

GUIDE DE LECTURE DES ÉTUDES DE DANGERS DES BARRAGES

SOMMAIRE

RAPPELS LÉGISLATIFS ET RÉGLEMENTAIRES

PRÉAMBULE

GUIDE DE LECTURE DU CONTENU DE L'ÉTUDE DE DANGERS

0.- RÉSUMÉ NON-TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS

1.- RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

2.- OBJET DE L'ÉTUDE

3.- ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'OUVRAGE ET DE SON ENVIRONNEMENT

3.1.- Description de l'ouvrage

3.2.- Description de l'environnement de l'ouvrage

4.- PRÉSENTATION DE LA POLITIQUE DE PRÉVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS ET DU SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ (SGS)

5.- IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

6.- CARACTÉRISATION DES ALÉAS NATURELS

7.- ETUDE ACCIDENTOLOGIQUE ET RETOUR D'EXPÉRIENCE

8.- IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES RISQUES EN TERMES DE PROBABILITÉ D'OCCURRENCE, D'INTENSITÉ ET DE CINÉTIQUE DES EFFETS, ET DE GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES

I.- Description et principes de la méthodologie utilisée

II.- Détermination des scénarios de défaillance

II.-a) Généralités

II.-b) Exemples de modes de rupture ou de circonstances pouvant être pris en compte pour l'identification des scénarios de défaillance

II.-c) Précisions sur la détermination des scénarios relevant des risques intrinsèques au barrage

II.-d) Précisions sur les scénarios liés au passage d'une crue exceptionnelle au travers d'un barrage

III.- Evaluation des scénarios d'accidents

III.-a) Probabilités d'occurrence

III.-b) Intensité

III.-c) Cinétique

III.-d) Gravité

III.-e) Précisions relatives à l'étude de propagation d'une onde de submersion

III.-f) Criticité

9.- ETUDE DE RÉDUCTION DES RISQUES

Précisions sur le niveau d'acceptabilité du risque

10.- CARTOGRAPHIE

GLOSSAIRE / DÉFINITIONS**ANNEXE 1 : EXEMPLES DE GRILLES DE PROBABILITÉS D'OCCURRENCE****ANNEXE 2 : PPAM ET SGS****ANNEXE 3 : EXEMPLES DE MÉTHODES CONFORMES AUX RÈGLES DE L'ART****ANNEXE 4 : FICHE DE SUIVI D'UNE ÉTUDE DE DANGERS****Rappels législatifs et réglementaires**
Code de l'environnement

Article L.211-3-III.- Un décret en Conseil d'État détermine :

(...)

3° Les conditions dans lesquelles l'autorité administrative peut demander au propriétaire ou à l'exploitant d'un ouvrage visé à l'article L. 214-2 du présent code ou soumis à la loi du 16 octobre 1919 précitée la présentation d'une étude de dangers qui expose les risques que présente l'ouvrage pour la sécurité publique, directement ou indirectement en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'ouvrage. Cette étude prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents ;

Article R. 214-115. – I.- Le propriétaire ou l'exploitant ou, pour un ouvrage concédé, le concessionnaire d'un barrage de classe A ou B ou d'une digue de classe A, B ou C réalise une étude de dangers telle que mentionnée au 3° du III de l'article L. 211-3. Il en transmet au préfet toute mise à jour.

II. - Pour les ouvrages existant à la date du 1er janvier 2008, le préfet notifie aux personnes mentionnées au I l'obligation de réalisation d'une étude de dangers pour chacun des ouvrages concernés, et indique le cas échéant le délai dans lequel elle doit être réalisée. Ce délai ne peut dépasser le 31 décembre 2012, pour les ouvrages de classe A, et le 31 décembre 2014, pour les autres ouvrages mentionnés au I.

Article R. 214-116. – I.- L'étude de dangers est réalisée par un organisme agréé conformément aux dispositions des articles R. 214-148 à R. 214-151. Elle explicite les niveaux des risques pris en compte, détaille les mesures aptes à les réduire et en précise les niveaux résiduels une fois mises en œuvre les mesures précitées. Elle prend notamment en considération les risques liés aux crues, aux séismes, aux glissements de terrain, aux chutes de blocs et aux avalanches ainsi que les conséquences d'une rupture des ouvrages. Elle prend également en compte des événements de gravité moindre mais de probabilité plus importante tels les accidents et incidents liés à l'exploitation courante de l'aménagement. Elle comprend un résumé non technique présentant la probabilité, la cinétique et les zones d'effets des accidents potentiels ainsi qu'une cartographie des zones de risques significatifs. Un arrêté des ministres chargés de l'énergie, de l'environnement et de la sécurité civile définit le plan de l'étude de dangers et en précise le contenu.

II.- L'étude de dangers des digues de classe A est soumise à l'avis du comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques. Celle des autres ouvrages peut être soumise à ce comité par décision du ministre intéressé.

Article R. 214-117.- L'étude de dangers est actualisée au moins tous les dix ans. A tout moment, le préfet peut, par une décision motivée, faire connaître la nécessité d'études complémentaires ou nouvelles, notamment lorsque des circonstances nouvelles remettent en cause de façon notable les hypothèses ayant prévalu lors de l'établissement de l'étude de dangers. Il indique le délai dans lequel ces éléments devront être fournis.

Arrêté du 12 juin 2008 définissant le plan de l'étude de dangers des barrages et des digues et en précisant le contenu

Art. 1er.- En application des dispositions de l'article R. 214-116 du code de l'environnement, l'annexe du présent arrêté définit le plan et le contenu de l'étude de dangers des barrages et des digues.

Art. 2.- L'étude de dangers peut s'appuyer sur des documents dont les références sont explicitées. A tout moment, ceux-ci sont transmis au préfet sur sa demande.

Le contenu de l'étude de dangers est adapté à la complexité de l'ouvrage et à l'importance des enjeux pour la sécurité des personnes et des biens.

Décret n° 92-997 du 15 septembre 1992 modifié relatif aux plans particuliers d'intervention concernant certains aménagements hydrauliques

Extrait de l'article 3 :

Antérieurement à l'établissement du plan particulier d'intervention et pour sa préparation prévue au décret mentionné à l'article 1er, le maître d'ouvrage établit à ses frais et remet au préfet :

- l'analyse des risques contenue dans l'étude de dangers mentionnée au 3° du III de l'article L. 211-3 du code de l'environnement qui prévoit les limites et les délais d'invasion du flot en cas de rupture du barrage ; elle fait apparaître tout risque majeur identifié concernant l'ouvrage ;
- un projet d'installation des dispositifs techniques de détection et de surveillance et des dispositifs d'alerte aux autorités et à la population tels que les moyens de transmission.

Le préfet soumet l'analyse des risques et le projet d'installation des dispositifs techniques de détection et de surveillance à l'avis conforme du comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques.

Extrait de l'arrêté du 22 février 2002 pris en application du décret n° 92-997 du 15 septembre 1992 relatif aux plans particuliers d'intervention concernant certains aménagements hydrauliques

Art. 2.- Les zones susceptibles d'être inondées en aval du barrage sont définies de la façon suivante :

Zone de proximité immédiate : zone qui connaît, suite à une rupture totale ou partielle de l'ouvrage, une submersion de nature à causer des dommages importants et dont l'étendue est justifiée par des temps d'arrivée du flot incompatibles avec les délais de diffusion de l'alerte auprès des populations voisines par les pouvoirs publics, en vue de leur mise en sécurité ;

Zone d'inondation spécifique : zone située en aval de la précédente et s'arrêtant en un point où l'élévation du niveau des eaux est de l'ordre de celui des plus fortes crues connues ;

Zone d'inondation : zone située en aval de la précédente, couverte par l'analyse des risques et où l'inondation est comparable à une inondation naturelle.

Le plan particulier d'intervention couvre les zones de proximité immédiate et d'inondation spécifique.

L'alerte et l'organisation des secours dans la zone d'inondation repose sur les dispositifs prévus pour ce type de risque d'inondation naturelle, éventuellement adaptés pour tenir compte des caractéristiques particulières de la crue telles qu'elles résultent de l'étude prévue à l'article 4 ci-dessous.

Art. 5. - L'analyse des risques comporte :

1° Une étude faisant apparaître :

- la sensibilité du barrage vis-à-vis du risque sismique ;
- le risque de survenance d'un effondrement de terrain dans la retenue, indépendamment des effets éventuels d'un séisme et les répercussions possibles sur la retenue et les ouvrages ;
- la sensibilité du barrage vis-à-vis des crues ;
- ainsi que, s'il y a lieu, la sensibilité du barrage vis-à-vis de tout autre risque majeur identifié sur le site ;

2° Un mémoire relatif à l'onde de submersion, comprenant :

- un plan de situation ;
- un rappel des caractéristiques principales de l'ouvrage ;
- l'emprise des zones submergées et les temps d'arrivée de l'onde de submersion reportés sur les cartes à l'échelle 1/25 000 ou toute autre échelle plus adaptée, ainsi que les caractéristiques hydrauliques principales, en particulier la hauteur (cote NGF) de l'onde et la vitesse de l'eau ;
- une note sur les données et les hypothèses retenues par l'étude, notamment sur la tenue des ouvrages de protection (endiguements, remblais de voies de communication, barrages,...) ;
- une note justificative relative à la méthode de calcul utilisée ou bien à l'essai sur modèle réalisé.

L'étude de l'onde de submersion est réalisée jusqu'à la limite à partir de laquelle celle-ci se présente comme une inondation à risque limité pour les personnes.

Remerciements

Que tous ceux qui ont participé à la rédaction du présent guide et sans lesquels celui-ci n'aurait pu voir le jour, se trouvent ici remerciés. Sans qu'il soit possible de les citer tous, il convient particulièrement de mentionner :

Eric BRANDON (BETCGB), Philippe CRUCHON (président du CTPBOH), Gérard DEGOUTTE (CEMAGREF), Maxime DU BOIS (STEEGBH), Catherine GUENON (DSC), Jean-Marc KAHAN (STEEGBH), Patrick LE DELLIOU (BETCGB), Nicolas MONIE (STEEGBH), Gilles RAT (STEEGBH).

Préambule

Le présent document est un guide de lecture à l'usage des services de contrôle en charge de l'analyse du contenu des études de dangers transmises aux préfets par les responsables d'ouvrages hydrauliques en application de la réglementation. Il est toutefois limité aux barrages. Le cas des digues de protection des populations contre les inondations fera l'objet d'une publication séparée, compte tenu de la spécificité du sujet.

Ce document ne contient donc pas de « prescriptions » que les responsables d'ouvrages devraient respecter faute

de voir leurs études de dangers rejetées. En revanche, il contient des informations sur les méthodes et les références techniques auxquelles les responsables d'ouvrages sont susceptibles de recourir pour l'établissement de leurs études de dangers, compte tenu de l'état de l'art dans ce domaine fixé, notamment, par le Comité Technique Permanent des Barrages et des Ouvrages Hydrauliques et le Comité Français des Barrages et Réservoirs.

Le guide se présente sous la forme de commentaires pour les rubriques prévues par l'annexe de l'arrêté du 12 juin 2008 *définissant le plan de l'étude de dangers des barrages et des digues et en précisant le contenu* et dont le contenu est rappelé en caractères gras. Toutefois, pour alléger la lecture, les parties de l'annexe de l'arrêté du 12 juin 2008 relatives spécifiquement aux digues sont omises. Le guide comporte également un glossaire rappelant un certain nombre de définitions importantes (dans le corps du guide, les expressions concernées font l'objet d'un soulignement en pointillé qui indique un lien hypertexte dans la version électronique du document) ainsi que 4 annexes en fin de document qui approfondissent certains points particuliers.

Il apparaît utile d'attirer l'attention du service de contrôle sur l'importance de la rubrique 8, « Identification et caractérisation des risques en termes de probabilité d'occurrence, d'intensité et de cinétique des effets, et de gravité des conséquences », qui constitue le cœur de l'analyse des risques proprement dite pour l'ouvrage, laquelle prend en compte les données d'entrée rassemblées dans les rubriques 3 à 7, comme le contexte géologique et hydrologique de l'ouvrage, sa conception, ses modes d'exploitation, la présence d'activité en aval etc. De la rigueur avec laquelle cette analyse des risques aura été réalisée par le responsable du barrage dépendra, pour une part importante, la confiance que pourra avoir le service du contrôle dans le niveau de sécurité annoncé pour l'ouvrage, dans le cadre des conclusions de la rubrique 9. Par ailleurs, pour les barrages soumis à cette obligation, l'analyse des risques doit permettre d'établir le plan particulier d'intervention (PPI) à établir en conformité avec les dispositions du décret n° 92-997 du 15 septembre 1992 modifié *relatif aux plans particuliers d'intervention concernant certains aménagements hydrauliques*.

Pour répondre par avance à certaines interrogations du service de contrôle, il convient d'apporter les précisions qui suivent en ce qui concerne la complémentarité de l'étude de dangers et de la revue de sûreté pour les barrages de classe A compte tenu de certaines similitudes entre les deux approches, notamment le fait que l'une et l'autre s'intéressent à la sécurité intrinsèque (dimensionnement et stabilité) de l'ouvrage. L'étude de dangers est une « photographie » du niveau de sécurité de l'ouvrage à un instant donné. Ce document est établi à partir des justificatifs disponibles et dont le responsable de l'ouvrage garantit la validité. La revue de sûreté est l'occasion, pour le responsable de l'ouvrage, de vérifier la validité de tous les justificatifs à l'issue d'un examen complet de l'ouvrage, y compris et surtout ses parties usuellement noyées, et d'une analyse approfondie des rapports de surveillance et d'auscultation de la période écoulée. Dans cette logique, une fois passée la phase transitoire correspondant à la production des premières études de dangers, l'étude de dangers est prise en compte par le responsable de l'ouvrage pour réaliser la revue de sûreté, ce qui permet de faire converger les deux démarches.

Guide de lecture du contenu de l'étude de dangers

0.- Résumé non-technique de l'étude de dangers

Le résumé non technique est présenté sous une forme didactique et est illustré par des éléments cartographiques, de manière à favoriser la communication de l'étude à des non-spécialistes et à permettre une appréciation convenable des enjeux.

Le résumé évoque la situation actuelle de l'ouvrage résultant de l'analyse des risques, illustre, en termes de dommages aux biens et aux personnes, la gravité des accidents potentiels qui sont étudiés, fournit une évaluation de la probabilité d'occurrence de ces accidents et présente les principales mesures qui ont été prises pour réduire les risques ou qui sont prévues à court ou moyen terme. Dans ce dernier cas, le résumé précise le calendrier prévu pour la mise en œuvre de ces mesures et indique celles qui sont prises immédiatement à titre conservatoire.

Commentaire :

Pas de commentaire.

