



Direction
Départementale
de l'Équipement

Moselle



Navigation
du Nord-Est

Commune de

BASSE - HAM

**PLAN DE PREVENTION
DES RISQUES NATURELS**

INONDATIONS

ANNEXE TECHNIQUE

Exemples de mesure de prévention

FORMATION DES CONSTRUCTIONS

Objectifs :

Résister :

- . Aux affouillements
- . Aux mouvements différentiels du sol
- . Aux sous-pressions.

De façon générale, les risques liés aux inondations correspondent aux effets suivants :

- . Affouillement direct par le courant le long des murs et semelles.
- . Affouillement renforcé par les remous, notamment dans les angles.
- . Affouillement par résurgence autour des appuis (risque de "renard")
- . Tassements différentiels du sol lors de la décrue.
- . Sous-pressions d'eau sous les radiers et cuvelages.

Les effets de ces facteurs et les précautions à prendre dépendent du type de fondations.

La présente fiche est classée selon les principaux types de fondations :

- . Fondations superficielles : semelles et petits massifs
- . Radier général et radier en cuvelage.
- . Pieux
- . Vide sanitaire.

La coupure des remontées capillaires est traitée dans la fiche "structures".

REMBLAIS

Objectif :

Mise hors d'eau par surélévation des installations.

Sujétions et risques :

- Remontées capillaires
- Erosions des talus par le courant
- Glissement des talus immergés.

Mesures à prendre contre :

- . Aggravations des effets induits.

En remblayant, on réduit la section de passage de l'eau, ce qui fait monter le niveau en amont et au droit du remblai. On réduit également le volume d'eau stocké, ce qui aggrave la pointe de la crue en aval.

Les plans d'exposition aux risques limitent l'importance des remblaiements admis sans étude spécifique ou mesures compensatoires, de façon que ces effets restent négligeables.

Pour les remblais routiers formant digue, il faut dimensionner les buses et ponceaux de façon à permettre l'équilibre des niveaux d'eau.

- . Remontées capillaires.

Si la surface est peu surélevée par rapport au niveau de l'eau, l'humidité peut remonter par capillarité dans le remblai : prévoir une couche drainante (cailloux, gros sable, feuille en non tissé ...), au-dessus de la cote de référence.

L'érosion dépend surtout de la vitesse du courant, de la nature des matériaux et de la qualité de mise en place (compactage). On peut avoir un corps de remblai sableux, si tout le tour du remblai est en matériaux résistant à l'érosion.

Le choix des protections est varié et à adapter aux ressources locales, au risque (vitesse de courant) et à l'importance du projet.

- . matériaux cohérents (terres argileuses)
- . engazonnement des talus
- . plantes tapissantes
- . enrochement
- . fascinage ou pieux
- . gabions
- . palplanches
- . techniques nouvelles (réseaux de fibres tridimensionnel ...)

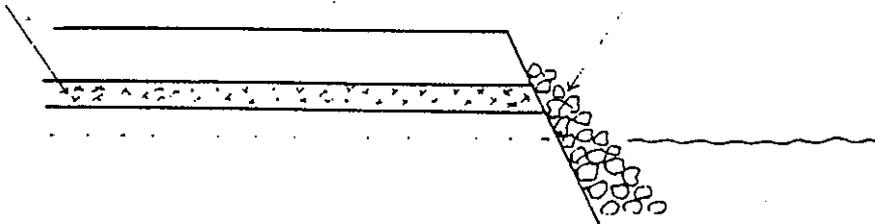
.../...

. Glissement des talus.

La pente naturelle d'un remblai complètement imbibé est beaucoup plus faible qu'à sec. Il faut donc réaliser tout le pourtour du remblai en matériaux très anguleux (matériaux de carrière) ou à forte cohésion. Les mesures de protection contre l'érosion servent aussi à protéger des glissements.

coupure capillaire
couche drainante

Protection de talus



La protection doit protéger la couche craïnante pour le cas de crues exceptionnelles

PORTES, FENETRES ET OUVERTURES DIVERSES

1 - On dispose actuellement de trois familles d'huisseries : Bois - Métal - P.V.C.

- Seul le P.V.C. est réellement insensible à l'eau. Il est à recommander pour les fenêtres et stores ou volets inondables. Par contre, il n'existe encore que très peu de portes en P.V.C.
- Les menuiseries métalliques protégées contre la corrosion sont également une bonne solution. L'aluminium est maintenant bien répandu pour les fenêtres, mais encore rare pour les portes. Le fer galvanisé et peint nécessite un entretien régulier pour stopper les attaques de rouille.
- Les menuiseries bois sont sensibles à l'eau, sauf certaines essences non putrescibles (telles que châtaignier, red cédar ...). Il existe également des traitements protégeant le bois dans la masse. Il faudra être très attentif en cas d'inondations fréquentes de longue durée.

Il est à noter que les classements d'étanchéité à l'eau des fenêtres visent la pluie et non les cas de submersion.

