

Guide international sur les digues

« The International Levee Handbook, 2013 »
version française, 2019



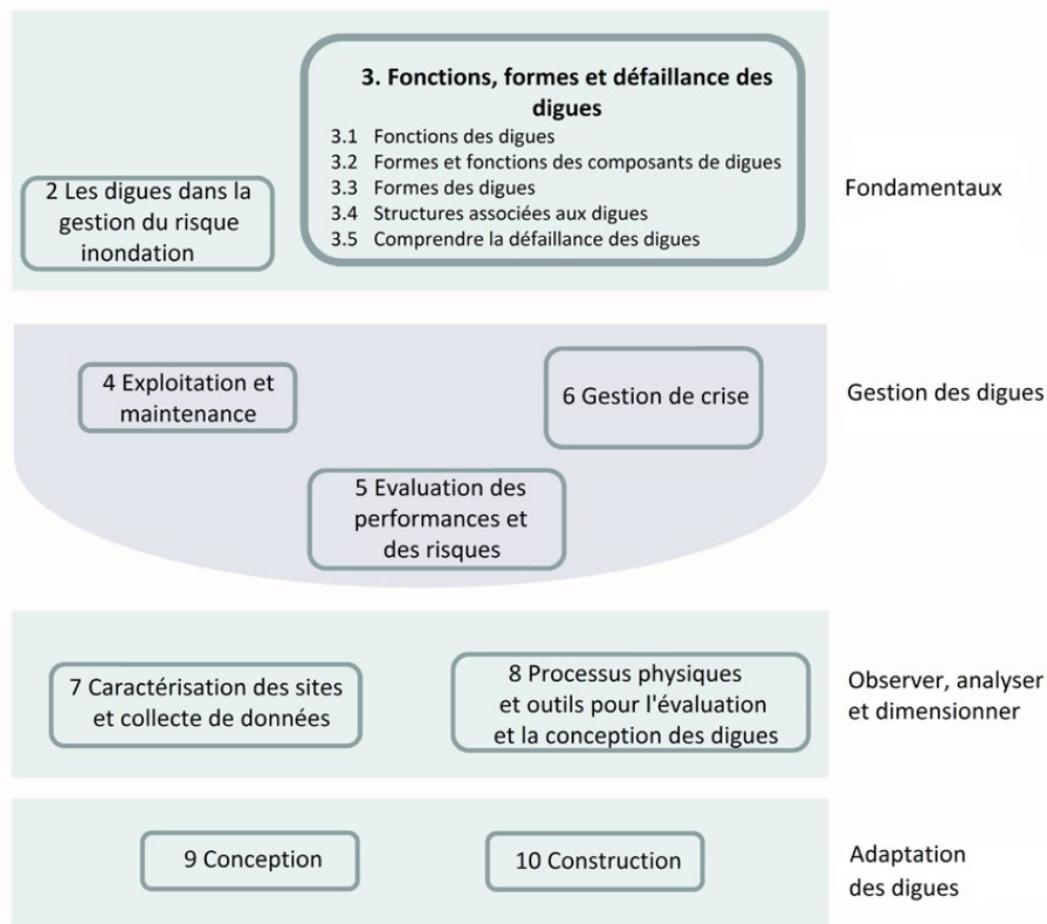
Guide international sur les digues (ILH)

Contenu du chapitre 3

Yann DENIAUD, Cerema
Coordonnateur de la rédaction du chapitre

Le chapitre 3

Introduction aux formes, aux fonctions et aux mécanismes de la défaillance des digues



Plan et contenu du chapitre 3

Un plan en 5 parties

- 3.1 Les fonctions des digues
- 3.2 Les formes et fonctions des composants de digues
- 3.3 Les formes des digues
- 3.4 Les structures associées aux digues
- 3.5 Comprendre la défaillance des digues

Un contenu majoritairement focalisé sur les structures en terre, constitutives de la majorité des ouvrages de protection

