

**GUIDE DE LECTURE
DES ÉTUDES DE DANGERS DES BARRAGES**

Mise à jour : août 2012

SOMMAIRE

RAPPELS LÉGISLATIFS ET RÉGLEMENTAIRES	3
PRÉAMBULE.....	7
GUIDE DE LECTURE DU CONTENU DE L'ÉTUDE DE DANGERS.....	9
0.- RÉSUMÉ NON-TECHNIQUE DE L'ÉTUDE DE DANGERS.....	9
1.- RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS.....	9
2.- OBJET DE L'ÉTUDE	10
3.- ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'OUVRAGE ET DE SON ENVIRONNEMENT.....	10
3.1.- <i>Description de l'ouvrage</i>	11
3.2.- <i>Description de l'environnement de l'ouvrage</i>	13
4.- PRÉSENTATION DE LA POLITIQUE DE PRÉVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS ET DU SYSTÈME DE GESTION DE LA SÉCURITÉ (SGS).....	14
5.- IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES POTENTIELS DE DANGERS.....	15
6.- CARACTÉRISATION DES ALÉAS NATURELS.....	16
7.- ÉTUDE ACCIDENTOLOGIQUE ET RETOUR D'EXPÉRIENCE.....	18
8.- IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES RISQUES EN TERMES DE PROBABILITÉ D'OCCURRENCE, D'INTENSITÉ ET DE CINÉTIQUE DES EFFETS, ET DE GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES.....	19
I.- Description et principes de la méthodologie utilisée.....	20
II.- Détermination des scénarios de défaillance.....	21
II.-a) Généralités.....	21
II.-b) Exemples de modes de rupture ou de circonstances pouvant être pris en compte pour l'identification des situations à risques.....	22
II.-c) Précisions sur la détermination des scénarios relevant des risques intrinsèques à l'ouvrage	23
II.-d) Précisions sur les scénarios liés au passage d'une crue exceptionnelle ou extrême au travers d'un barrage.....	24
II.-e) Précisions sur les scénarios liés aux phases de travaux ou aux ouvrages neufs.....	24
III.- Evaluation des scénarios d'accidents.....	24
III.-a) Probabilités d'occurrence	24
III.-b) Intensité.....	25
III.-c) Cinétique.....	26
III.-d) Gravité.....	26
III.-e) Précisions relatives à l'étude de propagation d'une onde de submersion	28
III.-f) Précisions relatives à l'évaluation des barrières de sécurité (mesures de maîtrise des risques).....	29
III.-g) Criticité	29
9.- ÉTUDE DE RÉDUCTION DES RISQUES.....	30
Précisions sur le niveau d'acceptabilité du risque.....	31
10.- CARTOGRAPHIE.....	32
GLOSSAIRE / DÉFINITIONS.....	34
ANNEXE 1 : EXEMPLES DE GRILLES DE PROBABILITÉS D'OCCURRENCE.....	42
ANNEXE 2 : PPAM ET SGS.....	44
ANNEXE 3 : EXEMPLES DE MÉTHODES CONFORMES AUX RÈGLES DE L'ART.....	46
ANNEXE 4 : PRISE EN COMPTE DES BARRAGES AMONT.....	47
ANNEXE 5 : FICHE DE SUIVI D'UNE ÉTUDE DE DANGERS.....	49

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. 1^{er}.- 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.

Arrêté du 18 février 2010 précisant les catégories et critères des agréments des organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques ainsi que l'organisation administrative de leur délivrance

Art. 1er. – Les différentes catégories des agréments pouvant être sollicités par les organismes mentionnés au 1o du III de l'article L. 211-3 susvisé sont précisées ci-après :

- agrément Dignes et barrages - études et diagnostics ; cet agrément autorise son titulaire à effectuer pour un ouvrage hydraulique (barrage ou digue), quelle que soit sa classe, l'étude de dangers, le projet de réalisation ou de modification substantielle, la revue de sûreté et les diagnostics de sûreté ;
- agrément Dignes et barrages - études, diagnostics et suivi des travaux ; cet agrément autorise son titulaire à effectuer pour un ouvrage hydraulique (barrage ou digue), quelle que soit sa classe, l'étude de dangers, le projet de réalisation ou de modification substantielle, la mission de maîtrise d'œuvre décrite à l'article R. 214-120, la revue de sûreté et les diagnostics de sûreté ;
- [...]

Arrêtés ministériels du 7 avril 2011, du 15 novembre 2011 et du 30 mai 2012 portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques

Arrêté du 21 mai 2010 définissant l'échelle de gravité des événements ou évolutions concernant un barrage ou une digue ou leur exploitation et mettant en cause ou étant susceptibles de mettre en cause la sécurité des personnes ou des biens et précisant les modalités de leur déclaration

Art. 2.- Les événements ou évolutions à déclarer, concernant un barrage ou une digue ou leur exploitation et mettant en cause ou étant susceptibles de mettre en cause la sécurité des personnes ou des biens, sont les suivants :

a) Les événements importants pour la sûreté hydraulique (EISH) :

Le propriétaire ou l'exploitant de tout ouvrage hydraulique ou, pour un barrage concédé en application de la loi du 16 octobre 1919 susvisée, le concessionnaire, ci-après désigné « le responsable », déclare les événements à caractère hydraulique intéressant la sûreté hydraulique relatifs à une action d'exploitation, au comportement intrinsèque de l'ouvrage ou à une défaillance d'un de ses éléments, lorsque de tels événements ont au moins l'une des conséquences suivantes :

- atteinte à la sécurité des personnes (accident, mise en danger ou mise en difficulté) ;
- dégâts aux biens (y compris lit et berges de cours d'eau et retenues) ou aux ouvrages hydrauliques ;
- pour un barrage, une modification de son mode d'exploitation ou de ses caractéristiques hydrauliques (cote du plan d'eau...).

Dans le cas des barrages concédés, les EISH concernent l'ensemble du périmètre de la concession ; ce périmètre inclut notamment les galeries d'amenée et les conduites forcées.

b) Les événements ou évolutions précurseurs pour la sûreté hydraulique (PSH) :

Le responsable d'un barrage de classe A ou de classe B déclare les événements précurseurs ou évolutions pouvant avoir un impact en termes de sûreté hydraulique. Sont concernés les dysfonctionnements liés aux défaillances de « barrières de sécurité », identifiées dans une étude de dangers, pouvant entraîner la perte de fonctions de sécurité du type « retenir l'eau », « maîtriser la cote de la retenue à l'amont de l'ouvrage » ou « maîtriser le débit relâché à l'aval ».

Les PSH sont notamment destinés à alimenter une base de données et à faciliter la réalisation et la lecture critique de l'étude accidentologique requise dans les études de dangers des barrages.

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 se trouvent ici remerciés :

- les membres du groupe de travail DGPR « études de dangers barrages » réuni de 2009 à 2011. La liste détaillée des participants à ce groupe de travail est disponible dans le rapport 2009-2011 de ce groupe de travail présidé par Philippe CRUCHON (président du CTPBOH) ; secrétariat technique assuré par le BETCGB (Éric BRANDON). Il comprend en particulier des représentants de :
 - dix DREAL chargées du contrôle des barrages (Alsace, Aquitaine, Bourgogne, Champagne Ardenne, Franche-Comté, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi-Pyrénées, PACA et Rhône-Alpes) ;
 - l'appui technique barrages (BETCGB et IRSTEA) et ponctuellement digues (CETE Méditerranée) ;
 - la DGPR (STEEGBH) ;
 - l'INERIS (dans le cadre du DRA91, programme d'appui à la DGPR dans le domaine de la maîtrise des risques sur les ouvrages hydrauliques).

