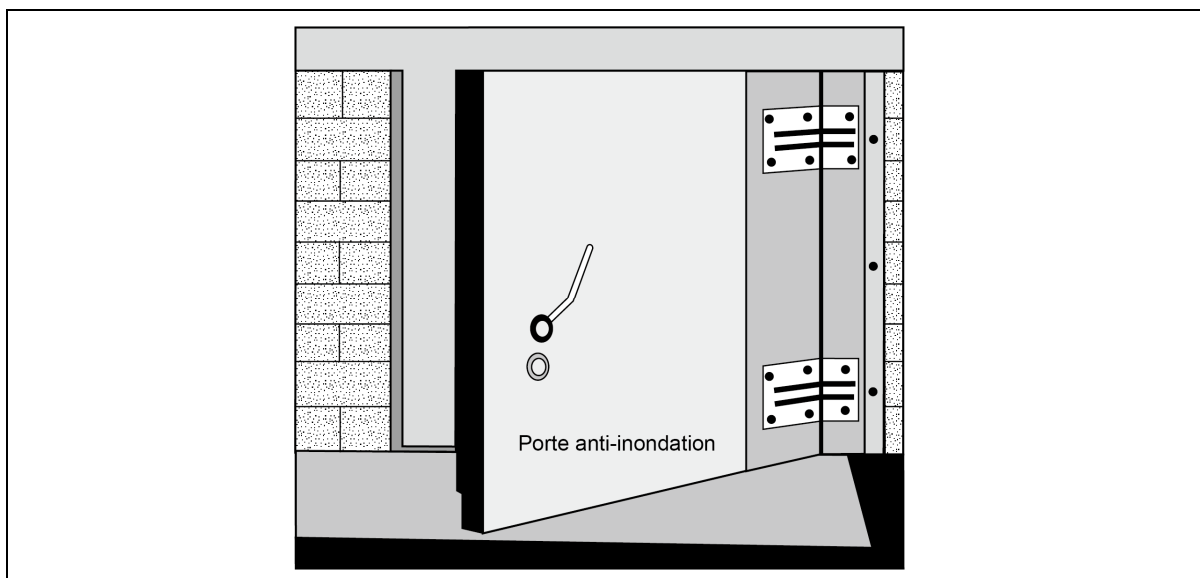


Fig. 4. Barrière anti-inondation articulée de type porte, partiellement déployée

3.7.1.2 Barrières coulissantes

Les barrières coulissantes sont des barrières permanentes et se ferment en faisant rouler la barrière. Le mécanisme de roulement doit être inspecté régulièrement et tout débris ou toute eau stagnante devrait être immédiatement éliminé(e). Dans les régions à climat froid, du givre peut s'accumuler dans les rails et entraver leur manœuvre rapide. (Voir la figure 5.)

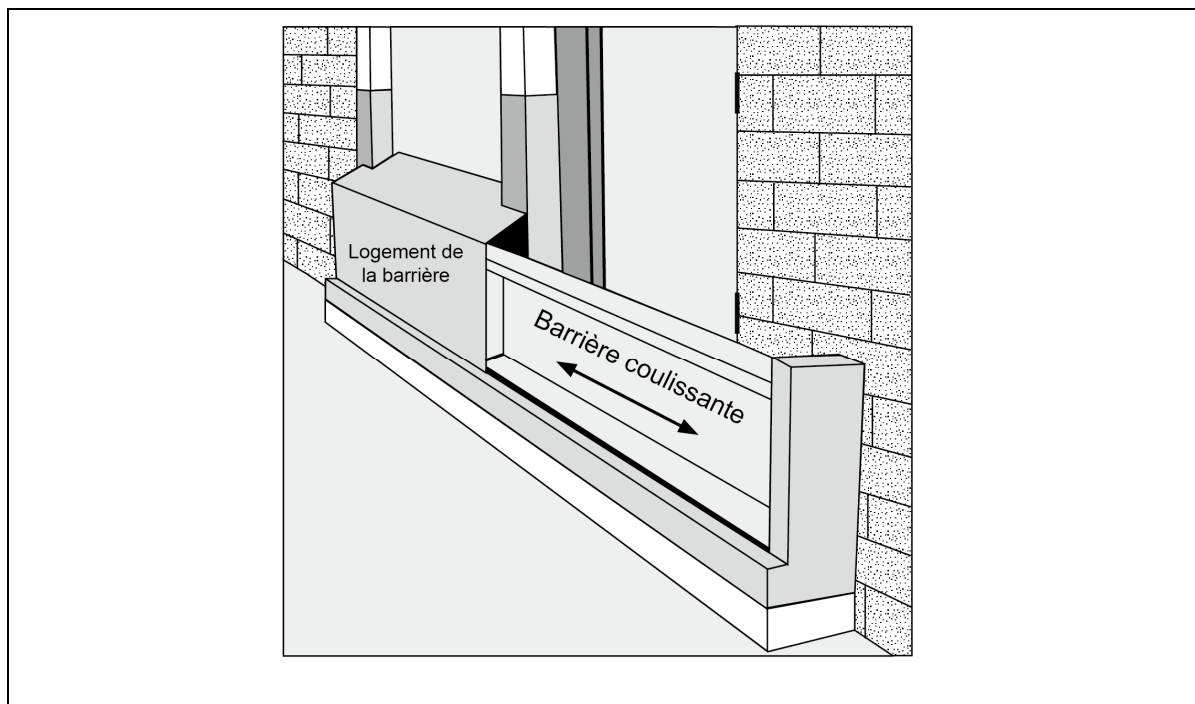


Fig. 5. Barrière coulissante, représentée déployée

Facilité de manœuvre/formation nécessaire :

- Une barrière coulissante conçue de manière adéquate est très facile à fermer.
- Les barrières coulissantes qui protègent des portes piétonnes peuvent être fermées par une seule personne.
- Les barrières coulissantes conçues pour le passage de véhicules peuvent nécessiter plusieurs personnes pour les fermer.
- Une formation est nécessaire pour l'utilisation des barrières conçues de manière adéquate.

Temps de déploiement : les barrières peuvent être fermées en quelques minutes.

3.7.1.3 Barrières à fermeture verticale

Les problématiques liées à la maintenance préventive de ces barrières, leur simplicité de manœuvre et la formation nécessaire à leur utilisation sont similaires à celles des barrières coulissantes. (Voir la figure 6.)

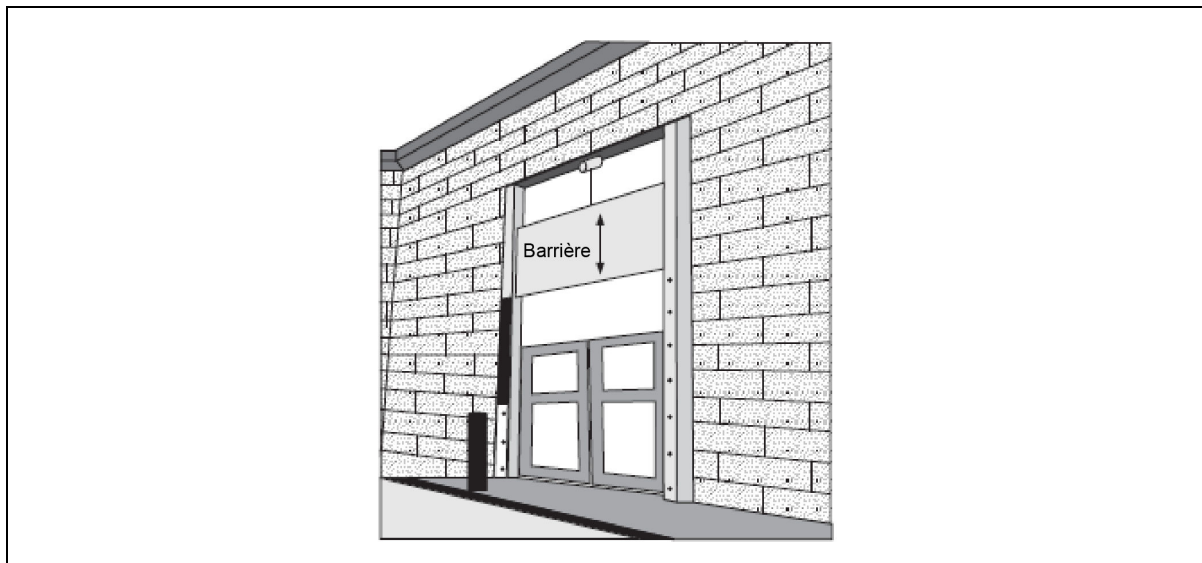


Fig. 6. Barrière à fermeture verticale, représentée en position ouverte

Facilité de manœuvre/formation nécessaire :

