



# Accident dans un ouvrage d'accumulation



## Définition

Sont considérés comme des ouvrages d'accumulation les aménagements destinés à relever un plan d'eau ou à accumuler de l'eau ou des boues. Les ouvrages destinés à retenir des matériaux charriés, la glace ou la neige sont également des ouvrages d'accumulation s'ils sont susceptibles de retenir les eaux (bassin de rétention, cf. loi fédérale sur les ouvrages d'accumulation, LOA). Une distinction est établie entre digues (remblais) et murs (construction en béton).

Dans ce contexte, un accident désigne un événement lors duquel l'eau accumulée ne peut pas être retenue comme prévu par l'ouvrage. Cela provoque un écoulement d'eau incontrôlé ou une onde de crue au-dessous de l'ouvrage. Il convient à cet égard de faire une distinction entre les types d'événements suivants: débordement, submersion et défaillance de l'ouvrage. L'évacuation sûre de crues naturelles, avec déversoir contrôlé de l'ouvrage également, n'est en revanche pas un accident.

Un débordement se produit lorsque l'apport d'eau est supérieur à la capacité d'évacuation des organes de décharge et de vidange et que, simultanément, l'effet de rétention de la retenue est épuisé. Une submersion peut résulter du déplacement brusque d'une grande quantité d'eau dans la retenue provoquant une onde de crue, par exemple suite à un éboulement. On parle de défaillance d'un ouvrage d'accumulation en cas de rupture.



## Exemples d'événements

Décembre 1978  
Tseuzier/Valais (Suisse)  
Comportement anormal et dommages

Au début décembre 1978, on constate que la clé d'arc du mur du barrage de Tseuzier s'est déplacée de cinq millimètres en un mois côté eau. Normalement, la clé d'arc ne bouge quasiment pas à cette époque de l'année et, de plus, elle se situe désormais hors de la marge de tolérance des mesures effectuées depuis 1958. Des ingénieurs établissent un lien entre ce comportement inhabituel de l'ouvrage et un autre événement: dans la région, on a commencé à percer une galerie de sondage pour le projet de tunnel autoroutier du Rawyl. Comme le mur continue de se déformer, on stoppe les travaux d'avancement dans la galerie. Des études approfondies révèlent des fissures de plusieurs mètres de long dans le mur suite à quoi la retenue est complètement vidée. La retenue est à nouveau remplie une fois les fissures colmatées.

Août 1978  
Palagnedra/Tessin (Suisse)  
Débordement après de fortes pluies

Les crues extrêmes d'août 1978 provoquent une situation critique lorsque, après de fortes pluies, des digues naturelles situées au-dessus de la retenue cèdent en provoquant le déferlement de près de 2000 mètres cubes d'eau par seconde dans le lac. L'évacuateur de crues conçu pour 800 mètres cubes par seconde seulement entre le couronnement du mur et la route l'enjambant en direction de Palagnedra est obstrué par du bois flotté. L'ouvrage déborde, ce qui a pour effet d'éroder la culée. Les crues diminuent avant la survenance d'un risque de rupture. Un pont indépendant enjambant la vallée est construit les années suivantes pour la route et l'ancienne route passant sur le mur du barrage est démolie. Le mur du barrage peut depuis lors évacuer les crues en toute sécurité sur toute sa largeur.

1963  
Longarone/Vallée de Vajont (Italie)  
Submersion consécutive à un glissement de terrain

Un éboulement catastrophique se produit le 9 octobre 1963: sur 2 km de long, 270 millions de mètres cubes de roche au total s'éboulent du Monte Toc dans la retenue. Cela correspond à près du double du volume de la retenue. L'événement provoque une onde de crue qui détruit quelques petites localités riveraines. Près de 25 millions de mètres cubes d'eau (le sixième environ de la capacité d'accumulation) submergent le mur et atteignent la petite cité de Longarone en aval. Longarone et quelques localités environnantes sont entièrement détruites. Près de 2000 personnes perdent la vie. Le mur du barrage n'est pas endommagé. L'exploitation de l'ouvrage de retenue est stoppée.