Sans qu'il soit possible de tous les citer, il convient particulièrement de remercier les principaux contributeurs aux réunions du GT et aux livrables conduisant à la présente version du guide de lecture :

- DGPR : Eric BRANDON (STEEGBH / BETCGB), Philippe CRUCHON, Jean-Marc KAHAN (STEEGBH), Patrick LE DELLIU (STEEGBH / BETCGB)
 - DREAL Franche-Comté : Olivier GIACOBI
 - DREAL Limousin : Christelle ADAGAS, Philippe LAMARSAUDE
 - DREAL Midi-Pyrénées : Céline TONIOLO
 - DREAL PACA : Bruno PATOUILLET, Pierre ROUSSEL
 - DREAL Rhône-Alpes : Guillaume DINOCHÉAU, Cécile SCHRIQUI
 - INERIS : Thibault BALOUIN
 - IRSTEA : Laurent PEYRAS, Daniel POULAIN, Paul ROYET
-
- les membres du groupe de travail « Stratégie d'Analyse d'Évaluation et de Maîtrise des Risques Technologiques » dont une saisine par le DGPR a été réalisée à l'automne 2011 : avis du 9 décembre 2011 ;

 - les principaux rédacteurs de la version initiale du guide de lecture relatif aux études de dangers de barrages du 31 octobre 2008 : Eric BRANDON (BETCGB), Philippe CRUCHON (président du CTPBOH), Gérard DEGOUTTE (CEMAGREF), Maxime DU BOIS (STEEGBH), Catherine GUENON (DSC), Jean-Marc KAHAN (STEEGBH), Patrick LE DELLIU (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 fluviales fait l'objet d'une publication séparée, compte tenu de la spécificité du sujet : une mise à jour de celle-ci est à venir et traitera à la fois des inondations fluviales et maritimes.

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) ainsi que 5 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 de contrôle dans le niveau de sécurité annoncé pour l'ouvrage, dans le cadre des conclusions de la rubrique 9. De ce point de vue, même si la forme définie par l'arrêté du 12 juin 2008 met en avant des rubriques distinctes, celles-ci ne doivent pas être considérées de manière cloisonnée, aussi bien dans la réalisation de l'étude que dans la lecture critique de celle-ci : pour un scénario d'accident donné, la bonne compréhension passe par une lecture conjointe des différentes rubriques de l'étude de dangers qui comprennent les données d'entrée à prendre en compte dans l'analyse présentée à la rubrique 8. Par conséquent, il est important que le niveau de détail entre les différentes parties soit homogène et que tous les éléments utilisés dans l'analyse de risques (composants de l'ouvrage, mesures de maîtrise des risques, enjeux etc.) fassent l'objet d'une présentation préalable suffisamment détaillée dans les rubriques qui comportent les données d'entrée. 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*. Enfin, de manière plus globale, le service de contrôle doit pouvoir s'assurer que les participants à la réalisation de l'étude de dangers disposaient bien d'une bonne connaissance de l'ouvrage et que les nombreux documents qui ont servi à mener l'analyse sont clairement référencés dans l'étude de dangers.

En ce qui concerne la complémentarité avec la revue de sûreté pour les barrages de classe A, il est primordial que l'étude de dangers puisse être finalisée suffisamment tôt avant la revue de sûreté qui est remise tous les dix ans (idéalement deux à trois ans avant) pour pouvoir répondre à l'exigence du décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007 (article R. 214-129 du code de l'environnement et article 20-III du cahier des charges type des entreprises hydrauliques concédées). Dans les cas où cela n'a pas pu être fait durant la phase transitoire de remise des premières études de dangers, il est important que la planification de la mise à jour des études de dangers puisse répondre à cette logique. La description des ouvrages, des fonctions de sécurité associées, des niveaux de risques et l'analyse de la validité de données fondamentales (dimensionnement, stabilité, aléas sismiques et hydrologiques) sont d'abord du ressort de l'étude de dangers ; celle-ci permet d'obtenir une « photographie » du niveau de sécurité de l'ouvrage à un instant donné (au moment de la remise de l'étude ou peu de temps après celle-ci si les travaux sont démarrés ou s'ils sont totalement définis et programmés à court terme). La revue de sûreté dresse quant à elle un bilan sur l'état et le comportement des ouvrages : elle tient compte d'une part des

études existantes, avec en particulier les analyses et les recommandations issues de l'étude de dangers, et d'autre part d'un examen complet de l'ouvrage incluant ses parties usuellement noyées ou difficilement accessibles et d'une analyse approfondie des rapports de surveillance, de visites techniques approfondies et d'auscultation de la période écoulée. Elle débouche sur un programme d'actions que le propriétaire s'engage à entreprendre sur la décennie à venir pour maintenir et améliorer le niveau de sûreté de l'ouvrage : elle reprend et détaille notamment les actions envisagées dans l'étude de dangers à la rubrique 9 (mesures de réduction des risques).

Il convient de rappeler qu'une étude de dangers est publique, sous réserve que l'instruction de l'étude soit terminée. Toute personne peut y accéder en s'adressant à la préfecture : le droit d'accès à l'information concerne en premier lieu les éléments permettant de décrire précisément les phénomènes dangereux et les risques auxquels des enjeux peuvent être exposés. Comme expliqué dans les commentaires relatifs à la description des ouvrages (rubrique 3), les informations détaillées dont la divulgation serait de nature à porter atteinte à la sécurité publique ou éventuellement dévoiler un secret industriel et commercial¹ peuvent trouver leur place dans des annexes explicitement identifiées comme confidentielles par le rédacteur de l'étude de dangers. De ce point de vue, la communicabilité de l'étude de dangers ne doit pas constituer un obstacle à la remise des éléments détaillés permettant au service de contrôle d'appréhender correctement les ouvrages décrits et l'analyse de leurs défaillances.

¹ On entend par secret industriel et commercial : le secret des procédés (notamment les activités de recherche et développement), des informations économiques et financières et des stratégies commerciales.

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 :

Il convient de s'assurer du caractère « non-technique » des informations qu'il contient. Les termes techniques doivent être expliqués. Par exemple, l'emploi de matrices de criticité à ce stade du document, que ce soit pour décrire la situation existante ou pour expliciter les axes de progrès (mesures de réductions des risques) doit être accompagné d'explications pour les rendre compréhensibles.

On doit pouvoir trouver un bon équilibre entre rédaction suffisamment communicante et portée des informations que le résumé peut contenir (cas d'informations facilement utilisables et déformées sorties de leur contexte).

Il est important de vérifier que le résumé ne contient pas d'information nouvelle qu'on ne trouverait pas dans d'autres parties de l'étude.

Le résumé non technique doit être considéré comme le premier vecteur de communication externe de l'étude de dangers. Ceci impose un style de rédaction et de contenu de façon à dire l'essentiel sans être inutilement anxiogène. Le volume du résumé non-technique ne devrait idéalement pas dépasser une dizaine de pages.

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.

Les éventuels avenants aux décrets ou aux arrêtés d'attribution des concessions font également partie des références administratives attendues.

Le service de contrôle est invité à vérifier la cohérence des informations contenues dans cette rubrique avec les renseignements enregistrés dans le système d'information des ouvrages hydrauliques (SIOUH).

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 :

1^{er} § : pas de commentaire.

2^{ème} § : pour les barrages concernés, le service de contrôle peut s'assurer que les éléments d'analyse de risques déjà formalisée dans un dossier relatif à l'élaboration d'un plan particulier d'intervention sont bien repris et, si nécessaire, actualisés dans le cadre de l'étude de dangers (celle-ci incluant l'analyse de risques requise pour les dossiers PPI). 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).

3^{ème} § : il est important d'insister sur la prise en compte des organes de sécurité (vidange, évacuation des crues) et des éventuels bouchons de dérivation provisoire dans le périmètre du système étudié. Concernant les équipements de production (prises d'eau, usine hydroélectrique, conduites forcées, galeries, chambre de mise en eau...), il est légitime qu'ils ne soient pris en compte dans l'étude de dangers que s'ils sont susceptibles d'intervenir comme enjeux ou agresseurs externes pour le barrage et ses organes de sécurité. Une présentation détaillée de ces équipements est attendue soit dans la rubrique 3.2 (pour comprendre en quoi ils peuvent intervenir comme agresseur ou comme enjeu pour l'ouvrage), soit directement dans la rubrique 3.1 (si le rédacteur les a intégrés au périmètre de l'ouvrage ; dans ce dernier cas, ils font alors l'objet dans la suite de l'étude de dangers d'une évaluation des conséquences de leurs défaillances).

