	Fiche recommandation pour la réalisation de travaux sur une digue	Guide pratique
Fiche N° 4.7	Technique de réparation / de confortement : Rehausse temporaire à fondation permanente sur un linéaire de digue Removable flood defence	Version : 9 Mise à jour : 07/2020

Auteurs principaux : L. PERRET (ESTHI)

Contributeurs : JC. PALACIOS (Safège) ; M. SUTTER (INRAE) ; D. POULAIN (INRAE) ; R. TOURMENT (INRAE)

Relecteurs : JF. FREZET (EGIS) ; P. LEDOUX (Cerema) ; PL. REGAZZONI (EGIS)

Finalisation : A. RULLIERE (INRAE)

Abstract / Résumé en anglais :

Removable stoplogs also called removable flood defence system are a common technique used to provide temporary or/and mobile water retention. The most common technique is the use of a waterproof walls made of steel or aluminium posts (IPN/HEA type) and beams with seals to ensure low leakage. Other recent techniques include mobile systems made of air or water-filled tubes and passive techniques where no human intervention nor energy is needed. The installation of stoplogs needs a careful coordination with the civil engineering works (foundations.) and must follow manufacturer tolerances in order to get a low water leakage rate.

Étude(s) de cas correspondante(s) :

C4.6.1 Protection de la ville de Givet (Ardennes) par un batardeau amovible de 3000 m2

• Indications :

Définitions :

Les rehausses temporaires (ou amovibles) sont des structures linéaires invisibles, camouflées ou démontées hors crue : elles sont effacées visuellement et hydrauliquement.

Même effacées, les fondations, nécessaires à la mise en place des structures restent en place.

Au niveau structurel on peut donc définir ce type d'ouvrage, par :

- une fondation en place de manière permanente ;
- une partie mobile, dont la mise en place est réalisée de manière manuelle ou automatique avant l'arrivée d'une crue.

Sujet de la fiche :

Dans cette fiche, il sera question de différentes structures de tels ouvrages :

- les barrières modulaires dont la conception est similaire aux ouvrages de soutènement type parois berlinoises (Figure 1). Ces barrières sont formées d'éléments verticaux ancrés en fondation, entre lesquels des panneaux imperméables ou poutres jointes sont insérées ;
- les barrières rigides, qui sont des panneaux relevés en cas de crue pour empêcher l'eau de passer (Figure 2) ;
- les barrières flexibles, formées d'un matériau imperméable maintenu par des contreventements (Figure 3 et Figure 4) ;



*Figure 1 : Exemple d'un système anti-crue type batardeau en aluminium
(Crédit photo : ESTHI)*

Ces systèmes peuvent être utilisés en tant que rehausse d'une protection existante (rehausse de digue ou muret anti-crue) ou seuls comme une rehausse unique.

Sont donc exclues du périmètre de la fiche les rehausses utilisées en situation de travaux, pour une mise à sec du chantier ou en situation de crise.

Dans ce dernier cas, il existe de nombreuses techniques de protection amovibles qui sont bien adaptées aux situations de crise (confortement ou réparation d'urgence) ou à l'usage comme ligne de défense secondaire (protection individuelles des biens). On trouvera des informations à ces sujets dans la **fiche T4.1** portant sur les géoconteneurs.

Rappelons que les protections temporaires définies en urgence sont à mettre en œuvre avec précaution car :

- la mise en place de la protection temporaire peut conduire à des surverses non anticipées à des endroits mal identifiés. Ces surverses peuvent donner lieu à des conséquences plus graves que la surverse contre laquelle on a cherché à se protéger ;
- la mise en œuvre d'une rehausse sur un tronçon non qualifié en termes de stabilité peut causer une rupture localement par instabilité ou érosion interne.

Les rehausses considérées dans cette fiche vont de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres. Des rehausses jusqu'à 5 mètres de hauteur ont été érigées en Europe.