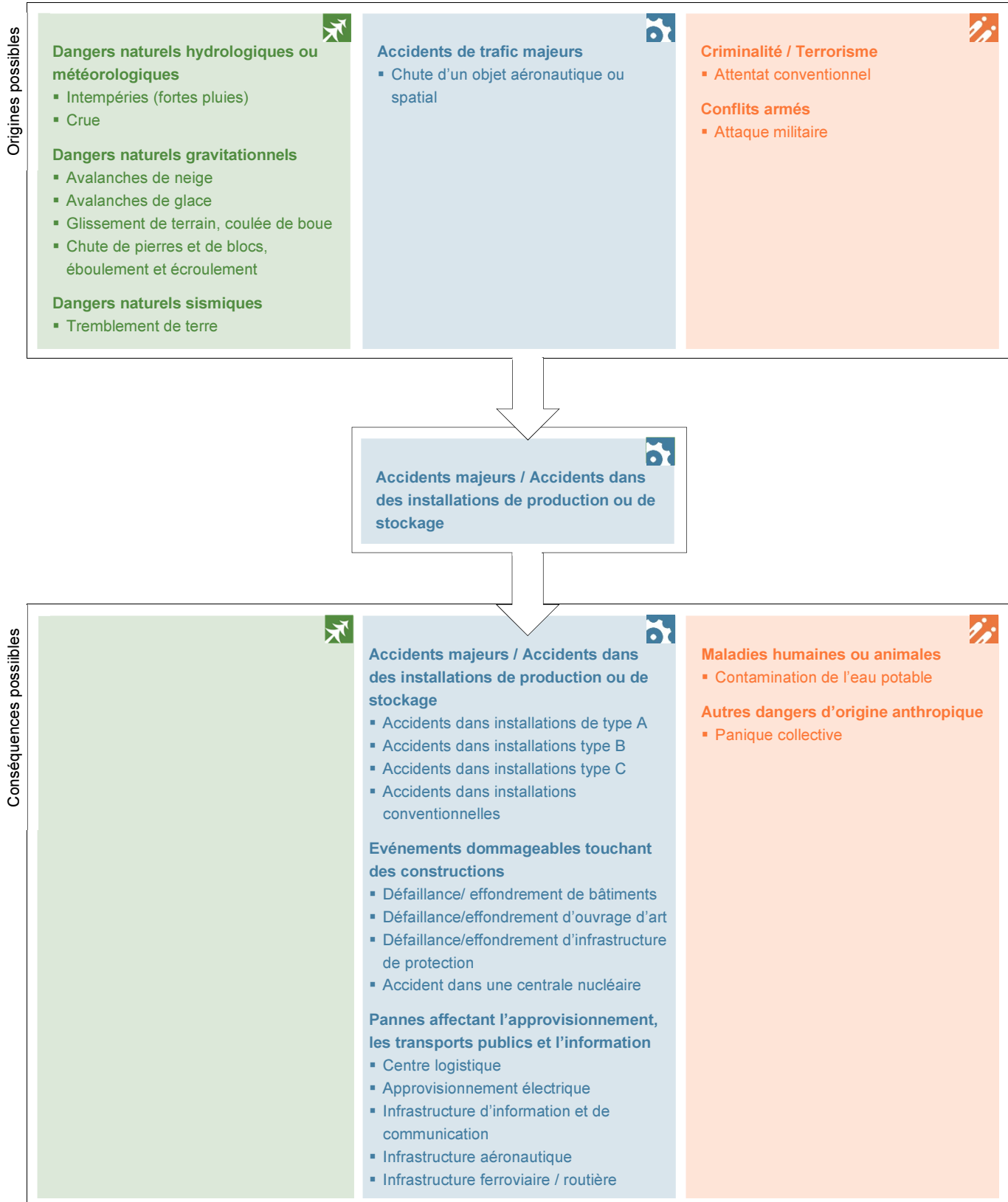
## Facteurs d'influence

Les facteurs suivants peuvent influencer sur la survenance, l'évolution et les conséquences d'un événement.