Une même étude de dangers peut le cas échéant concerner plusieurs ouvrages ; c'est notamment recommandé lorsqu'il s'agit de barrages classés A ou B autour de la même retenue. Les interactions entre ces différents ouvrages (modes d'exploitation, gestion des crues...) se doivent alors d'être précisées dans la rubrique 3 de l'étude. Le cas échéant, elle intègre les barrages de taille moins importante concernant la même retenue et qui peuvent alors être considérés comme des ouvrages annexes et pris en compte de la même façon qu'indiqué au paragraphe précédent.

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.

Il convient donc d'identifier au travers de l'analyse fonctionnelle, les fonctions de sûreté et de sécurité assurées par les différents composants de l'ouvrage étudié.

3.1.- Description de l'ouvrage

L'ouvrage est décrit sous les aspects suivants : génie civil, fondation, vannerie, 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 notamment la retenue, les ouvrages de sécurité (vannes, évacuateurs de crues, dispositif d'auscultation...) et les éventuels bouchons de dérivation provisoire, conformément au périmètre de l'ouvrage que le rédacteur a défini à la rubrique 2. Il faut veiller à ce qu'aucun composant essentiel et aucun mode d'exploitation ne soient oubliés à ce stade de l'étude car cela a un impact sur les risques identifiés ensuite à la rubrique 8 et associés à ces éléments. Il y a en effet une correspondance directe entre le niveau de détail retenu dans la présentation de l'ouvrage et la finesse de l'analyse de risques.

L'analyse fonctionnelle de l'ouvrage recense les différents composants de l'ouvrage sans oublier leurs fonctions ainsi que leurs relations les uns par rapport aux autres. Cette présentation (textes et schémas adaptés) doit permettre au service de contrôle :

- d'identifier et de localiser sur l'ouvrage les différents composants cités dans l'étude, en particulier dans l'accidentologie (rubrique 7), l'analyse des risques (rubrique 8) et l'étude de réduction des risques (rubrique 9) ;
- de comprendre l'incidence liée à la perte de fonctions assurées par un ou plusieurs composants (identification des modes de défaillance du système, réalisée à la rubrique 8) ;
- de comprendre les choix technologiques effectués (notamment en ce qui concerne les organes mécaniques complexes ou encore les automates et les boucles de contrôle-commande) ou les principes de redondance prévus (par exemple, concernant la mesure de la cote d'un plan d'eau, les chemins de câbles électriques, le renvoi d'alarmes vers des agents, les systèmes d'étanchéité, les dispositifs de drainage, l'éclairage du parement ou d'autres composants de l'ouvrage...).

De ce point de vue, le niveau de détail retenu permet notamment de mettre en évidence les différentes sources d'énergie possibles (réseau électrique, groupe électrogène fixe ou mobile, batterie, actionnement manuel...), les principaux composants d'une chaîne cinématique mobilisée lors de la manœuvre d'une vanne (centrale hydraulique, moteur, vérin, treuil et chaînes, ...) ou ceux impliqués dans une boucle de contrôle-commande (capteurs, unités de traitement, modes de transmissions d'informations et actionneurs). En outre, dans le reste de l'étude de dangers, il permet une évaluation des barrières de sécurité mises en évidence comme cela peut être réalisé dans le domaine des ICPE sur la base de référentiels comme l'Oméga 10 et l'Oméga 20 (cités en annexe 3).

Dans cette logique, on doit obligatoirement retrouver dans cette rubrique une description de tout composant dont la défaillance est étudiée comme événement initiateur, événement redouté central ou faisant l'objet d'un retour d'expérience particulier ainsi que toute barrière de sécurité permettant de maîtriser ou de réduire les risques présentés dans l'étude.

Pour des raisons de confidentialité que le responsable d'ouvrage devra être en mesure d'expliquer, les descriptions peuvent ne pas indiquer la localisation ou la constitution précises de tel ou tel système de l'ouvrage et être remplacées dans le corps de l'étude de dangers par des éléments simplifiés. Dans ce cas, le détail est à fournir dans des annexes explicitement identifiées comme confidentielles par le rédacteur (cf. préambule).

La capacité de l'évacuateur de crues doit être explicitée, ainsi que son mode d'évaluation (calcul, modèle réduit...) en lien avec les données contenues dans la rubrique 6 et pour les différentes cotes de retenue citées dans le document. Il est important d'insister également sur la nécessité que les ouvrages permettant d'assurer l'évacuation des crues fassent l'objet d'une description particulièrement détaillée. Il s'agit de systèmes plus ou moins complexes pouvant aller d'un simple seuil déversant jusqu'à des pertuis vannés dont la chaîne cinématique, les sources d'alimentation possibles et les boucles de contrôle-commande sont autant d'éléments à détailler pour en étudier ensuite les défaillances potentielles à la rubrique 8. Une analyse approfondie des systèmes d'évacuation des crues est un des éléments-clés d'une bonne étude de dangers.

La description des différents organes vannés mentionne également si des lâchers d'alerte sont définis en application de la circulaire interministérielle du 13 juillet 1999 relative à la sécurité des zones situées à proximité ainsi qu'à l'aval des barrages et aménagements hydrauliques, face aux risques liés à l'exploitation des ouvrages. Ces lâchers sont généralement conçus en tenant compte de la présence possible d'enjeux dans le cours d'eau ou à proximité de celui-ci (sites critiques à présenter à la rubrique 3.2). Le cas échéant, l'hydrogramme des lâchers d'alerte est à intégrer à l'étude de dangers. Ces éléments servent notamment à apprécier à la rubrique 8 les conséquences liées à des situations de non-respect de ces lâchers, qu'il s'agisse par exemple de scénarios de rupture ou d'ouverture intempestive.

Concernant le dispositif d'auscultation, les différents appareils en place et les périodicités de mesures associées doivent être rappelées (en lien avec la description des consignes de surveillance fournie à la rubrique 4). Dans le cas des barrages classés A, le jugement global porté sur la pertinence de l'ensemble du dispositif d'auscultation trouve sa place en priorité dans la revue de sûreté (dans le cadre du bilan décennal sur l'auscultation) ; au besoin, ceci ne doit pas empêcher une étude de dangers de se prononcer aux rubriques 7 à 9 sur l'inadéquation éventuelle d'une barrière de sécurité qui reposerait en partie sur l'auscultation effectuée. Les barrages de classe B sont dépourvus de revue de sûreté mais répondent à une logique similaire : l'analyse critique du dispositif d'auscultation doit pouvoir être assurée par l'ensemble « étude de dangers / rapports d'auscultation », l'étude de dangers s'attachant plus particulièrement dans la rubrique 8 à évaluer l'efficacité d'une barrière existante.

Cette rubrique 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.

L'inventaire des études existantes relatives au dimensionnement et à la vérification de la stabilité des ouvrages fait partie des éléments attendus dans cette rubrique. Le service de contrôle pourra vérifier que ces études y sont correctement référencées et couvrent bien d'une part la structure du barrage mais aussi ses organes de sécurité. En revanche, l'analyse critique des situations de projets traitées dans ces études et de la pertinence des méthodes de calculs utilisées est du ressort de la rubrique 8 de l'étude de dangers ; cette dernière est en effet amenée à identifier des scénarios de défaillance et des situations accidentelles vis-à-vis desquels les études existantes peuvent éventuellement nécessiter des mises à jour pour prendre en compte des cas de charges qu'elles n'auraient pas étudiés.

Dans le cas particulier des ouvrages présentant un linéaire important (pour fixer les idées, au-delà d'1 km de longueur), la description nécessite une décomposition des ouvrages en tronçons homogènes (hauteurs d'ouvrage, profil en travers, nature des matériaux, type de fondation...) qui permet de mener à la rubrique 8 une analyse des modes de défaillance propres à chaque tronçon ainsi défini.