3.1 Les fonctions des digues

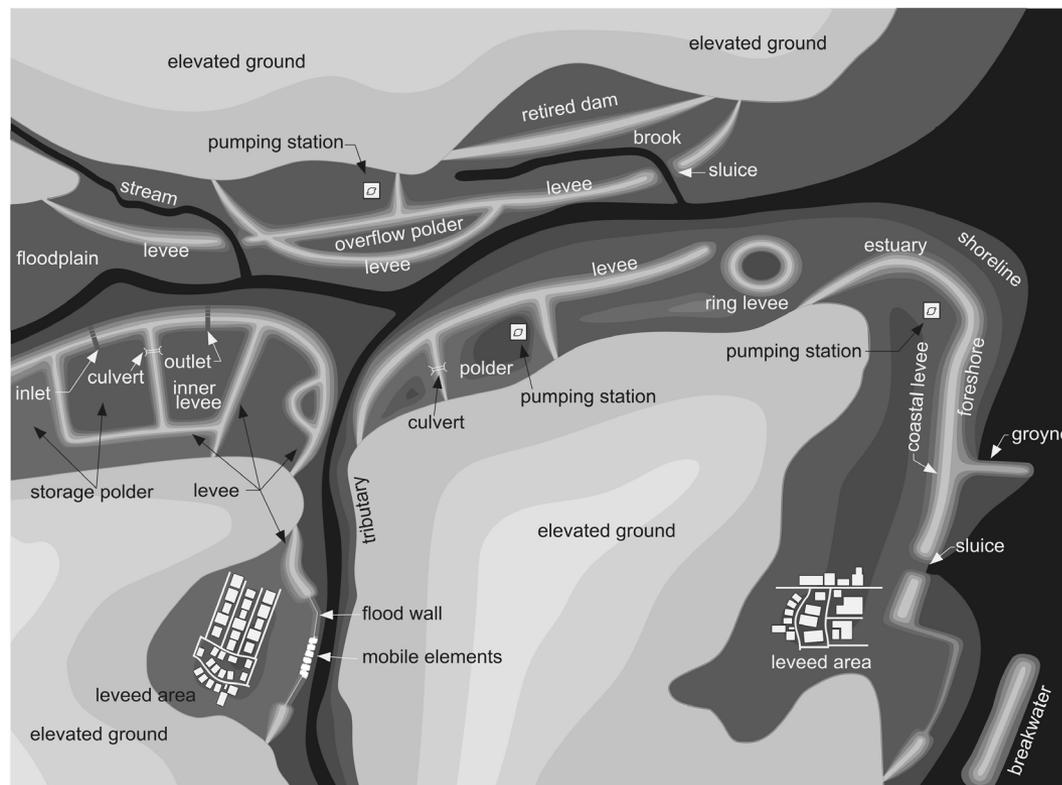
Cette section introduit, définit et décrit les fonctions des digues dans le contexte général d'un système de protection contre les inondations. Elle aborde :

- Les principales fonctions et principaux types de digues
- Le rôle multifonctionnel de ces ouvrages
- Les conditions topographiques et environnementales susceptibles d'affecter leur comportement :
 - Conditions de charges
 - Morphologie et évolution des différents environnements des digues
 - Effets du changement climatique
- Leur évolution historique :
 - Changements temporels de forme et de constitution
 - Modifications des conditions environnementales
 - Et rappelle la nécessaire coordination des fonctions des digues au cours du temps