Sources de danger	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Dimensions de l'ouvrage de fermeture</li><li>▪ Volume de retenue</li><li>▪ Forme de construction (mur ou digue, conception)</li><li>▪ Niveau de remplissage</li></ul>
Occurrence temporelle	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Moment de la journée (jour / nuit)</li><li>▪ Période de l'année (niveau de remplissage)</li></ul>
Lieu / Etendue	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Situation de l'ouvrage d'accumulation</li><li>▪ Topographie de la zone affectée</li><li>▪ Densité de la population, infrastructure, etc., dans la zone inondable</li></ul>
Déroulement de l'événement	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Type de libération des masses d'eau (débordement, submersion, défaillance de l'ouvrage)</li><li>▪ Présence et reconnaissance de signes avant-coureurs</li><li>▪ Délai de préalerte pour des contre-mesures</li><li>▪ Délai pour l'alarme et l'évacuation des personnes et des objets de valeur</li></ul>

## Interdépendances

Ci-après les événements et développements, tirés de l'inventaire des dangers potentiels de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPPS), pouvant être à l'origine ou la conséquence d'une défaillance d'un ouvrage d'accumulation.



## Scénario

### Intensité

Divers événements d'intensité variable peuvent se produire en fonction des facteurs d'influence. Les scénarios ci-après sont une sélection, parmi de nombreux développements envisageables, et non pas une prévision. Ils permettent de présager les conséquences d'événements afin de s'y préparer.

#### 1 – importante

- Débordement d'un ouvrage d'accumulation suite à l'obstruction de l'évacuateur de crues
- Période de l'année: début de l'été
- Délai de préalerte: quelques heures
- Petits villages dans la zone inondable (quelques centaines d'habitants menacés)

#### 2 – majeure

- Submersion d'un ouvrage d'accumulation consécutive à la chute de rochers dans le lac de retenue
- Période de l'année: automne (lac de retenue plein)
- Vallée habitée dans la zone inondable (gros village, diverses exploitations agricoles et quelques entreprises industrielles, au total quelques milliers de personnes menacées)
- Délai de préalerte: quelques jours
- Survenance de l'événement: de jour

#### 3 – extrême

- Défaillance d'un ouvrage d'accumulation consécutive à un mouvement géologique d'une culée survenant à l'improviste
- Pas de signes avant-coureurs, délai de préalerte limité à la durée d'écoulement entre l'ouvrage d'accumulation et la zone habitée
- Vidange de la quasi-totalité du volume de la retenue en quelques minutes
- Vallée densément peuplée touchée dans la zone inondable

### Choix du scénario

Pour cet exemple, le scénario choisi se fonde sur une intensité majeure. Il est fondamentalement envisageable en Suisse, mais sa probabilité d'occurrence est faible.

## Événement

### Situation initiale / Phase préliminaire

A la fin de l'automne, l'exploitant de l'ouvrage remarque qu'une zone située au-dessus du lac de retenue s'est mise en mouvement; un important volume de matériaux terreux menace de dévaler dans la retenue. Il est si important que son glissement menace la sécurité du barrage et de la vallée en aval. On commence immédiatement à abaisser le niveau du lac jusqu'à ce qu'il soit sûr. Cela prend quelques jours. En parallèle, on entreprend la planification de mesures de sécurité. Les autorités encouragent la population dans la zone menacée à se préparer à une éventuelle évacuation. Des consignes de comportement ad hoc sont diffusées par les médias.

En l'espace d'une journée, les signes d'un brusque affaissement futur de la zone de glissement se multiplient. Les autorités décident par conséquent d'évacuer la zone menacée à titre de précaution.

### Phase de l'événement

Après l'évacuation, la zone de glissement dévale d'un coup dans la retenue quelques heures plus tard seulement, en début d'après-midi.

Une onde de crue se propageant dans toutes les directions se forme au point de chute. Elle submerge le mur du barrage et de grandes quantités d'eau se précipitent en aval; le mur reste intact. Dans la zone menacée, l'alarme-eau et l'alarme générale sont immédiatement déclenchées et les habitants restés sur place sont invités à gagner sans attendre des lieux considérés comme sûrs.

Près d'une demi-heure s'écoule avant que la vague n'atteigne les premières habitations. De vastes zones sont inondées. La force des masses d'eau faiblit à mesure que la distance augmente et que le terrain s'aplatit. Mais même dans ces endroits éloignés et plats, des zones étendues se retrouvent sous les eaux. Des débris flottants emportés par les flots, des boues, arbres, gravats, matériaux de construction, etc., se déposent partout.