Dans le cas particulier des ouvrages neufs ou des ouvrages devant faire l'objet de modifications ou de réparations, l'analyse fonctionnelle et la description de l'ouvrage concernent à la fois l'ouvrage au moment de la rédaction de l'étude de dangers mais aussi l'ouvrage futur. Le cas échéant, les états intermédiaires de l'ouvrage pendant les phases de travaux sont également décrits et analysés. Si les travaux et la configuration finale de l'ouvrage ne sont pas clairement définis au moment de la rédaction de l'étude de dangers, leur description et l'analyse des risques correspondants peut être effectuée ultérieurement (à intégrer au dossier de demande d'autorisation des travaux).

Pour les barrages de classe A, les éléments de description présents dans une étude de dangers et dans une revue de sûreté peuvent être les mêmes dans la mesure où ils constituent une base commune servant de point de départ à deux réflexions différentes : d'une part une analyse des modes de défaillance des composants et des barrières décrits (c'est l'étude de dangers) et d'autre part un bilan d'état et de comportement des composants et des barrières (ce qu'inclut la revue de sûreté).

La description du ou des ouvrages est clairement une des étapes essentielles exigée dans une étude de dangers et fait l'objet d'un processus de mise à jour au moins décennale. Dans un souci de simplification et de cohérence des informations disponibles pour les barrages des classes A et B, une description des ouvrages correctement

réalisée dans l'étude de dangers doit pouvoir servir de description de référence pour accompagner divers documents réglementaires à remettre périodiquement à l'administration (consignes, rapports de visites techniques approfondies, rapport de surveillance, revue de sûreté...).

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 :

Comme pour la rubrique 3.1, le service de contrôle doit pouvoir retrouver une correspondance directe entre le niveau de détail de l'analyse de risques et celui de la présentation de l'environnement de l'ouvrage. En particulier, la description des éléments pouvant se comporter comme des agresseurs externes du système étudié doit être suffisamment fine pour comprendre leurs éventuelles défaillances et en quoi le(s) phénomène(s) dangereux qu'ils impliquent peuvent affecter ou non l'ouvrage étudié.

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. Il convient alors d'en rappeler les principales caractéristiques (en particulier les types de barrages, leur hauteur et leur volume de retenue), utilisées dans le reste de l'étude de dangers pour évaluer les scénarios d'accidents impliquant potentiellement plusieurs barrages ;
- 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 de défaillance d'un de ses organes 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),
- les sites critiques identifiés à partir de la fréquentation du cours d'eau (à localiser sur une carte). On entend par site critique une zone pour laquelle les enjeux qui s'y trouvent sont vulnérables vis-à-vis d'un lâcher d'eau courant, provenant du barrage ou d'un de ses organes de sécurité (cf. également la circulaire interministérielle du 13 juillet 1999 précédemment citée).

L'attention du service de contrôle est appelée sur le fait que le nombre et la nature des enjeux identifiés peuvent (ou ont pu) intervenir dans une éventuelle décision de sur-classement d'un barrage de B vers A ou de C vers B.

Le service de contrôle s'assurera que l'environnement à l'aval décrit dans l'étude de dangers correspond au moins à une zone équivalente 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. De ce point de vue, la description amont ne doit pas se limiter par exemple à un unique barrage soumis à plan particulier d'intervention quand d'autres barrages de tailles plus modestes pourraient eux aussi être des agresseurs pour le barrage étudié (cf. également annexe 4).

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. Les données sont téléchargeables gratuitement depuis le site web du MEDDE. Par ailleurs, la couche cartographique Corine Land Cover est désormais accessible également depuis le site web Géoportail.

Par ailleurs, d'autres méthodes peuvent être également utilisées et adaptées aux ouvrages hydrauliques, comme par exemple la fiche 1 « Éléments pour la détermination de la gravité des accidents » de la circulaire MEEDDM du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

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 rubrique 1. En particulier, le service de contrôle devra s'assurer de l'absence d'inadéquation manifeste entre les moyens mis en œuvre 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.

Cette rubrique est essentielle pour appréhender correctement les aspects organisationnels garantissant la pertinence ou la fiabilité des barrières de sécurité identifiées dans l'analyse de risques. A noter d'ailleurs que beaucoup de barrières de sécurité identifiées correspondent à des systèmes technico-organisationnels. La présente rubrique complète donc les éléments de description technique normalement fournis à la rubrique 3.1.

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. Concernant les consignes et la description de l'organisation mise en place par l'exploitant, on rappelle que leur existence est spécifiquement prescrite par l'article R. 214-122 du code de l'environnement.

Afin de pouvoir juger de la validité des documents et des organisations mentionnés au regard des risques étudiés dans la suite de l'étude (rubriques 8 et 9), il est primordial que cette rubrique ne s'en tienne pas à des discours trop généraux : ce qui est spécifique à l'aménagement doit être explicité, en faisant notamment apparaître les dates et versions des documents cités.

Les consignes en application sont listées dans le SGS : le service de contrôle doit pouvoir retrouver dans la rubrique 4 des éléments portant sur des actions ou des organisations précises qui contribuent directement au bon fonctionnement de barrières de sécurité identifiées dans l'étude de dangers. Par ailleurs, à la rubrique 8, la cotation de l'efficacité de barrières liées à des actions de surveillance intègre un jugement sur la bonne adéquation de ces mesures au besoin de suivi de l'ouvrage.

Il est également important de souligner que le SGS doit comporter un volet formation du personnel sur les domaines principaux ayant trait à la sûreté (auscultation, conduite en crues...), identifiés comme tels par la suite de l'étude comme participant à la réduction des risques et nécessitant un niveau de compétence adapté des agents selon leur niveau hiérarchique, leur niveau d'intervention sur l'ouvrage et leur service de rattachement.

Dans les cas des systèmes complexes (par exemple, barrages en chaîne), la description de l'organisation mise en place peut dépasser celle concernant le seul barrage objet de l'étude de dangers.

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 manœuvre 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'ouvrage, 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 (et l'énergie potentielle) que l'ouvrage peut libérer.

Il est normal que le contenu de cette rubrique soit bref mais il doit a minima comporter les informations sommaires demandées ci-après. En résumé, les informations attendues portent sur une estimation des volumes d'eau (derrière tout le barrage, derrière une vanne donnée, etc.), de la section par laquelle ils peuvent être libérés et de la cinétique d'ouverture de cette section (brutale ou graduelle). En tous les cas, il faut que pour chacun des

événements décrits dans la suite de l'étude de dangers soient indiqués la quantité d'eau libérée et la cinétique (la taille du « trou », la vitesse, le débit...).

Pour chaque potentiel de dangers identifié dans l'étude, le service de contrôle s'assurera ainsi 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 situations éventuelles liées à ces aléas dans lesquelles l'exploitant ne peut plus garantir la stabilité de l'ouvrage. Il faut remarquer que l'étude de dangers peut être amenée à décrire les niveaux de risques associés à des événements pour lesquels l'ouvrage n'a pas été conçu à l'origine. Pour autant, elle n'a pas pour fonction d'imposer des redimensionnements systématiques d'ouvrages pour ces mêmes événements.

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, la neige...

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).

En ce qui concerne les séismes, les études d'aléa sismique existantes doivent être citées (dates et références précises) avec rappel des résultats, des hypothèses et des principales données utilisées. On peut également trouver des études « proches » ou une carte générale d'aléa tirée par exemple du zonage sismique français délimité par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010. Le cas échéant et en attendant la parution d'un arrêté technique ad hoc, l'étude de dangers peut situer l'aléa sismique au regard des propositions faites par le groupe de travail « risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques ». En revanche, il n'est pas acceptable que cette rubrique se limite au simple classement réalisé à partir des conclusions du groupe de travail ministériel « classification des barrages vis-à-vis des séismes » publiées en 2003 ; les études particulières (aléa sismique du site, risques de glissements de terrain) ayant permis d'obtenir ce classement devraient être citées.