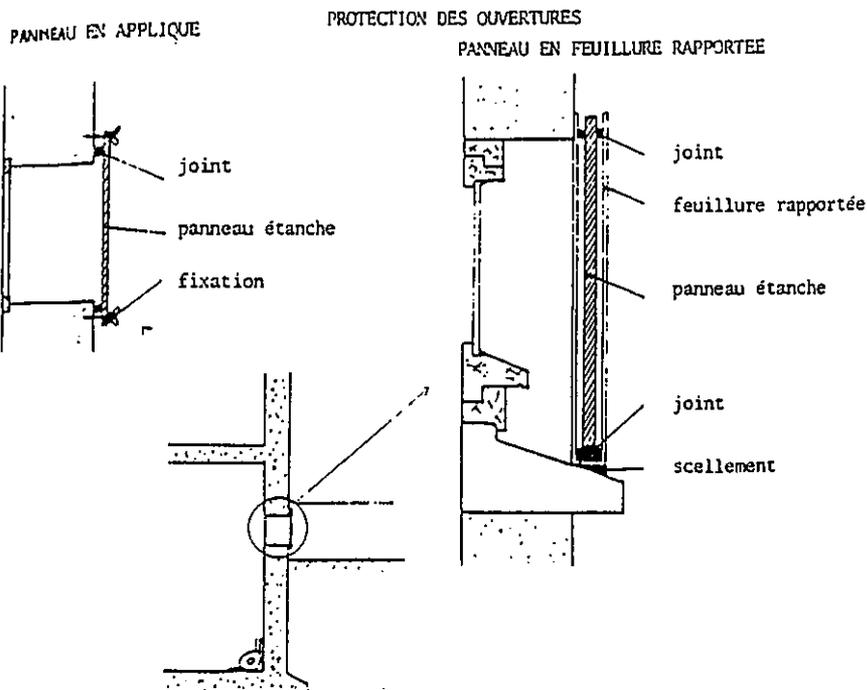
2 - Par ailleurs, on peut protéger les ouvertures par des panneaux étanches posés en appliques ou en feuillures rapportées.

Ceci n'est applicable que si la montée de la crue n'est pas trop rapide, et à condition qu'il y ait toujours quelqu'un sur place. L'efficacité dépend de la durée d'inondation, et de la qualité des joints. Cela nécessite un stockage soigné des panneaux et une vérification annuelle des feuillures et des panneaux.

L'étanchéité n'étant pas parfaite, il faut prévoir un dispositif de pompage.

3 - Portes étanches :

Pour des équipements ayant plusieurs accès situés à des niveaux différents, l'utilisation de portes étanches à montré son efficacité depuis longtemps.



ISOLATION

Objectifs :

- Conserver l'efficacité de l'isolation des parties non immergées,
- Retrouver l'efficacité de l'isolation des parties immergées après décrue.

Mesures préventives :

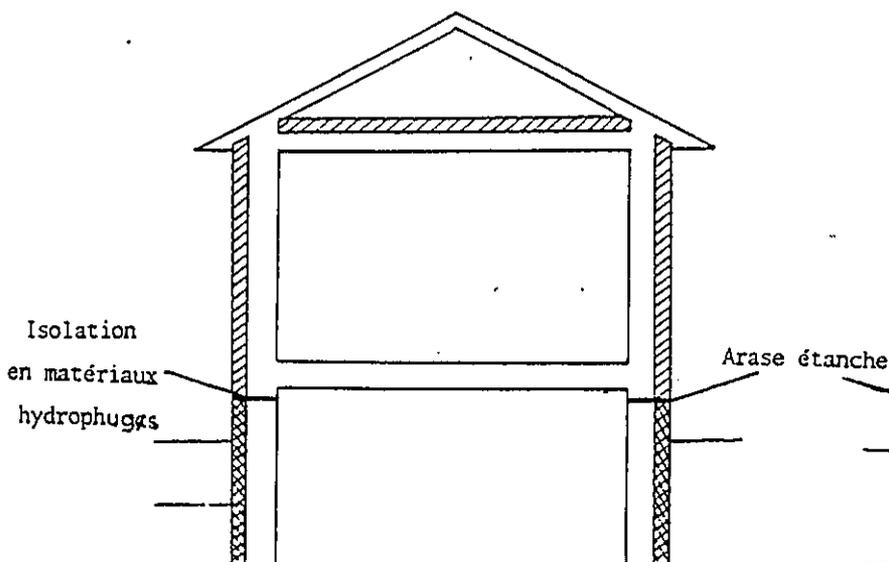
Elles sont de deux ordres :

- Utilisation de matériaux hydrofuges, pour l'isolation des parties inondables.
- Coupure des remontées capillaires pour protéger les parties non inondables.

La plupart des panneaux isolants en polystyrène expansé, en mousse de P.V.C., en mousse de polyuréthane rigide, ainsi que certains panneaux de laine minérale sont considérés comme hydrofuges, mais la prudence s'impose en cas d'inondations répétées, certains produits risquant de se désagréger plus ou moins à la longue.