3.1 Les fonctions des digues - Aperçu

Notion de système de défense contre les inondations

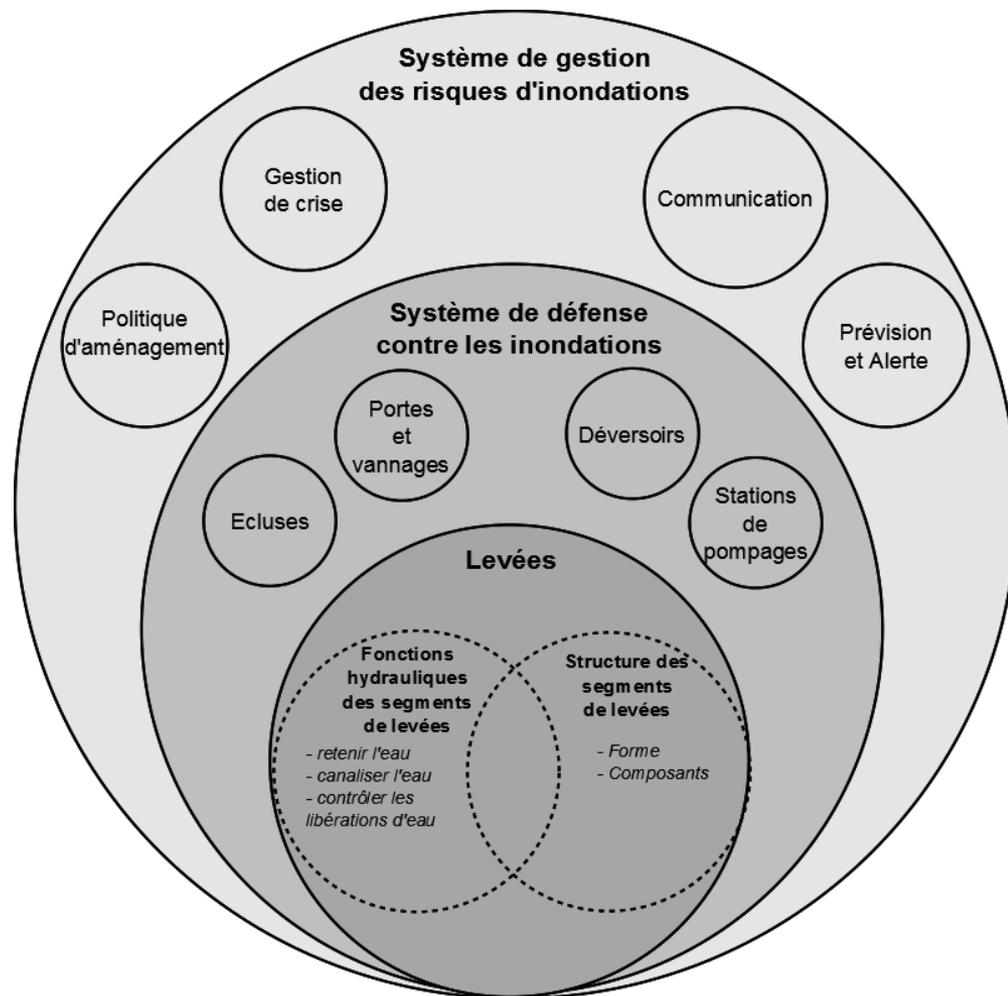
- Un système de défense contre les inondations est conçu pour réduire le risque d'inondation dans une zone protégée généralement endiguée.
- Le système assure le confinement grâce à un réseau complexe d'éléments de natures différentes.
- Le système doit être conçu avec des éléments adaptés aux caractéristiques spécifiques du site.



3.1 Les fonctions des digues - Aperçu

Principales fonctions des digues

- Les digues sont incluses dans un système de défense contre les inondations qui est la partie structurelle du système de gestion des risques d'inondations
- Les digues remplissent trois fonctions hydrauliques :
 - **Contenir l'eau** (hors des zones à préserver)
 - **Canaliser l'eau** (vers l'aval)
 - **Contrôler le déversement d'eau** (vers les zones d'expansion définies)



3.2 Formes et fonctions des composants de digues

Cette section définit et présente les différents composants entrant dans la constitution d'une digue.

Les composants primaires des digues sont identifiés en termes de :

- Description géométrique et technique
- Fonctions spécifiques associées
- Principales problématiques techniques et points de vigilance associés

Les combinaisons et interrelations entre composants œuvrant conjointement sont rappelées