- A. Une barrière à fermeture verticale conçue de manière adéquate est très facile à fermer.
- B. Les barrières qui protègent des portes piétonnes peuvent être fermées par une seule personne.
- C. Les grandes barrières d'accès conçues pour le passage de véhicules peuvent nécessiter des équipements mécaniques pour leur fermeture ; ces équipements devraient être conçus comme faisant partie de la barrière.
- D. Des barrières conçues de manière adéquate nécessitent un minimum de formation pour les fermer.

Temps de déploiement : les barrières peuvent être fermées en quelques minutes si l'équipement de fermeture fait partie de la conception.

3.7.1.4 Barrières anti-inondation automatiques

Une barrière anti-inondation automatique peut être installée dans une embrasure de porte existante (voir la figure 7). Lorsqu'elle n'est pas nécessaire, elle est escamotée verticalement sous le sol, ce qui permet un accès normal au local en l'absence d'inondation. Le premier écoulement d'eau sur la barrière entraînera son déploiement automatique. L'utilisation de ce type de barrière élimine la nécessité d'un muret au niveau de l'ouverture. L'installation nécessite le retrait d'une section de plancher et le coulage d'une fondation pour installer la barrière.

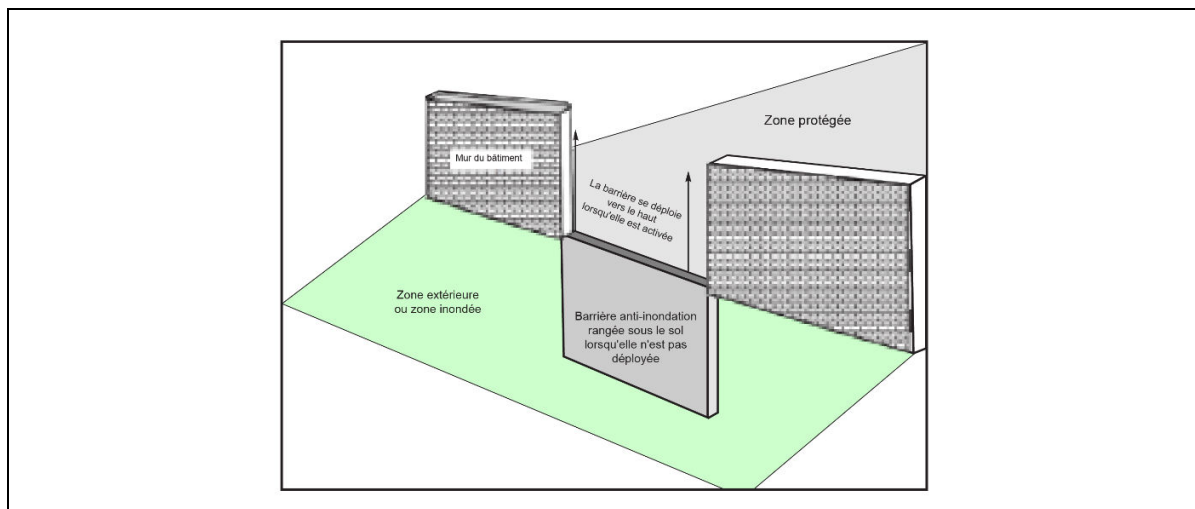


Fig. 7. Barrière anti-inondation automatique

Facilité de manœuvre et formation nécessaire :

- A. Fonctionnement entièrement automatique.
- B. Elle devrait être conçue pour permettre un déploiement manuel à des fins d'inspection et de maintenance ou pour garantir son déploiement.
- C. L'installation est possible à l'intérieur ou à l'extérieur des portes extérieures.
- D. Tout débris doit être immédiatement éliminé pour permettre son bon fonctionnement.

Temps de déploiement : ouverture automatique ou manuelle en quelques minutes.

3.7.1.5 Protection des ouvertures vitrées

Ce type de barrière anti-inondation peut être installé sur ou dans des fenêtres existantes (voir la figure 8). Les dispositifs de protection sont fabriqués en métal et peuvent être articulés en haut, en bas ou sur les côtés. Ils sont fermés manuellement.

Facilité de manœuvre et formation nécessaire :

- A. Déploiement manuel.
- B. En général, il est facile de fermer le dispositif.
- C. Un exercice annuel d'assemblage est recommandé.

Temps de déploiement : la fermeture de ce type de barrière est rapide, car il s'agit d'une barrière permanente.

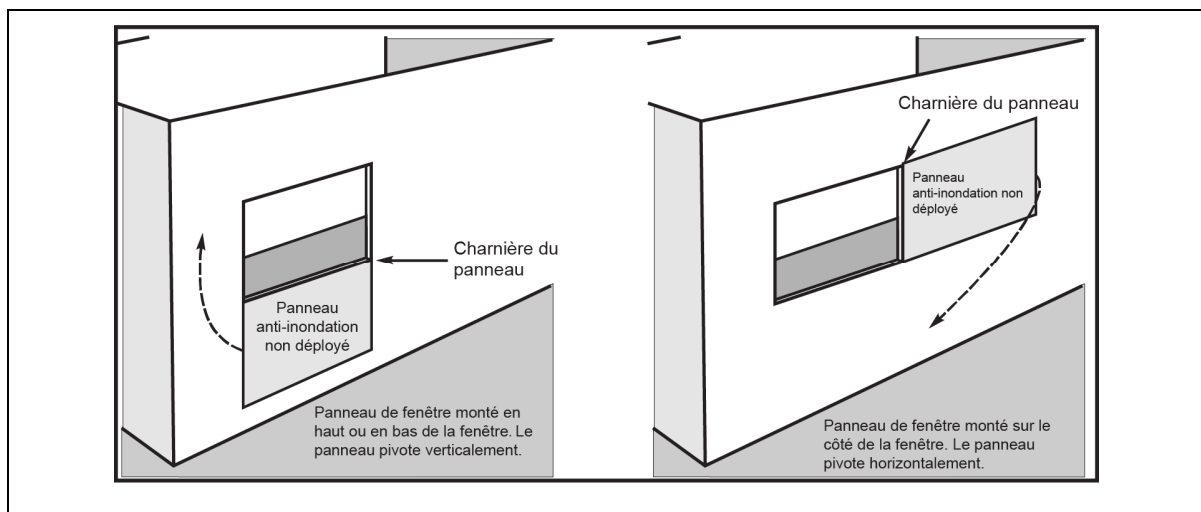


Fig. 8. Protection des ouvertures vitrées

3.7.1.6 Portes piétonnes simples ou doubles

Ces portes sont conçues pour fonctionner comme des portes piétonnes normales en l'absence d'inondation. Les portes sont en métal afin d'éviter les dommages causés par les chocs de débris transportés par l'eau. Certaines portes possèdent des loquets supplémentaires qui doivent être fermés à l'approche de l'inondation.

Facilité de manœuvre et formation nécessaire :

- A. Fonctionnement entièrement automatique ou loquets de fermeture simples.
- B. Tout débris doit être immédiatement éliminé pour permettre leur bon fonctionnement.