1.- Renseignements administratifs

Cette rubrique contient l'identification du concessionnaire ou du propriétaire de l'ouvrage et, s'il est différent, de l'exploitant. L'identification des rédacteurs et des organismes ayant participé à l'élaboration de l'étude de dangers est également indiquée.

Elle mentionne par ailleurs les références du titre de concession ou d'autorisation dont relève l'ouvrage, les caractéristiques de ce dernier qui sont visées [...] à l'article R. 214-112 [...] du code de l'environnement et, s'il y a lieu, la référence de la décision de classement prise par le préfet en application de l'article R. 214-114 de ce même code.

Commentaire :

Il est évidemment souhaitable qu'il n'y ait qu'un responsable unique pour tous les aspects de la sécurité de l'ouvrage mais diverses organisations peuvent, en pratique, se rencontrer.

Le service de contrôle est invité à vérifier la cohérence des informations contenues dans cette rubrique avec les renseignements enregistrés dans la base de données du BETCGB ainsi que dans la base de données BARDIGUES gérée par le CEMAGREF.

2.- Objet de l'étude

En faisant référence aux articles R. 214-115 à R. 214-117 du code de l'environnement et au présent arrêté, cette rubrique précise s'il s'agit d'une étude de dangers d'un ouvrage neuf, de la première étude de dangers demandée par le préfet pour un ouvrage existant (préciser l'échéance imposée pour sa restitution), de la mise à jour décennale d'une étude existante ou d'une étude complémentaire à la demande du préfet.

Par ailleurs, cette rubrique fait apparaître en tant que de besoin l'articulation de l'étude de dangers avec les autres démarches réglementaires qui concernent l'ouvrage. Dans le cas des ouvrages soumis aux décrets du 15 septembre 1992 et du 13 septembre 2005 susvisés, cette rubrique indique les éléments de

l'étude de dangers qui peuvent servir de base à l'élaboration des plans particuliers d'intervention, à la vérification de leur validité et à leur remise à jour éventuelle.

Le périmètre de l'ouvrage, objet de l'étude de dangers, est par ailleurs délimité de manière explicite, accompagné éventuellement d'une carte. Pour un barrage, ce périmètre inclut a minima le barrage, ses ouvrages de sécurité (évacuateurs de crues, vidanges de fond...), la retenue et, s'il y a lieu, les canaux d'amenée.

Commentaire :

1er § : pas de commentaire.

2ième § : hormis le lien entre l'étude de dangers et le plan particulier d'intervention, l'exploitant de l'ouvrage peut être amené à préciser si son ouvrage est partie prenante à un plan de prévention des risques naturels (PPRN) ou encore à un plan de prévention des risques technologiques (PPRT).

3ième § : Il est légitime que les équipements de production (usine hydroélectrique, conduites forcées, galeries, chambre de mise en eau...) ne soient pris en compte que s'ils sont susceptibles d'intervenir comme agresseurs externes de l'ouvrage. Dans ce cas, leur présentation détaillée relève de la rubrique 3.2.

3.- Analyse fonctionnelle de l'ouvrage et de son environnement

Commentaire :

Au-delà de l'analyse organique (décomposition d'un système selon ses organes), l'analyse fonctionnelle décompose un système selon les fonctions qu'il assure. Elle établit de façon systématique et exhaustive les relations fonctionnelles à l'intérieur et à l'extérieur d'un système.

Une fonction est définie comme les actions d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimés en termes de finalité (norme NF X 50-150, guide pour l'élaboration d'un cahier des charges, 1984). Au sens de la même norme, l' analyse fonctionnelle est alors définie comme une démarche qui consiste à recenser, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions.

3.1.- Description de l'ouvrage

L'ouvrage est décrit sous les aspects suivants : génie civil, fondation, vantellerie, architecture générale de contrôle-commande et schémas généraux de l'alimentation électrique et des télécommunications. Le fonctionnement et les modes d'exploitation sont également présentés.

Le niveau de précision apporté aux descriptions et aux plans et schémas qui les accompagnent doit permettre d'identifier l'ensemble des composants de l' ouvrage qui sont pris en compte dans l'analyse des risques et d'en expliciter les fonctions. Ces composants peuvent intervenir soit comme sources potentielles de défaillances, soit comme outils de maîtrise des risques.

Pour un barrage, la retenue est également décrite, notamment en termes de volume, de surface et de cotes du niveau des eaux.

Commentaire :

La partie « description de l' ouvrage » couvre l'ensemble du système étudié dans l'étude de dangers. Cela englobe la retenue ainsi que les ouvrages de sécurité (vannes, évacuateurs de crues, dispositif d'auscultation...).

L' analyse fonctionnelle de l'ouvrage recense les différents composants de l'ouvrage et leurs fonctions ainsi que leurs relations les uns par rapport aux autres. Cette présentation permet au service de contrôle de localiser sur

l'ouvrage les différents composants cités dans l'analyse des risques et de comprendre les choix technologiques effectués (notamment en ce qui concerne les organes mécaniques complexes ou encore les automates) ou les principes de redondance prévus (par exemple, concernant la mesure de la cote d'un plan d'eau, les chemins de câbles électriques, les systèmes d'étanchéité, l'éclairage du parement ou d'autres composants de l'ouvrage...). Pour des raisons de confidentialité, ces descriptions peuvent ne pas indiquer la localisation précise de tel ou tel système de l'ouvrage et être remplacées dans l'étude de dangers par des schémas simplifiés.

Cette partie est également censée inclure une description de la fondation du barrage et des berges de la retenue, dans la mesure où ces éléments peuvent jouer un rôle dans la stabilité de l'ouvrage ou sont susceptibles d'être affectés par l'ouvrage ou son fonctionnement (par exemple : stabilité des berges lors de mouvements du plan d'eau...). Des données géologiques et géotechniques complètent la partie descriptive.

3.2.- Description de l'environnement de l'ouvrage

Le niveau de précision apporté aux descriptions doit permettre de prendre en considération, dans l'analyse des risques de l'ouvrage, les éléments relatifs à l'environnement naturel du site, aux habitations, aux activités et aux diverses infrastructures, que ce soit comme facteur d'agression pour l'ouvrage ou comme enjeu potentiel. Les équipements d'exploitation (usine, conduites, chambre de mise en eau...) sont décrits dans l'étude de dangers dès lors qu'ils peuvent se comporter comme agresseur externe de l'ouvrage.

Commentaire :

L'environnement de l'ouvrage recouvre :

- les terrains surplombant l'ouvrage qui peuvent être le point de départ de glissements, éboulements, avalanches... ayant un impact sur la retenue ou le barrage ;
- les éventuels aménagements destinés à limiter ces glissements, éboulements ou avalanches ;
- le bassin versant en amont de l'aménagement, en prenant en compte notamment sa morphologie (géologie, superficie, pente, longueur et nombre de cours d'eau, type de végétation, ...) ;
- les autres ouvrages hydrauliques situés à l'amont qui peuvent notamment constituer des agresseurs externes en cas de rupture, ou à l'aval dès lors qu'ils constituent des enjeux pour cet ouvrage ;
- les voies d'accès au barrage et aux différents ouvrages de sécurité ;
- les habitations, activités et infrastructures diverses situées tant à l'amont qu'à l'aval de l'ouvrage, qui peuvent être affectées en cas de rupture du barrage ou qui peuvent le cas échéant avoir un impact sur le barrage.

Habitations, activités et infrastructures diverses recouvrent :

- les activités industrielles, agricoles, touristiques et halieutiques,
- les infrastructures de transport (routes, ponts, voies ferrées, canaux...),
- les bâtiments et les habitations (occupés à titre permanent ou temporaire).

L'attention du service de contrôle est appelée sur le fait que l'intensité des activités peut intervenir dans une éventuelle décision de sur-classement d'un barrage de B vers A.

Le service de contrôle s'assurera que l'environnement à l'aval décrit dans l'étude de dangers correspond au moins à la zone d'inondation spécifique qui est définie dans l'arrêté du 22 février 2002 rappelé dans les textes en référence dans le présent guide. A l'amont, il convient de s'assurer que la zone décrite englobe tous les facteurs d'agression.

Il convient de s'assurer que les méthodes utilisées pour la description et l'estimation du nombre des personnes exposées sont présentées dans l'étude de dangers.

A titre d'information du service de contrôle et pour lui permettre de se familiariser avec ces méthodes dans l'hypothèse où le responsable du barrage les aurait utilisées pour l'étude de dangers, il existe des méthodes simplifiées s'appuyant sur une décomposition de l'espace en ensembles homogènes repérables sur un plan dont on peut déterminer la surface ou la longueur (établissements recevant du public, zones habitées, zones industrielles, commerces, campings, terrains non bâtis, voies de circulation...) et une estimation majorée du nombre de personnes à l'hectare selon le type de zone (en décomposant par exemple selon des ensembles du type « rural / habitat très peu dense », « semi-rural », « urbain », « urbain dense »). Pour les zones industrielles, on se réfère aux effectifs des diverses entreprises présentes sur la zone avec une indication de la nature des activités (plate-forme chimique, centrale nucléaire, activités variées...).

L'attention est attirée sur l'existence de la base de données CORINE Land Cover pour une présentation globale de l'environnement, notamment à l'aval des ouvrages. Cette base de données permet de représenter l'occupation du sol selon une nomenclature standard hiérarchisée à 3 niveaux et 44 postes répartis selon 5 grands types d'occupation du territoire, dont notamment les postes Tissu urbain continu, Tissu urbain discontinu, Zones industrielles et commerciales, Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés, Zones portuaires, Aéroports, Extraction de matériaux, Décharges, Chantiers.

Par ailleurs, d'autres méthodes peuvent être également utilisées et adaptées aux ouvrages hydrauliques, comme par exemple la fiche 1 « Eléments pour la détermination de la gravité des accidents » de la circulaire DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28 décembre 2006 mettant à disposition le guide d'élaboration et de lecture des études de dangers pour les établissements soumis à autorisation avec servitudes au titre des ICPE.

4.- Présentation de la politique de prévention des accidents majeurs et du système de gestion de la sécurité (SGS)

En s'appuyant sur la description réglementaire de l'organisation mise en place pour assurer l'exploitation et la surveillance de l'ouvrage, cette rubrique présente la politique de prévention des accidents majeurs mise en place par le responsable de l'ouvrage mentionné au I de l'article R. 214-115 du code de l'environnement ainsi que le système de gestion de la sécurité qui en découle, au moment de l'établissement de l'étude de dangers :

- l'organisation de ce responsable et des éventuelles autres entités impliquées pour ce qui concerne les aspects liés à la sécurité (y compris les relations contractuelles pouvant lier le propriétaire et l'exploitant en termes de gestion de la sécurité...), en décrivant les fonctions des personnels aux

différents niveaux hiérarchiques ;

- la définition des principales procédures qui encadrent l'identification et l'évaluation des risques d'accidents majeurs, la surveillance de l'ouvrage en toutes circonstances, la gestion des situations d'urgence et la gestion du retour d'expérience ;**
- les dispositions prises par le responsable pour s'assurer en permanence du respect des procédures, auditer et réviser son système de gestion de la sécurité dans le cadre de son amélioration continue.**

Commentaire :

C'est au travers de cette partie qu'apparaissent de façon détaillée le responsable de l'ouvrage en matière de sécurité ainsi que l'organisation sur laquelle il s'appuie (services internes et/ou sous-traitance). Il convient de s'assurer de la cohérence des informations contenues dans cette partie avec les renseignements donnés dans la partie 1. En particulier, le service de contrôle devra s'assurer de l'absence d'inadéquation manifeste entre les moyens mis en oeuvre et la complexité de l'ouvrage et ses enjeux de sécurité.

Des compléments sur les notions de « politique de prévention des accidents majeurs » et de « système de gestion de la sécurité » sont présentés en annexe 2.

Remarque : sur de nombreux ouvrages, il faut souligner que différents moyens (formations, organisation, consignes, auscultation...) existent déjà sans qu'ils aient été associés jusqu'alors à la notion de système de gestion de la sécurité.

5.- Identification et caractérisation des potentiels de dangers

L'étude de dangers prend en compte l'ensemble des potentiels de dangers des différents composants de l'ouvrage, du fait de leur présence ou de leur fonctionnement.

Pour les barrages, les potentiels de dangers à considérer résultent essentiellement de la libération de tout ou partie de l'eau de la retenue, suite :

- à une rupture partielle ou totale de l'ouvrage ;**
- à un phénomène gravitaire rapide affectant la retenue ;**

- à un dysfonctionnement d'un de ses organes ;**
- à une manoeuvre d'exploitation.**

(...)

Au-delà de l'énergie correspondant à la libération de l'eau stockée par l'ouvrage étudié, les éventuels autres potentiels de dangers sont identifiés et caractérisés.

Commentaire :

Les potentiels de dangers constituent une donnée d'entrée fondamentale de l'analyse des risques et servent en particulier à l'élaboration de la rubrique 8 (cf. commentaires aux §§ 8.-II et 8.-III) ; le service de contrôle s'assurera que l'étude de dangers prend bien en compte l'ensemble des potentiels de dangers de l'aménagement, du fait de leur présence ou de leur fonctionnement.

Leur identification et leur caractérisation sont propres à l'ouvrage étudié. Toutefois, d'une façon générale, ils

sont liés à la quantité d'eau que l'ouvrage peut libérer.

Pour chaque potentiel de dangers identifié dans l'étude, le service de contrôle s'assurera que le volume d'eau mis en jeu est cohérent avec le scénario qui lui correspond et qui est identifié dans la rubrique 8 (cf. commentaire au § 8.-II). A titre d'exemple :

- le volume de la retenue ;
- le volume de la tranche d'eau située derrière une vanne de surface ou une vanne de fond ;
- le volume d'eau pouvant être libéré par surverse suite à un glissement de terrain dans la retenue.

Ces volumes sont évidemment susceptibles de variation en fonction du cas hydraulique (crue, étiage, ...)

Au-delà du volume libérable, le potentiel de dangers est fortement conditionné par le temps que mettra ce volume à se libérer. Ce temps est fonction d'une part des dimensions de la section de l'ouvrage qui va libérer le volume d'eau :

- effacement de la section entière du barrage ;
- effacement d'une section partielle du barrage (brèche) ;
- effacement d'une digue de col d'un barrage ;
- effacement de plusieurs clapets (ou vannes) ;
- effacement d'un seul clapet (ou vanne).

Ce temps dépend d'autre part de la cinétique du mécanisme considéré :

- effacement instantané de l'ouvrage ou d'un organe (clapet, vanne) ;
- ou effacement progressif dans le temps.

Ces trois paramètres, volume d'eau libérable, taille de la section effacée, cinétique de l'ouverture de cette section, jouent un rôle fondamental pour évaluer le débit de pointe et l'hydrogramme de la crue provoquée, dont on étudie ensuite la propagation de l'onde. Cf. § III du commentaire de la rubrique 8.

