

LE RISQUE RUPTURE DE BARRAGE

1. Généralités

1.1. Qu'est-ce qu'un barrage ?

Un barrage est un ouvrage artificiel ou naturel, établi le plus souvent en travers du lit d'un cours d'eau, retenant ou pouvant retenir de l'eau ou tout autre matériau.



Les barrages ont plusieurs fonctions, qui peuvent s'associer : **la régulation de cours d'eau** (excréteurs de crue, maintien de niveau minimum des eaux en période de sécheresse), **l'irrigation des cultures, l'alimentation en eau des villes, la production d'énergie électrique, la retenue de rejets de mines** ou de chantiers, **le tourisme et les loisirs, la lutte contre les incendies...**

On trouve également d'autres types de barrages, dont l'objet n'est pas de créer une retenue d'eau, tels que les barrages de stériles miniers, les barrages de montagne pour lutter contre l'érosion torrentielle, les digues filtrantes pour freiner la vitesse d'écoulement des eaux de crue,

On distingue deux types de barrages selon leur principe de stabilité :

- **Le barrage poids**, résistant à la poussée de l'eau par son seul poids. De profil triangulaire, il peut être en remblai (matériaux meubles ou semi-rigides) ou en béton ;
- **Le barrage voûte** dans lequel la plus grande partie de la poussée de l'eau est reportée sur les rives par des effets d'arc. De courbure convexe tournée vers l'amont, il est constitué exclusivement de béton.



1.2. Comment se produirait la rupture ?

Le phénomène de rupture de barrage correspond à une destruction partielle ou totale d'un barrage.

Les causes de rupture peuvent être diverses :

- **techniques** : défaut de fonctionnement des vannes permettant l'évacuation des eaux lors de crues ; vices de conception, de construction ou de matériaux, vieillissement des installations ;
- **naturelles** : séismes, crues exceptionnelles, glissements de terrain ;
- **humaines** : insuffisance des études préalables et du contrôle d'exécution, erreurs d'exploitation, de surveillance et d'entretien, malveillance.

Le type de rupture dépend des caractéristiques propres du barrage. Ainsi, elle peut être :

- **progressive** dans le cas des barrages en remblais, par érosion régressive, suite à une submersion de l'ouvrage ou à une fuite à travers celui-ci ;
- **brutale** dans le cas des barrages en béton, par renversement ou par glissement d'un ou plusieurs plots, ou par rupture de l'appui rocheux sur les rives.

Une rupture d'un barrage entraîne la formation **d'une onde de submersion** se traduisant par une élévation brutale du niveau de l'eau à l'aval.

1.3. Les conséquences sur les personnes et les biens

En cas de rupture d'un barrage, l'onde de submersion ainsi que l'inondation et les matériaux transportés, issus du barrage et de l'érosion intense de la vallée, peuvent occasionner des dommages considérables :

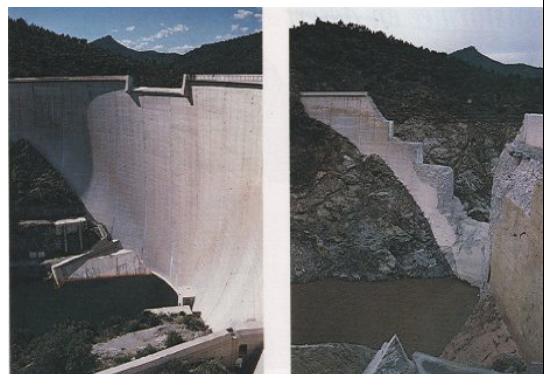
- Sur **les hommes** : noyade, ensevelissement, personnes blessées, isolées ou déplacées ;
- Sur **les biens** : destructions et détériorations aux habitations, aux entreprises, aux ouvrages (ponts, routes, etc.), au bétail, aux cultures ; paralysie des services publics, etc. ;
- Sur **l'environnement** : endommagement, destruction de la flore et de la faune, disparition du sol cultivable, pollutions diverses, dépôts de déchets, boues, débris, etc., voire accidents technologiques, dus à l'implantation d'industries dans la vallée (déchets toxiques, explosions par réaction avec l'eau, etc.).