Fonction(s) principale(s) :

- Protection temporaire contre les crues permettant hors crue une continuité entre la Zone Protégée (ZP) et le lit du cours d'eau (continuité des liaisons routières, continuités des liaisons douces, continuité écologique et intégration paysagère si nécessaire) ;
- À l'instar de n'importe quelle digue, la fonction principale est de créer une paroi étanche à l'eau. Ces protections se différencient principalement par leur caractère amovible/temporaire/mobile mais aussi par les matériaux les constituants et leur mode de pose. Pour la plupart du temps, les ouvrages de rehausse amovibles sont intégrés dans un système d'endiguement complexe intégrant différents ouvrages hydrauliques (digues en terre, barrages, vannes...).

Fonction(s) secondaire(s) :

- Isolement d'ouvrages en cours d'eau en vue de maintenance et réparation (batardage).

Description :

Performances recherchées :

- Les ouvrages de rehausse amovibles, doivent, de par leur conception, être mis en place avant la crue (ou le pic de crue) afin d'être fonctionnels. Les principales performances qu'ils doivent remplir sont donc liées à cet impératif :
 - mise en œuvre en adéquation avec le temps d'alerte de la crue et les moyens disponibles : si ce temps est court, il sera souhaitable de privilégier des dispositifs automatiques ou semi automatiques ;
 - si une mise en œuvre manutentionnée/manuelle est nécessaire :
 - le poids des structures est à minimiser ;
 - les manœuvres et processus de mise en place doivent être simplifiés et fiables ;
 - un encombrement du dispositif démonté en adéquation avec l'espace de stockage disponible ;
 - disposer d'une protection et de moyens pour s'assurer du bon fonctionnement des éléments en place de manière permanente. On les protégera notamment

contre le vandalisme s'ils intègrent des équipements hydrauliques, afin de pouvoir les déployer quand c'est nécessaire ;

- Ces structures doivent présenter des caractéristiques mécaniques en mesure de résister aux contraintes subies (charge d'eau, impacts...) ;
- Les ouvrages de rehausse amovibles doivent également atteindre la cote requise pour assurer la cohérence du système d'endiguement ;
- Bien qu'amovibles, il est indispensable que l'étanchéité de la structure soit suffisante pour éviter toute déstructuration de l'ouvrage, affouillement en pied, défaillance des dispositifs d'exhaure existants.

Utilisation :

L'utilisation de ces systèmes se fait principalement en milieu urbain, car ils permettent de limiter l'impact de la protection contre les inondations sur les axes de communication et l'esthétique de la ville.

Bien que la technique de la 'Paroi Berlinoise' (poutres horizontales empilée et maintenues en place par des poteaux en H) en aluminium ou en acier soit la plus couramment utilisée, de nombreuses variantes à cette technique existent, listées dans le paragraphe suivant.

Variantes :

Les rehausses amovibles pouvant nécessiter des temps de mise en œuvre importants, elles sont difficilement en mesure de former un système de protection entier. Elles sont la plupart du temps, intégrées dans un système de protection complexe comprenant différents ouvrages hydrauliques (digues en terre, barrages, vannes ...).

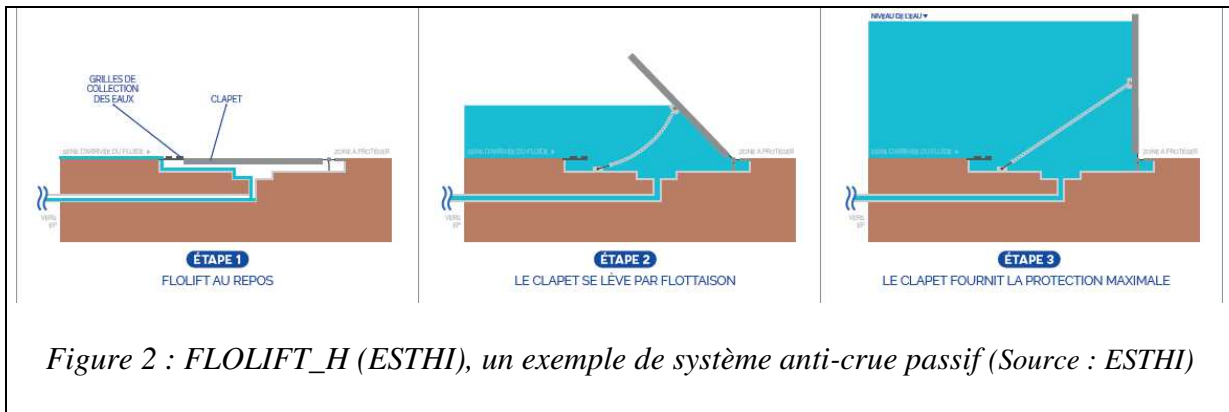
On peut retenir deux types de variantes principales parmi ces équipements de protection « non mobiles », c'est-à-dire devant être mis en place sur une ligne de défense prédéfinie et pérenne.