3.7.2 Barrières anti-inondation à assembler

3.7.2.1 Batardeaux

Ce type de barrière est assemblé directement dans l'ouverture. Une série de « panneaux » (planches de bois, d'acier ou d'aluminium) est assemblée dans l'ouverture selon les besoins. En général, l'ouverture protégée présentera un cadre monté en permanence de chaque côté de l'ouverture pour accueillir les panneaux amovibles (voir la figure 9). Pour les grandes ouvertures, un ou plusieurs supports intermédiaires sont utilisés pour couvrir l'ouverture. Ces supports intermédiaires doivent être ancrés au sol par des boulons de fixation ou un canal de fondation (voir la figure 10). Ces barrières peuvent nécessiter l'installation de joints en caoutchouc entre les panneaux, le bâtiment et le seuil. Souvent, des bâches en plastique résistantes à la déchirure et des sacs de sable sont ajoutés devant les panneaux pour réduire davantage les infiltrations d'eau.

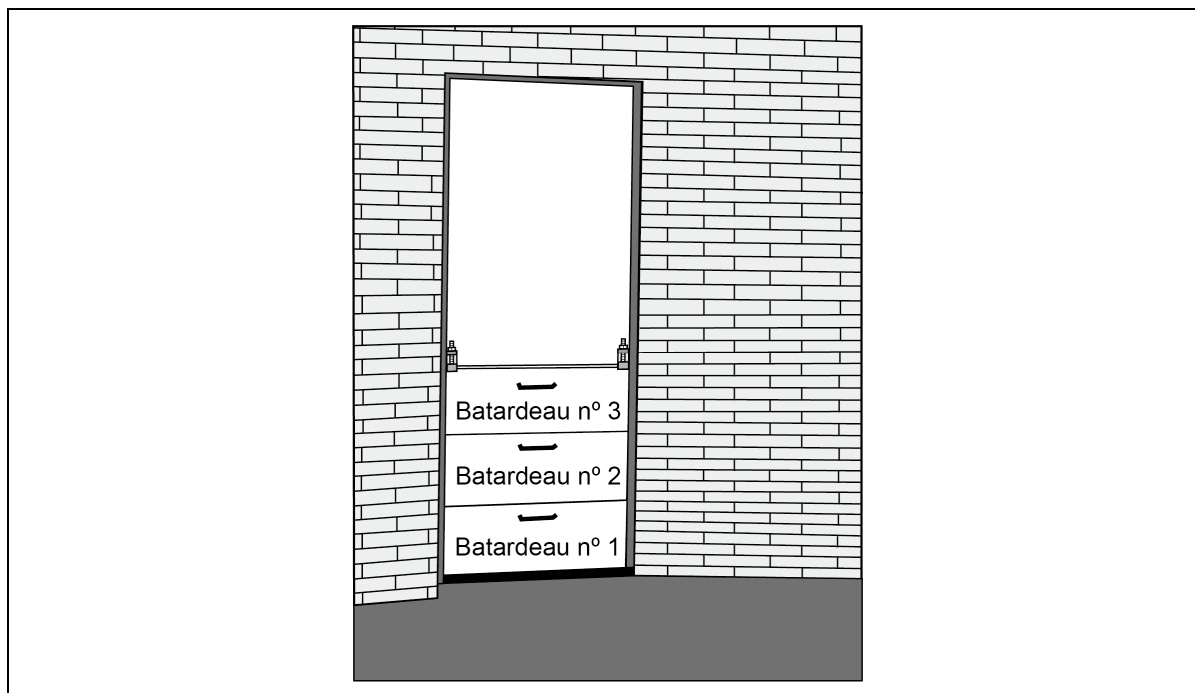


Fig. 9. Trois panneaux déployés dans une embrasure de porte

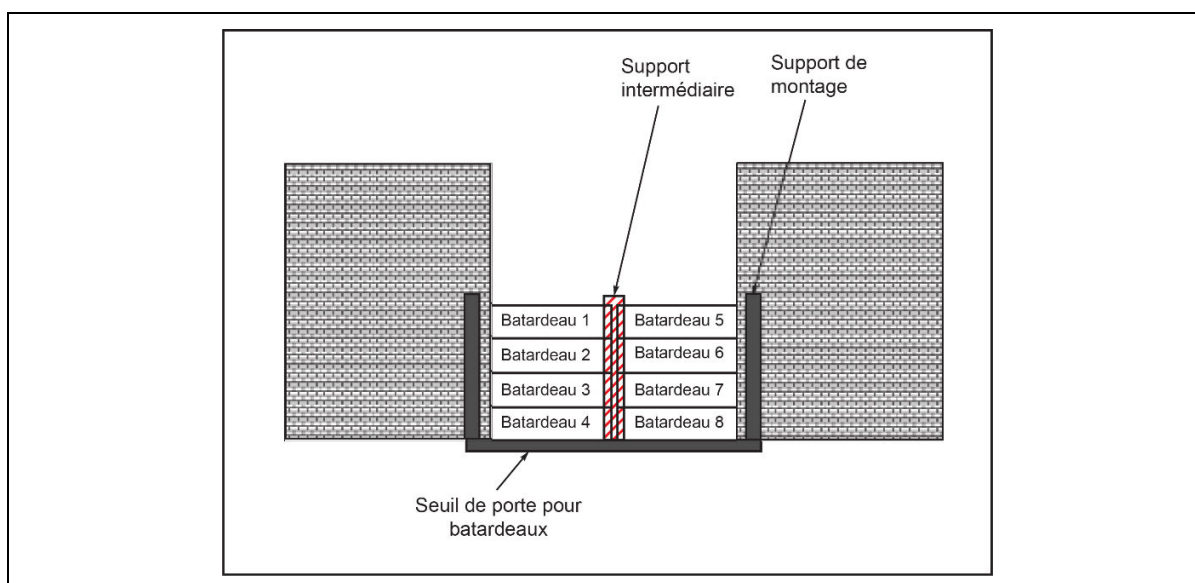


Fig. 10. Grande ouverture protégée par des panneaux amovibles avec support intermédiaire

Les batardeaux protégeant des portes piétonnes sont conçus pour pouvoir être récupérés et mis en place par une ou deux personnes. La hauteur du panneau individuel varie en fonction de la largeur couverte et du poids du panneau individuel. En général, les panneaux ont une hauteur de 15 à 60 cm. Les batardeaux pour routes et passages de véhicules peuvent nécessiter un équipement de levage et un support vertical à mi-largeur.

Facilité de manœuvre/formation nécessaire :

- A. Les supports de montage des batardeaux sont généralement installés de façon permanente.
- B. Ce système comporte divers composants à installer, notamment plusieurs panneaux amovibles et les fixations correspondantes.
- C. Le premier panneau installé au niveau du sol est doté généralement d'un joint plus large dans sa partie inférieure.
- D. Tous les systèmes présentent une fixation de chaque côté, qui est installée dans leur partie supérieure et qui est conçue pour comprimer les joints. Certaines conceptions comportent également deux fixations pour chaque panneau amovible.
- E. L'étanchéité est compromise si l'ordre d'installation des panneaux n'est pas respecté. Les panneaux amovibles agréés FM sont marqués pour indiquer quel côté doit faire face à l'eau, afin d'assurer une bonne étanchéité.
- F. Une formation/un exercice d'assemblage annuels sont recommandés.
- G. Les batardeaux et les pièces d'assemblage sont souvent stockés dans un autre lieu.

Temps de déploiement : l'installation d'un système de batardeaux à travers une ouverture de 2,4 m prend moins de 1,2 heure si les supports de montage ont été préalablement installés. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour transporter les barrières depuis leur lieu de stockage et les assembler peut être important et devrait être inclus dans les estimations du temps d'assemblage. Un exercice d'assemblage doit être organisé pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour assembler la barrière.

3.7.2.2 Barrières à insérer

Ce type de barrière se compose d'une barrière unique qui se glisse dans un seuil et un cadre permanents. Ces barrières sont généralement fabriquées en aluminium afin de réduire le plus possible le poids. (Voir la figure 11.)