Les ruptures ou accidents qui ont fait date

Il existe plus de 40 000 barrages dans le monde et on dénombre en moyenne de 1 à 2 ruptures chaque année sans qu'elles n'entraînent pour autant de conséquences dramatiques, s'agissant pour l'essentiel de petits ouvrages.

Les ruptures de grands barrages restent malgré tout rares. La première rupture de barrage majeure connue s'est produite entre 2650 et 2465 avant J.-C à 30 km au sud du Caire en Egypte. Les accidents les plus marquants sont les suivants :

Date	Localisation	Type de barrage	Conséquences
Avril 1895	Bouzey dans les Vosges (France)	Poids en maçonnerie, d'une hauteur de 18 mètres	La rupture a fait 87 morts. Il s'agissait d'une rupture brusque, mais qui avait été précédée par l'apparition de fissures et de déformations importantes. La rupture est imputable au comportement du corps du barrage, avec comme cause principale l'apparition de sous-pressions.
Décembre 1959	Barrage de Malpasset (France)	Voûte de 60 mètres de hauteur	<p>La rupture du barrage de Malpasset, au cours du 1er remplissage, a fait 423 victimes et causé des dommages matériels importants : 155 immeubles détruits, 1 000 hectares de terres agricoles sinistrées, deux milliards de francs de dégâts.</p> <p>Le barrage a cédé alors que des intempéries ont fait monter le niveau d'eau dans la retenue.</p> <p>Un des appuis du barrage était implanté sur un dièdre rocheux de grand volume dont le plan de fissuration présentait une orientation défavorable, avec un drainage naturel décroissant avec la pression ; la poussée de l'eau a déchaussé le dièdre, qui a été éjecté vers l'aval entraînant le déséquilibre et la rupture de la voûte en béton. La rupture est donc imputable à la fondation avec comme cause principale la rupture au cisaillement.</p> <p>L'onde de submersion a atteint la ville de Fréjus située à une dizaine de kilomètres, avant de se jeter dans la mer.</p>



Date	Localisation	Type de barrage	Conséquences
Octobre 1963	Barrage de Vajont (Italie)	Voûte de 261 mètres de hauteur et 190 mètres de longueur	La mise en eau de ce barrage a créé un désordre géologique qui a provoqué un glissement de terrain massif dans la retenue d'eau, provoquant une vague de 150 mètres de hauteur dans la vallée escarpée en aval et faisant plus de 2000 victimes. Le volume d'eau est passé par-dessus l'ouvrage qui est resté intact.
Août 1975	Barrages de Banqiao et de Shimantan (Chine)	Remblai, d'une centaine de mètres de hauteur	Ces barrages ont été submergés par les pluies diluviennes d'un ouragan et ont cédés, créant une lame d'eau de 6 mètres de hauteur sur 12 km de large et faisant plusieurs dizaines de milliers de victimes directes, plusieurs centaines de milliers de victimes indirectes, et environ 11 millions de personnes affectées par la catastrophe.
1976	Barrage de Teton (USA)	Remblai de 70 mètres de hauteur	<p>Le barrage se rompt suite à un renard hydraulique, faisant 11 victimes (la ville de 50 000 personnes en aval ayant pu être évacuée). La raison de l'apparition du renard a été attribuée à de mauvais choix techniques dans les terres utilisées pour les fondations et les bords du barrage.</p> <p>Le barrage commence à céder :</p>  <p>Le barrage cède :</p>  <p>Le barrage aujourd'hui :</p> 

2. Situation en Nouvelle-Calédonie

2.1. Le risque rupture de barrage

2.1.1. Les barrages du territoire

Les ouvrages hydrauliques présentant un risque majeur sont définis par l'arrêté du Haut-commissaire de la République HC/CAB/DSC/n° 14 du 27 février 2012 relatif aux dispositions spécifiques ORSEC PPI concernant certains ouvrages ou installations fixes. Sont visés « **les ouvrages hydrauliques qui comportent un réservoir d'une capacité égale ou supérieure à 5 millions de mètres cubes et/ou un barrage ou une digue d'une hauteur d'au moins 20 mètres au dessus du point le plus bas du sol naturel** ». Il existe trois ouvrages en Nouvelle-Calédonie répondant à ces critères.