Outre le volume d'eau libérable, il est également important dans certains cas d'identifier et de caractériser les éventuels autres potentiels de dangers.

6.- Caractérisation des aléas naturels

Cette rubrique traite des aléas naturels, notamment les crues, les séismes, les risques de mouvements de terrain et les risques d'avalanche ainsi que, pour ce qui concerne les digues, les érosions de berges et les évolutions morphologiques du lit. Les méthodes utilisées pour caractériser ces aléas sont conformes aux règles de l'art et s'appuient sur des données récentes. La présentation de ces aléas comprend une caractérisation de l'ampleur des phénomènes et de leur incidence potentielle sur l'ouvrage.

Sont présentés les résultats d'une étude hydrologique et, si nécessaire, des autres risques ayant une influence hydraulique (notamment houle et marées). Il s'agit soit d'une étude nouvelle, soit d'une étude existante dont le rédacteur de l'étude de dangers justifie la validité. Celle-ci est complétée par l'estimation de la probabilité d'occurrence de la crue ou des autres phénomènes naturels susceptibles de mettre l'ouvrage en danger.

Les cotes atteintes sont déterminées, dans le cas des barrages en remblais, pour les crues de période de retour 10 000 ans et, dans le cas des autres barrages, pour les crues de période de retour 1 000 ans et 5 000

ans. Toutefois, pour certains types d'ouvrages, cette période de retour pourra être limitée, par exemple à 1 000 ans, si, pour une crue supérieure, la présence de l'ouvrage n'apporte pas de risque supplémentaire significatif.

Commentaire :

Le service de contrôle trouvera dans cette rubrique tous les aléas naturels possibles pour le barrage ainsi que les autres situations éventuelles dans lesquelles l'exploitant ne peut plus garantir la stabilité de l'ouvrage.

Le service de contrôle s'assurera que tous les aléas cités dans l'annexe de l'arrêté du 12 juin 2008 ont été étudiés, quand bien même il apparaîtrait in fine que l'ouvrage n'est pas concerné. Le service de contrôle disposera d'un pouvoir d'appréciation pour les autres aléas naturels qui ne sont pas cités : la foudre, le gel, le vent ...

Le service de contrôle s'assurera également que les aléas naturels sont étudiés à l'aide de méthodes conformes aux règles de l'art lorsqu'il en existe (voir exemples en annexe 3).

Pour une étude hydrologique de barrage, les justifications des cotes atteintes comportent généralement :

- une indication sur les hydrogrammes pris en compte,
- une explication détaillée des hypothèses retenues,
- les résultats d'une simulation de la consigne d'exploitation du barrage en période de crue sur la base de cette étude avec différents modes de fonctionnement dégradés de l'ouvrage (tenant compte notamment d'éventuelles situations de maintenance avec par exemple présence de batardeaux sur certaines parties de l'ouvrage ou fonctionnements partiels d'un organe mobile),
- une indication sur la prise en compte du fonctionnement ou non de l'évacuateur de crues (non-ouverture de la vanne de l'évacuateur de plus forte débitance),
- une indication sur la prise en compte ou non du laminage de la retenue.

La mention « susceptibles de mettre l'ouvrage en danger » incluse dans le texte de la rubrique 6 de l'annexe de l'arrêté peut s'appliquer à certains phénomènes naturels, comme par exemple ceux rencontrés dans les cas suivants :

- une crue qui provoque la surverse sur un barrage en terre, sur le noyau d'un barrage en enrochements ou sur la crête d'un barrage en enrochements à masque ;
- une crue au-delà de laquelle la stabilité n'est pas démontrée pour un barrage poids ou un barrage-voûte ;
- un séisme au-delà duquel la stabilité n'est pas démontrée pour un barrage de type quelconque.

7.- Etude accidentologique et retour d'expérience

Cette rubrique décrit les défaillances, accidents, incidents et évolutions lentes survenus sur l'ouvrage. Elle décrit également les scénarios d'événements de même nature ayant concerné d'autres ouvrages que celui objet de l'étude de dangers dès lors que le responsable mentionné au I de l'article R. 214-115 du code de l'environnement en a eu connaissance.

Pour les barrages, les événements décrits sont ceux mettant en cause notamment le génie civil, les organes d'évacuation des eaux, le contrôle-commande, les télécommunications ou l'alimentation électrique ainsi

que les événements mettant en cause l'exploitation de l'ouvrage.

Cette rubrique mentionne également les événements particuliers survenus sur le site tels que les crues d'importance significative et les séismes, y compris lorsqu'ils n'ont pas entraîné d'incident notable. Pour tous ces événements, l'étude précise les mesures d'améliorations que leur analyse a conduit à mettre en oeuvre.

Commentaire :

Le service de contrôle comparera utilement le contenu de cette rubrique, en ce qui concerne les accidents et incidents graves survenus sur l'ouvrage, avec les informations dont il dispose par ailleurs et qui ont été recueillies au fil de l'eau au titre de la déclaration obligatoire de ce type d'événements (cf. article R. 214-125 du code de l'environnement, article 33 du cahier des charges type annexé au décret n° 99-872 du 11 octobre 1999 modifié approuvant le cahier des charges type des entreprises hydroélectriques concédées et circulaire DARQSI du 24/07/2006 relative à la déclaration et au traitement des EISH survenant dans les zones situées sur les ouvrages des aménagements hydroélectriques concédés par l'Etat ou à proximité de ceux-ci.)

Par ailleurs, au delà de la simple énumération des incidents et accidents survenus sur l'ouvrage étudié ou sur d'autres ouvrages dans le monde, le service de contrôle s'assurera que l'analyse détaillée des causes de ces événements figure dans l'étude de dangers. En effet, la connaissance des causes de ces événements est le préalable aux mesures d'améliorations qui doivent être prises par le responsable de l'ouvrage pour éviter qu'ils ne se reproduisent.

D'une façon générale, par l'intermédiaire de cette rubrique, le service de contrôle pourra évaluer la qualité du retour d'expérience effectué par le responsable du barrage. Si cette rubrique devait apparaître insuffisamment renseignée, hormis le cas théorique idéal où il ne se serait « rien passé » dans la vie antérieure du barrage, il y aurait lieu de s'interroger sur la pertinence ou l'efficacité de l'organisation mise en place par le responsable de l'ouvrage et décrite à la rubrique 4 de l'étude de dangers.

8.- Identification et caractérisation des risques en termes de probabilité d'occurrence, d'intensité et de cinétique des effets, et de gravité des conséquences

L'étude de dangers s'appuie sur une analyse des risques permettant d'identifier les causes, les combinaisons d'événements et les scénarios susceptibles d'être, directement ou par effet domino, à l'origine d'un accident important. Ceux intrinsèques à l'ouvrage sont évalués en tenant compte de sa conception, de son dimensionnement, de son état et de son comportement, notamment sous l'effet des aléas recensés.

La méthode d'identification et d'analyse des risques, notamment les expertises mobilisées, les modes de représentation, les paramètres, les critères et les grilles de cotations utilisés pour évaluer les différents scénarios d'accident, fait l'objet d'une description détaillée.

Cette méthode est appliquée à chacun des scénarios envisagés.

Chaque accident potentiel est caractérisé par sa probabilité d'occurrence, l'intensité et la cinétique de ses effets et la gravité des conséquences pour la zone touchée. Une étude de propagation de l'onde sera fournie pour l'accident correspondant à la rupture de l'ouvrage et, si nécessaire, pour d'autres accidents présentant un niveau de risque comparable.

En synthèse, les différents scénarios d'accident sont positionnés les uns par rapport aux autres en fonction de leur probabilité d'occurrence et de la gravité des conséquences, évaluée en termes de victimes humaines potentielles et de dégâts aux biens, en mettant en évidence les scénarios les plus critiques.

Commentaire :

Les rubriques 3 à 7 de l'étude de dangers constituent une part importante des données d'entrée utilisées dans le cadre de la présente rubrique 8. Dans cette dernière rubrique, qui est au coeur de l'étude de dangers, on décrit tout d'abord la méthode employée pour l'analyse des risques (cf. § I), on identifie les scénarios possibles de défaillance (cf. § II) et on en évalue la probabilité d'occurrence et les conséquences (cf. § III).

I.- Description et principes de la méthodologie utilisée

Le service de contrôle s'assurera que la méthodologie retenue dans l'étude de dangers pour analyser les accidents potentiels est explicitée. Le choix de la méthode d'analyse utilisée est libre, mais celle-ci doit être adaptée à la nature et la complexité des installations et de leurs risques.

Cette partie descriptive de la méthodologie peut s'articuler de la manière suivante :

a) description théorique de la méthodologie d'identification et d'analyse des risques :

- type d'analyse employée, en précisant les méthodes de Sécurité de Fonctionnement mises en oeuvre : Analyse Préliminaire des Risques (APR), Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et Criticité (AMDEC ; méthode d'analyse qui consiste à évaluer les effets de chaque mode de défaillance des composants d'un système et les répercussions de ces défaillances sur toutes les fonctions du système), ou autre méthode.

- définition des modes de représentation utilisés pour synthétiser les différents scénarios identifiés (arbres de défaillances, arbres d'évènements, logigrammes de type « noeud papillon », etc.).

b) une explication de la mise en oeuvre de la méthodologie :

- moyens mobilisés pour dérouler la méthodologie : nombre et composition des ateliers ou groupes de travail chargés de l'analyse des risques, personnel intervenant ensuite dans l'exploitation de ces analyses des risques.

- définition des critères utilisés pour caractériser les différents accidents potentiels appliqués à l'ouvrage étudié, qui sont a minima la probabilité d'occurrence, la cinétique, l'intensité des effets et la gravité des conséquences. Ces critères sont alors définis dans cette partie selon des classes, des grilles de criticité ou des valeurs références qui sont ensuite utilisées pour évaluer les différents scénarios pris en compte dans l'étude de dangers. Certains de ces critères peuvent également être évalués sur la base de modélisations (voir III-e), dont les méthodes, les données et les hypothèses de calcul sont présentées dans cette rubrique.

Sur la base du travail réalisé aux rubriques précédentes de l'étude de dangers, la méthodologie mise en oeuvre

doit montrer qu'elle permet d'identifier les causes possibles susceptibles d'être, directement ou par effet domino, à l'origine d'un accident majeur et les scénarios correspondants (combinaisons pouvant y mener). L'étude de dangers doit justifier que les conjonctions d'événements simples ont bien été prises en considération dans l'identification des causes d'accidents majeurs.

Dans le cas où un site est couvert par plusieurs études de dangers (par exemple, dans le cas d'une retenue comportant plusieurs barrages soumis à étude de dangers ou dans le cas d'un barrage situé en amont d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) ou d'un autre barrage), le service de contrôle doit s'assurer que l'étude de dangers a été établie en cohérence avec les autres études de même nature. Dans ce type de situation, une attention particulière doit être portée aux effets dominos possibles. Il convient de rappeler que ces études sont publiques dès lors qu'elles ont été réalisées. Toute personne peut y accéder en s'adressant à la préfecture.

II.- Détermination des scénarios de défaillance

II.-a) Généralités

Un scénario de défaillance est un enchaînement de circonstances internes ou externes au système étudié pouvant conduire à un ou plusieurs phénomènes dangereux. Pour un barrage, cela peut être la combinaison d'un mode de rupture et d'une circonstance (par exemple : renard à la cote de retenue normale ou en crue, renversement d'un barrage poids en crue ou à l'occasion d'un séisme). L'analyse des risques doit permettre d'identifier les scénarios susceptibles d'être, directement ou par effet domino, à l'origine d'une libération non maîtrisée des eaux de la retenue ou du cours d'eau en crue (rupture totale ou partielle du barrage, rupture d'un organe mobile (clapet ou vanne) ou expulsion d'une grande quantité d'eau par un phénomène gravitaire rapide de type avalanche, gros éboulement, etc.)

On s'intéresse aussi bien aux risques d'origine externe à l'ouvrage (crues, séismes, glissement dans la retenue, évolution morphologique du cours d'eau, rupture d'ouvrage à l'amont dont le risque peut être apprécié par l'étude de dangers correspondante...) qu'aux risques intrinsèques à l'ouvrage et à sa fondation (perte de stabilité structurale, fatigue et vieillissement des matériaux et de la structure, développement de sous-pressions, érosion...). La localisation de la défaillance peut être aussi à considérer ; c'est par exemple le cas d'une « digue » de col d'une retenue qui débouche dans une autre vallée ou de barrages avec un linéaire important (exemple : digues le long d'un canal ou d'une voie fluviale considérées comme des barrages au sens de l'article R. 214-112 du code de l'environnement). Plusieurs exemples de modes de rupture sont également donnés à la fin de cette rubrique pour compléter l'identification des scénarios de défaillance, selon le type de barrage.

Par ailleurs, la prise en compte des conclusions des rapports d'auscultation et de surveillance de l'ouvrage peut également donner des indications sur les risques de défaillance en situation normale ou exceptionnelle.

A ce stade, l'ensemble des événements et combinaisons d'événements physiquement vraisemblables, même de probabilité faible voire très faible, est envisagé. Toutefois, il est légitime que ne soient pas pris en compte, sauf dans le cas particulier où le service du contrôle en aura fait une demande spécifique motivée, les événements exceptionnels par leur ampleur, leur rareté ou leur nature, du type chute de météorite ou chute d'aéronef.

Concernant la prise en compte du risque de rupture d'un ouvrage situé à l'amont et non-soumis à étude de dangers ou pour lequel l'étude de dangers n'est pas encore disponible, une approche simplifiée conservatrice sera admissible en considérant la rupture instantanée de l'ouvrage amont et la libération du volume total de cette retenue dans l'ouvrage étudié.

Cette partie de l'analyse des risques se conclut généralement par un tableau ou un arbre de défaillances. Le service de contrôle s'assurera de la cohérence des risques avec l'analyse fonctionnelle décrite dans la rubrique 3.

II.-b) Exemples de modes de rupture ou de circonstances pouvant être pris en compte pour l'identification des scénarios de défaillance

En fonction du mode de rupture, l'effacement du barrage est plus ou moins rapide. Il peut être de l'ordre de quelques secondes pour une voûte en béton rompant brusquement jusqu'à quelques heures pour un barrage en terre.

Dans le cas où on s'intéresse à la rupture d'ensemble d'un barrage, on considère généralement que la brèche se produit dans la zone où la section est la plus haute, au centre de la vallée. On peut aussi être conduit à considérer une brèche dans une « digue » de fermeture d'un col. Dans le cas d'un barrage présentant un linéaire important (exemple : digue le long d'un canal ou d'une voie fluviale, considérée comme un barrage au sens de l'article R. 214-112 du code de l'environnement), la brèche peut être positionnée en plusieurs endroits, et il convient dans l'étude des scénarios de défaillance de déterminer le ou les emplacements qu'il faut étudier.