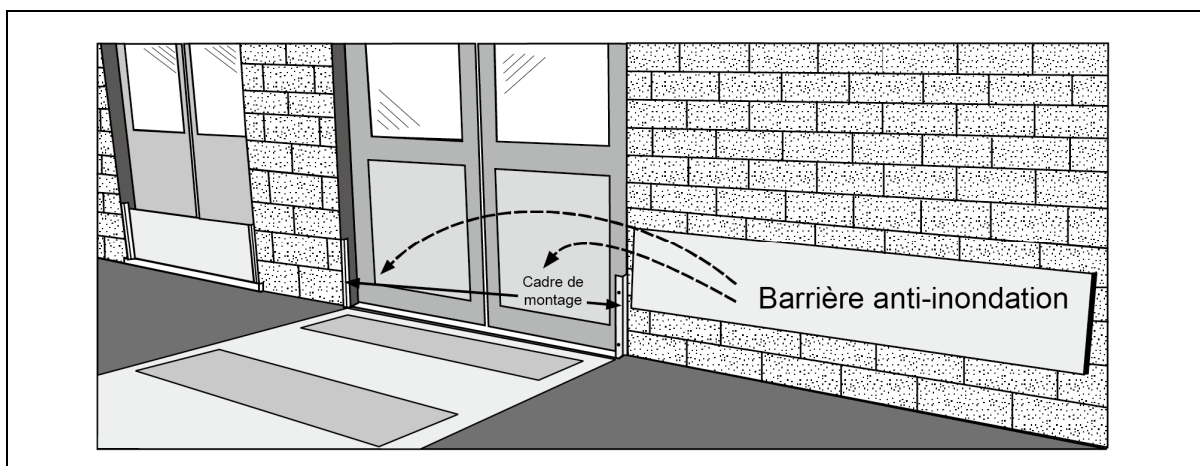


Fig. 11. Barrière à insérer, représentée en position de stockage à côté de la porte

Facilité de manœuvre, formation nécessaire :

- A. Les supports de montage sont généralement installés de manière permanente.

B. Les barrières à insérer sont généralement constituées d'un seul panneau. En général, elles sont faciles à installer. Le poids des panneaux peut nécessiter l'intervention de plusieurs personnes pour les soulever ou l'utilisation d'un élévateur mécanique.

C. Un exercice annuel d'assemblage est recommandé.

D. Les barrières et les pièces d'assemblage sont souvent stockées dans un autre lieu.

Temps de déploiement : la fermeture de ce type de barrière peut s'effectuer rapidement si la barrière est stockée à proximité de l'ouverture. Si un élévateur mécanique est nécessaire en raison du poids de la barrière, le temps de déploiement sera plus long si l'élévateur est éloigné de l'ouverture. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour transporter les barrières depuis leur lieu de stockage et les assembler peut être important et devrait être inclus dans les estimations du temps d'assemblage. Un exercice d'assemblage doit être organisé pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour assembler la barrière.

Temps de déploiement : automatique ou quelques minutes si des loquets manuels sont nécessaires.

3.7.2.3 Barrières extensibles avec ou sans matériel de montage

Il s'agit de barrières qui peuvent utiliser des cadres de porte existants ou qui peuvent être employées avec du matériel de montage installé de façon permanente. Ces barrières peuvent être utilisées en série si du matériel de montage intermédiaire est installé. Les barrières s'étendent dans le cadre de la porte ou dans le matériel de montage. Elles sont généralement constituées d'un cadre en acier ou en aluminium avec une membrane et des joints étanches pour limiter les fuites tout en gardant un poids maniable.

Facilité de manœuvre, formation nécessaire :

A. Le dispositif doit s'insérer dans le cadre de la porte ou dans le matériel de montage installé de façon permanente. Le dispositif devra éviter les accessoires de l'embrasure de la porte, notamment les loquets, les charnières et les barres anti-panique.

B. En général, ces barrières sont faciles à installer et peuvent être mises en place par une seule personne.

C. Si plusieurs barrières doivent être installées par une seule personne, des périodes de repos peuvent être nécessaires durant la phase d'installation.

D. Un exercice d'assemblage annuel est recommandé.

E. Les barrières sont souvent stockées dans un autre lieu.

Temps de déploiement : la fermeture de ce type de barrière peut s'effectuer rapidement si la barrière est stockée à proximité de l'ouverture. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour transporter les barrières depuis leur lieu de stockage et les assembler peut être important et devrait être inclus dans les estimations du temps d'assemblage. Un exercice d'assemblage doit être organisé pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour assembler la barrière.

Temps de déploiement : 5 minutes au plus pour un intervenant bien formé.

3.7.2.4 Tampons de regard anti-inondation

Ces dispositifs couvrent les trappes non étanches (voir la figure 12). Les trappes peuvent se trouver sur le sol ou sur d'autres surfaces au sol, ou sur des surfaces verticales.

Facilité de manœuvre et formation nécessaire :

A. La complexité de l'installation varie en fonction de la taille, de l'emplacement et de la conception de la trappe d'accès.

B. Un exercice d'assemblage annuel est recommandé.

Temps de déploiement : varie en fonction de la conception.

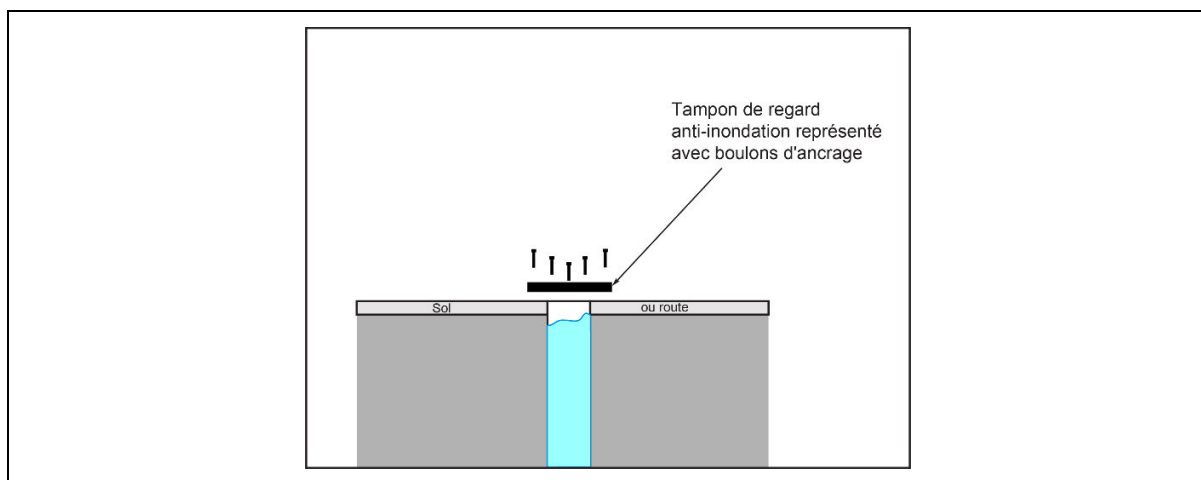


Fig. 12. Tampons de regard anti-inondation pour tunnel vertical

3.8 Barrières périmétriques temporaires éloignées des bâtiments

3.8.1 Barrages gonflables étanches

Ce type de protection anti-inondation utilise des tubes fabriqués dans un matériau durable et étanche ; les matériaux courants sont la toile enduite de polyester, le nylon et le PVC (voir la figure 13). Les tubes sont placés sur une zone exempte de débris ou d'objets tranchants. Ils sont fixés au sol par des sangles d'ancrage pour éviter qu'ils ne flottent ou ne se déplacent en raison de la vitesse d'écoulement de l'eau ; l'emplacement et l'espacement des ancrages varient en fonction du produit et des conditions du sol. L'espacement des ancrages peut ne pas dépasser 1,5 m.