Le barrage hydroélectrique de Yaté

Exploité par la société ENERCAL et mis en service en 1959, il s'agit d'un ouvrage composite atypique de plus de 600 mètres de long et de 60 mètres de hauteur au point le plus bas.

Il comprend une voûte en béton, un barrage poids en béton constitué de trois évacuateurs de crue, un barrage à contrefort et une digue de fermeture en enrochement. La retenue d'eau, d'une superficie de 40 km², a une capacité de 315 millions de mètres cubes.

La rupture de l'ouvrage générerait une vague d'une vingtaine de mètres dans la vallée et impacterait directement les groupes d'habitation situés en aval jusqu'en bord de mer, représentant plusieurs dizaines de personnes.



Le barrage réservoir de Dumbéa



Exploité par la mairie de Nouméa et mis en service en 1954, ce barrage en béton de 35 mètres de hauteur, du type voûte cylindrique déversante, est destiné à l'alimentation en eau de la ville de Nouméa. Il crée une retenue d'eau théorique de 770 000 mètres cubes, ramenée aujourd'hui à 550 000 mètres cubes compte tenu de la sédimentation accumulée avec le temps.

Le barrage se situe à quelques kilomètres en amont de zones habitées et de la ville de Dumbéa. La population susceptible d'être concernée est évaluée à une centaine de personnes.

Le barrage de l'aire de stockage des résidus de l'usine hydro-métallurgique de VALE NC

Exploité par la société VALE Nouvelle-Calédonie à Goro sur la commune de Yaté, cet ouvrage, dénommé « berme », ferme l'amont de la vallée de la Kwé et est à ce titre assimilé à un barrage. Il s'agit d'un barrage poids en enrochement et remblai en cours de construction, d'une longueur d'environ 1 100 mètres et dont la hauteur finale sera de 60 mètres.