Cas des barrages en béton ou en maçonnerie

Les ruptures des barrages poids se produisent par renversement ou par glissement d'un ou plusieurs plots. Ces mécanismes sont quasi instantanés. Pour les barrages à contreforts, il est possible d'imaginer qu'un seul plot s'efface instantanément. Mais il est ensuite raisonnable de penser que les autres plots s'effacent rapidement, comme un château de cartes. Pour les barrages-voûtes, l'effacement total et instantané est l'hypothèse la plus probable.

Finalement, par sécurité, on peut aussi considérer, au moins en première approche, une rupture instantanée et totale pour tous les barrages rigides, poids, contreforts et voûtes.

Cas des barrages en remblai

La rupture par surverse peut se produire pour un déversement faible par dessus la crête d'un barrage en terre, ou par-dessus le noyau d'un barrage zoné. Le mécanisme d'érosion régressive s'amorce alors à partir du parement aval et attaque ensuite la crête jusqu'à ce qu'une brèche soit ouverte. L'érosion se poursuit ensuite et agrandit cette brèche. Le phénomène peut durer de quelques minutes à quelques heures selon la granulométrie des matériaux, leur cohésion, le revêtement de la crête, la hauteur de la lame d'eau, etc. La rupture par renard peut être encore plus rapide une fois qu'elle est initiée, la pression étant généralement plus importante.

La rupture d'un barrage en remblai, est partielle. La modélisation qui peut en être réalisée par la suite (cf. § III) à partir de formules de transport solide, permet d'estimer une section de brèche, compatible avec le volume de la retenue ou le débit de la rivière.

De manière générale, quel que soit le mode d'érosion, la rupture d'un barrage en remblai est plus lente que celle d'un barrage en béton. On parle donc de rupture progressive par opposition à rupture instantanée. Cependant, même pour un barrage en remblai, une brèche peut se développer rapidement et donner naissance à une crue de débit de pointe bien supérieur et de temps de montée bien inférieur à ceux des plus fortes crues naturelles.

Tous types de barrages : ruptures d'organes mobiles, vannes ou clapets La rupture d'un organe mobile peut être considérée comme instantanée.

Tous types de barrages : expulsion partielle ou totale du volume d'eau par un phénomène gravitaire rapide Un phénomène gravitaire rapide, tel qu'un écoulement rocheux ou une avalanche peut provoquer une vague qui se propage vers le barrage et provoque l'expulsion rapide d'un grand volume. De plus, la destruction par surverse est à redouter dans le cas d'un barrage en terre.

La retenue

Dans la retenue, la variation plus ou moins rapide du plan d'eau peut, dans les cas extrêmes, avoir des conséquences sur la stabilité des versants, susceptibles de devenir à leur tour une source de danger (pour des routes, pour des constructions, pour la retenue elle-même).

II.-c) Précisions sur la détermination des scénarios relevant des risques intrinsèques au barrage

L'attention du service de contrôle est appelée sur le fait que l'étude des conditions de stabilité du barrage fait intégralement partie de l'étude de dangers. Il appartient au responsable de l'ouvrage de s'être assuré de la validité des justificatifs et notamment des hypothèses retenues. Pour un ouvrage existant, les caractéristiques des matériaux, les paramètres de calcul peuvent être calés sur le comportement observé du barrage. Si nécessaire, l'analyse peut être complétée par l'étude de la sensibilité des résultats à certains paramètres.

Il appartient au service de contrôle de s'assurer de l'absence d'erreurs ou d'oublis manifestes dans les démonstrations et justifications apportées par le responsable de l'ouvrage. En l'absence de fait objectif avéré, il ne s'agit en aucun cas de remettre en cause la validité de ces justifications et, encore moins, de "refaire les calculs" à la place du responsable de l'ouvrage.

Pour un ouvrage ancien, les justificatifs (notes et hypothèses de calcul, caractéristiques des matériaux et de la fondation etc.) établis par les concepteurs du barrage peuvent ne pas être disponibles au moment où l'étude de dangers est établie ou reposer sur des éléments obsolètes. C'est la raison pour laquelle, l'étude de dangers peut provisoirement et à titre exceptionnel se limiter à une justification sommaire de la stabilité par une approche simplifiée dont l'adéquation et les modalités doivent être examinées par le service du contrôle et son appui technique mais dont le responsable de l'ouvrage s'assure préalablement de la validité. L'étude de dangers indique alors le délai de réalisation des études complémentaires correspondantes.

II.-d) Précisions sur les scénarios liés au passage d'une crue exceptionnelle au travers d'un barrage

La rupture du barrage suite à la survenue d'une crue exceptionnelle constitue l'un des scénarios incontournables de l'étude de dangers. Il est important que sa probabilité d'occurrence puisse être appréciée par le service de contrôle selon une grille de lecture aussi normalisée que possible. A *minima*, l'étude de dangers doit envisager le passage de cette crue dans l'hypothèse d'un fonctionnement normal de l'évacuateur de crue.

Pour une crue de période de retour donnée, l'étude de dangers devrait à *minima* estimer la capacité de l'ouvrage à l'évacuer sans qu'il subisse de désordre grave. A ce titre, l'étude de dangers devra également estimer les coefficients de sécurité qui subsistent dans ce type de situation. La rubrique 6 de l'annexe de l'arrêté du 12 juin

2008 fixe les crues de périodes de retour données :

- 10000 ans pour un barrage en remblai (y compris pour les cas où le barrage comprend aussi une partie en béton ou maçonnerie) ;
- 1000 ans et 5000 ans pour les autres barrages

Bien évidemment, cela ne préjuge pas de l'existence d'autres scénarios également critiques comme, par exemple, la rupture du barrage suite à une crue d'intensité moins forte mais se combinant avec la panne partielle ou totale d'un organe de sécurité, ou l'obstruction d'une ou plusieurs passes de l'évacuateur.

III.- Evaluation des scénarios d'accidents

Cette étape vise à caractériser les risques en termes de probabilité d'occurrence et de gravité des conséquences. Les différents paramètres intervenant dans l'analyse des risques et devant être pris en compte dans la méthodologie choisie pour l'étude de dangers (cf. § I) doivent être renseignés pour chaque scénario d'accident potentiel. Les différents paramètres pré-identifiés dans l'arrêté (probabilité, intensité, cinétique, gravité) peuvent être étudiés de la manière suivante :

III.-a) Probabilités d'occurrence

Les probabilités d'occurrence des scénarios de défaillance peuvent être obtenues en faisant appel à différents types d'analyse : des modèles probabilistes spécifiques, des analyses fiabilistes, des analyses fréquentielles de défaillance, des traitements de dires d'experts. Ces différentes analyses peuvent être agrégées par des méthodes spécifiques de la sûreté de fonctionnement destinées à évaluer les scénarios de défaillance (méthode des arbres d'événements, des arbres de causes, méthode du noeud papillon, etc.).

Pour certains phénomènes rares à très rares pour lesquels on ne dispose pas de statistiques suffisantes ou de modèles probabilistes adaptés, on peut proposer des analyses qualitatives pour estimer les probabilités (analyse à base de classes qualitatives comprenant 4 ou 5 classes). Plusieurs exemples de grilles définissant des classes de probabilités utilisées dans le domaine des barrages ou dans d'autres domaines d'activités sont cités en annexe 1

de ce guide à titre d'illustration. Ces différentes grilles restent impérativement à adapter au domaine des ouvrages hydrauliques en France.

Le choix de la (ou des) méthode(s) d'analyse employée(s) doit être justifié.

L'évaluation des probabilités est réalisée pour chacun des scénarios de défaillance identifiés (cf. § II).

Les composants les plus critiques (ceux dont la défaillance potentielle est particulièrement importante pour l'évaluation de la probabilité) sont ensuite identifiés ainsi que les barrières de sécurité qui peuvent prévenir, détecter, contrôler ou réduire les conséquences.

Précision sur les scénarios de rupture du barrage suite à une crue exceptionnelle

L'étude évaluera la cote de dangers, c'est-à-dire la cote de la retenue qui pourrait être à l'origine d'un scénario de rupture du barrage lors d'une crue exceptionnelle ou tout au moins la cote au dessus de laquelle la stabilité de l'ouvrage n'est plus garantie, ainsi que l'ordre de grandeur de la probabilité d'occurrence de ce scénario.

Pour un barrage en remblais (partiellement ou totalement), lorsque la probabilité d'occurrence annuelle de ce scénario sera significativement inférieure à 1/10 000, le barrage, au regard de ce scénario, sera réputé dans la

« zone verte ». Ce barrage sera réputé en « zone orange » si la probabilité d'occurrence annuelle du scénario est de l'ordre de 1/10 000. Enfin, ce barrage sera en « zone rouge » si la probabilité d'occurrence annuelle est sensiblement supérieure à 1/10 000.

Pour les autres types de barrage, lorsque la probabilité d'occurrence annuelle du scénario est inférieure ou au plus égale à 1/5000, le barrage, au regard de ce scénario, sera réputé dans la « zone verte ». Si cette probabilité est comprise en 1/5000 et 1/1000, le barrage sera en « zone orange ». Si la probabilité est supérieure à 1/1000, le barrage sera en « zone rouge ».

Il convient de se reporter à la rubrique 9 du présent guide pour la signification de ce code couleur. Les conséquences, pour le responsable de l'ouvrage, qui découlent de l'affectation à l'ouvrage de telle ou telle « couleur » et, corrélativement, en ce qui concerne la posture à adopter par le service de contrôle, y sont également précisées.

III.-b) Intensité

En toute rigueur, l'intensité de l'onde de submersion peut se caractériser selon plusieurs composantes :

- la vitesse ou le débit d'eau ;
- la hauteur de submersion (traité dans les cas couverts par le point « e ») ;
- le temps d'arrivée de l'onde (traité par le point « c »), relatif à la cinétique) ;
- la durée de submersion (traité par le point « c »), relatif à la cinétique).

Toutefois, en dehors de l'onde de submersion extrême, l'intensité d'un phénomène dangereux peut être décrite, par exemple, en évaluant l'accroissement de débit généré à l'aval. Le débit total résultant sera utilement rapporté à un « équivalent crue » (crue décennale, centennale, millénale, décennale, etc...) qui permet d'appréhender le niveau d'exposition des populations à l'aval.

Des enjeux particuliers à l'aval peuvent exiger une modélisation plus complète du phénomène.

Par ailleurs, pour l'évaluation des conséquences de lâchers d'eau d'exploitation, des essais peuvent être réalisés.

III.-c) Cinétique

Ce paramètre revêt plusieurs dimensions, qui doivent être appréciées pour chaque scénario étudié :

- le temps qui s'écoule entre l'anticipation d'un accident, l'accident lui-même et sa détection ;
- la vitesse de propagation d'un phénomène une fois que l'accident survient.

Il doit être également indiqué dans l'étude de dangers si les phénomènes dangereux présentés se manifestent brutalement ou de manière graduelle. Ceci donne d'ailleurs une première indication sur la durée de submersion correspondant au phénomène étudié.

La gravité d'un scénario (cf. § III.-d) dépend, intuitivement, de sa cinétique. On distingue classiquement les zones en « cinétique lente » de celles en « cinétique rapide ». Dans le cas où le responsable de l'ouvrage aurait associé cette distinction au fait que la population peut majoritairement être prévenue et évacuée dans les temps ou non, notamment si le barrage est soumis à l'obligation de plan particulier d'intervention (PPI) en application

du décret n° 92-997 du 15 septembre 1992, le service du contrôle pourra s'assurer que le responsable de l'ouvrage aura pris l'attache des services de protection civile pour la fixation de la limite entre ces deux catégories. Dans les cas où un doute subsiste sur l'appréciation de la cinétique pour une zone donnée, un

classement en zone en « cinétique rapide » sera privilégié.

III.-d) *Gravité*

Un accident majeur peut comporter plusieurs types de conséquences : humaines, matérielles, économiques, etc. Dans le cas de l'étude de dangers d'un ouvrage hydraulique, l'évaluation de la gravité de ces conséquences pour chaque scénario étudié doit être établie en cohérence avec les cibles présentées à la rubrique 3.2 (description de l'environnement de l'ouvrage) de l'étude de dangers et porter en premier lieu sur :

- l'ordre de grandeur du nombre de personnes exposées ;
- la nature des biens exposés (notamment les infrastructures de transport, les infrastructures énergétiques ou les zones d'activités économiques...) que l'on évalue uniquement de manière qualitative, les personnes que ces biens peuvent englober étant pris en compte par ailleurs.

L'évaluation de la gravité de chaque accident peut s'appuyer sur une des méthodes de comptage mentionnées à la rubrique 3.2 de l'étude de dangers « environnement amont / aval », pour avoir une idée de la nature des biens exposés et de l'ordre de grandeur du nombre de personnes exposées. Sur ce dernier point, il faut souligner qu'on cherche avant tout à caractériser un ordre de grandeur et non pas à obtenir un comptage précis.

Par ailleurs, il peut être considéré plusieurs « scénarios enveloppes » pour représenter tout ou partie des scénarios précédemment identifiés (cf. § II) dès lors que ceux-ci présentent des niveaux de conséquences comparables. A titre d'exemple, pour un barrage poids, les scénarios enveloppe seraient :

- rupture de l'un des plots,
- rupture de deux des plots,
- ...
- rupture de la totalité des plots.

La gravité des conséquences potentielles prévisibles d'un accident sur les personnes physiques résulte de la combinaison, en un point de l'espace, de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux (cf. III.-b) et de la vulnérabilité des enjeux, en particulier les personnes potentiellement exposées à ces effets, en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet (cf. III.-c).

Dans la mesure où il n'est pas possible de prévoir les conditions de l'environnement le jour où se produirait l'accident (vacances scolaires, heure d'encombrement sur les routes, etc.), ou d'évaluer les possibilités de mises à l'abri des personnes, une première approche simple est de considérer à chaque fois un accident représentatif présentant la gravité la plus pénalisante (ex : routes encombrées, écoles aux heures scolaires...).

Cette évaluation par accident peut ensuite être ramenée à des classes de gravité. Par exemple, une grille de référence pourrait être construite de la manière suivante, en distinguant les personnes exposées en zone à cinétique rapide de celles situées en zone à cinétique lente (disposant de plus de temps pour se mettre à l'abri) tel qu'évoqué au § III.-c. L'attribution d'une classe de gravité pour un scénario pourrait alors être effectuée sur la base de la colonne la plus pénalisante.

Classes de gravité des conséquences (par ordre décroissant)	Nombre de personnes exposées en zone à cinétique rapide	Nombre de personnes exposées en zone à cinétique lente
5. désastreux	≥ 1000	≥ 10000
4. catastrophique	≥ 100 et < 1000	≥ 1000 et < 10000
3. important	≥ 10 et < 100	≥ 100 et < 1000
2. sérieux	≥ 1 et < 10	≥ 10 et < 100
1. modéré		≥ 1 et < 10

Remarque relative aux conséquences amont :

Dans certains cas, l'étude doit aussi examiner les enjeux présents à l'amont d'un barrage, à proximité de la retenue, et qui peuvent être affectés par une forte crue ou par les vagues dues à un phénomène gravitaire rapide (écroulement rocheux, avalanche).