### Phase de rétablissement

Deux heures après la submersion du mur du barrage, l'eau s'est écoulee au point que les énormes dégâts apparaissent et que les forces d'intervention peuvent gagner les zones sinistrées. Les travaux de sauvetage et de déblaiement commencent. Des avis de disparition sont peu à peu émis. Mais la recherche de personnes est difficile. Les équipes de sauvetage sur place ne peuvent pas à elles seules remédier aux dommages considérables. Des renforts de tout le canton et de cantons voisins sont pour cette raison convoqués. Une partie d'entre eux doivent d'abord dégager les routes d'accès avant de pouvoir pénétrer dans les zones fortement endommagées.

Vingt-quatre heures après l'événement environ, on se rend compte de toute l'ampleur des dommages et une aide coordonnée est mise en place. On recherche toujours des personnes disparues. On est aussi confronté à des difficultés parce que les bâtiments des administrations communales ont en partie été inondés, ce qui fait que des dossiers importants et des données électroniques ne sont plus disponibles.

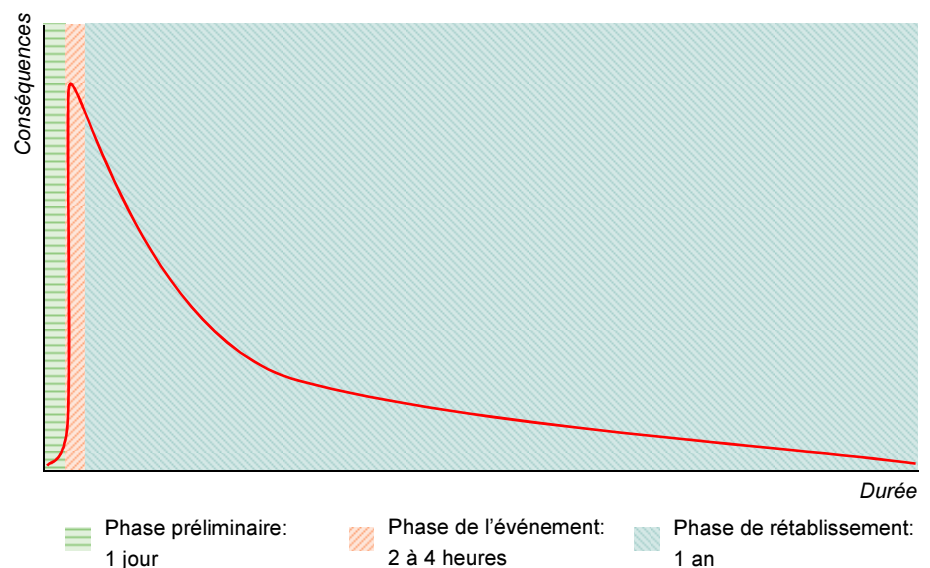
L'ouvrage d'accumulation concerné est complètement vidé et fait l'objet d'une analyse détaillée des dommages subis.

Au cours des deux semaines suivantes, les services techniques et des entreprises mandatées rétablissent les liaisons de transport et les infrastructures (eau, électricité et communication).

Des hébergements provisoires sont aussi mis à la disposition des personnes qui ont perdu leur maison ou leur logement. Les habitations endommagées sont dans la mesure du possible provisoirement remis en état. La remise en état des administrations communales et des écoles touchées revêt aussi un degré de priorité élevé. Nombre de bâtiments et d'infrastructures doivent être démolis et reconstruits.

Déroulement temporel

La phase préliminaire dure un jour au plus, la phase de l'événement quelques heures seulement. La phase de rétablissement et la reconstruction de bâtiments et d'infrastructures détruits durent plus d'un an.



Etendue spatiale

La zone sinistrée s'étend sur plusieurs kilomètres carrés. Les zones particulièrement proches du barrage sont très fortement affectées. Des zones plus éloignées sont touchées de manière atténuée.

Conséquences

Population

Après l'ordre d'évacuation émis par les autorités, la majeure partie de la population se met elle-même en sécurité et gagne provisoirement des zones sûres chez des parents et des amis. Mais des hébergements d'urgence doivent être prévus pour les personnes qui ne bénéficient pas de cette possibilité. Certaines d'entre elles ne peuvent être incitées à quitter leurs maisons qu'au prix de très grands efforts. D'autres refusent totalement de le faire et restent chez elles.