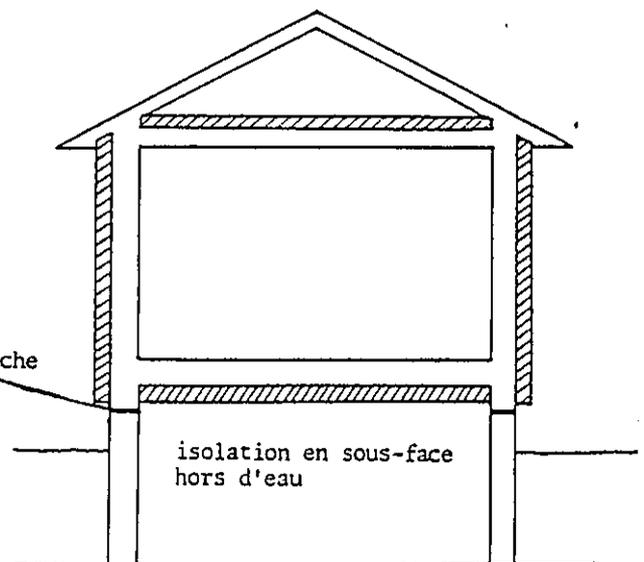
Il peut être préférable de bien isoler la partie habitable hors d'eau plutôt que d'isoler l'ensemble de la maison, sous-sol inondable compris. Cela dépend de la fréquence et de la durée des inondations.

ISOLATION COMPLETE



ISOLATION LIMITEE

à la partie habitable hors d'eau



STRUCTURE DES CONSTRUCTIONS

Objectifs :

- Rigidité de la structure pour résister aux efforts et tassements différentiels ;
- Coupure des remontées capillaires ;
- Choix de matériaux moins sensibles à l'eau.

Dispositions préventives :

- 1 - Les maçonneries doivent être ceinturées par un "chaînage" continu en béton armé, horizontalement au niveau de chaque plancher et du toit, et verticalement. Le chaînage évite l'ouverture de grandes fissures en cas de légers mouvements d'appuis. La qualité du chaînage repose sur la continuité des aciers (ancrages et recouvrements suffisants).

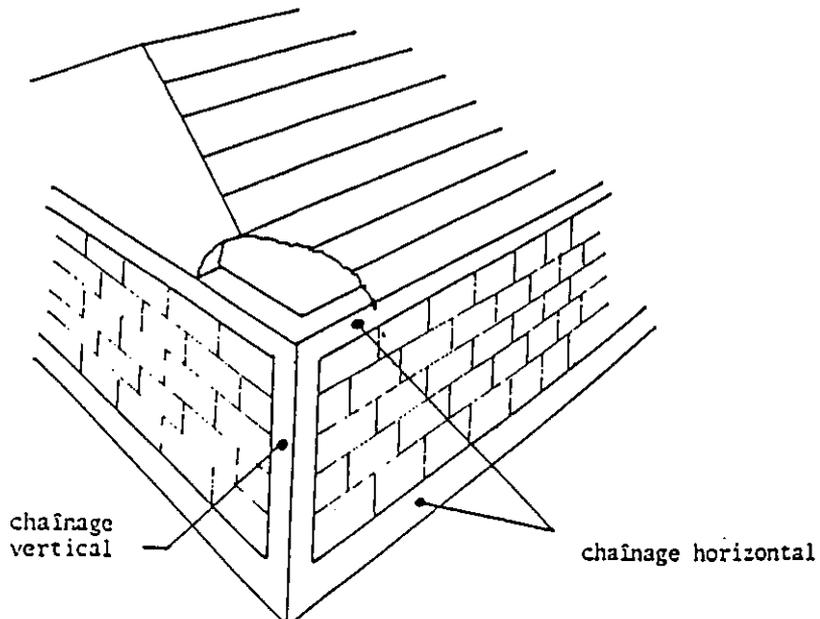
Cette rigidité peut être augmentée par la réalisation de longrines sur semelles filantes.

Cette solution classique, n'est adaptée qu'à de faibles mouvements différentiels. En cas de risque de mouvements importants, il faudrait prévoir une ossature complète.

- 2 - La coupure des remontées capillaires se fait par réalisation d'une arase étanche dans l'immeuble des murs, ou dans les fondations selon la hauteur prévisible de l'eau.

Attention : Ces arases étanches sont absolument proscrites en cas de risque sismique, car la construction ne serait plus liée à ses fondations, mais simplement posée dessus.

- 3 - Il faut éviter les matériaux très sensibles à l'eau dans les parties inondables : on peut songer aux chalets de montagne, qui reposent sur un soubassement en pierre qui les met hors neige.



VIDE SANITAIRE

Il ne s'agit pas d'un véritable mode de fondation, les murs étant fondés sur semelles normalement.

Le but du vide sanitaire est simplement de surélever le plancher inférieur pour mettre hors d'eau.