Une analyse technique est nécessaire pour évaluer les conditions du sol et déterminer les besoins en matière d'ancrage. Dans certains cas (installations sur sol herbeux/meuble), il est recommandé d'utiliser des dalles en béton pour fixer les dispositifs d'ancrage. Les ancrages sont soit permanents, soit installés au fur et à mesure que le tube est déployé. Les sangles d'ancrage sont nécessaires pour empêcher les tubes de rouler, de flotter et de se déplacer en raison des vagues ou de la vitesse d'écoulement de l'eau. Le fabricant peut également recommander l'utilisation de sacs de sable pour éviter que les tubes ne roulent. Certains fabricants recouvrent également les tubes de bâches en plastique collées à des surfaces solides pour réduire les fuites. Ces barrages ne peuvent pas être déployés sur des terrains pentus, mais peuvent tolérer une légère rugosité du sol.

Facilité de manœuvre/formation nécessaire :

L'assemblage de ces dispositifs nécessite une main-d'œuvre qualifiée et formée. Plusieurs employés sont nécessaires pour le déploiement. Le poids des tubes vides peut être important. Les tubes doivent également être remplis avec une pompe à eau ou une autre source d'eau. Les instructions d'ancrage du fabricant doivent être suivies. Si plus d'un tube est nécessaire, le point de raccordement entre deux tubes nécessite une attention particulière lors de l'assemblage. L'équipe d'assemblage devrait également être préparée à réparer d'éventuelles fuites.

Temps de déploiement : ces tubes nécessitent un temps d'assemblage important. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour les transporter et les assembler peut être important. Consulter le fabricant pour connaître les délais de déploiement estimés lors du processus de sélection. Une fois les tubes livrés, un exercice devrait être organisé pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour les assembler correctement.

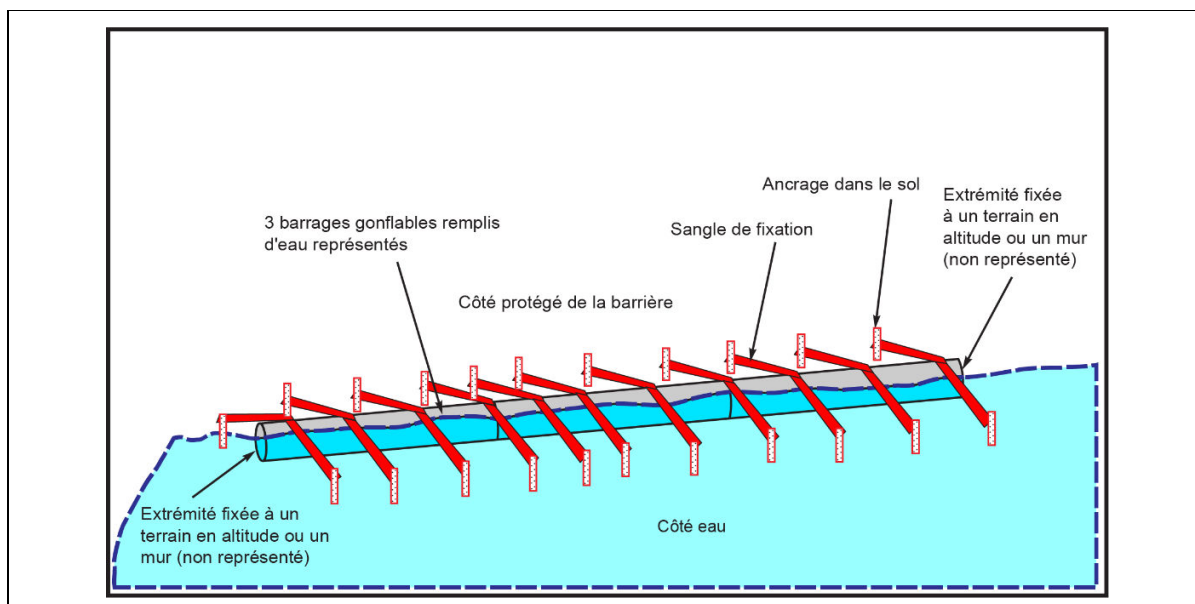


Fig. 13. Barrage gonflable étanche ; une bâche en plastique peut également être nécessaire

3.8.2 Conteneurs rigides/moulés remplis d'eau ou de sable

Ce type de protection anti-inondation met en œuvre une série de conteneurs rigides et moulés, généralement en plastique ou en métal, qui est déployée dès qu'une inondation dommageable est prévue (voir les figures 14 et 15). Les conceptions varient et certaines unités nécessitent des ancrages pour empêcher tout mouvement. Suivre les recommandations du fabricant en ce qui concerne la méthode d'installation.

Facilité de manœuvre/formation nécessaire :

Ces conteneurs nécessitent des équipements pour remplir les dispositifs, et du matériel de levage ou plusieurs employés pour les installer. Les membres de l'équipe d'intervention d'urgence en cas d'inondation doivent pouvoir utiliser des équipements mécaniques pour remplir les conteneurs de sable ou d'eau. L'équipe doit également être capable de réparer les percements, notamment entre chaque section.

Une formation/un exercice d'assemblage annuels sont nécessaires. L'équipe doit être préparée à suivre le manuel d'installation du fabricant. Les méthodes d'installation varient et peuvent inclure l'ancrage des unités au sol, le raccordement des unités entre elles et leur remplissage avec de l'eau, du sable ou un mélange de sable et de gravier, etc.

Temps de déploiement : l'assemblage de ces panneaux nécessite un temps substantiel. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour les transporter et les assembler peut être important, même avec une coordination préalable adéquate. Consulter le fabricant pour connaître les délais de déploiement estimés lors du processus de sélection. Une fois le dispositif livré, un exercice devrait être organisé pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour l'assembler correctement.