III.-e) Précisions relatives à l'étude de propagation d'une onde de submersion

On aborde ici la propagation de l'onde de submersion due au volume libéré dans les conditions exposées au § 5 selon un (ou plusieurs) scénario(s) du § 8.II.

Une modélisation de la propagation de l'onde de submersion est menée au minimum pour caractériser le scénario présentant le plus de risques pour l'aval (rupture de l'ouvrage, expulsion d'eau par un phénomène gravitaire). Cette modélisation contribue à l'évaluation des paramètres intensité, cinétique et gravité, présentés ci-dessus. Elle est menée dans la vallée en aval d'un barrage ou dans le lit majeur sur une rive en aval d'une brèche dans un barrage servant à canaliser un cours d'eau (barrage avec un linéaire important, parallèle au sens d'écoulement d'un canal ou d'une voie fluviale).

L'étude d'onde de rupture vise trois objectifs :

- 1/ caractériser l'hydrogramme de la crue provoquée au droit du barrage pour le(s) scénario(s) retenu(s) (cf. la rubrique 5 de l'étude de dangers) ;
- 2/ caractériser l'écoulement dans la vallée à l'aval du barrage en terme de hauteur atteinte, de vitesse, de temps d'arrivée ;
- 3/ décrire et cartographier la nature des zones potentiellement endommagées ou détruites.

Dans le cas des barrages en remblai, la rupture est progressive et il convient donc de préciser le temps initial servant de référence pour l'onde de submersion.

Le modèle de calcul est généralement monodimensionnel, mais peut être prolongé par un modèle 2D dans les parties aval si la vallée devient très large. Dans le cas d'un modèle 1D, la section du lit mineur peut ne pas être

considérée si sa capacité n'est pas en proportion du débit de l'onde d'effacement. Dans ce cas, seuls des coefficients de rugosité sont à considérer, qui dépendent de la végétation haute, de la présence d'habitations denses, de la sinuosité... Dans le cas où l'on simule le lit mineur, et *a fortiori* dans le cas d'un modèle 2D, il est nécessaire de distinguer la rugosité de chaque lit, mineur et majeur.

Dans certains cas, l'étude de propagation d'une onde de submersion peut être réalisée au moyen d'une modélisation simplifiée. Celle-ci peut suffire pour l'estimation des conséquences d'une rupture si l'ouvrage est de taille modeste sous réserve de prendre des coefficients de sécurité suffisants sur les résultats et si les zones impactées sont d'ampleur faible et aisément délimitables à partir de la topographie.

Les remblais linéaires ou les barrages aval sont supposés se rompre, sauf les barrages-voûtes. Néanmoins, l'hypothèse de leur tenue doit être considérée pour définir la zone susceptible d'être submergée à leur amont. Le calcul est conduit à l'aval jusqu'à ce que le débit soit inférieur à celui d'une crue décennale et la surélévation par rapport aux berges devienne inférieure au mètre.

Scénarios de rupture à prendre en compte :

- dans le cas d'un barrage en remblai, le scénario de rupture classiquement considéré est la rupture par renard survenant pour une retenue à la cote des PHE et débouchant au pied du barrage dans la section de plus grande hauteur ;

- pour un barrage en matériau rigide, le scénario classiquement utilisé est la rupture instantanée et totale survenant pour une retenue également à la cote des PHE ;

Par ailleurs, une modélisation peut aussi être exigée pour d'autres scénarios d'accident présentant un niveau de risques comparable, notamment pour certains accidents de gravité moins importante mais de probabilité d'occurrence plus élevée et dont on serait incapable d'apprécier les conséquences à partir du débit maximum relâché.

Exemple : rupture d'un (ou plusieurs) organe(s) mobile(s) dont le débit généré à l'aval dépasserait celui de la plus grande crue connue... Dès lors que l'ouvrage comprend plusieurs organes mobiles, une modélisation peut suffire pour l'organe présentant la plus grande débitance ; il peut alors constituer un scénario majorant pour les autres cas de ruptures individuelles d'organes mobiles pour cet ouvrage. Néanmoins, si les enjeux à l'aval

méritent une évaluation des conséquences organe par organe, le responsable de l'ouvrage peut tout à fait présenter une modélisation spécifique à chaque organe.

En cohérence avec l'article 5 de l'arrêté du 22 février 2002 rappelé dans les textes en référence dans le présent guide, l'étude de dangers précise notamment scénario par scénario :

- la description du scénario de défaillance considéré (dont la justification sur le choix de la zone de brèche dans le cas d'un barrage présentant un linéaire important) ;

- l'emprise des zones submergées et le temps d'arrivée de l'onde avec reports sur des cartes avec une échelle adaptée, et dans des tableaux indiquant également la cote NGF maximale atteinte par l'onde et la vitesse de

l'eau ;

- la gravité du phénomène dans les zones potentiellement impactées (cf. § III-d)

III.-f) Criticité

La criticité prend en compte simultanément la probabilité d'occurrence et la gravité des conséquences potentielles des accidents correspondants aux phénomènes dangereux identifiés dans l'étude de dangers. La « matrice de criticité » figurant ci-après permet alors de positionner les scénarios les uns par rapport aux autres.

PROBABILITE D'OCCURENCE	
	→ Probabilité croissante →
G R A V I T E	désastreux
	catastrophique
	important
	sérieux
	modéré

9.- Etude de réduction des risques

A partir des scénarios identifiés comme critiques et en prenant en compte les dispositions déjà mises en oeuvre pour maîtriser les risques ainsi que les éléments de l'étude accidentologique, cette rubrique présente la démarche de réduction des risques que le responsable de l'ouvrage se propose de conduire, dans une logique d'amélioration continue. Cette démarche identifie et justifie, parmi les différentes mesures envisageables, les mesures retenues par le responsable de l'ouvrage pour réduire les risques, en portant une appréciation sur leur efficacité espérée.

Dans le cas des ouvrages existants, le responsable de l'ouvrage précise le délai de mise en oeuvre des mesures envisagées ainsi que les mesures qui sont prises à titre provisoire.

Cette rubrique présente également les études complémentaires dont l'étude de dangers a montré la nécessité et qui font l'objet de délais sur lesquels s'engage le responsable de l'ouvrage.

Commentaire :

Cette rubrique récapitule l'ensemble des « barrières de sécurité » du barrage étudié qui sont réaffirmées, modifiées ou proposées à titre de mesure nouvelle, après analyse critique de leur efficacité. Ces « barrières de sécurité » sont de natures diverses :

- bon dimensionnement de l'ouvrage justifié par des notes de calcul ;
- présence d'organes de sécurité, tels les évacuateurs de crue ;

- mesures de surveillance et d'exploitation ainsi qu'organisation de la sécurité adaptées ;
- ...

Face aux risques les plus graves, les « barrières de sécurité » nouvelles les plus lourdes à mettre en oeuvre seront généralement d'ordre structurel. Il en va ainsi, par exemple, de la nécessité de modifier l'évacuateur de crue pour prévenir la rupture du barrage en cas de crue déca-millénale suite à la réévaluation de cette dernière (à l'occasion de la révision de l'étude hydrologique effectuée pour l'étude de dangers).

Pour d'autres risques, des modifications des procédures sont généralement efficaces. L'attention des services de contrôle est attirée sur la nécessité de s'assurer de leur mise à jour.

Certaines « barrières de sécurité » sont proposées à titre de mesure transitoire dans l'attente de la réalisation de la mesure « structurelle » lourde : modification de la cote d'exploitation de la retenue dans l'attente de la réalisation d'un nouvel évacuateur de crue.

Précisions sur le niveau d'acceptabilité du risque

La démarche de réduction des risques conduite par le responsable du barrage doit être menée jusqu'à l'obtention d'un niveau de risque qu'il considère comme acceptable.

En fonction de la combinaison de probabilité d'occurrence et de gravité des conséquences potentielles des accidents correspondant aux phénomènes dangereux identifiés dans l'étude de dangers, des postures différentes de la part du service de contrôle doivent être envisagées, graduées selon le risque. Plusieurs cas de figures se présentent, sans toutefois qu'il soit possible d'en fixer les limites précises. Voir à titre indicatif la représentation des types de situations possibles dans la matrice plus bas. Dans cette matrice, on distingue les « zones » suivantes :

Zone « Rouge » Lorsque le résultat de l'étude de dangers amène à positionner un ou plusieurs scénarios d'accident dans la zone de la matrice de criticité caractérisée par une classe de gravité élevée et une classe de probabilité supérieure, cela signifie que le risque est élevé et qu'il est inacceptable.

Exemples de telles situations : scénario impliquant un évacuateur de crues notablement sous-dimensionné, problèmes de stabilité avérés, ...

Le service de contrôle s'assurera, dans une telle hypothèse, que l'exploitant a proposé dans cette rubrique 9 de l'étude de dangers, des solutions adaptées permettant de sortir de la zone Rouge, lesquelles, une fois mises en oeuvre, réduiront de manière conséquente soit la probabilité d'occurrence de l'accident, soit son niveau de gravité.

De même, le service de contrôle devra s'assurer de l'existence de mesures provisoires adaptées à la gravité de la situation (par exemple, l'abaissement immédiat de la cote de la retenue).

A défaut d'avoir trouvé de telles propositions d'amélioration et solutions provisoires dans cette rubrique de l'étude de dangers, le service de contrôle devra enclencher une mise en révision spéciale de l'ouvrage, tout au moins sa première étape c'est-à-dire la prescription d'un diagnostic de sûreté.

Zone « Orange »

Lorsque le résultat de l'étude de dangers amène à positionner un ou plusieurs scénarios d'accident dans les zones

de la matrice de criticité caractérisées notamment par une classe de gravité importante et une classe de probabilité intermédiaire, cela signifie que l'ouvrage ne peut pas être considéré par le service de contrôle comme entièrement satisfaisant du point de vue de la sécurité.

Dans cette hypothèse, le service de contrôle doit s'assurer de la présence de mesures de réduction de risques adaptées à la situation de l'ouvrage. Les actions à conduire par le responsable de l'ouvrage s'inscrivent sur le principe ALARP (« As Low As Reasonably Possible »), c'est-à-dire pour conduire à un niveau de risque aussi bas qu'il est raisonnablement possible ; c'est un principe reconnu au niveau international et rappelé dans le domaine des barrages dans le bulletin CIGB / ICOLD n° 130 de 2005 dans sa partie « appréciation des risques ». En application du point 9 de l'annexe de l'arrêté du 12 juin 2008, ces mesures peuvent être accompagnées d'un délai de mise en oeuvre.

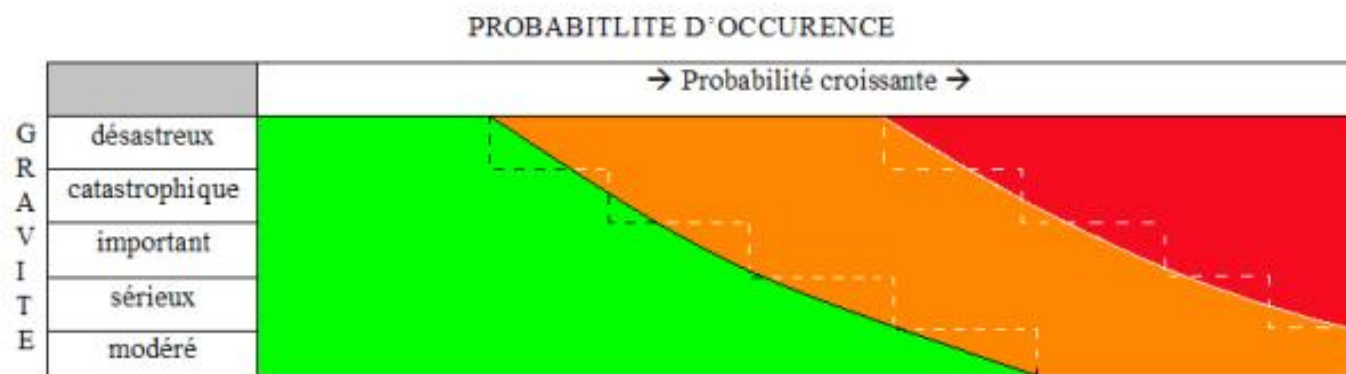
Les services de contrôle sont bien évidemment invités à effectuer un suivi attentif des mesures d'amélioration annoncées (respect des délais de mise en oeuvre, vérification de leur efficacité).

Zone « Verte »

Lorsque le résultat de l'étude de dangers amène à positionner l'ensemble des scénarios d'accident dans les zones de la matrice de criticité caractérisées notamment par une classe de probabilité inférieure ou par une classe de gravité moyenne et une classe de probabilité intermédiaire ou encore par une classe de gravité modérée et une classe de probabilité supérieure, cela signifie que l'ouvrage est réputé sûr, au sens du concept anglo-saxon « As Low As Reasonably Possible ».

Le service de contrôle devra donc, par la suite, s'assurer du maintien de ces conditions nominales.

Le service de contrôle est invité à visualiser ces trois types de zones (Rouge, Orange, Verte) sur la matrice de criticité ci-après



Par ailleurs, l'attention des services de contrôle est attirée sur le fait que lorsque le barrage est en zone Orange et, *a fortiori*, en zone Rouge, la présence de propositions d'améliorations de la sécurité en rubrique 9 de l'étude de dangers est obligatoire. Leur absence persistante de l'étude de dangers, une fois achevée la période

« d'échanges » entre le service de contrôle et le responsable de l'ouvrage, constituerait un manquement de ce responsable à ses obligations, en l'occurrence l'obligation de détenir une étude de dangers valide conformément aux prescriptions des articles R.214-115 à R.214-117 du code de l'environnement et de celles de l'arrêté du 12 juin 2008. Il en va de même en cas de désaccord grave, persistant et motivé du service de contrôle sur les mesures d'amélioration proposées par le responsable du barrage.

10.- Cartographie

Tous les éléments cartographiques utiles sont intégrés à l'étude pour présenter, aux échelles appropriées, l'ouvrage et son environnement, la caractérisation des aléas naturels, l'intensité des phénomènes dangereux et la gravité des conséquences

Commentaire :

Le service de contrôle s'assurera en particulier que la représentation cartographique de l'onde de rupture présente l'ensemble des paramètres importants tels que le temps d'arrivée et le débit.

Glossaire / Définitions

Accident majeur : Evènement tel qu'un incendie, une explosion ou une libération importante d'eau ou de sédiments, résultant d'une rupture partielle ou totale de l'ouvrage, d'un phénomène gravitaire rapide affectant la retenue, d'un dysfonctionnement d'un de ses organes ou d'une manoeuvre d'exploitation, entraînant pour la santé humaine ou pour l'environnement, à l'aval ou à l'amont de l'ouvrage, un danger grave, immédiat ou différé.