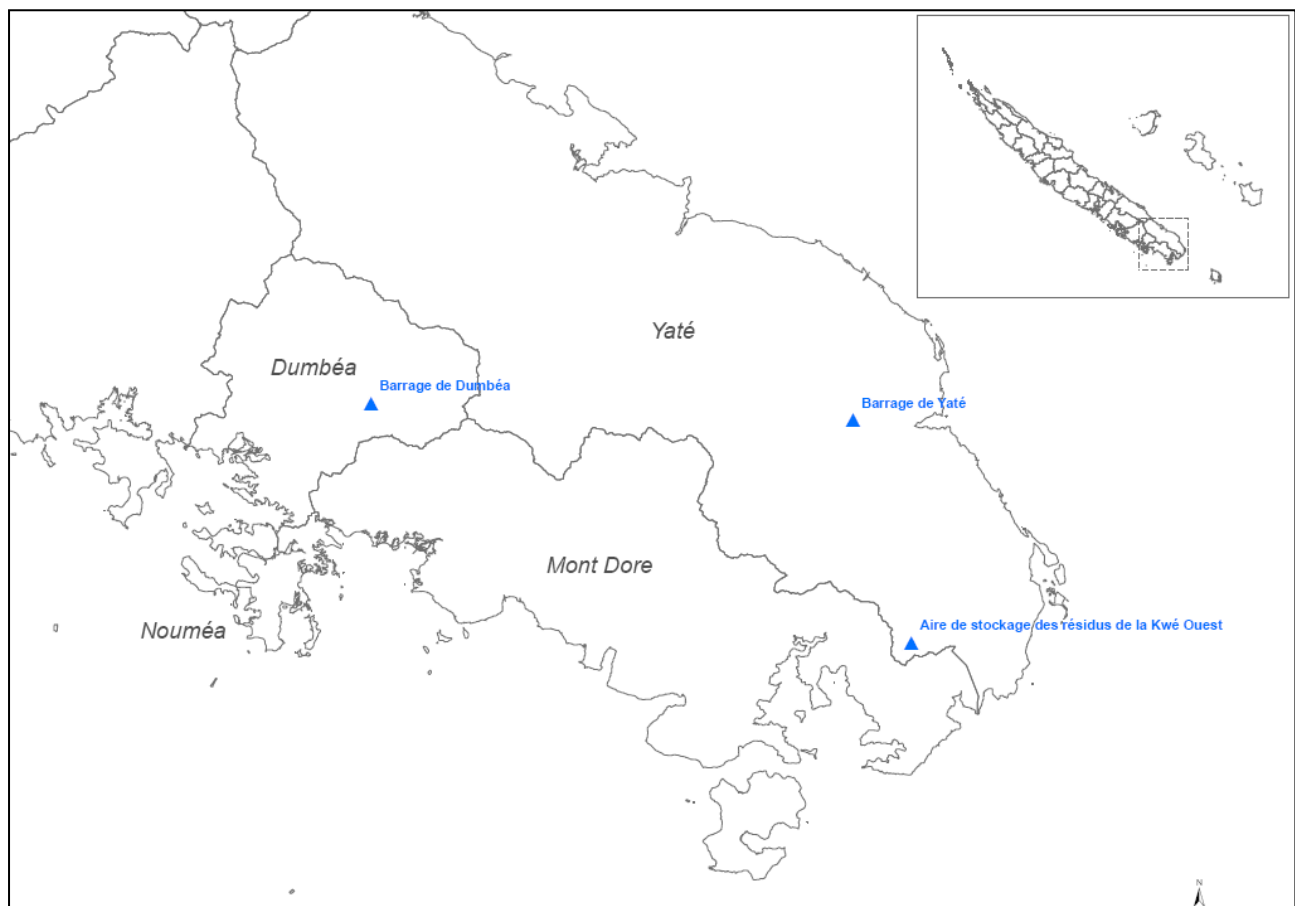
La rupture du barrage n'aurait probablement aucune conséquence sur les personnes en l'absence de zone habitée en aval. Cependant, l'impact sur l'environnement pourrait être important.



2.1.2. Historique des évènements de sécurité civile

La Nouvelle-Calédonie n'a jamais eu d'accident grave à déplorer par suite de rupture d'un ouvrage hydraulique.

2.1.3. Cartographie territoriale et communale du risque



2.2. Les actions préventives

La politique de prévention repose sur 4 piliers :

La maîtrise du risque à la source

L'examen préventif des projets de barrage

L'examen préventif des projets de barrage est réalisé par le service en charge du contrôle de la sécurité des barrages du gouvernement (mission effectuée par la **Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC)**), assisté du pôle d'appui technique national du ministère du développement durable (**Bureau d'études techniques et de contrôle des grands barrages - BETCGB**). Le **Comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques (CTPBOH)**, mis en place par l'Etat et réunissant les experts français en la matière, est amené à donner son avis dans le cadre de l'examen des projets de grands barrages (hauteur de l'ouvrage supérieure à 20 mètres) ou de modifications notables d'ouvrages. Le contrôle concerne toutes les mesures prises, de la conception à la réalisation du projet.

L'étude de dangers

L'arrêté du 27 février 2012 du Haut-commissaire de la République impose aux propriétaires, exploitants ou concessionnaires de barrages à risque majeur la réalisation **d'une étude de dangers** par un organisme compétent précisant les niveaux de risque pris en compte, les mesures aptes à les réduire et les risques résiduels. Cette étude doit préciser la probabilité, la cinétique et les zones d'effets des accidents potentiels et une cartographie des zones à risques significatifs doit être réalisée. La carte du risque représente les zones menacées par **l'onde de submersion** qui résulterait d'une rupture totale de l'ouvrage. Elle doit fournir tous les renseignements indispensables à l'établissement des plans de secours et d'alerte.