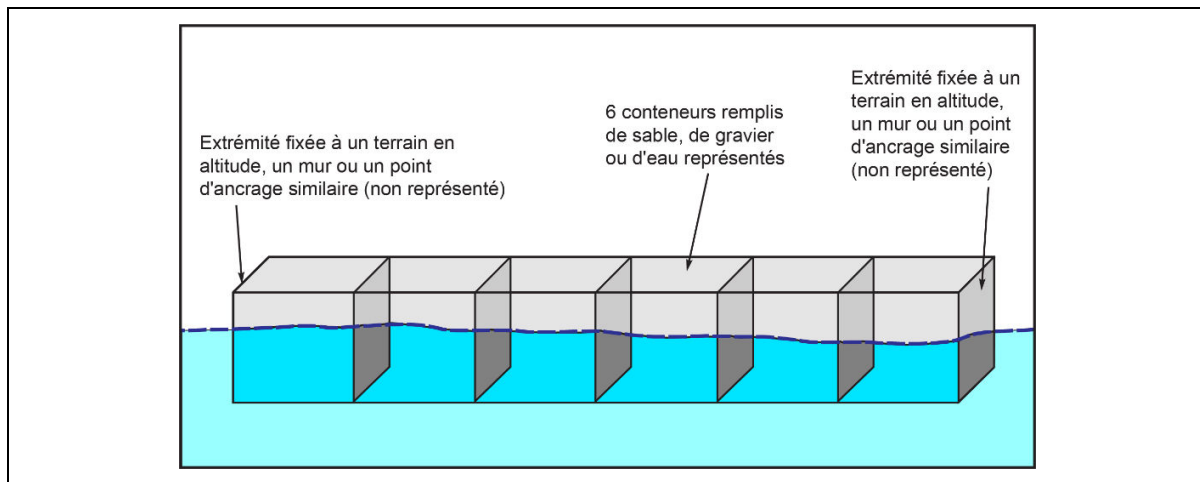


Fig. 14. Conteneurs rigides/moulés remplis d'eau ou de sable

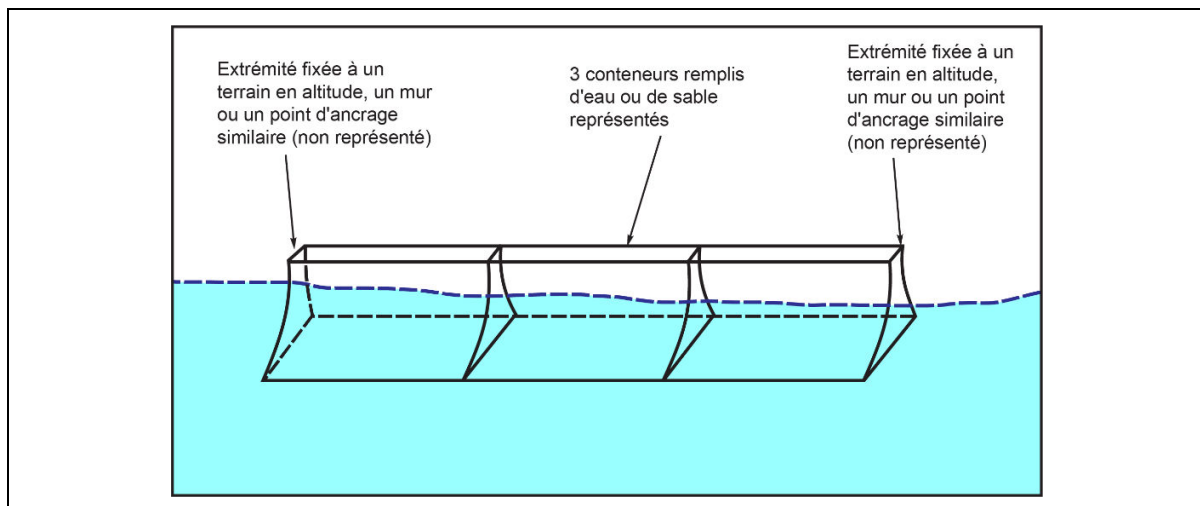


Fig. 15. Conteneurs rigides/moulés remplis d'eau ou de sable

3.8.3 Conteneurs souples remplis de gravier ou de sable

Ce type de protection anti-inondation emploie une série de conteneurs souples qui est déployée dès qu'une inondation dommageable est prévue (voir la figure 16). Les conteneurs peuvent comprendre un cadre en bois ou métallique rigide et un matériau de membrane étanche. Une membrane étanche ou

une bâche en plastique peut également être déployée dans les conteneurs situés à l'avant, afin de réduire les fuites. Ces conteneurs présenteront des fuites à des taux différents selon leur conception et leur installation ; une planification minutieuse est nécessaire pour s'assurer que les pompes de relevage peuvent évacuer l'afflux prévu.

Facilité de manœuvre/formation nécessaire :

Ces conteneurs sont généralement plus légers que les conteneurs rigides, de sorte que leur mise en place ne nécessite pas forcément du matériel de levage. Un équipement de manutention sera nécessaire pour le chargement du matériau de remplissage.

Une formation/un exercice d'assemblage annuels sont nécessaires. L'équipe doit être préparée à suivre le manuel d'installation du fabricant. Les méthodes d'installation varient et peuvent inclure l'ancrage des unités au sol et le raccordement des unités entre elles. Les membres de l'équipe d'intervention d'urgence en cas d'inondation doivent pouvoir utiliser des équipements mécaniques pour remplir les conteneurs de sable ou gravier. L'équipe doit également être capable de réparer les percements, notamment entre chaque section.

Temps de déploiement : ces dispositifs nécessitent un temps de déploiement substantiel. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour les transporter et les remplir peut être important, même avec une coordination préalable adéquate. Consulter le fabricant pour connaître les délais de déploiement estimés lors du processus de sélection. Une fois le dispositif livré, un exercice devrait être organisé pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour l'assembler correctement.

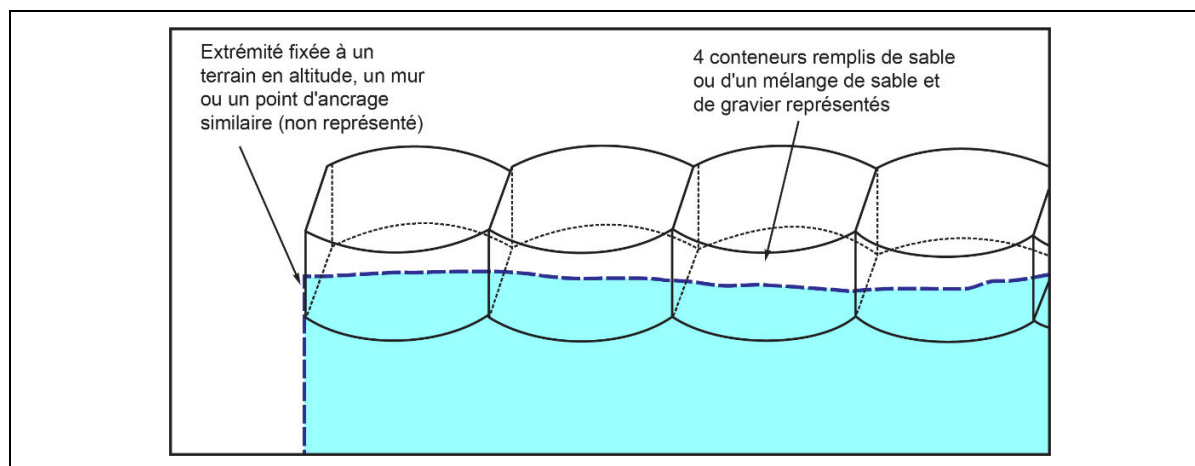


Fig. 16. Conteneurs souples remplis de gravier ou de sable

3.8.4 Barrières amovibles auto-portées déployables

Ce type de protection anti-inondation utilise des panneaux anti-inondation qui sont déployés dès qu'une inondation dommageable est prévue (voir la figure 17). Certains types de protection utilisent la conception du produit et le poids de l'eau pour empêcher tout mouvement. D'autres types de protection peuvent nécessiter un ancrage au sol. L'emplacement et l'espacement des ancrages varient en fonction du produit et des conditions du sol. Une analyse technique est nécessaire pour évaluer les conditions du sol et déterminer les besoins en matière d'ancrage. Dans certains cas (c'est-à-dire installations sur sol herbeux/meuble), il est recommandé d'utiliser des dalles en béton pour fixer les dispositifs d'ancrage. Ces barrières ne devraient pas être déployées sur des sols sablonneux, limoneux ou instables. Un sol irrégulier nécessite des fondations en béton.

Facilité de manœuvre/formation nécessaire : l'installation de ces panneaux nécessite du matériel de levage ou l'intervention de plusieurs employés. Une formation/un exercice d'assemblage annuels sont nécessaires. L'équipe doit être préparée à réparer les déchirures de la toile étanche entre les panneaux.

Temps de déploiement : l'assemblage de ces panneaux nécessite un temps substantiel. Un fabricant suggère une équipe de 10 personnes pour assembler 100 m en 1 heure. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour transporter et assembler ces dispositifs peut être long ; consulter le fabricant pour connaître les délais de déploiement estimés lors du processus de sélection. Une fois les panneaux livrés, un exercice devrait être organisé pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour les assembler correctement.