Agression externe ou Agresseur externe ou Facteur d'agression : Évènement externe au système étudié, d'origine naturelle ou lié à une activité humaine, susceptible d'affecter la sûreté du système et à prendre en compte en tant qu'événement initiateur pour l'analyse des risques de celui-ci.

Aléa : On entend par aléa la qualification de tout événement, phénomène ou activité qui peut provoquer la perte de vies humaines, des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales ou économiques ou la dégradation de l'environnement. Cf. « Basic Terms of Disaster Risk Reduction, Annex 1 », Office des Nations Unies pour la réduction des risques naturels, ISDR, 2004, <http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm>.

L'aléa qualifie le phénomène dangereux, existant ou potentiel, à l'origine des risques. Il est souvent accompagné d'une quantification : fréquence ou probabilité d'un aléa d'une nature et d'une intensité donnée, dans une zone géographique donnée et sur une durée de référence.

En français, le même terme peut servir à décrire la nature du phénomène dangereux (l'aléa naturel) et à le quantifier. Dans la terminologie anglo-saxonne, deux vocables (« danger » et « hazard ») permettent de distinguer la caractérisation du phénomène et sa quantification.

On distingue couramment les aléas naturels (géologique, hydrométéorologique et biologique) et ceux d'origine

induite par les actions de l'homme (dégradation environnementale et aléas technologiques).

AMDE / AMDEC : L'Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets (AMDE) ou l'AMDEC (AMDE incluant l'analyse de la Criticité) est une méthode inductive d'analyse des défaillances potentielles d'un système. Elle considère, systématiquement, l'un après l'autre, chaque composant du système et analyse ses modes de défaillance, leurs causes et leurs effets. Les résultats des analyses AMDE sont présentés sous forme de tableaux, spécialement conçus pour le type de système étudié. Le déroulement d'une AMDE comprend :

- une analyse fonctionnelle du système et la définition du niveau de précision de l'étude ;
- la recherche systématique des modes de défaillance;
- la recherche des effets des modes de défaillance, sur les composants eux-mêmes ou sur le système global.

Dans la méthode **AMDEC** (AMDE avec analyse de la Criticité), on recherche en plus la *probabilité* et la *gravité* de chaque mode de défaillance qui permettront de caractériser sa criticité. Dans une AMDEC, la criticité est généralement renseignée de façon qualitative.

Analyse AMDE Produit appliquée à un barrage en remblai avec noyau central étanche. Extrait appliqué au composant "noyau"

n°	COMPOSANT	FONCTION	MODE DE DEFAILLANCE	CAUSE POSSIBLE DE LA DEFAILLANCE	EFFET POSSIBLE DE LA DEFAILLANCE	SYMPTOME DE LA DEFAILLANCE	MOYEN DE DETECTION
3	Noyau étanche	1 - résister aux sollicitations mécaniques .1 résister à la poussée hydrostatique transmise par le remblai amont .2 résister aux sous-pressions dans les fondations amont .3 résister aux sous-pressions dans les fondations aval .4 résister à la poussée du remblai amont .5 résister à la poussée du remblai aval .6 résister au poids de la crête .7 résister au poids propre de l'évacuateur .8 résister aux charges d'exploitation transmises par la crête	la fonction "résister aux sollicitations mécaniques" est dégradée ou est défaillante	~ Processus conception-réalisation . composition ~ Etat intrinsèque du composant . déformation ~ Flux de charges . sous-pressions dans le noyau étanche	~ Etat intrinsèque du composant . fissuration . déformation	. piézométrie	. piézomètres . cellules de pressions interstitielles
		2 - limiter les flux hydrauliques .1 limiter les infiltrations provenant du remblai amont .2 limiter les infiltrations provenant de la fondation amont .3 limiter les infiltrations provenant de la fondation aval .4 limiter les infiltrations d'eau de pluie provenant de la crête	la fonction "limite les flux hydrauliques" est dégradée ou est défaillante	~ Etat intrinsèque du composant . fissuration . érosion . dissolution . dessiccation ~ Flux hydrauliques . eaux d'infiltration dans le remblai amont . eaux d'infiltration dans la fondation amont ~ Processus conception-réalisation . composition	~ Flux hydrauliques . eaux d'infiltration dans le noyau étanche . eaux d'infiltration dans le dispositif de drainage vertical ~ Flux de charges . sous-pressions dans le noyau étanche	. piézométrie	. piézomètres . cellules de pressions interstitielles

		3 - préparer les surfaces de contact .1 préparer la surface de contact avec la crête .2 préparer la surface de contact de l'évacuateur de crues .3 préparer la surface de contact du dispositif de drainage .4 servir d'appui à la galerie	la fonction "préparer les surfaces de contact" est dégradée ou est défaillante	~ Etat intrinsèque du composant . déformation	~ Contacts . Déformation de la crête ~ Etat intrinsèque du composant . fissuration	. mesures du tassement . fissures	~ mesures topographiques . planimétrie . nivellement . mesures d'alignement ~ observation visuelle
		4 - résister aux sollicitations hydromécaniques .1 résister au phénomène d'érosion interne du aux eaux d'infiltration provenant du remblai .2 résister au phénomène d'érosion interne du aux eaux d'infiltration provenant de la fondation amont .3 résister au phénomène d'érosion interne du aux eaux d'infiltration provenant de la fondation aval .4 résister au phénomène de dessiccation	la fonction "résister aux sollicitations hydromécaniques" est dégradée ou est défaillante	~ Processus conception-réalisation . composition ~ Flux hydrauliques . eaux d'infiltration dans le noyau étanche ~ Etat intrinsèque du composant . dissolution . fissuration	~ Etat intrinsèque du composant . érosion	. observation de particules dans les eaux de fuite . mesures du débit de drainage	~ observation visuelle . empotement - déversoir - débitmètre

Analyse fonctionnelle : démarche qui consiste à recenser, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions (NF X50-150). Des précisions sur cette notion sont apportées directement dans le présent guide (voir également les commentaires de la rubrique 3).

Analyse des risques : l'analyse des risques est l'utilisation des informations disponibles pour estimer les risques concernant des individus ou des populations, des biens ou l'environnement, entraînés par des phénomènes dangereux. L'analyse des risques comprend en général les étapes suivantes : définition du domaine d'application, identification des phénomènes dangereux et évaluation des risques. Cohérent avec la définition courante du dictionnaire du mot analyse (à savoir, « examen détaillé d'un phénomène complexe effectué pour

comprendre sa nature et déterminer ses caractéristiques principales »), l'analyse des risques implique une décomposition du système étudié et des sources de risques en composants élémentaires.

Arbre de défaillances ou **Arbre des causes** : voir la présentation de cette notion dans la définition « noeud papillon »

Arbre d'évènements : voir la présentation de cette notion dans la définition « noeud papillon »

Barrière de sécurité ou **Mesure de maîtrise des risques** : ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On peut distinguer :

- les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux.

- les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux.

- les mesures (ou barrières) de protection : mesure visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

BETCGB : bureau d'étude technique et de contrôle des grands barrages, département spécialisé du service technique de l'énergie électrique, des grands barrages et de l'hydraulique (STEEGBH) au sein de la direction générale de la prévention des risques

CEMAGREF : centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts

CFBR : comité français des barrages et réservoirs

Cibles : voir la définition « enjeux »

CIGB : commission internationale des grands barrages

CTPBOH : comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques

Danger : voir la définition « potentiel de dangers »

Effets : ce terme se réfère aux caractéristiques physiques, chimiques,... associées à un phénomène dangereux donné : onde de submersion, concentration toxique, flux thermique, surpression...

On parle de conséquences dès lors que ces effets peuvent porter atteinte à des éléments vulnérables (ou enjeux).

Effet dominos : enchaînement de modes de défaillance ou d'accidents successifs

Élément initiateur : voir la définition « événement initiateur »

Éléments vulnérables : voir la définition « enjeux »

Enjeux (« **elements at risk** ») ou **Éléments vulnérables** ou **Cibles** : ensemble des éléments exposés au danger (population, bâtiments, infrastructures, patrimoine environnemental, activités et organisations).

Les enjeux sont donc susceptibles de subir des dommages ou des préjudices. Pour définir les enjeux de manière complète, il convient d'en estimer la valeur et la vulnérabilité. C'est une phase de l'évaluation des risques.

Événement initiateur ou **Élément initiateur** : événement courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal. et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe. Dans une représentation en « noeud papillon » ou en arbre des causes (ou arbre de défaillances), cet événement est situé dans la partie amont, c'est-à-dire à l'extrémité gauche.

Événement redouté central appelé aussi **événement principal** : voir la présentation de cette notion dans la

définition « noeud papillon »

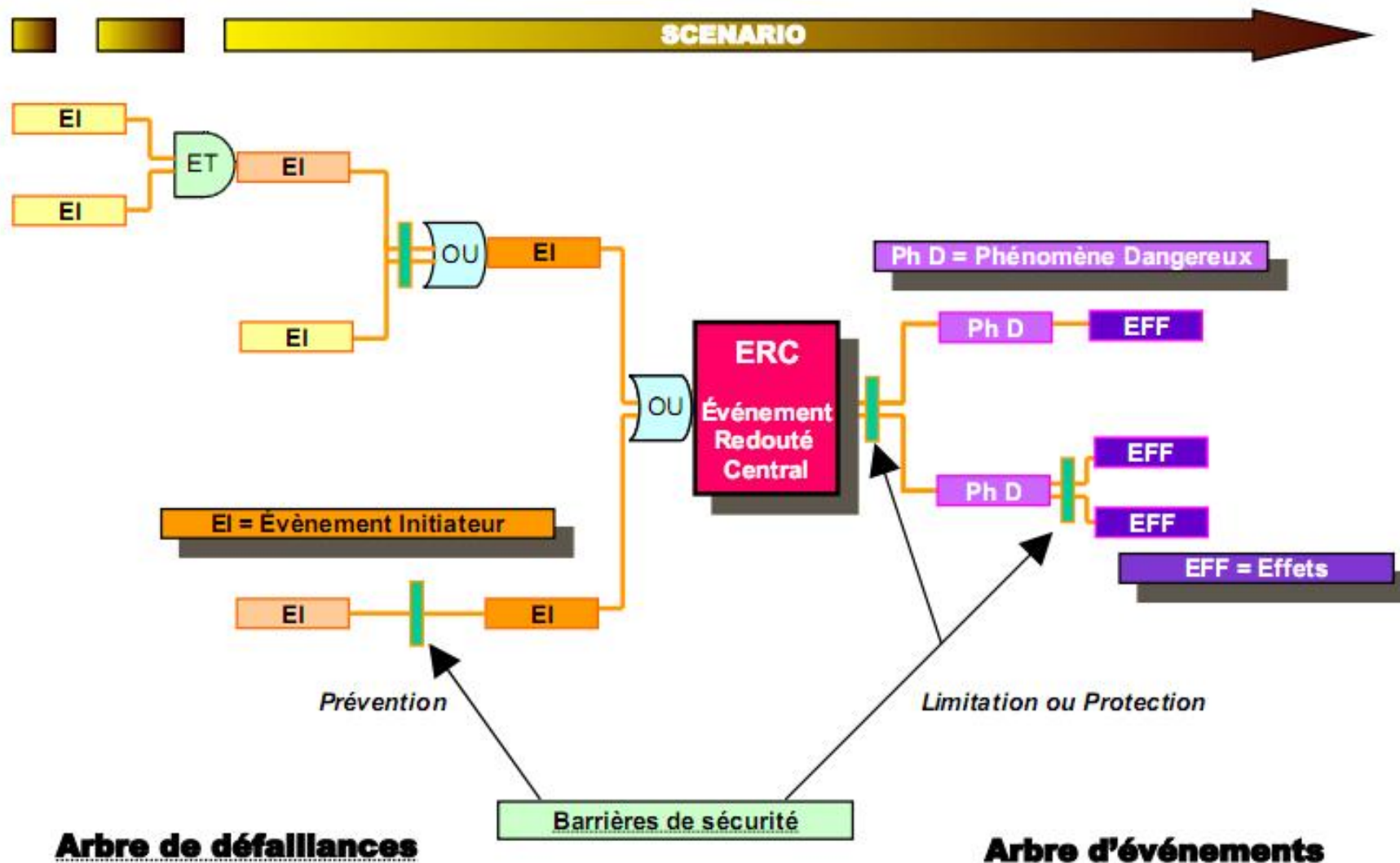
Facteur d'agression : voir la définition « agression externe »

Mesure de maîtrise des risques : voir la définition « barrière de sécurité »

Mode de défaillance : non-aptitude d'un composant à assurer une fonction pour laquelle il a été conçu : perte ou dégradation d'une fonction, fonction intempestive

Noeud papillon : méthode proposée en application de la loi du 30 juillet 2003 sur les risques technologiques (votée suite à l'explosion de l'usine AZF à Toulouse le 21 septembre 2001). Cette méthode s'appuie généralement sur une analyse préliminaire de risques (APR) qui permet d'inventorier tous les dangers présents dans les installations étudiées, d'en estimer les conséquences potentielles et de classer les risques en termes de gravité/probabilité à l'aide d'une matrice adaptée. Dans le cas des ICPE (Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement), ce classement permet d'identifier tous les scénarios présentant des conséquences potentielles inacceptables pour lesquels une étude détaillée d'analyse des risques est ensuite effectuée en introduisant la notion de barrières.