Précautions à prendre :

- . Le vide sanitaire doit être bien ventilé, pour pouvoir sécher.
- . Les trous de ventilation doivent être grillagés, pour éviter l'entrée d'animaux divers. Ces grillages étant soumis à l'humidité, il faudra les surveiller.
- . Le sol doit être plan, légèrement incliné, compacté et propre pour éviter la stagnation après décrue. Attention, ce point est très rarement respecté ; les vides sanitaires ressemblent plus souvent au dépotoir du chantier.
- . Les murs porteurs doivent comporter une arase étanche, sauf en zone sismique.
- . Une attention particulière est à porter à l'isolation en sous face du bâtiment ; tout en étant hors d'eau, elle est soumise à une forte humidité lors des crues.

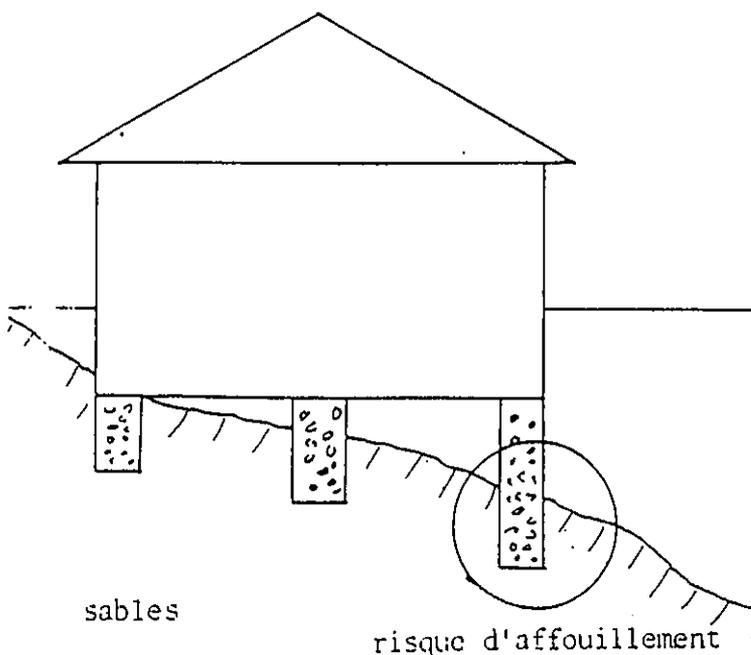
FONDATION SUR PIEUX OU PUIITS

- Risques principaux : Affouillements par érosion en surface
Ramollissement des couches d'ancrage en profondeur.

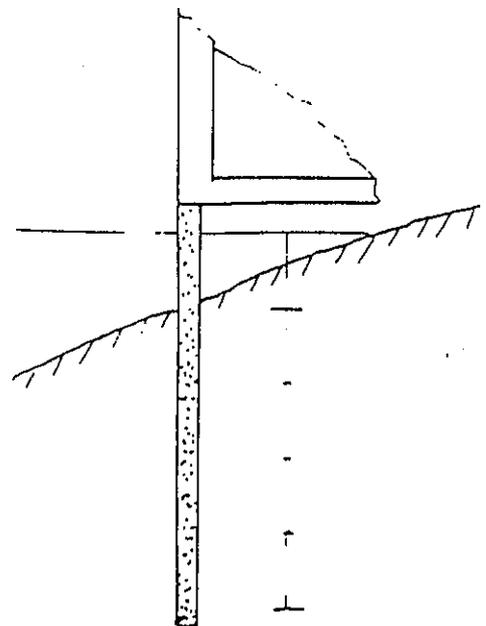
Mesures de prévention :

- . La protection contre les tassements nécessite une étude spécifique poussée de mécanique des sols, qui ne peut être faite que cas par cas par un spécialiste.
- . Pour la protection contre les affouillements, à défaut d'étude spécifique, le niveau d'ancrage doit être descendu au-dessous du sol à quatre fois au moins la hauteur de la crue.
- . La protection contre les affouillements peut naturellement être réalisée directement par tous les moyens de protection des sols et remblais, de la végétation aux enrochements (Cf. "protection des remblais").

NOTA : Les pieux en bois de qualité ne sont fiables que s'ils sont constamment noyés dans la nappe. Il y a risque de pourrissement dès qu'ils sont tantôt mouillés, tantôt au sec.



Fondation sur puits



Fondation sur pieux

Ancrage égal à 4 fois la hauteur de crue à défaut d'étude géotechnique.

FONDATEMENTS SUPERFICIELLES

Semelles et petits massifs :

- Risques principaux :

- . Remous.
- . Tassements différentiels.

- Mesure de prévention :

- . En sol sableux :

Mise en place de matériaux filtrants autour de la semelle.
Un filtre chargé peut empêcher la formation de renard.