En matière d'hydrologie, comme pour les séismes, il faut veiller à ce que soient indiquées la date et la référence précise de l'étude hydrologique la plus récente (avec rappel des hypothèses et données fondamentales) servant de référence pour les débits des cours d'eau concernés par l'étude de dangers ; sont donc concernés également des cours d'eau sur lesquels ne se situent pas nécessairement le barrage étudié, par exemple s'ils sont atteints par un phénomène dangereux issu de barrages collinaires ou encore s'ils ont une confluence avec le cours d'eau principal du barrage. Il faut veiller également à ce que la rubrique 6 se prononce de manière argumentée sur la validité de l'étude hydrologique citée à la date de réalisation de l'étude de dangers (avis d'un hydrologue). Par ailleurs, il est utile que les différents débits de crues estimés soient donnés clairement dans cette rubrique, notamment ceux qui peuvent servir d'éléments de comparaison dans la suite de l'étude de dangers ; c'est souvent le cas par exemple pour le débit instantané d'une crue décennale ou centennale. De la même manière, si elles sont citées à la rubrique 8, les crues extrêmes doivent être décrites.

Il est important de rappeler qu'il est notamment attendu à partir des données hydrologiques une estimation des cotes de retenue atteintes pour les différents débits de crue énumérés dans l'annexe de l'arrêté du 12 juin 2008 (complété par l'arrêté technique déjà évoqué ci-dessus) et celles citées dans le reste du document. Les justifications de ces cotes 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.

Les aléas naturels non-cités par l'arrêté (gel, vent, foudre, neige...) ainsi que les avalanches ne sont pas à négliger. Contrairement aux crues et aux séismes, leur caractérisation ne passe pas nécessairement par des études détaillées et des valeurs chiffrées. Elle peut être accompagnée d'une part de cartes générales d'aléas à l'échelle de la France mettant en évidence différentes zones en fonction du nombre de jours de gel par an, des vitesses de vent moyennes ou atteintes à l'occasion d'épisodes de tempêtes, des emprises maximales d'avalanches connues (couche cartographique accessible sur le site web Géoportail) tirées de l'enquête permanente sur les avalanches (EPA) et de la carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA), etc. D'autre part, les informations généralement disponibles ne permettent pas d'exclure au stade de la rubrique 6 ces aléas pour le reste de l'analyse de risques : il est donc attendu une approche plus qualitative dans le cadre de la rubrique 8 où on peut s'intéresser à la sensibilité de différents composants à ces aléas. La foudre et le gel peuvent avoir par exemple une incidence sur le bon fonctionnement de matériels électromécaniques (notamment de barrières de sécurité), la neige peut provoquer des coupures de lignes (énergie électrique ou télécommunications), le vent peut générer des chutes d'arbres (coupure des accès au barrage, risques d'embâcles) et des phénomènes de vagues. Une avalanche peut générer selon son ampleur des vagues et même une expulsion de l'eau du réservoir.

Pour chacun des aléas étudiés, une synthèse des défaillances qu'ils ont déjà pu entraîner peut être présentée à la rubrique 7 et les données correspondantes réinjectées dans l'analyse de risques à la rubrique 8.

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 œuvre.

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 notamment au titre de la déclaration obligatoire de ce type d'événements (cf. arrêté interministériel du 21 mai 2010 définissant l'échelle de gravité des événements ou évolutions concernant un barrage ou une digue ou leur exploitation et mettant en cause ou étant susceptibles de mettre en cause la sécurité des personnes ou des biens et précisant les modalités de leur déclaration).

Les événements particuliers concernant des aléas naturels ne doivent pas être omis. Il s'agit d'abord des crues d'importance significative et des séismes connus par l'ouvrage. Le comportement de l'ouvrage à l'occasion de ces événements et les autres problèmes éventuellement rencontrés (notamment les difficultés ou les impossibilités d'accès à l'ouvrage) sont explicités. Une partie de ces éléments peut aussi apparaître dans le cadre de la rubrique 6 sur la caractérisation des aléas naturels.

Concernant l'accidentologie relative à d'autres barrages, la limite exacte de ce que l'exploitant doit utiliser et donc citer est difficile à fixer. Néanmoins, l'étude de dangers doit bien contenir d'une part des éléments d'accidentologie connue sur d'autres ouvrages présentant des similitudes avec le barrage étudié et d'autre part évoquer des accidents assez connus et avec des défauts initiaux potentiellement génériques. L'accès à ce type d'informations peut être particulièrement utile dans le cas de responsables d'ouvrages ayant un parc d'ouvrage relativement réduit et pouvant difficilement tirer un retour d'expérience entre leurs propres ouvrages. Au travers notamment de leurs expériences, de revues ou de sites web spécialisés ou encore de publications dans le cadre de

la CIGB, les bureaux d'études agréés intervenant pour la réalisation d'études de dangers sont en mesure de sélectionner des incidents ou des accidents pertinents, d'en présenter une analyse et d'expliquer le retour d'expérience (organisationnel et technique) qui peut en être tiré pour l'ouvrage étudié.

A titre d'information du service de contrôle et pour contribuer à l'identification de séquences accidentelles ou de mesures de maîtrise des risques dans le cadre de la rubrique 7, il faut souligner l'intégration progressive depuis 2010 d'événements relatifs aux ouvrages hydrauliques dans la base de données ARIA. Il s'agit d'une base accidentologique du MEDDE, gérée par le BARPI depuis 1992 et dont l'utilisation s'est généralisée à la plupart des études de dangers des ICPE. Pour les ouvrages hydrauliques, elle intègre désormais les EISH et certains PSH déclarés en application de l'arrêté du 21 mai 2010. Une consultation des résumés des événements qu'elle contient est possible via un accès web.

La simple énumération des incidents et accidents survenus sur l'ouvrage étudié ou sur d'autres ouvrages dans le monde ne suffit pas. Le service de contrôle veillera à ce que les données mentionnées sont bien exploitées pour le barrage étudié : il s'assurera que l'étude de dangers comporte bien une analyse détaillée des causes et des circonstances de ces événements. La connaissance de ces éléments est un préalable à l'identification de scénarios d'accidents et de mesures d'améliorations qui doivent être prises par le responsable de l'ouvrage pour réduire la probabilité qu'ils se reproduisent dans les mêmes conditions. Elle peut constituer également une aide à l'évaluation de l'intensité des phénomènes dangereux concernés.

Qu'il s'agisse de l'énumération ou de l'exploitation des données relatives à des accidents, un lien doit pouvoir être clairement établi entre les points cités dans cette rubrique et la façon dont ils sont intégrés dans la réalisation de l'analyse de risques (rubriques 8 et 9). Il faut veiller en particulier à ce que les situations accidentelles identifiées dans la rubrique 7 se retrouvent bien dans les scénarios identifiés à l'issue de l'analyse de risques. De la même manière, les éléments techniques et organisationnels mis en évidence dans cette rubrique doivent faire l'objet de descriptions respectivement dans les rubriques 3.1 et 4 : une bonne analyse fonctionnelle et une bonne description de l'ouvrage, de ses organes, de ses modes d'exploitation et des organisations en place doit permettre d'effectuer rapidement le lien entre les caractéristiques de l'ouvrage et les éléments analysés dans la présente rubrique.

Il est inversement inutile que la rubrique 7 évoque des statistiques mondiales d'accidents si elles ne présentent aucun lien avec l'ouvrage (par exemple, ruptures de barrages en béton quand l'analyse porte ensuite sur d'autres types d'ouvrages).

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.

Lorsque l'étude de dangers concerne un ouvrage devant faire l'objet de travaux, voire un ouvrage neuf, la rubrique doit comporter une analyse des accidents ou incidents survenus pendant ces périodes particulièrement critiques pour les ouvrages.

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 :

Pour aboutir à une vision complète des risques du barrage, l'étude de dangers doit disposer de données d'entrées solides, en particulier d'une bonne analyse fonctionnelle (rubrique 3), et tenir compte à la fois d'études structurelles (risques intrinsèques), d'études systématiques des modes de défaillance (APR, AMDE, AMDEC...) et des combinaisons de défaillances ainsi que d'une étude des risques éventuels liés au fonctionnement courant des ouvrages définis dans le périmètre de l'étude de dangers.