Une partie des personnes qui restent sur place ne peuvent plus être sauvées à temps de la vague qui approche. Elles sont emportées par les eaux ou ensevelies sous les décombres de leurs maisons. Là où la force des flots n'est plus si forte, la population peut se mettre en sécurité dans les étages supérieurs où les forces d'intervention doivent aller les sauver. Vu les conditions difficiles des travaux de sauvetage et de déblaiement, on s'attend là encore à des dommages corporels.

Le nombre total de victimes est estimé à 30. Il faut s'attendre à un nombre de 270 blessés dont quelques dizaines de blessés graves.

Plusieurs milliers de personnes doivent être logées pour quelques nuits dans des hébergements d'urgence et assistées.

## Environnement

Les énormes masses d'eau ont emporté et disséminé d'innombrables arbres, des gravats, de la boue et des débris. Par endroits, du mazout s'échappe de citernes, ailleurs des produits chimiques se déversent dans l'eau; certaines stations d'épuration ne fonctionnent plus et des déchets urbains sont emportés par les flots. Cela provoque la pollution des cours d'eau en aval de la zone sinistrée et l'eau potable est aussi polluée parfois.

Mais la plupart des dégâts aux écosystèmes ne sont pas durables.

## Economie

Des entreprises artisanales et industrielles cessent leurs activités et protègent leurs installations. Dans la mesure du possible, elles transportent leurs marchandises de valeur ou dangereuses dans des lieux sûrs. Avec le soutien des autorités, les exploitations agricoles touchées mettent aussi leurs animaux et outils de travail en sécurité.

Les zones évacuées doivent être mises sous surveillance policière pour y assurer la sécurité. Des forces supplémentaires des sapeurs-pompiers, des troupes sanitaires, des services techniques, de la protection civile et de l'armée sont convoquées pour les travaux de mise à l'abri et de déblaiement.

La durée de la phase de rétablissement pose des difficultés logistiques. Il faut approvisionner en denrées alimentaires et en articles d'hygiène les personnes séjournant dans les hébergements d'urgence.

De nombreuses surfaces agricoles sont endommagées par la masse des eaux, les gravats et les boues. La récolte de multiples cultures est en grande partie détruite.

Avec les coûts de maîtrise (coûts des forces d'intervention, des hébergements de secours, de la prise en charge des personnes ayant besoin d'aide, de l'hébergement temporaire d'animaux de rente), les dommages aux bâtiments, à l'infrastructure et à d'autres biens matériels s'élèvent à quelque 270 millions de francs. La réduction de la capacité économique (logistique, agriculture, production, tourisme, etc.) est également de l'ordre de 270 millions de francs.



## Société

Un centre d'information auquel la population peut s'adresser pour des renseignements est mis sur pied environ 12 heures après l'accident.

La force des eaux endommage et détruit diverses liaisons routières et ferroviaires. Cela provoque notamment des restrictions touchant le transport des personnes et des marchandises. Des conduites d'alimentation (gaz, eau, électricité, télévision, téléphone) sont endommagées. L'alimentation en courant électrique tombe en panne localement, les liaisons téléphoniques ne fonctionnent que partiellement dans la zone touchée. Pour ne pas mettre en péril la capacité à communiquer des personnes affectées et des équipes de soutien, les stations concernées fonctionnent à l'aide de groupes électrogènes de secours. L'alimentation en eau potable est également coupée en maints endroits car les conduites sont endommagées et des captages contaminés.

La remise en état de lignes ferroviaires, routes et ponts dure plusieurs mois et plus d'un an dans certains cas. Cela restreint la mobilité de nombreuses personnes. L'alimentation en courant électrique, le téléphone et l'informatique sont aussi en panne. L'alimentation canalisée en eau potable est interrompue localement mais les mesures préalablement prévues d'alimentation en eau potable en situation d'urgence peuvent être rapidement mises en œuvre.