- **Les dispositifs anti-crues démontables :** Cette catégorie regroupe l'ensemble des équipements de protection démontables et amovibles se posant au moment de l'annonce de crue. Les structures devant être mises en place sur une fondation existante peuvent parfois être stockées au niveau de la ligne de défense directement.

Parmi ces structures, on retrouve aussi les structures quasi automatiques, c'est-à-dire généralement des structures stockées dans le sol et dont la mise en place nécessite une action humaine limitée (activation, déblocage...).

On retrouve dans cette catégorie les ouvrages type « parois berlinoises » en aluminium. Leur conception peut être très variable : nature des points d'ancrage, nature des batardeaux, technique d'assemblage... On peut considérer que chaque constructeur a sa propre technique et propose ses propres dimensionnements de structure, pour des performances généralement équivalentes.

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



Alternatives

D'autres techniques de rehausse anti-crue existent :

- Les dispositifs anti-crues démontables mobiles et auto-stables :** Ces dispositifs ne nécessitent pas d'éléments fixes intégrés sur une ligne de défense définie. Aussi, ils peuvent se positionner sur différents sites d'où leur dénomination de protection mobile. Le sol sur lequel ils reposent doit cependant répondre à certains critères structurels et géométriques concernant notamment les aspérités, pentes, érodabilité... Leur mobilité implique qu'ils soient autostables, c'est-à-dire qu'ils sont conçus pour se maintenir érigés sans fondation ou support additionnel. En général, ils utilisent la pression de l'eau (ou du sable) pour leur ancrage et leur stabilité au sol.

Par exemple, les tubes en PVC souple ou autres matériaux similaires que l'on gonfle d'air ou d'eau et qui fournissent une protection contre une crue. Ces dispositifs restent cependant moins fiables que les protections non mobiles dans le sens où l'ancrage est moins performant et qu'ils sont tributaires de la résistance du sol. Ils protègent donc pour des hauteurs inférieures aux dispositifs non mobiles (environ 1,5 m max de hauteur de protection ce qui couvre néanmoins un pourcentage élevé des besoins en crue). Leur mise en œuvre doit idéalement être prévue dans la cadre d'une étude globale de la ZP.



Figure 3 : Le K-System (ESTHI), un exemple de dispositif mobile auto-stable (Crédit photo : ESTHI)



Figure 4 : Le BOXWALL (ESTHI), un exemple de dispositif mobile auto-stable
(Crédit photo : ESTHI)

- **Les dispositifs anti-crues économiques** : Ces systèmes permettent d'ériger des barrières de protection à partir de sable ou matériaux tout venant. Ils sont en général constitués de modules de plusieurs mètres de long divisés en cellules ou compartiments que l'on remplit de sable (Figure 5). Leur auto-portance permet de les déployer et remplir rapidement. Ils constituent une alternative bien plus efficace que les sacs de sables.



Figure 5 : Le Rapid-Dam (ESTHI), un exemple de dispositif anti-crue économique
(Crédit photo : ESTHI)

Notons que ces deux familles de techniques sont particulièrement adaptées aux situations de crises et sont à exclure pour des rehausses en situation normale d'exploitation de la digue. Ces dispositifs sont souvent utilisés seuls en l'absence de digue en cas de crue exceptionnelle.

Pour rappel, les structures permanentes de rehausse sont présentées dans les fiches **T4.9** (remblai), **T4.5** (murs).

Dimensionnement :

Principe :

Il n'existe pas de normes européennes spécifiques aux rehausses amovibles.