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 cœur 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 œuvre : Analyse Préliminaire des Risques (APR), Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et Criticité (AMDEC ; méthode d'analyse qui consiste à évaluer de manière systématique 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'événements, logigrammes de type « nœud papillon », etc.).

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

- moyens mobilisés pour dérouler la méthodologie : nombre et composition des ateliers ou groupes de travail chargés de l'analyse des risques, personnels chargés de structurer les éléments issus de ces séances collectives ;
- définition des critères utilisés pour caractériser les différents accidents potentiels appliqués à l'ouvrage étudié, à savoir la cinétique et l'intensité pour caractériser les effets du phénomène dangereux associé à un événement redouté ainsi que la probabilité d'occurrence annuelle et la gravité des conséquences de l'accident associé au phénomène dangereux. 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 (cf. § III-e), dont les méthodes, les données et les hypothèses de calcul sont présentées dans cette rubrique. Le service de contrôle s'assurera que les règles en matière de combinaisons de probabilités sont clairement explicitées, ne sont pas trop optimistes (par exemple, concernant le niveau d'indépendance des événements considérés) et n'omettent pas de prendre en compte des modes communs de défaillance évidents.

Sur la base du travail réalisé aux rubriques précédentes de l'étude de dangers, la méthodologie mise en œuvre 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 de défaillances 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. Par ailleurs, le niveau de qualité de l'analyse de risques

attendu à la rubrique 8 reste le même quelles que soient les informations accidentologiques disponibles pour réaliser la rubrique 7.

Concernant les méthodes d'analyse de risques étudiant avec une approche systématique les situations non sûres ou les modes de défaillance du système étudié, il est important d'insister sur la nécessité que la méthode employée soit décrite de manière claire : doivent être précisés les choix, cribles, grilles et méthodes de cotation, et notamment les liens entre les tableaux d'analyse de risques, l'identification d'Evènements Redoutés Centraux (ERC) et leur prise en compte dans des arbres de défaillances ou des logigrammes nœuds-papillons. Le service de contrôle pourra veiller à ce que l'étude apporte des garanties sur un certain niveau d'« exhaustivité » de l'analyse : aussi bien pour les composants étudiés (cf. rubrique 3) que pour la méthode de sélection des ERC.

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'un établissement soumis à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), d'un autre barrage ou d'une digue de protection des crues), 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 (cf. préambule).

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, des précisions sont apportées en annexe 4.

Enfin, il convient d'être particulièrement vigilant dans le cas où une étude comporte une sélection de certains ERC : en particulier, attention aux affirmations rapides et non étayées sur la non-gravité des conséquences des ERC qui sont éliminés par la suite. Il pourra donc être vérifié que l'étude de dangers ne se contente pas d'étudier dans le détail un événement sélectionné a priori comme le plus pénalisant mais convainc le lecteur que les événements étudiés plus en détail sont représentatifs de l'ensemble des risques liés au barrage, le positionnement dans une grille « probabilité »/ « gravité » n'intervenant qu'ensuite. A minima, l'étude de dangers doit étudier les scénarios correspondant à la rupture du barrage et à la rupture ou l'ouverture intempestive d'organes hydrauliques susceptible de provoquer des surdébits à l'aval.

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 situations à risques

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 : ruptures de bouchons

La rupture d'un bouchon de galerie de dérivation provisoire 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 écroulement 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.

Tous types de barrages : indisponibilité des évacuateurs de crues et plus généralement des organes de sécurité

Les situations d'indisponibilités des évacuateurs de crues peuvent générer une hausse incontrôlée du niveau de la retenue, susceptible de générer une rupture du barrage ou de certains de ses organes mobiles. Elles peuvent aussi bien être causées par des défaillances techniques, humaines, organisationnelles que par des travaux ou des événements externes à l'ouvrage, comme par exemple le risque d'obstruction par embâcles (corps flottants). L'attention du service de contrôle est attirée sur la nécessité que ce type de défaillances soit clairement traité dans l'étude de dangers.

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).

L'exploitation courante de l'ouvrage et de ses organes de sécurité

Sans qu'il s'agisse à proprement parler de scénarios de défaillance, l'exploitation courante est susceptible de générer des situations à risques, comme ont pu le mettre en évidence l'accident du Drac le 6 décembre 1995 (pour mémoire, 6 enfants et leur accompagnatrice ont péri noyés suite à un lâcher d'eau de 25 m³/s par les vannes d'évacuation des crues du barrage de Notre-Dame-de-Commiers alors que la classe traversait le lit du Drac dans une zone d'accès interdit) ainsi que plusieurs autres événements de type EISH. Il est attendu que de telles situations à risques soient répertoriées dans l'étude de dangers d'un barrage, en décrivant notamment les lieux identifiés comme critiques (dont la description peut figurer à la rubrique 3.2) et les actions menées pour diminuer les risques et le niveau de criticité de ces sites (lâchers d'alertes décrits à la rubrique 3.1 et actions du SGS présenté à la rubrique 4).

Il est important de rappeler que les situations à risques à l'aval d'une usine hydroélectrique, strictement liées au fonctionnement courant de celle-ci, ne rentrent pas dans le périmètre de l'étude de dangers du barrage.

II.-c) Précisions sur la détermination des scénarios relevant des risques intrinsèques à l'ouvrage

L'attention du service de contrôle est appelée sur le fait que l'étude des conditions de stabilité de l'ouvrage (le barrage et ses organes de sécurité) 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.

Dans cette logique, la rubrique 8 devrait comprendre en préambule du reste de l'analyse de risques un rappel précis des éléments de calculs de dimensionnement disponibles pour l'ouvrage (références d'études, rappel des résultats, des hypothèses et des données fondamentales prises en compte ; notamment les types de sollicitations étudiés) accompagné d'une analyse critique de ceux-ci. A ce titre, ce point est à considérer comme une donnée d'entrée fondamentale pour évaluer les risques de l'ouvrage.

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. En l'absence d'éléments, il est donc primordial qu'à minima l'étude de dangers pointe du doigt l'absence de notes de calculs disponibles et mette en évidence la nécessité que de telles notes soient produites pour permettre d'avoir une vision complète des risques liés à l'ouvrage.

De ce point de vue, l'utilisation de barrières de sécurité très hypothétiques de type « bonne conception et bonne réalisation » sans autre argumentaire n'est pas acceptable.

Par ailleurs, les pathologies connues pour le barrage (gonflement, voûtes larges...) sont aussi à prendre en compte dans l'étude de dangers. Même si celles-ci ne se prêtent pas toutes aux méthodes classiques d'analyse de risques, l'évaluation des risques qui y sont liés ne doit pas être occultée et peut au moins être qualitative.

Enfin, il est important de souligner qu'une analyse de risques faisant l'impasse sur les risques intrinsèques et basée exclusivement sur une étude systématique de modes de défaillances (de type APR, AMDE ou AMDEC) peut être considérée comme insuffisante.

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

La rupture du barrage suite à la survenue d'une crue exceptionnelle ou extrême 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 ces crues 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 *a minima* estimer la capacité de l'ouvrage à l'évacuer sans qu'il subisse de désordre grave. A ce titre, l'étude de dangers devrait également estimer les coefficients de sécurité qui subsistent dans ce type de situation. En terme de crue exceptionnelle, 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. Ces exigences seront complétées par les dispositions relatives aux crues de l'arrêté technique déjà évoqué à la rubrique 6.

II.-e) Précisions sur les scénarios liés aux phases de travaux ou aux ouvrages neufs

Les scénarios accidentels à l'occasion de travaux, qu'il s'agisse d'opérations exceptionnelles (construction neuve, grosse réparation...) et de travaux réguliers d'entretien important (par exemple, batardage périodique d'une vanne d'évacuateur pour permettre des opérations de maintenance) font l'objet d'une analyse particulière compte tenu de la durée limitée des configurations particulières que connaît l'ouvrage. Cette analyse s'intéresse notamment aux phases de mise en eau. Comme indiqué à la rubrique 3, l'analyse spécifique à certains de ces travaux ou à la configuration future des ouvrages peut être produite ultérieurement si ceux-ci ne sont pas encore définis au moment de la rédaction de l'étude de dangers.