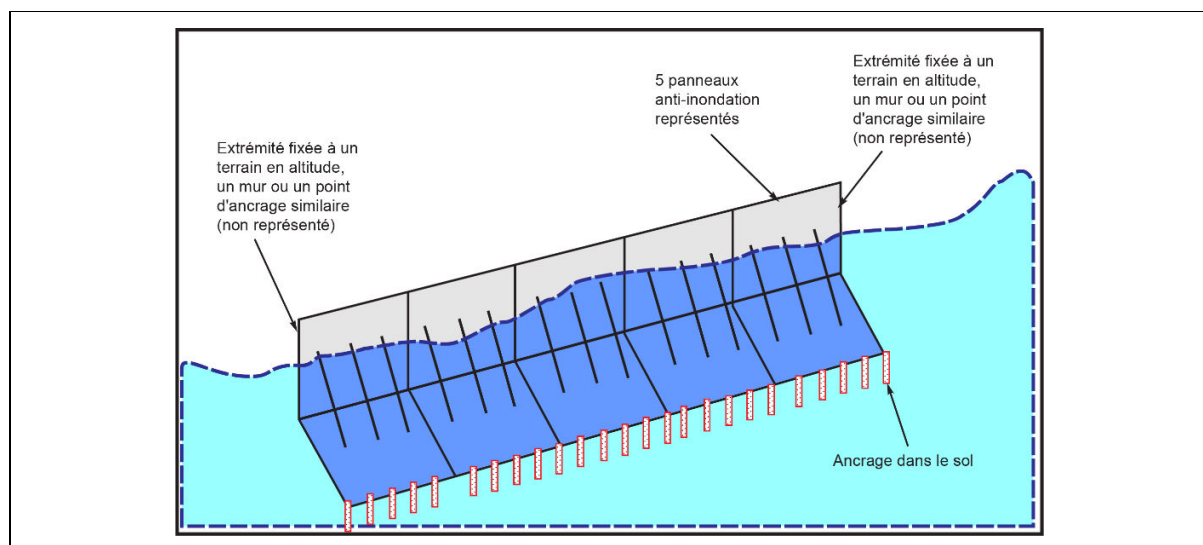


Fig. 17. Barrières amovibles auto-portées déployables

3.8.5 Barrières anti-inondation en toile étanche

Il existe deux types de barrières anti-inondation en toile étanche. La première est une barrière périmétrique temporaire qui est conçue pour être déployée et fixée au sol à l'aide d'ancrages ou de sacs de sable. Cette conception s'appuie sur l'eau pour permettre un déploiement complet en termes de hauteur, d'étanchéité au sol et de positionnement (voir la figure 18). Un déploiement efficace peut nécessiter l'utilisation de chevilles ou d'autres éléments pour créer une surface de voile afin de recueillir l'eau au début de l'inondation.

Une autre conception utilise un cadre rigide, la toile étanche est alors fixée à ce cadre (voir la figure 19).

Facilité de manœuvre/formation nécessaire : le dispositif sans cadre rigide est facile à déployer et ne nécessite pas l'utilisation de matériel de manutention ou de levage spécialisé. Une formation annuelle est recommandée. Le dispositif avec cadre rigide peut nécessiter un équipement de manutention.

Temps de déploiement : le temps de déploiement est rapide une fois que le matériel est amené dans la zone où il sera déployé.

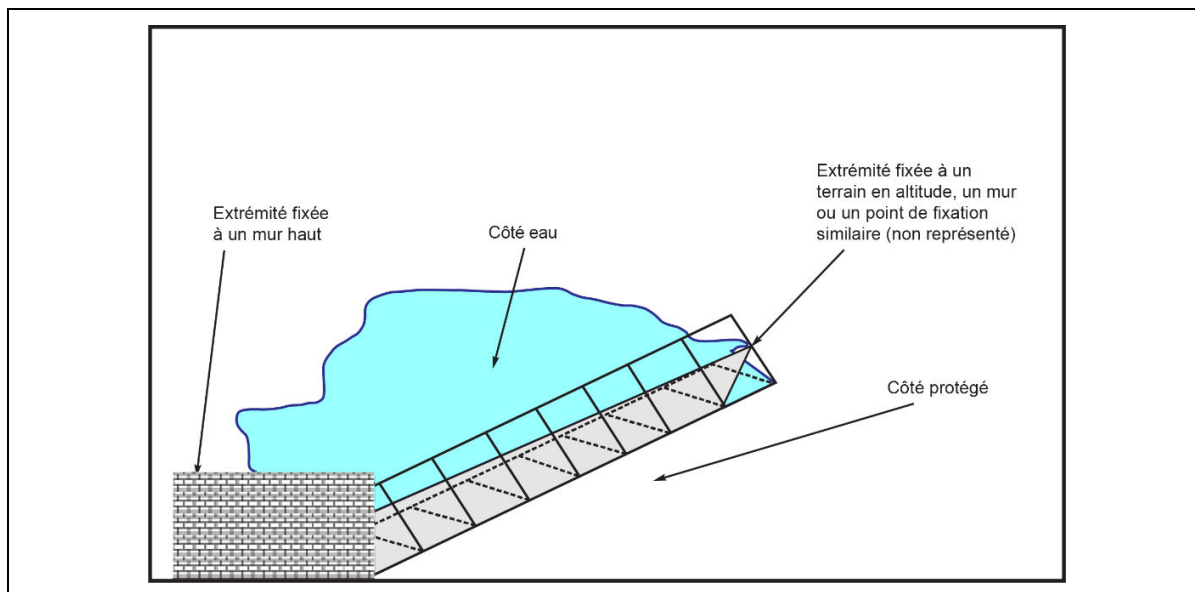


Fig. 18. Barrières anti-inondation en toile étanche sans cadre rigide ; l'eau maintient la toile ouverte

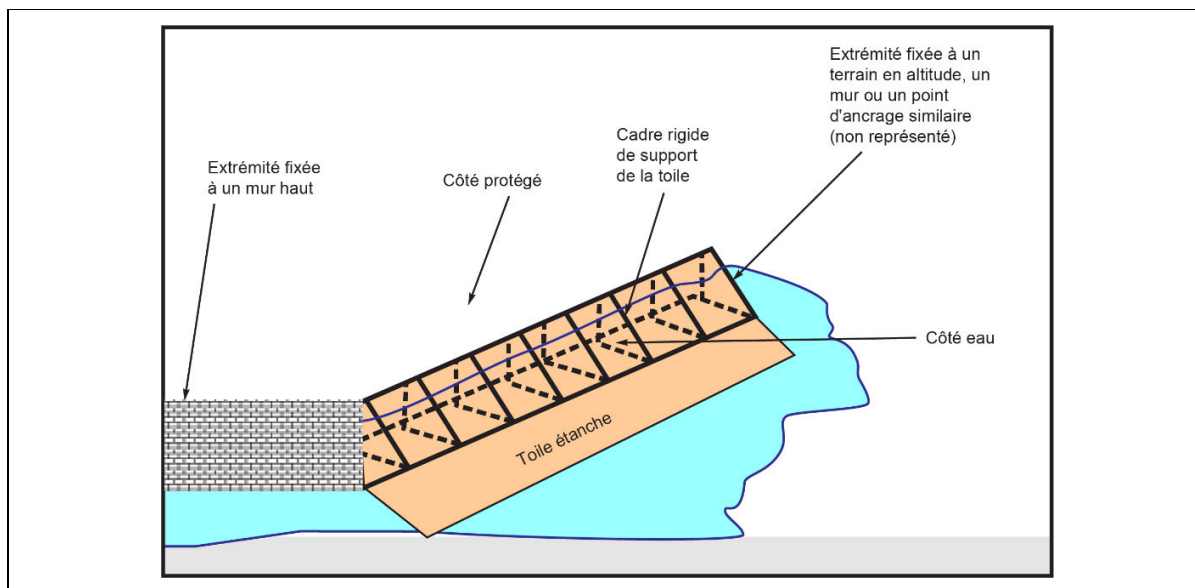


Fig. 19. Barrières anti-inondation en toile étanche avec cadre rigide

3.9 Murs anti-inondation déployables semi-permanents

Ces systèmes sont généralement déployés dans des zones où un mur anti-inondation permanent n'est pas envisageable, car il est nécessaire d'y accéder ou de maintenir la visibilité sur la zone protégée en l'absence d'inondation.

Ces dispositifs consistent essentiellement en une série de batardeaux qui sont installés entre des éléments de support verticaux. Ce système nécessite une fondation spécialement conçue sur toute sa longueur (voir la figure 20). Les batardeaux doivent disposer d'une fondation de qualité pour offrir une étanchéité fiable, et les éléments de support verticaux doivent disposer d'une fondation rigide pour

supporter les forces créées par l'eau. Pour plus d'informations, consulter la section 2.2.6.1, Dispositifs de protection anti-inondation permanents du site.