La plupart des fabricants de rehausses amovibles en aluminium et en acier utilisent donc pour

justifier leurs ouvrages les Normes Européennes de matériaux ainsi que certaines normes sur les équipements hydrauliques (listées en fin de fiche),

La technique consiste à mettre en place une paroi étanche reprenant la poussée hydrostatique, éventuellement un choc dynamique associé à des objets flottants et une étanchéité adaptée à sa fonction.

Dans ces dimensionnements, on retrouve les points clés suivants :

- un dimensionnement de fondation prenant en compte les sollicitations lorsque la rehausse est opérationnelle et lorsqu'elle ne l'est pas, et en prenant en compte les possibles écoulements dans le sol et les risques d'affouillement ;
- un dimensionnement de la structure mobile prenant en compte les contraintes de sa mise en place en plus de sa stabilité en charge ;
- une vérification globale de stabilité du système d'endiguement et de la partie d'ouvrage portant la rehausse.

Plus spécifiquement, lorsqu'une intervention humaine est nécessaire :

- le dimensionnement du système d'alerte crue ;
- le dimensionnement des moyens humains disponibles pour la mise en place du dispositif de protection (nombres de personnes, formation, organisation de l'astreinte).

Paramètres nécessaires :

Afin de mener à bien ce dimensionnement, il sera donc nécessaire de disposer de nombreux paramètres géotechniques, hydrauliques et structurels des matériaux supports et de la structure utilisée proprement-dite.

Notons en particulier qu'il faudra avoir la connaissance :

- du sol de fondation (généralement le corps de digue sous-jacent) et de son comportement ;
- de la nappe et des dispositifs d'exhaure ;
- de la Présence d'autres structures avoisinantes (éléments urbains, réseaux souterrains (DICT)...);
- de l'aléa hydrologique et des phénomènes associés (dont vitesse de montée de la crue et nature/caractéristiques des embâcles, notamment leur masse) ;
- des dispositifs et moyens techniques et humains mobilisables.

Éléments de conception :

- La rapidité de montage (entre quelques minutes à quelques heures généralement) : on fera le choix en fonction des possibilités de déploiement, des moyens mobilisables... ;
- Le poids et la taille des éléments (de quelques kg à plusieurs centaines de kg par élément) : on cherchera à le minimiser dans le cas d'une mise en place manuelle. Cette contrainte est d'autant plus forte dans les zones à fort vent ;
- La facilité du montage : on cherchera à ce qu'un personnel non qualifié puisse monter la protection. Cela passe par le choix de pièces ayant un emplacement spécifique, une limitation des complexités de montage... ;
- La facilité de stockage/ nombre de pièces détachées différentes : on cherchera à limiter l'encombrement une fois démonté ;

- La gestion de possibles accumulations d'eau (pluie, ruissellement, remontée des eaux souterraines...) dans la Zone Protégée. Il faut aussi prévoir la récupération des fuites d'eaux du batardeau (pompage, drainage) ;
- Le choix du matériau : suivant le milieu environnant, il faudra par ailleurs adapter les matériaux utilisés pour former la protection amovible, en intégrant les contraintes d'insertion paysagère (bois, nuances d'inox) et les contraintes d'agressivité des eaux (en milieu marin, on utilise généralement l'inox 316).

Modèle(s):

- **Partie amovible :**

Les modèles de dimensionnement des parties amovibles de la rehausse utilisent classiquement les règles de Résistance des Matériaux (RDM) et/ou de conception de soutènements qu'on retrouve dans les Eurocodes (3 pour les aciers ; 5 pour le bois et 9 pour l'aluminium).

Il s'agit principalement de justifier la résistance d'une structure soumise à une force statique. La justification est plus complexe lorsque l'on fait intervenir des chocs dynamiques. Dans ce dernier cas, la rehausse doit être soumise à une modélisation en éléments finis.

La structure peut être modélisée comme :

- des poutres encastées ;
- des voiles ancrés en pied ou maintenus par des tirants.

En milieu fluvial, il est commun afin de modéliser un choc dynamique de le simplifier en l'assimilant à une pression statique supplémentaire permanente en tête de batardeau : par exemple 20 kN/m² sur le mètre supérieur du batardeau, ce qui peut correspondre à un choc d'un tronc d'arbre de 1 Tonne avec une vitesse et un angle d'impact déterminés (Figure 6). Bien entendu, une étude approfondie est nécessaire si l'impact est considéré comme significatif et à occurrence probable.