- . En sol d'argile sensible à l'eau :

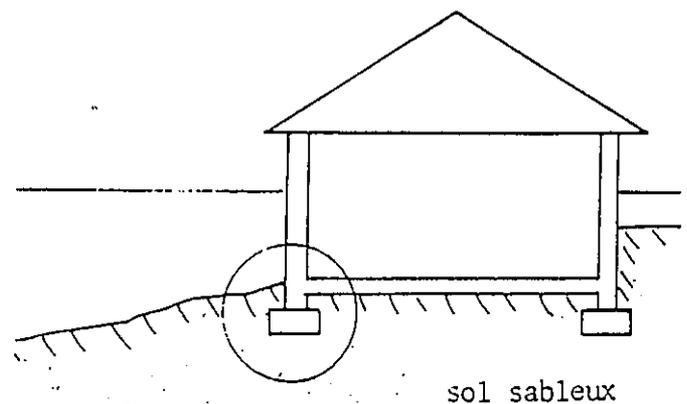
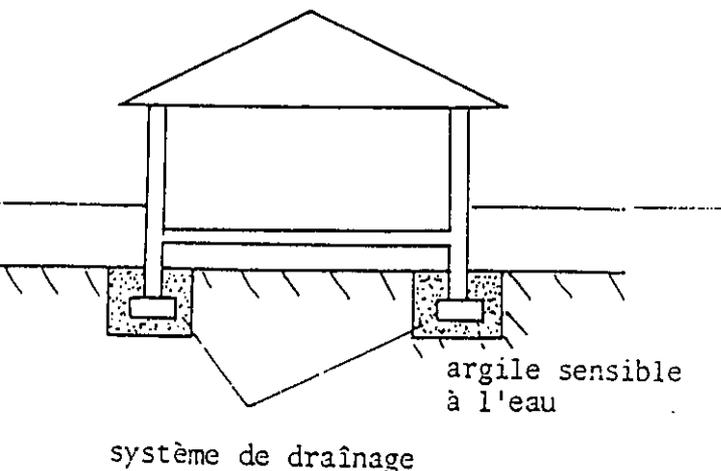
Mise en place d'un système de drainage permettant au sol de retrouver son équilibre hydraulique après la crue.

Dans les deux cas, la mise en place doit être soignée pour éviter la contamination avec les sols en place.

L'utilisation de semelles filantes avec longrines augmente la rigidité de la construction, et réduit la pression au sol.

- Limites d'emploi :

- . En cas de forte érosion, il faudra se tourner vers d'autres types de fondations, ou protéger le sol en place.
- . Dans le cas de sols soumis à tassements, et gonflement, on ne fait que limiter le phénomène. C'est applicable pour des pavillons, pas pour les immeubles importants, et il faut renforcer la rigidité des structures.
- . Le système drainant peut s'obturer progressivement, et perdre de son efficacité.



risque d'affouillement
ou de renard

CONSTRUCTION AU SOL

Une construction implantée en travers du courant forme un barrage qui rehausse le niveau de l'eau en amont et crée des remous au droit de la construction. Le rehaussement augmente le risque en amont, et les remous risquent de miner les fondations.

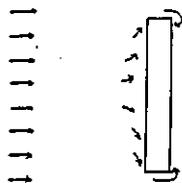
C'est pour faciliter l'écoulement qu'on impose l'orientation des bâtiments. Dans une zone déjà bâtie, l'orientation générale des bâtiments existants modifie l'écoulement et il est préférable d'orienter les nouveaux bâtiments comme ceux qui existe déjà.

Les très grands alignements peuvent former une sorte de canal, dans lequel le courant peut devenir trop important.

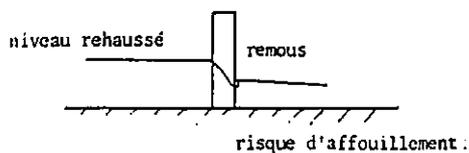
A plus forte raison, des alignements proches convergents, risquent de former un entonnoir dans lequel le courant peut devenir dangereux.

Un ensemble de constructions proches les unes des autres, peut présenter le même effet de barrage qu'un grand bâtiment.

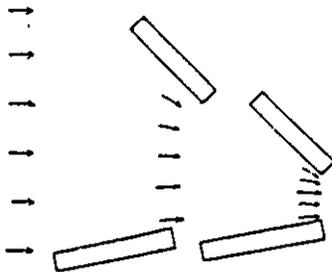
BÂTIMENT FORMANT OBSTACLE



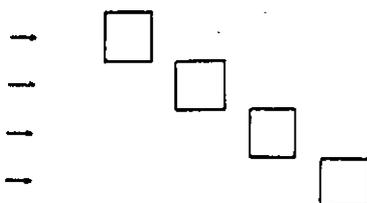
IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS
AU SOL



mauvais alignement : entonnoir



- niveau de crue rehaussé entre les bâtiments
- courant trop fort dans le rétrécissement



Un alignement de petits bâtiments trop proches a le même effet qu'une grande barre.

- REVETEMENTS DE SOLS -

=====

Dans les parties inondables, ou soumises à une forte humidité (remontées capillaires ou niveau d'eau très proche) :

On évitera les revêtement les plus sensibles :

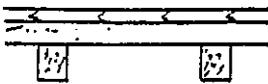
- . parquets sur lambourdes,
- . planchers minces collés sur béton ou sur panneaux de particules
- . Tapis et moquettes de laine ou similaire

On préférera des revêtements moins sensibles :

- . revêtements plastiques
- . carrelages,
- . moquettes synthétiques.