Le principe du « noeud papillon », concept développé par Shell pour représenter les différentes étapes de la gestion de risques dans une installation, est une illustration graphique permettant de synthétiser la mise en oeuvre de la méthode d'analyse des risques. Cette méthode part de l'identification des dangers, décrit les différentes circonstances ainsi que les barrières et les causes pour aboutir à l'évènement principal. De là, un certain nombre de mesures de prévention et de protection permettent d'atténuer les conséquences qui seront *in fin* traitées par l'organisation de gestion de crise. La figure suivante présente le principe de base de la méthode du noeud papillon :

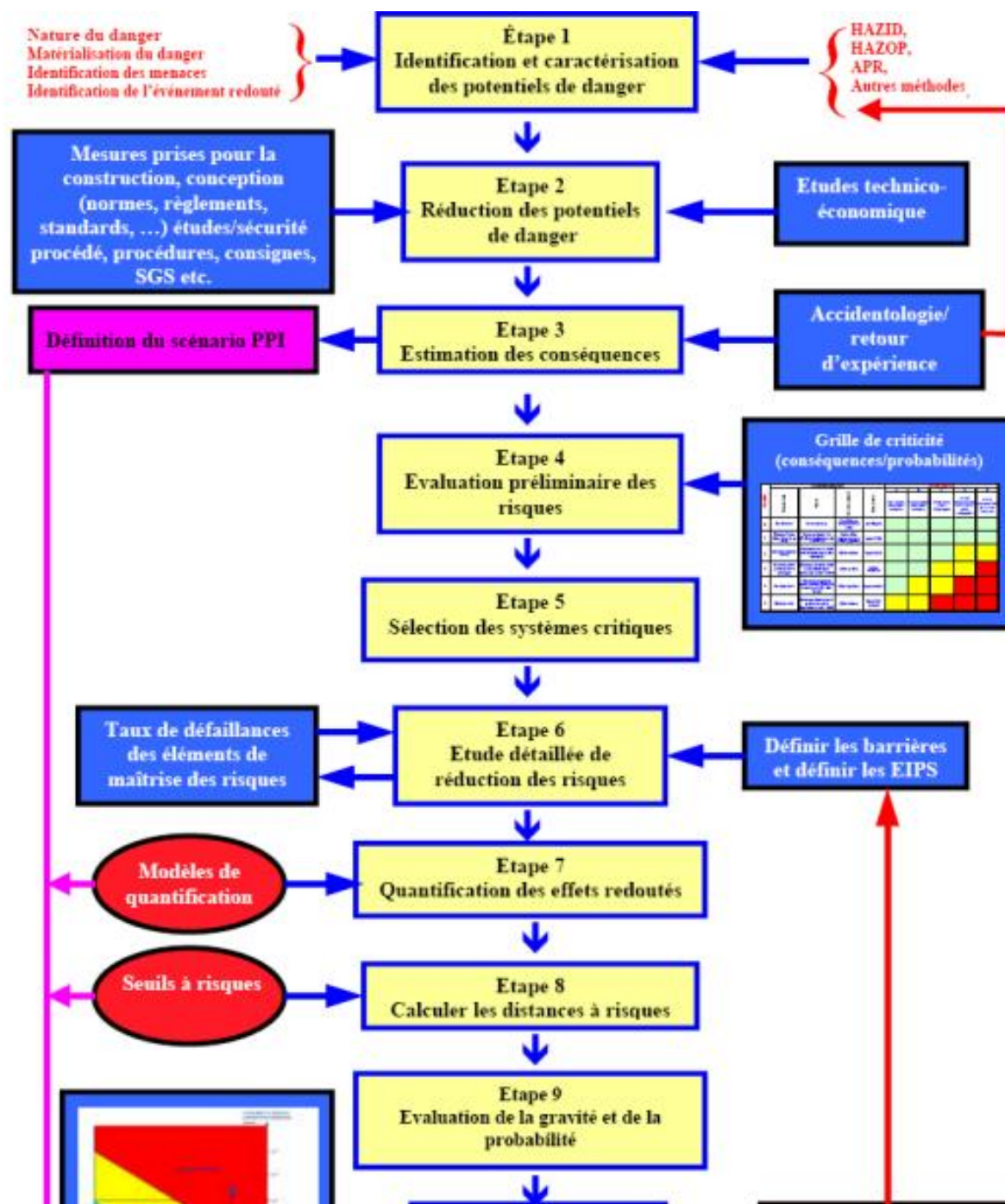


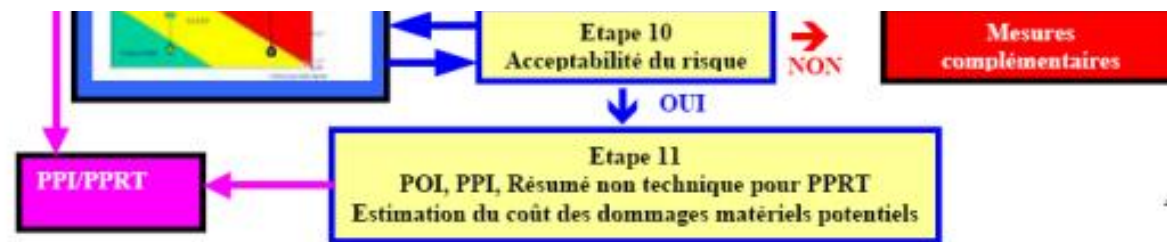
L'évènement principal, appelé évènement redouté central (ERC), est l'évènement majeur indésirable auquel le système peut être soumis. C'est le noyau du principe du noeud papillon. L'élaboration de l'arbre des causes permet de remonter à l'identification des dangers et des différents évènements initiateurs tandis que l'élaboration de l'arbre d'évènements nous conduit à déterminer le (ou les) phénomène(s) dangereux que l'ERC peut générer ainsi que toutes les conséquences (ou effets) possibles.

Un noeud papillon regroupe donc sur un même graphique les différents scénarios qui comprennent un même ERC. Un scénario donné peut être lu à partir du logigramme en noeud papillon en suivant une branche unique depuis la partie gauche du graphique (arbre de défaillances) jusqu'à son extrémité droite (arbre d'évènements).

A titre d'illustration, dans le domaine des ICPE, la méthode du noeud papillon est mise en oeuvre au travers de

onze étapes fondamentales pour l'analyse des risques, résumées à la figure suivante:





4

source : COURONNEAU J.C. Mise en oeuvre de la nouvelle approche d'analyse des risques dans des installations classées (Principes généraux pour l'élaboration des études de dangers). 2004-12p.

Ouvrage : on entend par ouvrage le barrage, en comprenant la structure génie civil et sa fondation, ainsi que les ouvrages de sécurité (vannes, évacuateurs de crues, dispositif d'auscultation...).

Remarque : dans l'étude de dangers, la partie « description de l'ouvrage » (rubrique 3.2) recouvre l'ensemble du système étudié dans l'étude, à savoir l'ouvrage (tel que défini ci-dessus) et sa retenue.

Phénomène dangereux : manifestation physique concrète d'un potentiel de dangers, pouvant se traduire par exemple par un incendie, une explosion ou une libération importante d'eau ou de sédiments. On parle d'accident majeur lorsque ce phénomène peut avoir des conséquences importantes sur des enjeux.

Politique de prévention des accidents majeurs (ou PPAM) : politique mise en place par l'exploitant sur la base des accidents envisagés dans l'étude de dangers, en vue de prévenir les accidents majeurs et de limiter leurs conséquences pour l'homme et l'environnement. Des précisions sur cette notion sont apportées dans le présent guide (voir les commentaires de la rubrique 4).

Potentiel de dangers : Système (naturel ou créé par l'homme) comportant un (ou plusieurs) danger(s). On entend par « danger » une propriété intrinsèque (énergie potentielle, toxicité, explosibilité, inflammabilité...) à un système technique (retenue d'eau, élévation d'une charge, mise sous pression d'un liquide ou d'un gaz...), à une substance (matières constituant des sédiments, polluants...), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable ».

Risque : « Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73)

« Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51)

1/ Possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition aux effets d'un phénomène dangereux.

Dans le contexte propre au « risque technologique », le risque est, pour un accident donné, la combinaison de la

probabilité d'occurrence d'un événement redouté/final considéré (incident ou accident) et la gravité de ses conséquences sur des éléments vulnérables

2 / Espérance mathématique de pertes en vies humaines, blessés, dommages aux biens et atteinte à l'activité économique au cours d'une période de référence et dans une région donnée, pour un aléa particulier. Le risque est le produit de l'aléa par la vulnérabilité [ISO/CEI Guide 51]

Le risque constitue une "potentialité". Il ne se « réalise » qu'à travers "l'événement accidentel", c'est-à-dire à travers la réunion et la réalisation d'un certain nombre de conditions et la conjonction d'un certain nombre de circonstances qui conduisent, d'abord, à l'apparition d'un (ou plusieurs) élément(s) initiateur(s) qui permettent, ensuite, le développement et la propagation de phénomènes permettant au "danger" de s'exprimer, en donnant lieu d'abord à l'apparition d'effets et ensuite en portant atteinte à un (ou plusieurs) élément(s) vulnérable(s).

Le risque peut être décomposé selon les différentes combinaisons de ses trois composantes que sont l'intensité, la vulnérabilité et la probabilité (la cinétique n'étant pas indépendante de ces trois paramètres) :

Intensité x Vulnérabilité = gravité des dommages ou conséquences

Intensité x Probabilité = aléa

Risque = Intensité x Probabilité x Vulnérabilité = Aléa x Vulnérabilité = Conséquences x Probabilité

Dans les analyses des risques et les études de dangers, le risque est généralement qualifié en Gravité (des Conséquences) x Probabilité, par exemple dans une grille P x G.

Scénario d'accident (majeur) : enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse des risques. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse des risques utilisées et des éléments disponibles.

Scénario de défaillance : combinaison unique d'états des composants du système ou de son environnement, définissant une suite de circonstances pertinentes pour la phase d'estimation des risques, pouvant conduire à un ou plusieurs phénomènes dangereux. De manière générale, pour un ouvrage hydraulique, on peut dire également qu'un scénario de défaillance peut être la combinaison d'un mode de rupture et d'une circonstance. On parle de scénario d'accident dès lors qu'un scénario de défaillance peut conduire à un accident majeur et que l'on s'intéresse à ses conséquences.

Système de gestion de la sécurité (ou SGS) : ensemble des dispositions mises en oeuvre par l'exploitant au niveau de l'ouvrage, relatives à l'organisation, aux fonctions, aux procédures et aux ressources de tout ordre ayant pour objet la prévention et le traitement des accidents majeurs. Des précisions sur cette notion sont apportées dans le présent guide (voir les commentaires de la rubrique 4).

Vulnérabilité : propriété qualifiant les enjeux, attachée au degré relatif de perte de valeur de l'enjeu s'il est affecté par un aléa de nature et d'intensité données. La vulnérabilité est généralement exprimée sur une échelle

de 0 (pas de perte) à 1 (perte complète).

A une autre échelle, la vulnérabilité exprime aussi un ensemble de conditions et de processus résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques et environnementaux, qui accroissent la susceptibilité de la collectivité aux conséquences des aléas .

Annexe 1 : exemples de grilles de probabilités d'occurrence

Les deux premières grilles s'inscrivent dans une logique d'appréciation des scénarios dans leur globalité tandis que la troisième s'inscrit dans une logique d'évaluation de la probabilité événement par événement.

Grille définissant 5 classes de probabilités d'occurrence

Grille utilisée en ICPE pour la caractérisation des scénarios d'accidents présentés dans une étude de dangers (cf. annexe 1 de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation)

<div> <div>Classe de probabilité</div> <div>Type d'appréciation</div> </div>	E	D	C	B	A
qualitative¹ (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants) ²	« événement possible mais extrêmement peu probable » : <i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années installations..</i>	« événement très improbable » : <i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i>	« événement improbable » : <i>un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction</i>	« événement probable » : <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.</i>	« événement courant » : <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installations, malgré d'éventuelles</i>

			<i>garantie de réduction significative de sa probabilité,</i>	<i>mesures correctives.</i>
semi-quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté			
Quantitative (par unité et par an)	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}

(1) Ces définitions sont conventionnelles et servent d'ordre de grandeur de la probabilité moyenne d'occurrence observable sur un grand nombre d'installations × années. Elles sont inappropriées pour qualifier des événements très rares dans des installations peu nombreuses ou faisant l'objet de modifications techniques ou organisationnelles. En outre, elles ne préjugent pas l'attribution d'une classe de probabilité pour un événement dans une installation particulière, qui découle de l'analyse de risque et peut être différent de l'ordre de grandeur moyen, pour tenir compte du contexte particulier ou de l'historique des installations ou de leur mode de gestion.

(2) Un retour d'expérience mesuré en nombre d'années × installations est dit suffisant s'il est statistiquement représentatif de la fréquence du phénomène (et pas seulement des événements ayant réellement conduit à des dommages) étudié dans le contexte de l'installation considérée, à condition que cette dernière soit semblable aux installations composant l'échantillon sur lequel ont été observées les données de retour d'expérience. Si le retour d'expérience est limité, les détails figurant en italique ne sont en général pas représentatifs de la probabilité réelle. L'évaluation de la probabilité doit être effectuée par d'autres moyens (études, expertises, essais) que le seul examen du retour d'expérience.

Grille définissant 3 classes de probabilité d'occurrence pour les phénomènes de mouvement de terrain

Extrait du guide méthodologique MEDAD du 13/11/2007 pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Technologiques relatifs aux stockages souterrains visés à l'article 3-1 du Code Minier (rapport d'étude INERIS DRS-07-86164-03522A). Cette grille propose une correspondance avec la grille relative aux risques technologiques présentée ci-avant.

Classe de probabilité		E	D	C	B	A
Type d'appréciation						
Qualitative ³ (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations/sites et le retour d'expérience sont suffisants). ⁴	Techno	« événement possible mais extrêmement peu probable » <i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années et d'installations.</i>	« événement improbable » très <i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i>	« événement improbable » <i>un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis n'apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.</i>	« événement probable » <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.</i>	« événement courant » <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives.</i>
	Mouvements de terrain	<i>Très peu sensible à peu sensible : n'est pas impossible mais aucun événement similaire connu sur le site étudié ou sur un site similaire</i>	<i>Sensible : s'est déjà produit sur un site similaire ou le site étudié ou conjugaison de facteurs favorables à la survenue du phénomène redouté.⁵</i>		<i>Très sensible : s'est déjà produit sur un site similaire ou le site étudié et conjugaison d'un grand nombre de facteurs favorables à la survenue du phénomène redouté.⁵</i>	
Semi-quantitative		Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté.				
Quantitative (par unité et par an)		10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

Tableau 4 : Classes de probabilité d'occurrence pour les phénomènes de type thermique, surpression, toxique et mouvement de terrain

³ Ces définitions sont conventionnelles et servent d'ordre de grandeur de la probabilité moyenne d'occurrence observable sur un grand nombre d'installations*années. Elles sont inappropriées pour qualifier des événements très rares dans des installations peu nombreuses ou faisant l'objet de modifications techniques ou organisationnelles. En outre, elles ne préjugent pas l'attribution d'une classe de probabilité pour un événement dans une installation particulière, qui découle de l'analyse de risque et peut être différent de l'ordre de grandeur moyen, pour tenir compte du contexte particulier ou de l'historique des installations ou de leur mode de gestion.

⁴ Un retour d'expérience mesuré en nombre d'années * installations est dit suffisant s'il est statistiquement représentatif de la fréquence du phénomène (et pas seulement des événements ayant réellement conduit à des dommages) étudié dans le contexte de l'installation considérée, à condition que cette dernière soit semblable aux installations composant l'échantillon sur lequel ont été observées les données de retour d'expérience. Si le retour d'expérience est limité, les détails figurant en italique ne sont en général pas représentatifs de la probabilité réelle. L'évaluation de la probabilité doit être effectuée par d'autres moyens (études, expertises, essais) que le seul examen du retour d'expérience.

⁵ La classe « sensible » correspond à la classe de probabilité « C ». La classe « très sensible » correspond à la classe de probabilité « A ».