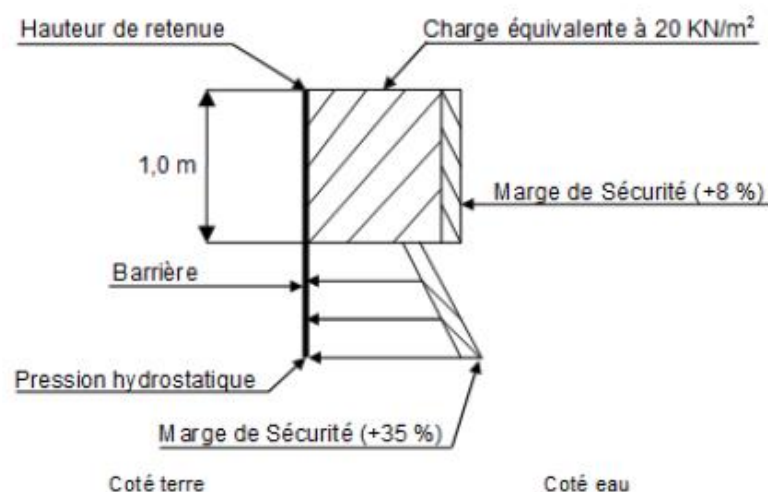


Figure 6 : Exemple de modélisation d'un choc d'objet flottant assimilé à un impact de 20 kN/m² en tête de batardeau (Source : ESTHI)

En milieu marin où les chocs dynamiques sont beaucoup plus importants, il devient souvent nécessaire de justifier l'ouvrage par une étude d'impact dynamique qui prendra en compte la force et la fréquence de la houle.

Dans les cas où la partie amovible est de manière permanente située au niveau de la ligne de

protection (barrières passives notamment), il sera nécessaire de veiller en particulier au bon fonctionnement du mécanisme d'activation par le biais d'un programme de maintenance bien suivi.

- **Fondation**

La partie fondation nécessitera des études similaires à celles effectuées pour un mur ou une murette anti-crue (voir fiches T4.2 ou T4.5) : stabilité générale, stabilité au glissement, portance et non-poinçonnement du sol support.

Vérifier si l'eau peut s'infiltrer sous la rehausse amovible. Si tel est le cas, il sera peut-être nécessaire d'envisager un équipement visant à modifier/stopper le gradient hydraulique entre l'amont et l'aval du batardeau. Le rideau de palplanches est souvent utilisé dans ce cas.

Aspects pratiques (CCTP, chantier) :

Cahier des charges :

En addition des éléments qu'on retrouve couramment dans les cahiers des charges des rehausses d'ouvrages hydrauliques, on prendra soin de décrire :

- les éléments relatifs à la partie permanente de l'ouvrage (profondeur d'ancrage, protection hors crue...)
- les éléments relatifs à l'alerte de crue ;
- les éléments liés aux moyens mobilisables pour la mise en place du dispositif avant crue.

Chantier :

Construction du support de l'ouvrage (fondation/ancrage/rangement) :

- aménagement des accès ;
- amenée du matériel ;
- aménagement du site : démolition de la voirie (si besoin) ;
- identification des réseaux et modifications si nécessaires
- réalisation des fouilles, interface ligne de défense mobile-corps de digue (mur généralement) ;
- réalisation des fondations ;
- mise en place des équipements fixes : mécaniques ; hydromécaniques...

Mise en place des parties mobiles (si non déjà en place sur la ligne de protection) :

- réception d'une alerte crue (ou montage à blanc lors de la construction) ;
- amenée des parties mobiles de leur site de stockage à leur emplacement de pose ;
- mise en place de l'équipement (montage suivant des consignes définies et encadrées par du personnel formé) ;
- surveillance de l'ouvrage en crue, notamment de son étanchéité ;
- en fin de crue, démontage des équipements, nettoyage et remplacement/réparation des parties endommagées, rangement (afin que l'ouvrage soit à nouveau pleinement opérationnel à la prochaine alerte).