Il faudra faire très attention au choix des colles utilisées, pour qu'elles résistent à l'eau.

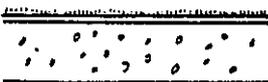
A EVITER



parquet et plancher bois

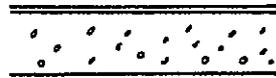


parquet sur plancher en béton



revêtement en fibres naturelles,
animales ou végétales

DE PREFERENCE



revêtement plastique collé



carrelage scellé



revêtement en fibres
synthétiques

attention à la qualité des colles.

- CHAUFFAGE -
=====

1 - Les chaudières individuelles sont souvent placées en sous-sol.

Cette habitude est à revoir en cas d'inondation. Les systèmes de régulation et les pompes supporteront mal d'être submergés.

Si la hauteur d'eau est faible, il peut suffire de rehausser la chaudière sur un socle, ou de choisir une chaudière murale.

Si la hauteur d'eau est trop importante, il faudra installer la chaudière au niveau suivant, et ne pas faire passer les canalisations chaudes dans la partie inondable.

2 - Les mêmes précautions s'appliquent en chauffage collectif d'un immeuble.

3 - En cas de chauffage urbain, ou de chaufferie commune à plusieurs immeubles, les conduites chaudes enterrées doivent être protégées des venues d'eau :

. soit par un calorifugeage hydrophobe.

. soit en étant placées dans un caniveau étanche.

La solution du caniveau étanche est peu fiable car à la première intervention, on oubliera probablement de sceller le couvercle de façon étanche.

- ELECTRICITE -
=====

Le réseau public, géré par E.D.F., n'est pas visé par cette fiche.

1 - Dans les bâtiments :

Les coffrets d'alimentation doivent être placés hors d'eau.

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

Si l'on a une pompe d'épuisement immergée, elle doit être raccordée directement au tableau hors d'eau, sans raccord ou épissure dans la zone inondable (même si elle n'est qu'accidentellement inondable, par exemple en cas de panne de courant).

NOTA : Les interrupteurs et appareils d'éclairage pour l'extérieur et les lieux humides, bien que souvent qualifiés d'étanches, ne sont pas étanches en cas de submersion, notamment au niveau de l'entrée des fils.

C'est toute la différence entre une lampe hublot d'extérieur, et une lampe immergée d'éclairage de bassin.

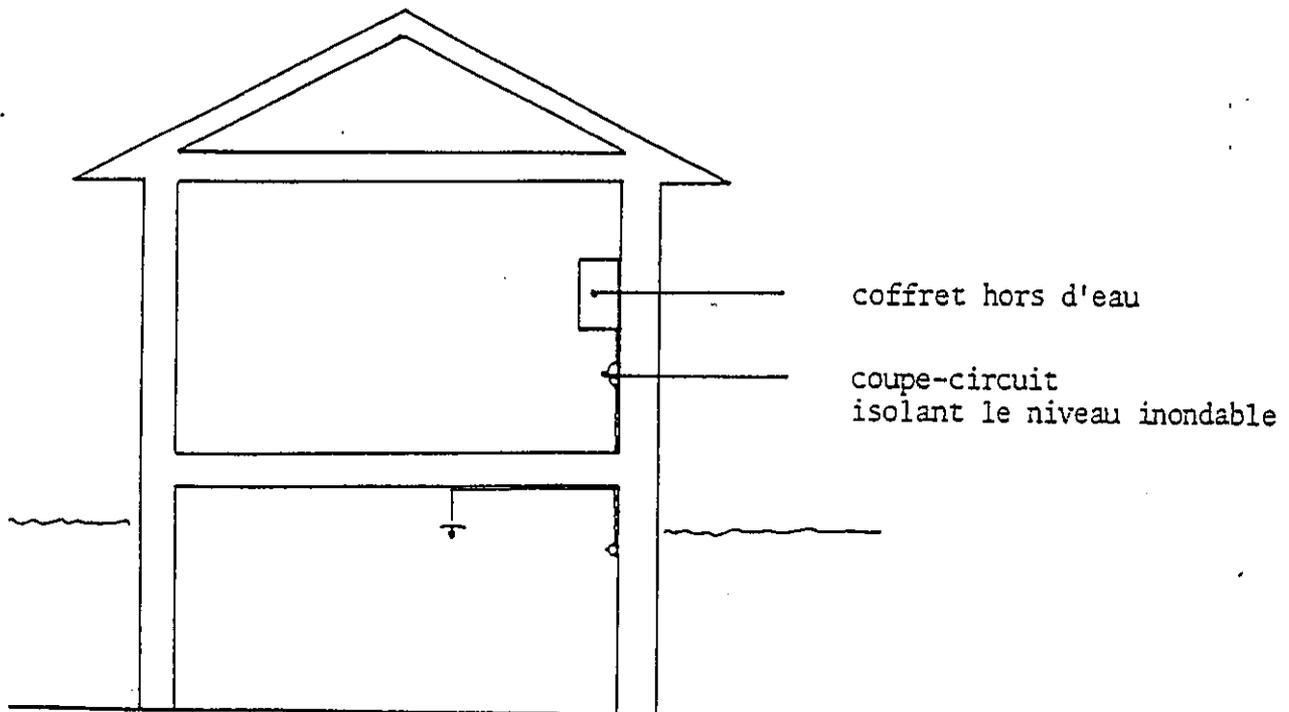
2 - Eclairage des allées et câbles enterrés :

Un câble étanche n'est efficace que si on n'a pas fait une épissure en-dessous de la cote d'inondation.