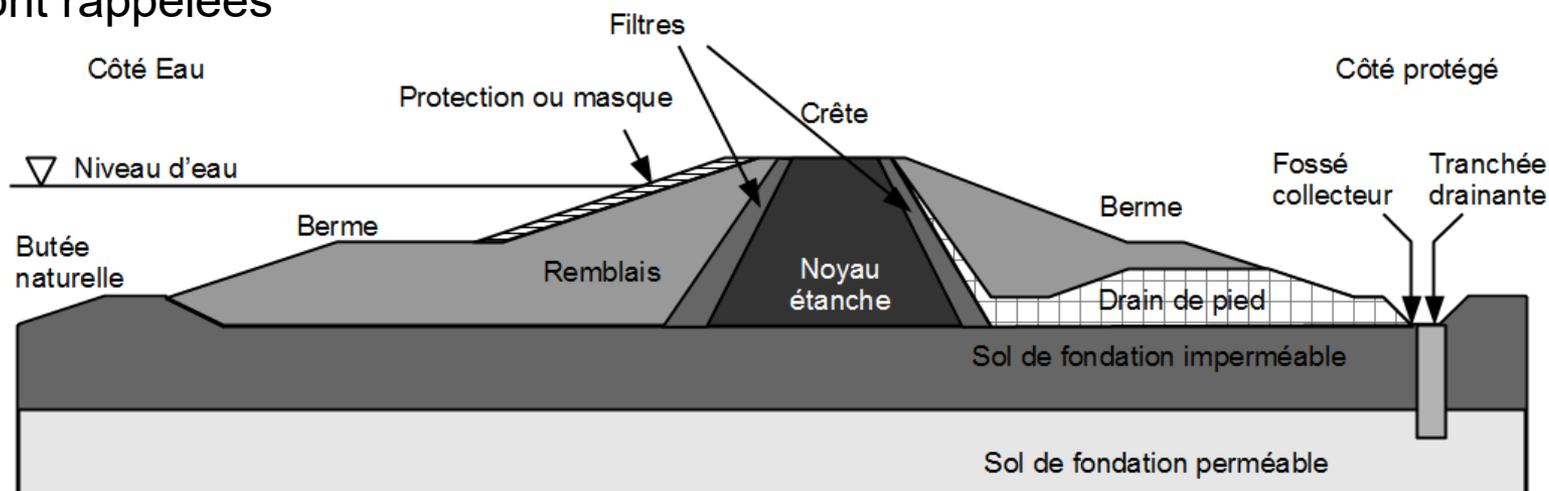


Schéma de principe des composants potentiels d'une digue
(l'association ne correspond pas à un cas réel)

3.2 Formes et fonctions des composants de digues

Pour assurer sa fonction hydraulique, chaque segment de digue doit être conçu pour résister à un niveau de sollicitations défini.

Il constitue ainsi un sous-système formé par un assemblage de composants, adaptés aux conditions environnementales et permettant à l'ensemble de résister aux cas de charges ou sollicitations définis à la conception.

Ces composants doivent permettre :

- d'assurer la stabilité de l'ouvrage et de sa fondation
- de contenir les entrées d'eau jusqu'au niveau souhaité
- de protéger l'ouvrage contre :
 - l'érosion de surface et ses effets
 - l'érosion interne et ses effets

3.3 Les formes des digues

Cette section définit et présente les différents types et formes de digues ainsi que leurs caractéristiques techniques principales. Elle illustre chacun d'eux par des schémas reflétant l'agencement de leur composants structurels en sections transversales de principe.

La typologie retenue conduit ainsi à décrire :

- Les digues en remblais
 - Digues homogènes
 - Digues zonées
 - Digues élargies
- Les digues composites incorporant
 - Des superstructures
 - Des structures côté eau
 - Des structures incluses au coeur
 - Des structures alternatives
- Les digues historiques (...ou la complexité de la réalité !)