Pour la technique dérivée du soutènement type parois berlinoise, couramment utilisée à

l'heure actuelle, la mise en œuvre des parties mobiles est détaillée ci-après dans les annexes (Figures 9, 10, 14 et 15).

Des profilés en H verticaux (éléments mobiles) sont implantés sur la ligne de protection (élément fixe) à un entraxe précis puis des poutrelles sont encastrées entre chacun des H afin de constituer un mur tout le long du linéaire. Le mur ainsi constitué inclut des joints d'étanchéité entre chaque élément pour assurer un taux de fuite acceptable. Des valeurs sont données dans la norme DIN 19569-4

Le caractère amovible de ce type d'ouvrage nécessite l'utilisation de techniques appropriées :

- les poteaux en H sont en général vissés dans des platines d'ancrage qui restent à demeure ancrées dans la fondation ;
- les poutrelles doivent pouvoir facilement être encastrées entre les H puis facilement retirées après l'utilisation ;
- un dispositif d'étanchéité utilisant des joints entre chaque élément assure un taux de fuite acceptable ;
- un système de compression mécanique assure la compression des joints ;
- l'utilisation de matériaux légers comme l'aluminium facilite la manutention et permet un montage rapide avec peu ou sans engin de levage.

Matériel :

Il est à noter qu'une rehausse en batardeaux amovibles est un ouvrage qui intègre deux éléments bien spécifiques, chacun nécessitant des matériels spécifiques :

- une partie fixe, comprenant la fondation pérenne coulée en général dans le sol qui nécessite pour sa mise en place une bonne fois pour toute, l'ensemble des matériaux utilisés dans le domaine des fondations superficielles ou profondes : béton, ferrailage...
- une partie amovible en acier, aluminium (ou autre matériau) installée en surface dont la nature dépendra de la technique utilisée (poteaux, poutres, jambes de force). Dans la mesure du possible, on cherchera à limiter l'utilisation de matériel spécifique et à standardiser les éléments.

Nuisances/environnement :

Les parties fixes sont par définition assez peu visibles.

La principale nuisance à vérifier est l'impact sur l'écoulement des nappes à proximité d'un cours d'eau (zone d'échange nappe / cours d'eau) s'il est nécessaire d'avoir une fondation profonde pour garantir les performances hydrauliques de la barrière.

Contrôle d'exécution :

Concernant la rehausse amovible, il s'agira de s'assurer que :

- la coupe longitudinale de la rehausse respecte les tolérances constructeurs (pente maximum, courbes et angles, entraxes maximums entre poteaux amovibles...) ;
- la pose des éléments fixes (platines, glissières coulées dans le béton) suit les tolérances de pose constructeur. En règle générale, les fabricants fournissent les tolérances de pose et proposent souvent une assistance technique à la pose ;
- les procédures de pose soient intégrées par les équipes/ le personnel qui sera chargé de les mettre en place ;
- le seuil où repose la rehausse soit conforme aux exigences constructeur (reprise des aspérités sur enrobés par exemple ou sol pavés) ;

- le déroulement du montage à blanc a été correct ;
- les joints sont continus et intacts (contrôle visuel) et les pièces de liaisons toutes en places.

Point d'arrêt : avant le coulage béton des fondations des poteaux, un géomètre doit vérifier les tolérances de pose (entraxe/planéité des platines d'ancrage des poteaux, aplomb des glissières, etc.). Des constats contradictoires et des autocontrôles sont nécessaires.

Dans certains cas, un test en eau peut être effectué sur une partie de l'ouvrage.

Outre le contrôle d'exécution, il sera nécessaire de réaliser des contrôles du dispositif avec au besoin des montages hors crue régulier (exercice) tout au long de la vie de l'ouvrage, afin d'être certain de pouvoir mettre en œuvre la protection en cas de crue.

Vitesse d'avancement :

Une fois les supports mis en place lors du chantier, la pose des batardeaux doit être rapide et adaptée à la vitesse de montée de crue.

Traitement des points singuliers :

Afin d'éviter tout souci d'étanchéité au niveau des points particuliers de digue, il est dans tous les cas, préférable d'y associer une partie fixe.