La surveillance

La surveillance constante du barrage s'effectue aussi bien pendant la période de mise en eau qu'au cours de la période d'exploitation. Elle s'appuie sur de fréquentes inspections visuelles et des mesures sur le barrage et ses appuis (mesures de déplacement, de fissuration, de tassement, de pression d'eau et de débit de fuite, ...). A cet effet, un dispositif d'auscultation est installé, adapté à la taille de l'ouvrage et aux risques qu'il présente.

Toutes les informations recueillies par la surveillance permettent une analyse et une synthèse rendant compte de l'état du barrage, ainsi que l'établissement, tout au long de son existence, d'un «diagnostic de santé» permanent.



Un certain nombre d'études approfondies du barrage sont donc à réaliser périodiquement :

- Visites techniques approfondies (VTA) ;
- Rapport de surveillance ;
- Rapport d'auscultation ;
- Revue de sûreté avec examen des parties habituellement noyées.

Si cela apparaît nécessaire, des travaux d'amélioration ou de confortement sont réalisés. Pendant toute la durée de vie de l'ouvrage, la surveillance et les travaux incombent à l'exploitant du barrage.

L'organisation des secours

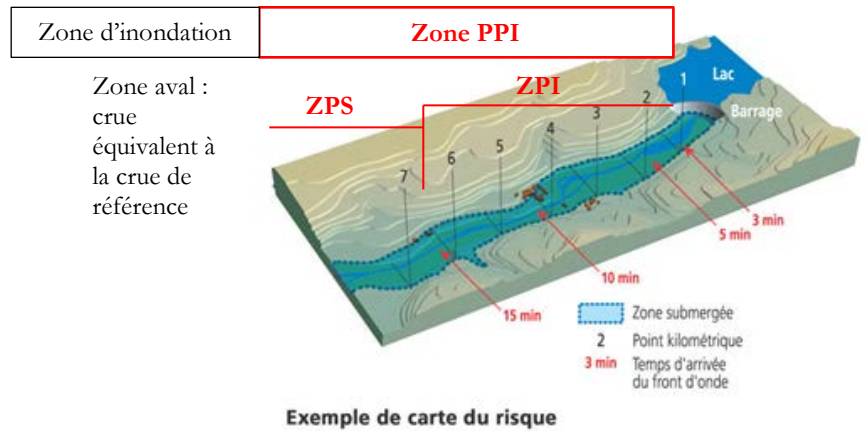
Les plans de secours

En cas d'événement majeur, la population est avertie au moyen du signal d'alerte, diffusée par les sirènes présentes sur les barrages. Les secours s'organisent à partir des plans préalablement établis :

- **Le Plan d'Opération Interne (POI)** est spécifique au barrage concerné. Il est conçu par l'exploitant et il définit l'organisation interne en cas d'accident ;

- Le **Plan Particulier d'Intervention (PPI)** est mis en place par la sécurité civile pour faire face à la rupture d'un ouvrage. Ce plan de secours a pour but de protéger la population et l'environnement des effets du sinistre. Des exercices sont organisés sur les barrages disposant d'un PPI. Les scénarii envisagés permettent de mettre en œuvre les plans de secours, de tester l'alerte et de vérifier la cohérence des différents plans associés.

Le PPI distingue la zone du quart d'heure dite **zone de proximité immédiate (ZPI)** juste en aval du barrage, des zones plus éloignées dites **zones d'inondation spécifique (ZPS)** qui sont submergées par l'onde de submersion mais qui ne le sont pas pour la crue de référence.



- Le **Plan Communal de Sauvegarde (PCS)** est élaboré par le Maire. Il est obligatoire si la commune est située dans un champ d'un Plan Particulier d'Intervention. Pour les établissements scolaires soumis à l'aléa rupture de barrage, un **Plan Particulier de Mise en Sécurité (PPMS)** destiné à assurer la sécurité des enfants et du personnel doit être réalisé par le vice rectorat et annexé au PCS. Pour les autres établissements recevant du public, le gestionnaire doit veiller à la sécurité des personnes en attendant l'arrivée des secours.