3.3 Les formes des digues - Aperçu

Exemple de contenu pour les digues en remblai homogène

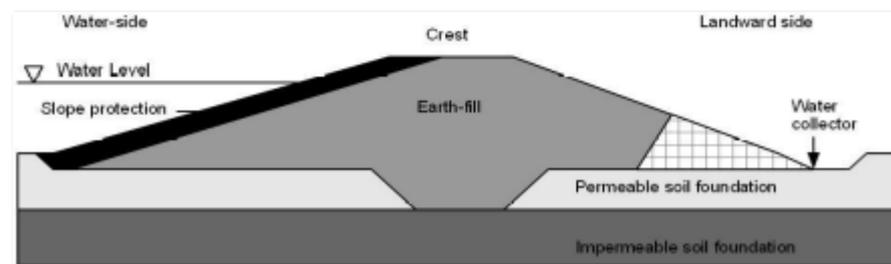
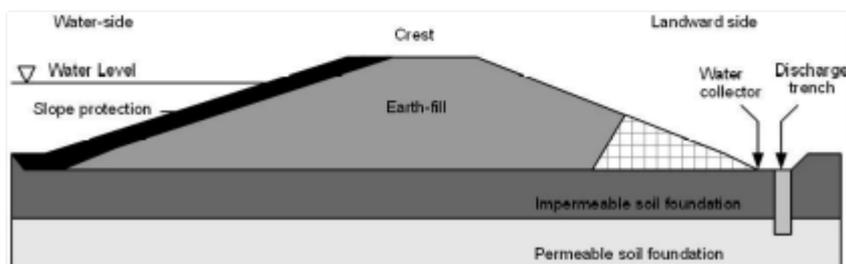
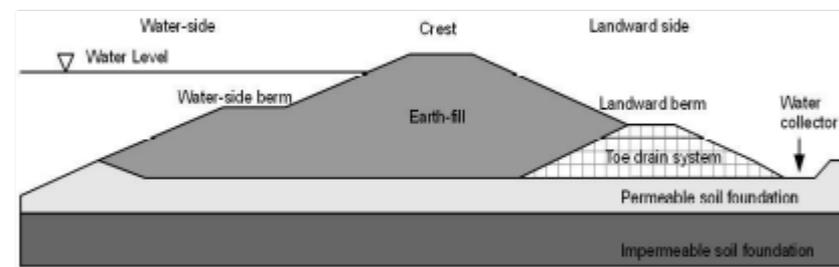
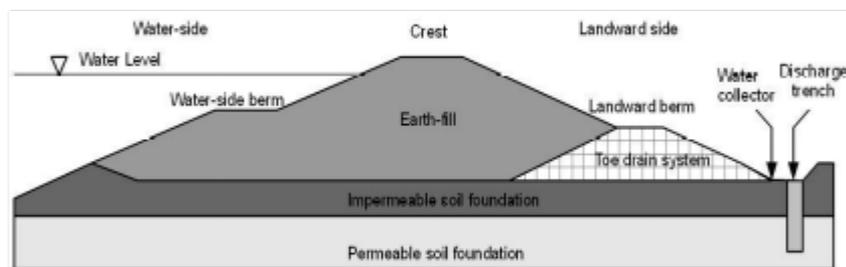
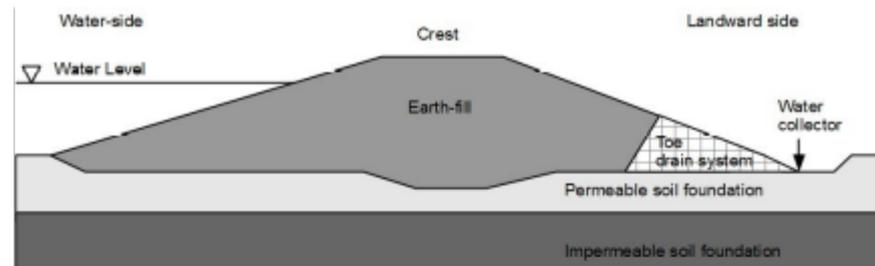
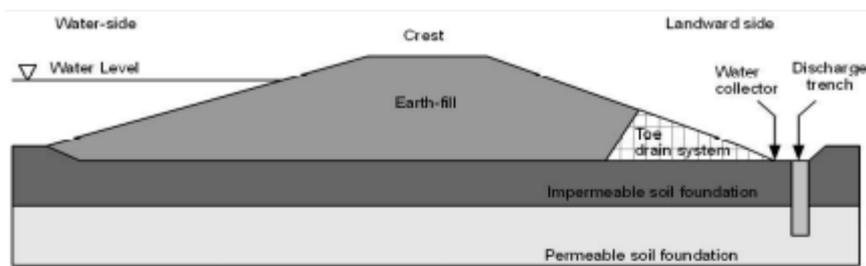
Propriétés	Caractéristiques
Stabilité	Assurée par la masse du remblai
Imperméabilité	Contrôlée par la taille des particules du remblai
Protection externe	Peut être nécessaire pour éviter l'érosion du corps de digue
Filtration	La distribution granulométrique de la taille des particules doit permettre l'auto-filtration
Drainage	Doit être conçu pour éviter les problèmes d'érosion interne et de stabilité

Éléments essentiels pour le comportement de l'ouvrage

- les caractéristiques des matériaux mis en œuvre en corps de digue
- les caractéristiques du sol de fondation