Du fait de leur caractère non permanent, ces techniques peuvent se présenter comme un point faible des systèmes d'endiguement car leur mise en place dépend généralement d'un système d'alerte, de l'intervention humaine ou de mécanismes qui peuvent faire défaut. Par ailleurs le temps de mise en place peut être conséquent, limitant de fait le linéaire qui peut être équipé.

Remise en état du site

Après le passage de la crue, les batardeaux peuvent être rangés, laissant des ouvertures dans le système d'endiguement.

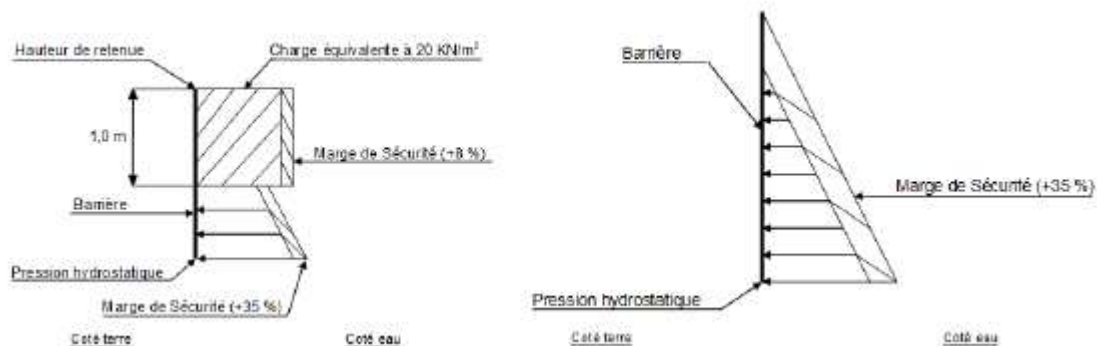
Un contrôle et si nécessaire un nettoyage des pièces fixes est à intégrer.

Références :

Il n'existe pas de normes européennes spécifiques aux batardeaux amovibles. De nombreux guides et ressources existent. Le projet Européen <http://www.smartfloodprotection.com/> a récemment fourni une étude ample sur le sujet.

La plupart des fabricants de rehausses amovibles en aluminium et acier type parois berlinoises utilisent donc pour justifier leur ouvrage les normes Européennes de matériaux ainsi que certaines normes sur les équipements hydrauliques (dont les équipements de vantellerie type vannes murales et batardeaux d'assainissement) dont notamment les normes allemandes suivantes :

- DIN 19704-1. Constructions Hydrauliques Métalliques - Partie 1 : Dimensionnement : pression hydrostatique ;
- DIN EN 1990 (2010-12). EUROCODE 0 : Base de calcul des structures
- DIN EN 1991-1-1 (2010-12). EUROCODE 1 : Actions sur les structures - Part 1-1 : Actions générales- Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments.
- DIN EN 1993-1-1 (2010-12). EUROCODE 3 : Calcul des structures en acier - Part 1-1 : Règles générales et règles pour le bâtiment.
- DIN EN 1999-1-1 (2010-05). EUROCODE 9 : Calcul des structures en aluminium - Part 1-1 : règles générales.
- DIN 19569-4 (2000-11). Stations d'épuration- Principes de calcul des structures et équipements techniques - Partie 4 : Principes spécifiques pour équipements de régulation : Vannes murales, batardeaux...
- DIN 19569-4 Stations d'épuration - Principes de construction pour bâtiments et équipements - Partie 4: Principes spéciaux pour organes de vannage - Kläranlagen - Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstungen - Teil 4: Besondere Baugrundsätze für gehäuselose Absperrorgane. Cette norme est la plus utilisée en Europe pour ce qui concerne le taux de fuite admissible
- Temporary and demountable Flood Protection Guide, Flood and Coastal Erosion Risk Management Research and Development Program , Defra-EA, 2011.
- Les sites de producteurs (non exhaustif): ESTHI, IBS, ThyssenKrupp,



Annexes :