Une borne d'éclairage étanche à la pluie et aux projections, n'est pas forcément prévue pour être submergée.

3 - De façon générale, les tableaux de commandes à appareillages électriques doivent être hors d'eau, ou pouvoir être mis facilement hors circuit.

Ceci vaut aussi pour les systèmes d'alarme, de surveillance, télécommande, signalisation et autres courants faibles.



- ASSAINISSEMENT -
=====

Objectifs :

- Isoler les réseaux d'eau usée pour éviter les risques de pollution et limiter les coûts de traitement.
- Eviter les submersions par mise en charge des réseaux.
- Limiter les frais de pompage.
- Accélérer le ressuyage des zones inondées.

Mesures de prévention :

Les réseaux seront en principe séparatifs.

On évitera les maillages et on prévoiera des vannages.

Les réseaux doivent être étanches ; il faudra veiller particulièrement aux raccordements des regards, ceux-ci seront munis de tampons étanches.

. Réseaux d'eau usée :

L'assainissement individuel est généralement interdit en zone fréquemment inondable, sauf pour les habitations isolées.

Le fonctionnement doit être garanti pour éviter la pollution.

Cela nécessite que les stations de traitement soient à une cote suffisante pour ne pas être noyées, que l'alimentation électrique et les appareillages soient hors d'eau et que les accès ne risquent pas d'être noyés plus de trois jours. On vérifiera le risque de flottaison des bassins supposés vides pour une crue dépassant la crue centennale de 1 m ; au besoin on prévoiera l'inondation des bassins.

. Réseaux d'eau pluviale :

En cas de rejet par pompage, on cherchera à isoler le quartier inondable pour éviter la submersion par les réseaux.

A défaut, on surdimensionnera le collecteur traversant cette zone pour améliorer le temps de ressuyage.

Les bassins d'orages sont à proscrire en zone inondable, par contre, ceux situés en amont pourront être surdimensionnés, les pertuis de fuite étant fermés pendant la crue pour permettre l'assainissement.

Sur les réseaux existants, les principes précédents restent valables, mais d'application difficile si les réseaux ne sont pas étanches.

Lors de grandes crues on a recours à des expédients pour éviter l'inondation des points bas par les réseaux : on mure les bouches d'égouts, on monte un muret autour des regards.

- STOCKAGE -
=====

Objectifs

- Mettre les stocks fragiles hors d'eau.
- Eviter que les stocks ou réservoirs ne soient emportés par le courant.
- Vérifier que les cuves vides ne risquent pas de flotter.
- Eviter les pollutions.

- Stockage hors d'eau

- . Stockage sur racks, étagères, en trémières, en citerne surélevée.
- . Souvent, il suffit de surélever un peu, et de pomper l'eau d'infiltration quand il n'y a pas de débordement direct.
- . Si la hauteur d'eau est faible et la crue courte, un muret peut suffire à limiter les infiltrations.
- . Mise en réservoirs étanches des produits fragiles ou dangereux.

- Protection contre le courant

- . Les fûts, stocks de bois, etc, peuvent flotter, mais ils doivent être amarrés, ou entourés de grilles limitant les déplacements.
- . Par exemple, les cages souvent utilisées par les revendeurs de butane pour mettre les bouteilles sous clefs, font parfaitement l'affaire si elles sont bien scellées.

- Risques de flottaisons

- . Les citernes vides à l'air libre doivent être surélevées au-dessus des plus hautes eaux, ou ancrées fermement sur un massif servant de lest.
- . Les citernes enterrées doivent être enterrées suffisamment profond pour ne pas flotter :

- Le poids de terre (déjaugé) doit équilibrer la poussée d'Archimède :
la hauteur de terre nécessaire est de l'ordre du diamètre de la cuve.

Attention aux bouteilles de butane et de propane à l'extérieur des maisons.
Il faut les surélever ou les fixer solidement au mur.

- Eviter la pollution

- . Pour les citernes des particuliers et des petits garages, on peut se contenter de placer des événements au-dessus des plus hautes eaux, et de mettre des bouchons étanches sur les orifices de remplissage.
- . Par contre, pour les produits plus dangereux, ou des stockages importants, il faut pouvoir vidanger en cas d'incident : il faut donc avoir un orifice de remplissage hors d'eau et pouvoir y accéder avec un véhicule.