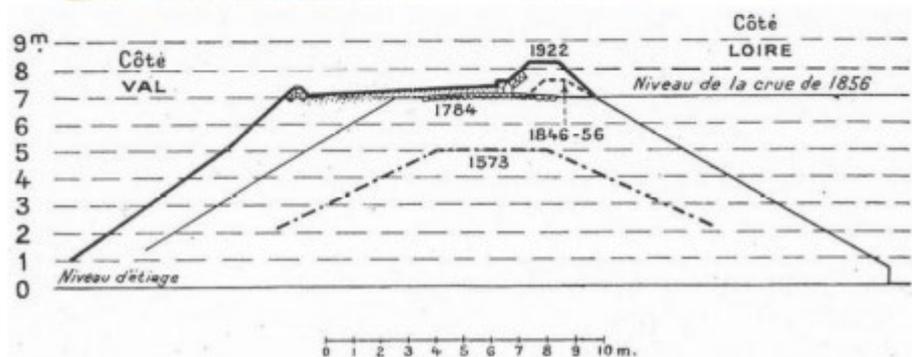
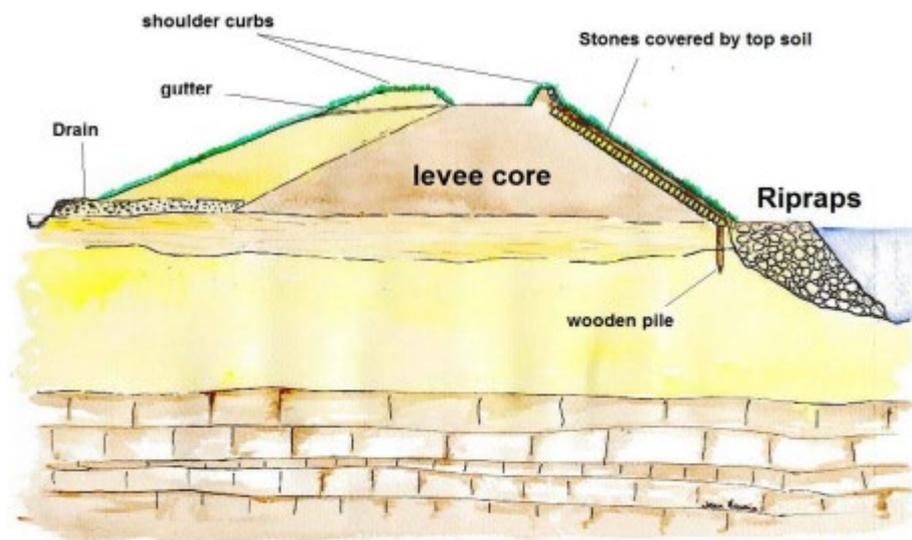
3.3 Les formes des digues - Aperçu

Exemple de contenu pour les digues en remblai homogène



3.3 Les formes des digues - Aperçu

Exemple de contenu pour les digues historiques



3.4 Les structures associées aux digues

Cette section s'intéresse aux différentes structures susceptibles d'être rencontrées en association avec les digues. Chacune des structures identifiées est définie et décrite en lien avec ses fonctions et ses effets sur le système de défense contre les inondations.

Des illustrations et des schémas typiques de ces structures sont présentés.

Sont notamment distinguées :

- Les structures associées contribuant à la protection contre les inondations
- Les structures empiétant sur les digues
- Les zones de transition ou d'interface