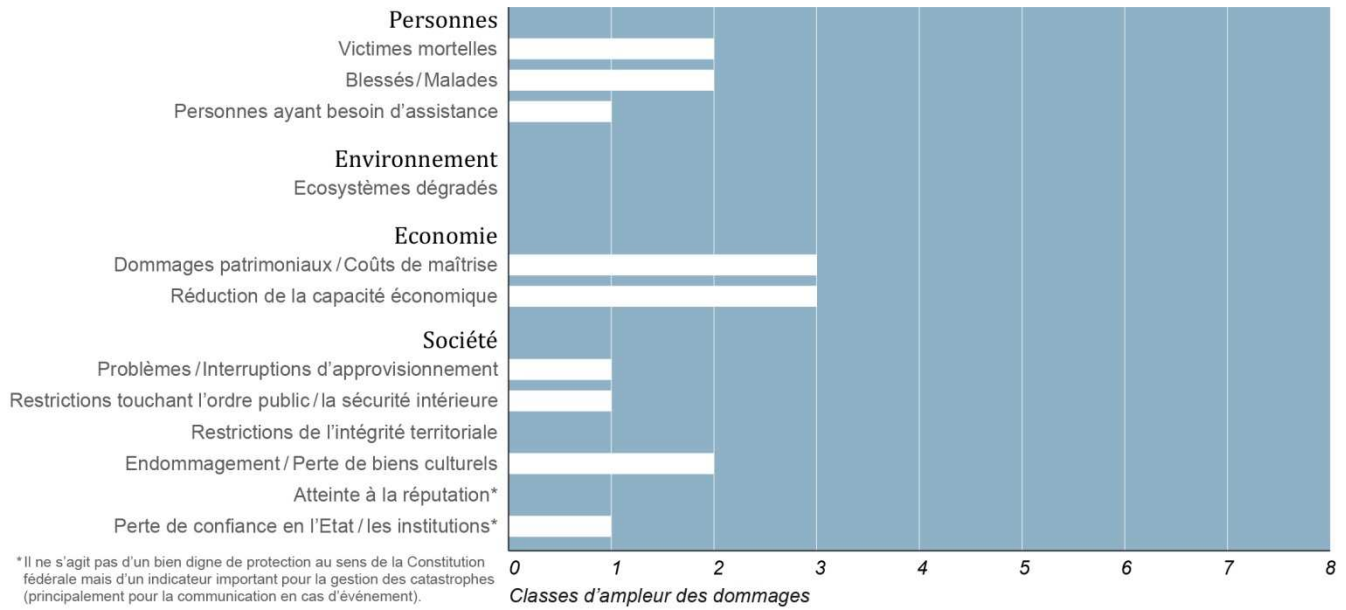
Nombre d'écoles et de jardins d'enfants ainsi que de commerces et d'infrastructures sont endommagés ou détruits et doivent être remis en état ou reconstruits.

Malgré la surveillance des zones concernées par la police, on assiste dans les grandes zones urbanisées surtout à des vols et à des pillages dans des commerces et quartiers résidentiels abandonnés.

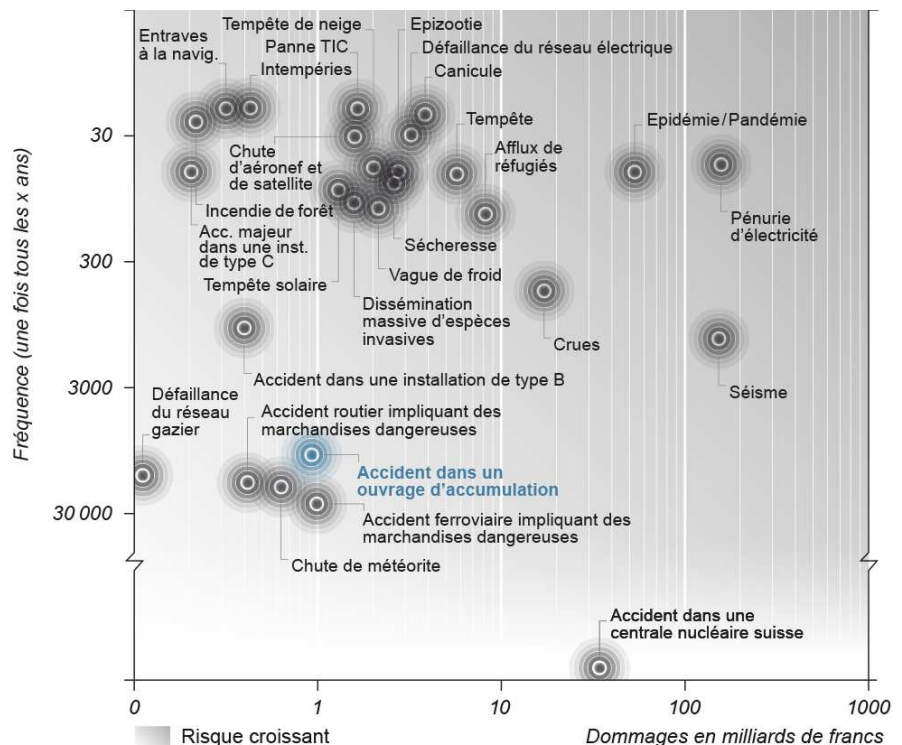
Les médias nationaux et étrangers relatent l'événement. La population est très choquée et insécurisée.