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 nœud 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.

L'attention des services de contrôle est appelée sur les cas d'utilisation de probabilités chiffrées. Celle-ci comporte un intérêt méthodologique car elle permet de combiner de façon rigoureuse les probabilités élémentaires d'un arbre d'événements décrivant un scénario de défaillance et elle permet de comparer entre elles les probabilités des divers scénarios étudiés. Cependant, ces méthodes nécessitent une grande rigueur dans leur mise en œuvre et ne donnent en réalité que des ordres de grandeur. Il convient donc d'être particulièrement attentif au niveau d'incertitude des valeurs utilisées et à une non-maîtrise d'une utilisation éventuelle de ces chiffres par des tiers (par exemple, pour des inter-comparaisons un peu trop rapides entre ouvrages). Par ailleurs, certains paramètres relèvent difficilement d'une analyse statistique chiffrée. L'évaluation de la probabilité, tout comme celle de la criticité (combinaison « probabilité x gravité ») doit donc servir avant tout à positionner en relatif les scénarios d'accidents les uns par rapport aux autres, pour un ouvrage donné.

Au-delà de la cotation absolue d'une probabilité d'occurrence assignée à un événement par l'étude de dangers, le service de contrôle doit principalement porter son jugement sur l'utilisation qui est faite de cette cotation pour le reste de l'analyse des risques et les éventuelles mesures de réduction des risques à envisager (rubrique 9).

On peut rappeler également qu'une hiérarchisation et une comparaison (relative) des probabilités au sein d'une même étude de dangers n'est possible que si la même méthode de cotation est utilisée pour chaque phénomène dangereux.

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

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 extrême 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.

En attendant la parution de l'arrêté technique déjà évoqué à la rubrique 6 pour les séismes et les crues, l'étude de dangers peut se positionner par rapport aux probabilités d'occurrence annuelle rappelées ci-dessous.

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 (au droit de l'ouvrage et au droit des enjeux) ;
- la hauteur de submersion (traité dans les cas couverts par le point « e ») au droit de chaque enjeu ;
- le temps d'arrivée de l'onde (traité par le point « c »), relatif à la cinétique) au droit de chaque enjeu ;
- la durée de submersion (traité par le point « c »), relatif à la cinétique) au droit de chaque enjeu.

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 et en tenant compte éventuellement de situations d'exploitation différentes (cas des usines hydroélectriques en fonctionnement ou à l'arrêt, dont le débit turbiné peut avoir une influence sur l'état initial de la rivière). Le débit total résultant sera utilement rapporté à un « équivalent crue » (crue décennale, centennale, millénale, décennillénale, etc...) qui permet d'appréhender le niveau d'exposition des populations à l'aval. Le service de contrôle sera particulièrement attentif aux risques d'utilisations erronées de ces « équivalents crues » : par exemple, s'ils sont employés pour des zones où il n'y a pas forcément de cours d'eau (versants situés en contrebas immédiat d'ouvrages collinaires ou de certains canaux

de dérivation) ou s'ils sont appliqués uniquement au surdébit généré par une défaillance, en négligeant le débit initial de la rivière. En effet, l'incidence de type d' erreur n'est pas négligeable ; prenons le cas suivant : si l'étude de dangers affirme que le surdébit généré est équivalent à un débit décennal en oubliant que le débit de la rivière est peut-être déjà lui-aussi décennal, on risque de passer à côté d'un débit total ($Q_{10} + Q_{10}$) qui pourrait être largement supérieur à un débit centennal (Q_{100}).

Quoi qu'il en soit, l'utilisation d' « équivalents crues » reste très utile pour faciliter ensuite l'évaluation de la gravité de certains accidents potentiels (sous réserve que soient précisées les hauteurs d'eau correspondantes, notamment dans les zones à enjeux importants). On peut en effet savoir de mémoire collective qu'une crue qualifiée de centennale a pu inonder telle ou telle zone, aujourd'hui habitée ou occupée par une zone d'activités. Par ailleurs, on rappelle que l' « équivalent crues » ne constitue qu'une approche qui ne reflète pas la cinétique des phénomènes.

Si cette approche simplifiée ne suffit pas pour estimer la gravité en certaines zones, 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

Concernant les conséquences, si la comparaison du débit (débit initial + débit relâché) à un débit de crue constitue une première approche (cf. § III.-b), il est souhaitable que l'étude aille plus loin et tienne compte de la 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.

Il existe des méthodes d'estimation des conséquences qui permettent de pondérer le comptage des enjeux en fonction de leur localisation par rapport à l'ouvrage ; celles-ci peuvent donc être utilisées pour compléter l'estimation de la PAR (Population Assujettie aux Risques) globale mais nécessitent encore d'être affinées.

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	≥ 1000	≥ 10000
4	≥ 100 et < 1000	≥ 1000 et < 10000
3	≥ 10 et < 100	≥ 100 et < 1000
2	≥ 1 et < 10	≥ 10 et < 100
1		≥ 1 et < 10

Exemple d'échelle de gravité distinguant deux types de cinétiques

Il convient de rester vigilant au choix d'appellation des classes de gravité et à l'utilisation qui peut en être faite. En effet, la graduation des conséquences d'ERC en terme de gravité peut présenter l'effet pervers de ce que tous les événements ne se traduisant pas par une rupture de l'ouvrage puissent se voir qualifier de peu importants voire négligeables ; la perte d'une vanne, par exemple, n'est pas à minimiser. De ce point de vue, l'utilisation d'indices ou de lettres est préférable à l'emploi de qualificatifs pour désigner chacune des classes de gravité.

Par ailleurs, l'utilisation de classes pour caractériser l'ordre de grandeur du nombre de personnes exposées nécessite d'être accompagnée d'une identification claire des enjeux comptabilisés pour chaque phénomène dangereux étudié. Dans le cas des ouvrages à linéaire important (plusieurs kilomètres), pour un tronçon donné, ils sont idéalement localisés sur un fond cartographique sur lequel apparaît la zone d'effet estimée du phénomène.

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) (à partir notamment des informations mentionnées à 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. Dans certains cas, on pourra limiter la longueur du modèle de calcul en l'arrêtant au point où l'onde de submersion devient inférieure à une crue de référence dont on connaît par ailleurs les conséquences en terme de zones inondées (au minimum la crue centennale dans le cas de la rupture du barrage). L'étude de dangers devra alors afficher clairement ce qu'on sait des conséquences d'une telle crue et on pourra admettre en première approche que dans cette zone aval, l'étude fournit ainsi une estimation acceptable de l'intensité des phénomènes (débits, hauteurs d'eau, surfaces inondées) sans pour autant prétendre approcher la cinétique des phénomènes.

Les scénarios de rupture considérés pour le barrage doivent tenir compte des différentes configurations de remplissage de la retenue (RN, PHE, « cote de danger » définie par le rédacteur de l'étude vis-à-vis des attentes des rubriques 6 et 8.III.a de l'étude de dangers...). Parmi les configurations possibles, il convient de retenir la plus pénalisante pour la modélisation. Par exemple :

- dans le cas d'un barrage en remblai, un 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, un scénario retenu pour la modélisation peut être la rupture instantanée et totale survenant pour une retenue à la cote de danger.

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) Précisions relatives à l'évaluation des barrières de sécurité (mesures de maîtrise des risques)

La notion de barrière de sécurité fait l'objet d'une présentation dans le cadre du glossaire (voir les définitions « barrière de sécurité » et « nœud papillon »).

Le service de contrôle veillera à ce que les barrières de sécurité identifiées dans l'étude de dangers (appelées aussi mesures de maîtrise des risques si elles sont existantes ou mesures de réduction des risques si elles interviennent en fin de l'analyse de risques) fassent l'objet d'une analyse de leur pertinence pour s'opposer au déroulement d'une séquence accidentelle donnée ou pour en limiter les conséquences.