Facilité de manœuvre/formation nécessaire : ce type de système nécessite une formation approfondie pour pouvoir être assemblé correctement. Des équipements de manutention sont nécessaires pour transporter le matériel de la zone de stockage à la zone de déploiement. Le poids des éléments de support verticaux nécessite souvent du matériel de levage pour pouvoir les installer dans la fondation construite à cet effet.

Temps de déploiement : ces systèmes nécessitent un temps d'assemblage substantiel. Le temps nécessaire pour rassembler le personnel et le matériel requis pour transporter et assembler les murs peut être long ; consulter le fabricant pour connaître les délais de déploiement estimés lors du processus de sélection. Une fois que le système est livré, un exercice devrait être effectué pour évaluer le temps et identifier le matériel et la main-d'œuvre requis pour l'assembler correctement.

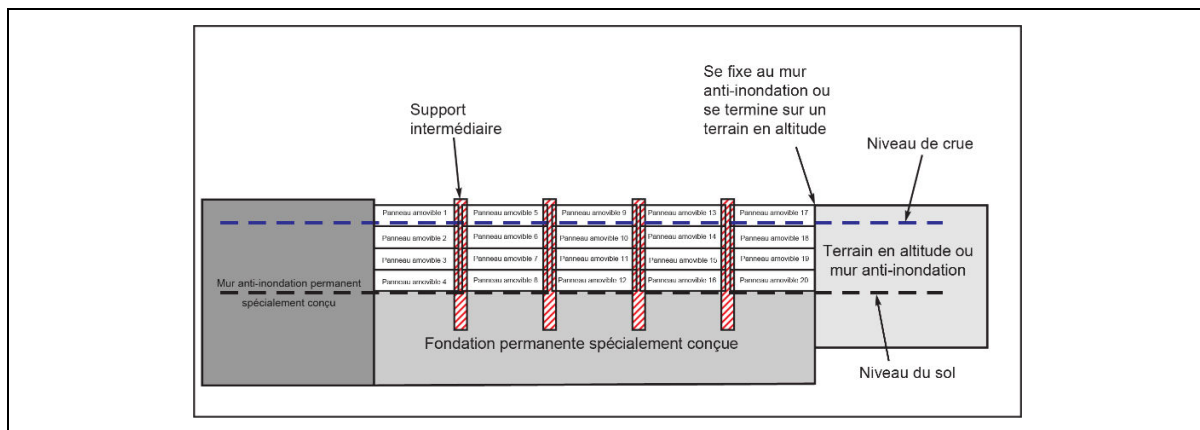


Fig. 20. Murs anti-inondation déployables semi-permanents

4.0 REFERENCES

4.1 FM Global

Fiche technique 10-2, *Emergency Response*

4.2 Autres

American Concrete Institute. ACI 318, *Building Code Requirements for Structural Concrete*.

American Concrete Institute. ACI 423, *Recommendations for Concrete Members Prestressed with Unbonded Tendons*.

Federal Emergency Management Agency. FEMA Technical Bulletin 1-93, *Openings in Foundation Walls*.

Federal Emergency Management Agency. FEMA Technical Bulletin 8-96, *Corrosion Protection for Metal Connectors in Coastal Areas*.

International Code Council. *International Building Code*. Fiche technique 7-88, *Ignitable Liquid Storage Tanks*.

4.2.1 Normes relatives aux digues et aux murs anti-inondation reconnues aux Etats-Unis

Construction Industry Research and Information Association (CIRIA). *The International Levee Handbook*. ISBN 978-0-86017-734-0.

US Army Corps of Engineers (USACE). *Design, Construction, and Maintenance of Relief Wells*. USACE Engineering Manual No. 1110-2-1914.

US Army Corps of Engineers (USACE). *Engineering and Design, Design and Construction of Levees*. USACE Engineering Manual No. 1110-2-1913.

US Army Corps of Engineers (USACE). *Engineering and Design, Retaining And Flood Walls*. USACE Engineering Manual 1110-2-2502.

US Army Corps of Engineers (USACE). *Guidelines For Landscape Planting And Vegetation Management At Levees, Floodwalls, Embankment Dams, And Appurtenant Structures*. USACE Technical Letter 111-2-571.

US Army Corps of Engineers (USACE). *Guidelines for Landscape Planting and Vegetation Management at Levees, Floodwalls, Embankment Dams and Appurtenant Structures*. USACE Manual No. 1110-2-53.

US Army Corps of Engineers (USACE). *Mechanical And Electrical Design Of Pumping Stations*. USACE Manual EM1110-2-3105.

ANNEXE A GLOSSAIRE

Agréé FM : produits ou services conformes au Guide des produits agréés FM. Se reporter au Guide des produits agréés FM pour obtenir la liste complète des produits et services agréés FM.

ANNEXE B HISTORIQUE DE REVISION DU DOCUMENT

Juillet 2023. Révision intermédiaire. Changements éditoriaux mineurs.

Avril 2019. Révision intermédiaire. Changements éditoriaux mineurs.

Octobre 2018. Révision intermédiaire. Ajout d'informations complémentaires à la section 3.2, Cartes des zones inondables et données inondation, et à la section 3.4, Comprendre les sources d'inondation et leurs caractéristiques, concernant les données d'historique des inondations, les rétrécissements des canaux de dérivation et les barrages de protection contre les inondations.

Octobre 2016. Les modifications importantes suivantes ont été apportées :

A. Document complété pour mieux aborder les solutions pour les bâtiments existants. Réécriture de certaines parties de la fiche technique pour mieux mettre l'accent sur la prévention et la réduction des risques d'inondation, qui reposent sur des solutions permanentes et des mesures d'urgence.

B. Ajout de nouvelles recommandations sur la réduction des dommages pour les bâtiments existants et les équipements (section 2.2.6). Les thèmes abordés dans cette section sont les suivants : dispositifs de protection anti-inondation permanents du site, protection complète et partielle des bâtiments, protection ou transfert d'équipements, de lignes de production et/ou de stocks, et dispositifs de protection anti-inondation périmétriques temporaires.

C. Ajout de trois recommandations (2.2.2.11, 2.2.2.12, et 2.2.2.13) à la section 2.2.2, Gestion du ruissellement pluvial et de la topographie du terrain. Ces recommandations couvrent les systèmes d'évacuation des eaux pluviales ayant déjà été impliqués dans une inondation, les systèmes d'évacuation des eaux pluviales dans les zones désertiques et les systèmes d'évacuation par pompage dans les sous-sols.

D. Révision de la section 3.0, Base des recommandations, pour aider le propriétaire des bâtiments à mieux comprendre le scénario d'inondation et à choisir une solution appropriée pour rénover les bâtiments. Informations ajoutées ou complétées sur les sujets suivants : cartes des zones inondables et données inondation, études sur les risques d'inondation propres à l'emplacement, études sur la rupture de la protection anti-inondation, compréhension du risque d'inondation, compréhension des sources d'inondation et de leurs caractéristiques, compréhension des conséquences, et construction ou rénovation dans une zone inondable. Ajout d'exemples de solutions de protection des ouvertures, ainsi que d'une section sur la protection périmétrique temporaire.

Octobre 2014. Révision intermédiaire. Changements éditoriaux mineurs.

Juillet 2014. Révision intermédiaire. Changements éditoriaux mineurs.

Juillet 2012. Les modifications suivantes ont été apportées :

- Ajout des sections 2.2.6 et 3.7 à la fiche technique.

Septembre 2010. Changements éditoriaux mineurs.

Février 2010. Changements éditoriaux mineurs.

Octobre 2007. Changements éditoriaux mineurs apportés au cours de cette révision.

Mars 2007. Cette fiche technique a été complètement réécrite et intègre des éléments précédemment contenus dans les fiches techniques 9-13, *Evaluation of Flood Exposure*, et 9-2, *Surface Water*, qui sont désormais obsolètes.