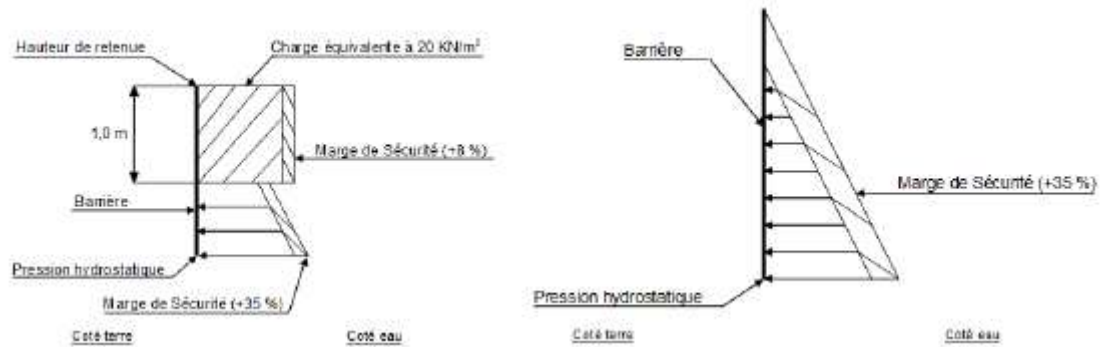


Figure 7 : Exemple de modèle de dimensionnement de batardeaux amovibles (Source : www.esthifrance.com)

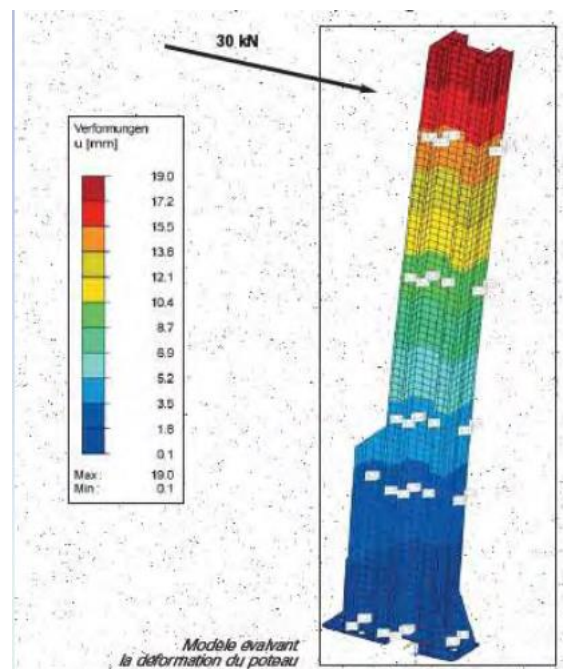


Figure 8 : Modélisation d'un impact de 30 kN sur un poteau amovible d'un batardeau anti-crue (Source : www.esthifrance.com)



Figure 9 : Batardeaux amovibles anti crue sur voirie (Source : www.esthifrance.com)



Figure 10 : Une partie montée du batardeau amovible anti-crue de la ville de Givet (Source www.esthifrance.com)



Figure 11 : Exemple d'un entreposage de racks de stockages pour barrières anti-crue (Givet, Ardennes)



Figure 12 : Système de batardeau anti-crue passif 'Flolift-H' – le dispositif se soulève par la simple poussée de l'eau sans intervention humaine ni énergie (Source : www.esthifrance.com)



Figure 13 : Système de batardeau anti-crue en tube PVC rempli d'air
(Source : www.esthifrance.com)



Figure 14 : Système de batardeau anti-crue pour protection contre la houle marine – Thalasso de Douarnenez- réalisation 2001 (Source : www.esthifrance.com)

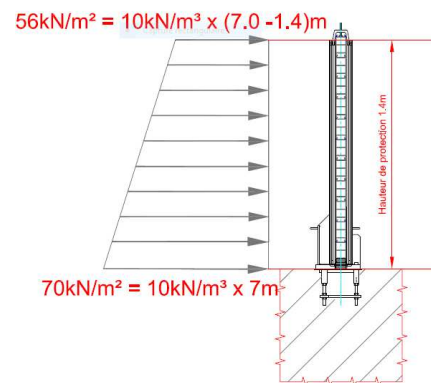


Figure 15 : Système de batardeau anti-crue pour protection contre la houle marine – Ostende - Belgique par (Source : www.esthifrance.com)