Les camping-caravaning sont souvent implantés près de l'eau, en zone de risque alors que les tentes et caravanes n'offrent aucune protection.

L'attrait de l'eau pour les vacanciers, et l'importance des enjeux économiques, obligent à gérer ce risque dans les conditions difficiles.

Les mesures de prévention sont de trois ordres :

- . Répartition des équipements et activité selon le degré de risque,
- . prise en compte de la saisonnalité,
- . aménagements spécifiques.

1 - Répartition des équipements et activités :

- . Activités de jeux en bordure de rivière

La zone la plus dangereuse peut ainsi être évacuées sans délai, et n'est pas occupée de nuit.

On se limitera aux équipements de jeux n'offrant que peu de résistance au courant, et ne nécessitant pas de qualité de sol particulière. Les équipements seront ancrés en fonction du courant.

- . Caravanes, puis tentes, sur les parties plus éloignées.

Les caravanes peuvent en effet être évacuées plus rapidement que les tentes

- . Infrastructures fixes (magasins, toilettes ...) sur remblais hors de la zone d'écoulement actif, sauf aménagement très particulier.

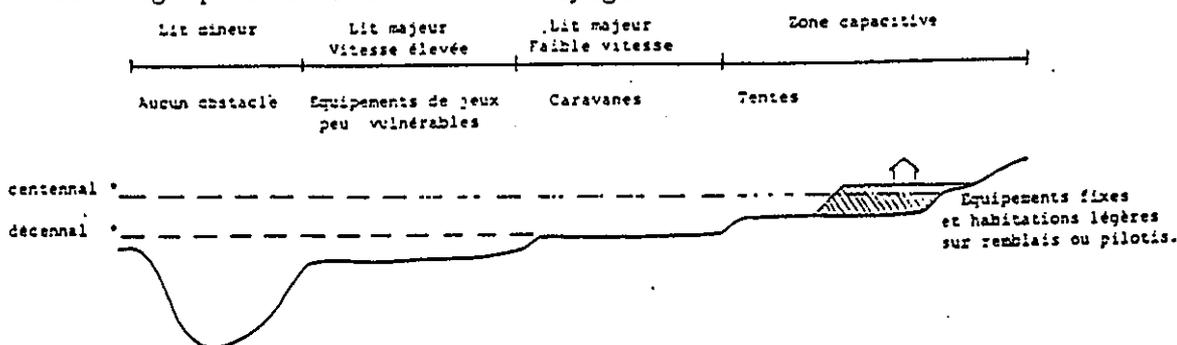
2 - Prise en compte de la saisonnalité :

- . Les dates d'ouverture seront définies en fonction du risque de crue.
- . le garage mort des caravanes sera interdit pendant la fermeture,
- . les installations fixes seront démontées pendant la fermeture.

La saisonnalité peut être plus ou moins marquée, et le risque peut rester important en période d'ouverture.

3 - Aménagements spécifiques :

- . La voirie sera surdimensionnée pour permettre l'évacuation rapide. La largeur de la voie ne sert à rien si elle est fermée par une barrière étroite ou débouche sur un goulot d'étranglement étroit, (débouché malaisé ...).
- . Dans le cas de torrents, création d'épis à l'amont immédiat pour limiter le courant en début de crue, pendant la durée d'évacuation. On peut envisager d'utiliser des installations fixes (bâtiments), comme une digue déviant le courant. Les structures et fondations doivent alors être calculées très spécialement pour cette fonction.
- . Choix d'implantation de haies, plantations, etc ... pouvant influencer sur la montée de la crue et le courant, pour des rivières moins violentes.
- . Choix des plantes et engazonnement en fonction des présences d'eau.
- . Drainage pour accélérer le ressuyage.



- TERRAINS DE JEUX, PROMENADES ET AMENAGEMENTS EXTERIEURS -
=====

L'installation de certains équipements de loisirs en zone inondable permet leur mise en valeur sans risque important, du fait de l'utilisation discontinue, et en l'absence d'équipements de grande valeur.

- . Les équipements seront disposés selon leur vulnérabilité :
 - terrains d'entraînement engazonnés (football, rugby),
 - petits terrains imperméabilisés (basket, handball),

En ce qui concerne les tennis, on évitera de placer de grandes longueurs de grillage perpendiculairement au courant, et on proscriera la terre battue.

 - parcs de jeux et promenades.
- . Les plateformes seront décalées dans la mesure du possible pour éviter les mises en vitesse.
 - . On excluera les aménagements de grande ampleur (tribunes, piscines ...). ou particulièrement fragiles (terre battue, cendrée ...).
 - . Les équipements fixes seront fondés en tenant compte du courant (bancs, tables, poteaux, jeux d'enfants ...).
 - . Les sanitaires seront situés sur remblai, hors de la zone d'écoulement actif.

Il est clair qu'en zone inondable, les installations sportives doivent être considérées comme des terrains de jeux et d'entraînement, et non comme des terrains de compétition de haut niveau.