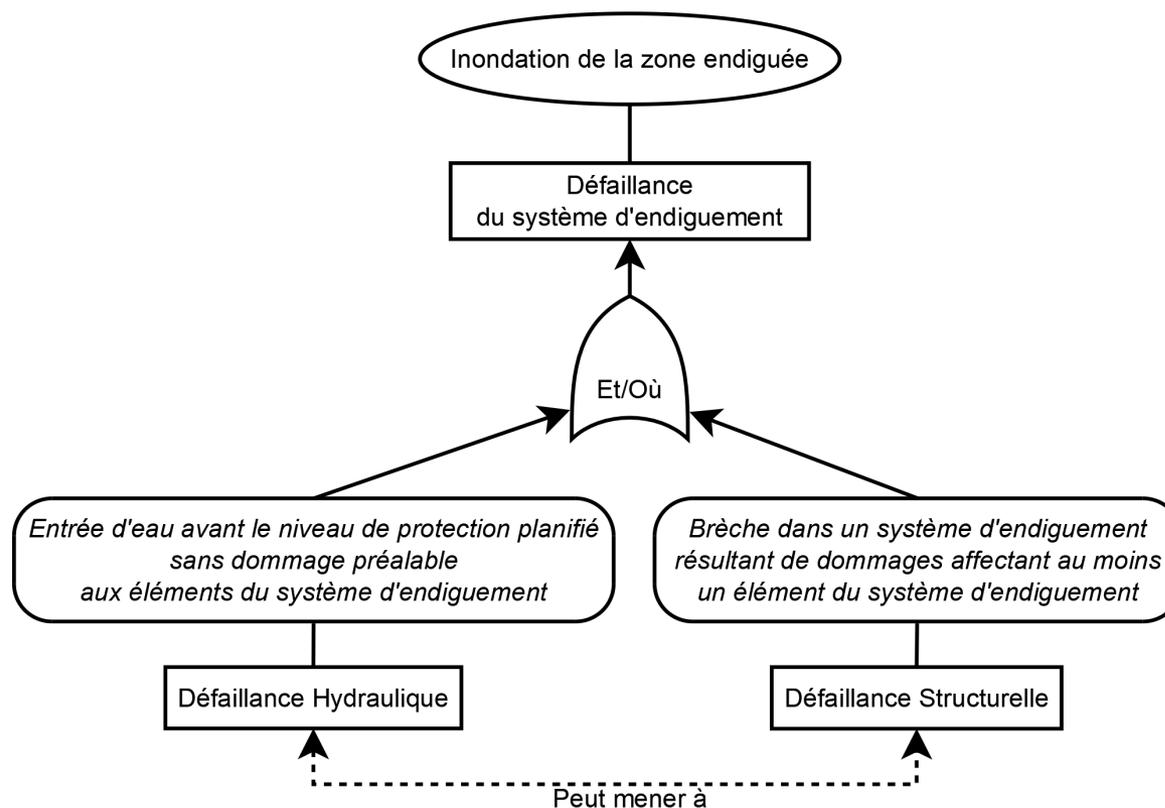
3.5 La défaillance des digues

Cette section s'intéresse aux modes de défaillance des ouvrages.

- La performance des digues et les notions de dommages, de détérioration, de dégradation et de brèches sont définies. La notion de scénario de défaillance combinant des mécanismes élémentaires dans une cinétique d'évolution des digues est expliquée et présentée. Le lien entre forme, fonction et défaillance des ouvrages est mis en évidence.
- Les principaux processus de détérioration, de dommages et de brèches susceptibles d'affecter les ouvrages sont définis. Les facteurs contributifs à leur développement sont discutés et les principaux mécanismes illustrés par des schémas. Sont ainsi distingués 3 processus majeurs pour la détérioration des ouvrages et la dégradation de leur fonction : l'érosion externe, l'érosion interne et les instabilités
- In fine, différentes statistiques de défaillances d'ouvrages sont présentées et discutées.

3.3 Les formes des digues - Aperçu

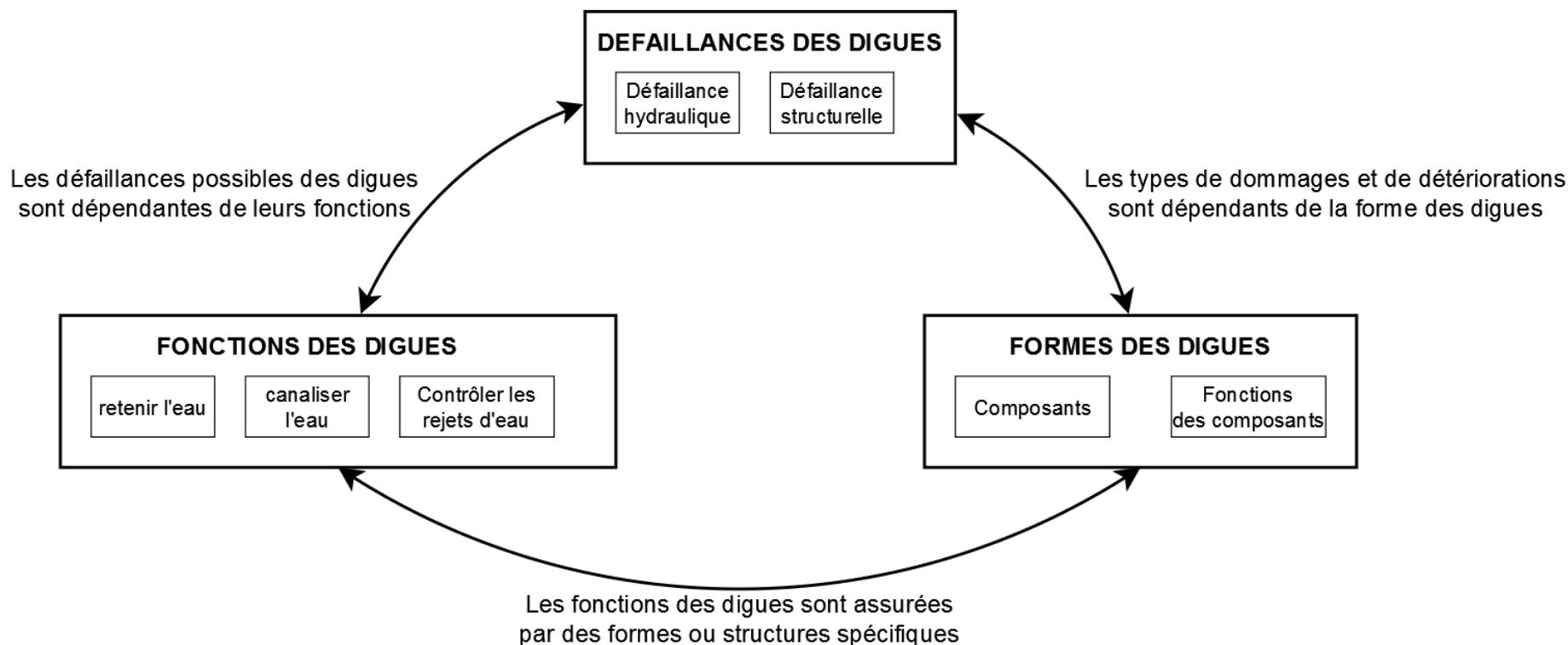
Exemple de contenu : notions de défaillance