L'alerte

Pour les barrages dotés d'un Plan Particulier d'Intervention (PPI), celui-ci prévoit plusieurs niveaux d'alerte en fonction de l'évolution de l'événement :

- Le stade n°1 est l'**état de vigilance renforcée** pendant lequel l'exploitant doit exercer une surveillance permanente de l'ouvrage et rester en liaison avec les autorités. Il peut être activé en cas de situation inhabituelle, de constats anormaux ou d'évènement météorologique dangereux ;
- Le niveau supérieur, stade n°2, est atteint si des **préoccupations sérieuses** subsistent (cote de la retenue élevée, faits anormaux compromettants, ...). L'exploitant alerte alors les autorités désignées par le plan et les tient informées de l'évolution de la situation, déclenche le réseau de sirènes afin de commencer l'évacuation des personnes situées dans la **zone de proximité immédiate (ZPI)** et prend lui-même les mesures de sauvegarde prévues aux abords de l'ouvrage, sous le contrôle de l'autorité de police ;
- Lorsque le **danger devient imminent** (l'exploitant n'a plus le contrôle de l'ouvrage ou la cote de danger de la retenue est atteinte), on passe au stade d'alerte n°3. L'évacuation dans la zone PPI est totale : les personnes situées dans la **zone d'inondation spécifique (ZPS)** sont évacuées. Plus à l'aval du barrage, il appartient aux autorités locales de définir et de mettre en œuvre les moyens d'alerte et les mesures à prendre pour assurer la sauvegarde des populations.

A noter que les sirènes sont testées une fois par trimestre les premiers mercredis des mois de mars, juin, septembre et décembre, à 12 h 15.

L'information

Les citoyens ont droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur leur lieu de travail et dans leur lieu de résidence :

- Le **dossier sur les risques majeurs (DRM)**, réalisé par la sécurité civile. Il permet de connaître, pour chaque commune du territoire, la liste des risques majeurs auxquels elle est soumise ;
- Dans les communes concernées par un ouvrage faisant l'objet d'un plan ORSEC PPI, une **campagne d'information « PPI »** doit être réalisée par l'exploitant au moyen de documents composés au minimum de brochures, d'affiches et de panneaux. Son objectif est de faire connaître les risques et les consignes de sécurité spécifiques.

2.3. Contrôle

La direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de Nouvelle-Calédonie intervient sous l'autorité du gouvernement de Nouvelle-Calédonie, pour l'instruction des dossiers et l'analyse des études réalisées sur les exploitants de barrages, ainsi que pour le contrôle régulier des ouvrages avec l'assistance du BETCGB.

2.4. Les consignes en cas d'accident

L'insuffisance d'information des populations et un comportement non adéquat lors des situations accidentelles peuvent aggraver les conséquences d'un sinistre majeur. Des consignes et des réflexes simples de sécurité peuvent sauver des vies.

AVANT

- **S'informer des risques encourus, des consignes de sécurité et des bons réflexes** à mettre en œuvre, en prenant connaissance de la plaquette d'information émise par l'exploitant sous le contrôle des services de sécurité civile
- Connaître le dispositif spécifique d'alerte dans la **zone de proximité immédiate (ZPI)**
- Apprendre à reconnaître le **signal d'alerte**
- Identifier les **points hauts** sur lesquels se réfugier et les **itinéraires d'évacuation** cités dans les plans de secours

PENDANT (dès le signal d'alerte)

- **Gagner immédiatement les points hauts les plus proches** cités dans les plans de secours ou à défaut les étages supérieurs d'un immeuble élevé et solide
- Ne pas prendre l'ascenseur
- **Ne pas revenir sur ses pas**
- Ecouter la radio et **suivre les instructions**
- **Ne pas chercher à rejoindre ses proches** (ils se sont eux aussi protégés)
- **Attendre les consignes** des autorités ou le **signal de fin d'alerte** pour quitter son lieu de refuge

APRES (dès la fin de l'alerte)

- **Ne pas se diriger vers le barrage** par simple curiosité
- **Ne rétablir l'électricité** que sur une installation sèche.

RAPPEL CONSIGNES