Grille définissant 6 classes de probabilités d'occurrence utilisées pour l'analyse des risques du barrage et de l'usine de Vallières (Etude OXAND – novembre 2003) :

Extrait présentant une description qualitative de 6 niveaux de fréquence, utilisés pour caractériser chaque mode de défaillance étudié dans le cadre d'une AMDEC

Description	Classe, niveau
Virtuel. Impossible	1
Très improbable. Jamais observé	2
Improbable. Observé en maintenance ou/et une fois en crue	3
Possible. Fréquemment observé en maintenance et occasionnellement en crue	4
Très probable. Fréquemment observé en crue et en maintenance	5
Certain	6

Annexe 2 : PPAM et SGS

Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM) : la politique de prévention des accidents majeurs (PPAM) est définie par le responsable de l'ouvrage en cohérence avec les accidents envisagés dans l'étude de dangers, pour prévenir ces derniers et en limiter les conséquences pour l'homme et l'environnement. Elle contient des objectifs chiffrés relatifs à la sécurité de l'ouvrage .

Remarque : la sécurité de l'ouvrage s'entend ici au sens de la prévention et du traitement des accidents majeurs : sont donc exclues de l'étude de dangers les problématiques de sécurité du personnel relatives au code du travail.

Système de Gestion de la Sécurité (SGS) : le système de gestion de la sécurité (SGS) décrit l'ensemble des moyens mis en oeuvre par le responsable de l'ouvrage pour répondre à la PPAM qu'il a définie. Ce système est plus ou moins développé selon la complexité et les enjeux de l'ouvrage. Par ailleurs, dans le cas où des procédures sont communes à plusieurs ouvrages et sont mentionnées dans la description du SGS, il est important de savoir comment celles-ci sont appliquées de manière concrète pour l'ouvrage étudié.

Le SGS définit l'organisation, les fonctions des personnels, les procédures et les ressources partie prenante à la PPAM, y compris les mesures de surveillance de l'ouvrage. Les différents documents qui constituent le SGS ne

sont pas nécessairement joints à l'étude de dangers mais doivent y être cités de manière explicite (avec leurs références précises), synthétisés et tenus à la disposition du service de contrôle.

Dans le détail, la description du SGS peut comporter les rubriques suivantes :

a) Organisation, formation

- les fonctions des personnels associés à la prévention et au traitement des accidents majeurs, à tous les niveaux de l'organisation ;
- les besoins en matière de formation, l'organisation de ces formations ainsi que la définition et l'adéquation de leur contenu ;
- la répartition entre ressources internes et autres ressources, notamment la sous-traitance ; dans ce dernier cas, les modalités de recours à cette sous-traitance et les modalités de son contrôle sont décrites.

b) Identification et évaluation des risques d'accidents majeurs

Le SGS doit décrire les procédures mises en oeuvre pour permettre une identification systématique des risques d'accident majeur susceptibles de se produire en toute configuration d'exploitation des installations.

Ces procédures doivent permettre d'apprécier les possibilités d'occurrence et d'évaluer la gravité des risques d'accidents identifiés.

c) Maîtrise d'exploitation en situation normale ou lors de phases provisoires (opérations de vidange, travaux, remise en eau ...)

L'organisation mise en place pour permettre l'exploitation des installations dans des conditions de sécurité optimales est décrite par l'exploitant au travers des consignes de surveillance et d'auscultation, d'exploitation hors crues et de crues, éventuellement complétées par des procédures internes et des instructions.

Les phases de mise à l'arrêt et de démarrage des installations, d'arrêt, de même que les modifications apportées aux installations, les travaux ou les opérations d'entretien et de maintenance, même sous-traitées, font l'objet de telles procédures. Les conditions exceptionnelles d'exploitation qui peuvent en résulter font l'objet d'une réflexion préalable et peuvent donner lieu à des procédures particulières.

Les procédures de mise en sécurité de l'ouvrage (mesures d'exploitation...) suite à une sollicitation particulière de l'ouvrage, due par exemple à la survenance d'un événement exceptionnel (séisme...), doivent être décrites.

d) Gestion des situations d'urgence

En cohérence avec les procédures du point b (identification et évaluation des risques d'accidents majeurs) et du point c (maîtrise d'exploitation), le SGS doit décrire les procédures mises en oeuvre pour la gestion des situations d'urgence. Ces procédures peuvent faire l'objet :

- d'une formation spécifique dispensée à l'ensemble du personnel concerné travaillant dans l'établissement, y compris le personnel d'entreprises extérieures appelé à intervenir momentanément dans l'établissement ;

- de mises en oeuvre expérimentales régulières et, si nécessaire, d'aménagement ;
- de « fiches réflexes » facilement accessibles rappelant les conduites à tenir en cas d'accident.

e) Gestion du retour d'expérience

Le SGS doit décrire les procédures mises en oeuvre pour détecter les accidents et ceux évités de justesse sur l'ouvrage pour prendre en compte ceux survenus sur d'autres ouvrages du même type dans le monde), notamment lorsqu'il y a eu des défaillances de mesures de prévention, pour organiser les enquêtes et les analyses nécessaires, pour remédier aux défaillances détectées et pour assurer le suivi des actions correctives.

f) Contrôle du SGS, audits et revues de direction

f-1 Contrôle du système de gestion de la sécurité

Il est important que soient indiquées les dispositions prises par le responsable de l'ouvrage pour s'assurer du respect permanent des procédures élaborées dans le cadre du SGS, et pour remédier aux éventuels cas constatés de non-respect.

f-2 Audits

Cette rubrique doit permettre de mettre en évidence les procédures mises en oeuvre pour évaluer de façon périodique ou systématique :

- le respect des objectifs fixés dans le cadre de la politique de prévention des accidents majeurs,
- l'efficacité du SGS et son adéquation à la PPAM.

f-3 Revues de direction

Il est important de savoir si le responsable de l'ouvrage (équipe de direction) procède, notamment sur la base des éléments résultant des points e, f-1 et f-2, à une analyse régulière et documentée de la mise en oeuvre de la PPAM et de la performance du SGS.

Annexe 3 : exemples de méthodes conformes aux règles de l'art

Il peut s'agir par exemple de méthodes ayant fait l'objet de publications de la CIGB, du CFBR...ou qui se réfèrent à des textes réglementaires.

Hydrologie

- CFGB – Novembre 1994 – « Les crues de projet des barrages : Méthode du gradex – Design Flood Determination by the Gradex Method » - 18ème Congrès CIGB / ICOLD

Séismes

En matière de séismes, il peut être notamment utilisé la méthodologie proposée dans le guide d'évaluation des effets des séismes sur les barrages élaboré à l'issue de groupes de travail animés par le STEEGB (guide

« classification des barrages vis-à-vis des séismes » publié en décembre 2003).

Annexe 4 : Fiche de suivi d'une étude de dangers

La présente « fiche de suivi » se veut un outil pratique à la disposition des services de contrôle pour les aider à analyser et « gérer » les études de dangers qui leur seront transmises par les responsables d'ouvrages.

Dans certains cas d'espèces, la liste type de rubriques qui est proposée par la présente fiche devra être complétée en tant que de besoin. A contrario, certaines rubriques seront sans objet.

Enfin, il est précisé que la présente fiche de suivi distingue les cas suivants de « catégories » d'études de dangers : « EDD initiale ouvrage neuf », « EDD initiale modification substantielle ouvrage existant », « EDD initiale ouvrage existant », « Complément EDD "fait nouveau" à la demande du préfet » et « Révision décennale EDD » mais omet volontairement le cas des compléments demandés par le préfet hors « fait nouveau ». Ce dernier cas correspond au travail d'analyse et « d'instruction » effectué par le service de contrôle. C'est précisément à la fiche suiveuse qu'il revient de « gérer » ce travail (la fiche conservera un statut « ouvert » tant que les réponses n'auront pas été apportées par l'exploitant).

Edition (1 / 2 / 3 / ...) du ... [date de mise à jour] – **Statut** : ... [Ouvverte / Close]

Intitulé ouvrage hydraulique : ...

Responsable (concessionnaire / propriétaire / exploitant) : ...

Rubrique 0 – Résumé non technique de l'étude de dangers

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Un document résumé non technique	
Cartes explicatives	

Rubrique 1 – Renseignements administratifs

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Identification complète du propriétaire / concessionnaire de l'ouvrage ou de l'exploitant (s'il est différent)	
Références administratives complètes	
Référence décision de classement A, B ou C	
Identification complète rédacteur de l'EDD	

Rubrique 2 – Objet de l'étude

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Identification complète de ou des ouvrages englobés dans le périmètre de l'EDD	
Cartes explicatives associées	

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Statut de l'EDD : « <i>EDD initiale ouvrage neuf</i> », « <i>EDD initiale modification substantielle ouvrage existant</i> », « <i>EDD initiale ouvrage existant</i> », « <i>Complément EDD "fait nouveau" à la demande du préfet</i> » et « <i>Révision décennale EDD</i> »	
Référence PPI	

Rubrique 3 – Analyse fonctionnelle de l'ouvrage et de son environnement

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Description de l'ouvrage – description générale	
Plans et schémas associés à la description générale	
Description de l'ouvrage – génie civil	
Plans et schémas associés au génie civil	
Description de l'ouvrage – fondations	
Plans et schémas associés aux fondations	
Description de l'ouvrage – vantellerie	

Plans et schémas associés à la vantellerie	
Description de l'ouvrage – architecture générale de contrôle commande	
Plans et schémas associés au contrôle commande	
Description de l'ouvrage – dispositif d'auscultation	
Plans et schémas associés au dispositif d'auscultation	
Description de l'ouvrage – schémas généraux de l'alimentation électrique	
Plans et schémas associés à l'alimentation électrique	
Description de l'ouvrage – schémas généraux des télécommunications	
Plans et schémas associés aux télécommunications	
Description de l'ouvrage – fonctionnement	
Plans et schémas associés au fonctionnement	
Description de l'ouvrage – modes d'exploitation	
Plans et schémas associés aux modes d'exploitations	
Description des ouvrages annexes de sécurité	
Plans et schémas associés aux ouvrages annexes de sécurité	
Description de la retenue en termes de volume, surfaces et cotes du plan d'eau	
Cartographie associée à la description de la retenue	
Description des berges de la retenue	
Cartographie associée à la description des berges	
Description du relief autour de la retenue	

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Cartographie associée à la description du relief	
Description de la zone à l'aval du barrage en termes de zones d'habitations, d'activités et infrastructures	
Cartographie associée à la description de la zone à l'aval du barrage en termes de zones d'habitations, d'activités et infrastructures	

Rubrique 4 – Présentation de la politique de prévention des accidents majeurs et du système de gestion de la sécurité (SGS)

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Description de l'organisation du responsable	
Description de l'organisation sous-traitée	
Procédures d'identification et d'évaluation des risques d'accidents majeurs	
Procédures de surveillance de l'ouvrage	
Procédures de prise en compte du retour d'expérience	
Procédures de gestion des situations d'urgence	
Contrôle qualité des procédures	

Rubrique 5 – Identification et caractérisation des potentiels de dangers

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Caractérisation de la rupture totale du barrage	
Schémas associés à la caractérisation de la rupture totale du barrage	
Caractérisation de la rupture partielle du barrage	
Schémas associés à la caractérisation de la rupture partielle du barrage	
Caractérisation des phénomènes gravitaires rapides susceptibles d'affecter la retenue	
Schémas associés à la caractérisation des phénomènes gravitaires rapides susceptibles d'affecter la retenue	
Caractérisation d'un dysfonctionnement d'un organe du barrage	
Schémas associés à la caractérisation d'un dysfonctionnement d'un organe du barrage	
Caractérisation d'une manœuvre inadaptée d'un organe du barrage	
Schémas associés à la caractérisation d'une manœuvre inadaptée d'un organe du barrage	

Rubrique 6 – Caractérisation des aléas naturels

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Estimation de la probabilité d'occurrence de la crue ou des autres phénomènes naturels susceptibles de mettre l'ouvrage en danger.	
Description de la méthode d'évaluation des crues de retour 1000 ans et 5000 ans pour les barrages dans le cas général, de la crue de retour 10000 ans pour les barrages en remblais.	
Présentation des données hydrologiques prises en compte pour l'évaluation des crues	
Pour un barrage dans le cas général, résultat de l'application de la méthode pour la crue de retour 1000 ans	
Pour un barrage dans le cas général, résultat de l'application de la méthode pour la crue de retour 5000 ans	
Pour un barrage dans le cas général, résultat de l'application de la méthode pour la crue de retour 5000 ans	
Pour un barrage en remblais, résultat de l'application de la méthode pour la crue de retour 10000 ans	
Description de la méthode de détermination du séisme de référence	
Données prises en compte pour la caractérisation du séisme	
Caractérisation du séisme	

Rubrique 7 – Etude accidentologique et retour d'expérience

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Accidents et incidents survenus sur l'ouvrage	
Description des mesures prises	
Accidents et incidents survenus sur d'autres ouvrages	
Description des mesures prises	

Rubrique 8 – Identification et caractérisation des risques en termes de probabilité d'occurrence, d'intensité et de cinétique des effets, et de gravité des conséquences

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Description théorique de la méthodologie d'identification et d'analyse des risques	
Description de l'expertise mobilisée pour la mise en œuvre de la méthodologie	
Définition précise des critères utilisés pour caractériser les différents accidents potentiels appliqués à l'ouvrage étudié sur la base des paramètres suivants : probabilité d'occurrence, cinétique, intensité des effets et gravité des conséquences	

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du
--	---

	document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Liste et explicitation détaillée des différents scénarios de défaillance possibles	
Justification de la sécurité intrinsèque de l'ouvrage	
Onde de submersion correspondant à la rupture de l'ouvrage	
Onde de submersion correspondant à des accidents présentant un niveau de risque comparable	
Synthèse des scénarios positionnés les uns par rapport aux autres en fonction de leur probabilité d'occurrence et de la gravité des conséquences	

Rubrique 9 – Etude de réduction des risques

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Liste, explicitation et justification des mesures de réduction des risques déjà mises en œuvre	
Liste et explicitation des études complémentaires à conduire pour s'assurer complètement de la sécurité de l'ouvrage ou préalable à la définition de mesures complémentaires	
Engagement du responsable sur un délai pour produire les études complémentaires	
Liste, explicitation et justification des mesures de réduction des risques restant à prendre	
Engagement du responsable sur un délai pour mettre en œuvre les mesures de réduction des risques	
Mesures compensatoires dans l'attente de la mise en œuvre des mesures de réduction des risques ou des études complémentaires	

Rubrique 10 – Cartographie

	Réponse responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse etc.)
Plan de situation du barrage et de la retenue	
Carte des populations concernées à l'aval	
Carte des activités humaines concernées à l'aval	
Carte de l'onde de submersion	