3.3 Les formes des digues - Aperçu

Exemple de contenu :

liens entre formes, fonctions et défaillances des ouvrages



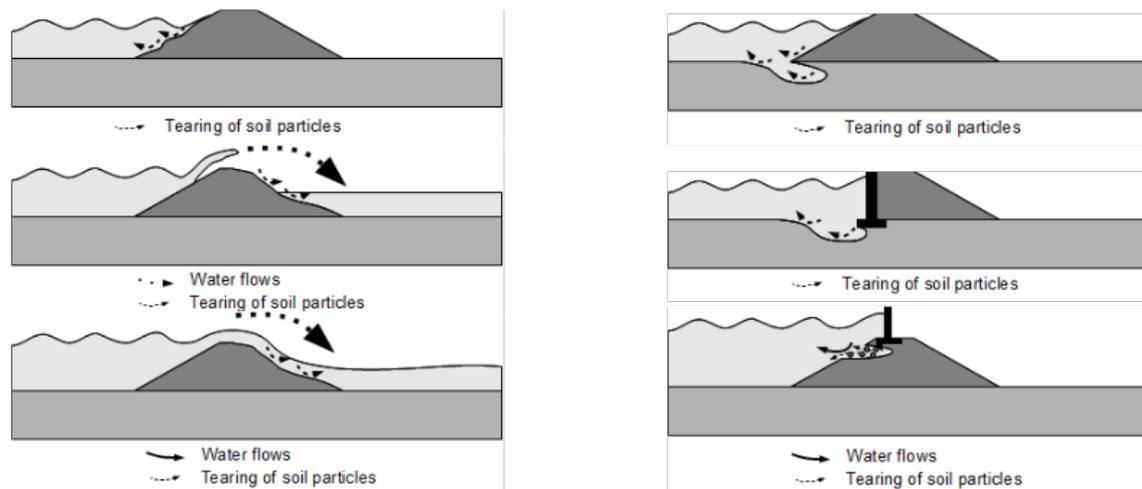
3.5 La défaillance des digues - Aperçu

Exemple de contenu : l'érosion externe

Facteurs initiateurs ou aggravants

- mouvements d'eau à la surface d'une digue induits par des courants, des vagues ou des marées
- Mais aussi : vent, activités animales ou humaines (terriers, trafic de véhicules, piétinements...)

Mécanismes



3.5 La défaillance des digues - Aperçu

Exemple de contenu : statistiques de brèches

Torsten Heyer 2002 – Statistiques de défaillance en crue dans la Saxe, Allemagne

100 brèches – 84 enregistrements

- Érosion externe (principalement due à la surverse) : ~70,2% (59 cas)
- Instabilités (glissements) : ~16,7% (14 cas)
- Instabilité de fondation (sous-pression etc.) : ~9,5% (8 cas)
- Érosion interne : ~3,6% (3 cas)

La classe « érosion externe » contient des cas pouvant appartenir à une autre catégorie mais qui n'a pu être identifiée en raison du manque d'informations.