Plusieurs interventions politiques demandent l'amélioration de la sécurité des ouvrages d'accumulation. La presse exige que les exploitants de l'ouvrage d'accumulation et les responsables fédéraux et cantonaux soient traduits en justice.

**Diagramme des conséquences** Illustration de l'ampleur des dégâts dans le scénario décrit, en fonction des indicateurs de dommage. Le dommage augmente du facteur 3 par classe d'ampleur.



**Diagramme des risques** Illustration du risque lié au scénario décrit, conjointement avec les autres mises en danger qui ont été analysées. Plus un scénario se situe en haut à droite, plus le risque qu'il simule est élevé. Les événements occasionnés volontairement sont attribués aux classes de plausibilité, les autres aux classes de fréquence. Les dommages sont agrégés et monétarisés.



## Bases juridiques et références

Constitution	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Article 76, Eaux</li> </ul>
Lois	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Loi fédérale du 1<sup>er</sup> octobre 2010 sur les ouvrages d'accumulation (LOA); RS 721.101</li> <li>▪ Loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau; RS 721.100</li> <li>▪ Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux); RS 814.20</li> <li>▪ Loi fédérale du 4 octobre 2002 sur la protection de la population et sur la protection civile (LPPCi); RS 520.1</li> </ul>
Ordonnances	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ordonnance du 17 octobre 2012 sur les ouvrages d'accumulation (OSOA); RS 721.101.1</li> <li>▪ Ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN; RS 520.17</li> <li>▪ Ordonnance du 18 août 2010 sur l'alarme (OAL); RS 520.12</li> <li>▪ Ordonnance du 17 octobre 2007 sur la Centrale nationale d'alarme (OCENAL); RS 520.18</li> </ul>
Autres bases juridiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ OFEG, 2002: Directive relative à la sécurité des ouvrages d'accumulation. Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), Bienne.</li> <li>▪ OFEG, OFPP, 2004: Directives relatives au plan d'urgence des ouvrages d'accumulation. Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) et Office fédéral de la protection de la population (OFPP), Bienne et Berne.</li> <li>▪ OFEG, OFPP, 2004: Strategie im Fall eines ausserordentlichen Anstiegs des Wasserspiegels. Complément aux «Directives relatives au plan d'urgence des ouvrages d'accumulation». Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) et Office fédéral de la protection de la population (OFPP), Bienne et Berne.</li> </ul>
Autres sources	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ OFEE, 1991: Sicherheit von Stauanlagen. Office fédéral de l'économie des eaux (OFEE).</li> <li>▪ Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, 1977: Überflutungsschäden infolge von Talsperrenbrüchen. TB 645-ASK-11. Confidentiel.</li> <li>▪ Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, 1978: Überlegungen zur Auftretenswahrscheinlichkeit von Talsperrenbrüchen. TB 645-ASK-14. Confidentiel.</li> <li>▪ Darbre, G. R, 1998: Dam Risk Analysis. Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), Bienne.</li> <li>▪ Schnitter, N., 1976: Statistische Sicherheit der Talsperren. Wasser, Energie, Luft, Heft 5, p. 126 – 129.</li> <li>▪ International Commission of Large Dams (ICOLD): <a href="http://www.icold-cigb.net">www.icold-cigb.net</a></li> </ul>
Source de la photo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keystone</li> </ul>