Selon la complexité de la barrière, cette analyse peut nécessiter des méthodes différentes. Dans certains cas, une étude des différents modes de défaillance avec le même niveau de détail qu'un autre composant de l'ouvrage peut s'avérer nécessaire. Par exemple, l'estimation de la fiabilité d'une barrière peut reposer sur une analyse par arbre de défaillances ou par arbre des causes permettant de justifier la classe de probabilité d'occurrence retenue pour sa défaillance éventuelle. L'évaluation des barrières peut également s'inspirer d'approches développées dans les ICPE avec les référentiels Oméga 10 et Oméga 20 (cités en annexe 3).

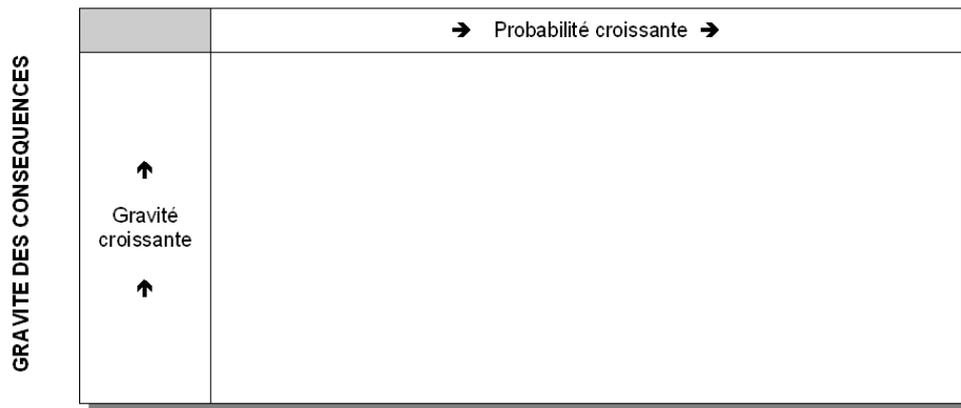
Comme indiqué au § III.-a, l'évaluation quantitative de la probabilité de défaillance d'une barrière n'est pas toujours faisable. Par exemple, il n'est pas évident d'estimer « numériquement » dans quelle mesure la présence d'un dispositif d'auscultation permet de réduire le niveau de probabilité d'occurrence d'un événement redouté. Dans le cas où le dispositif d'auscultation est ensuite utilisé comme barrière de sécurité, il convient en premier lieu de s'assurer qu'il permet réellement de détecter l'événement initiateur identifié (en particulier, en fonction de la périodicité de mesure).

Par ailleurs, il faut veiller à ce que l'analyse relative à une défaillance de barrière intègre également les conséquences des scénarios correspondants à une telle défaillance.

III.-g) 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'OCCURRENCE ANNUELLE



9.- Etude de réduction des risques

A partir des scénarios identifiés comme critiques et en prenant en compte les dispositions déjà mises en œuvre 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 œuvre 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 joue un rôle de conclusion de l'étude de dangers. A ce titre, il est souhaitable que l'étude ne comporte pas de paragraphe « conclusion » dissocié de la rubrique 9, qui apporterait de la confusion et risquerait d'être redondant.

La rubrique 9 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. De ce point de vue, les barrières nouvelles ou modifiées sont accompagnées d'une comparaison du niveau de risque avant et après mise en œuvre de chacune d'elles. Ces « barrières de sécurité » sont de natures diverses :

- présence d'organes de sécurité, tels les évacuateurs de crue ;
- mesures de surveillance et d'exploitation ainsi qu'organisation de la sécurité adaptées ;
- ...

De manière assez générale, le service de contrôle veillera à ce que l'ensemble des mesures d'améliorations (pouvant contribuer à une meilleure maîtrise des risques) proposées par le rédacteur dans le corps de l'étude soient reprises en conclusion de l'étude et ne se limitent pas aux scénarios les plus pénalisants. Il faut vérifier par exemple que des remarques sur le dimensionnement d'un organe donné, des manques d'informations, des études complémentaires (notamment pour justifier le bon dimensionnement d'un composant de l'ouvrage par des notes de calcul), des actions particulières ou des travaux à effectuer ne se perdent pas dans la masse d'information de l'étude de dangers et soient rappelés dans sa conclusion.

Face aux risques les plus graves, les « barrières de sécurité » nouvelles les plus lourdes à mettre en œuvre 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 décennale 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.

Il est utile que cette rubrique présente également les moyens mis en œuvre au titre de l'amélioration continue de la sécurité même s'ils n'ont pas d'incidence directe sur les cotations en classes de probabilité d'occurrence ou de gravité des conséquences des scénarios d'accidents qu'ils peuvent concerner. Dans la même logique, l'étude peut utilement récapituler les moyens mis en œuvre concernant le maintien du niveau de performance des barrières de sécurité existantes prises en compte dans l'EDD.

Dans le cas particulier des ouvrages neufs, la plupart des mesures envisagées sont généralement déjà intégrées dans la conception de l'ouvrage (on doit alors les retrouver dès la rubrique 3.1) : il est alors logique qu'apparaissent peu de propositions de réduction des risques.

Enfin, dans son courrier de transmission de l'étude de dangers à l'administration, il est important que le responsable d'ouvrage (neuf ou existant), se positionne clairement et s'engage par rapport aux recommandations figurant dans la rubrique 9 : calendrier de mise en œuvre de ces mesures, organisation à mettre en place, ...

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 œuvre, 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 œuvre.

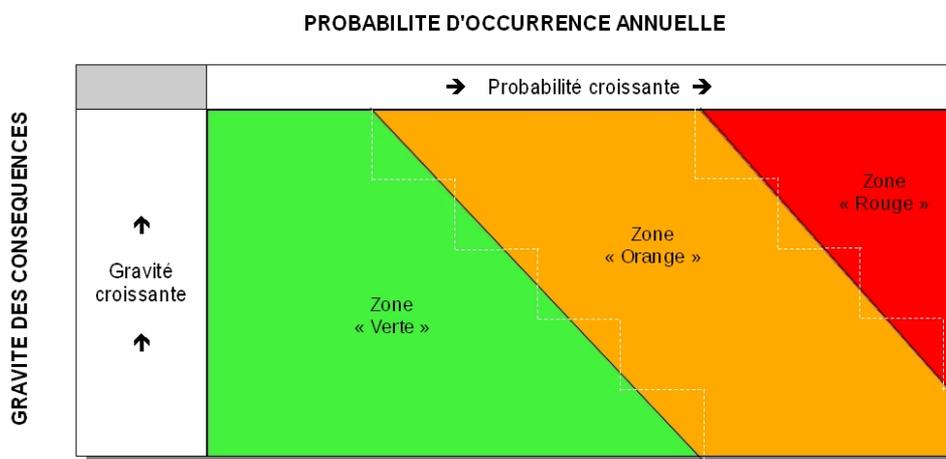
Les services de contrôle sont bien évidemment invités à effectuer un suivi attentif des mesures d'amélioration annoncées (respect des délais de mise en œuvre, vérification de leur efficacité).

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 de la lisibilité de la représentation cartographique de l'onde de rupture. Celle-ci présente l'ensemble des paramètres importants tels que le temps d'arrivée et le débit et doit pouvoir permettre une utilisation par le Préfet, comme cela peut être le cas pour des ouvrages soumis à plan particulier d'intervention.

Le service de contrôle pourra également s'assurer de la bonne lisibilité des autres documents graphiques contenus dans l'étude de dangers.

Si ce n'est pas fait directement dans la rubrique 3, l'étude doit bien contenir par ailleurs des plans ou des schémas adaptés à une bonne compréhension des composants pris en compte dans l'analyse de risques et des éventuelles améliorations apportées.

Glossaire / Définitions

Accident majeur : Évènement 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 manœuvre 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'évènement 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 « nœud papillon »

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

ARIA : « Analyse, Recherche et Informations sur les Accidents ». Base de données accidentologique du MEDDE, gérée par le BARPI et consultable via le site web www.aria.developpement-durable.gouv.fr

BARPI : Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels. Service du MEDDE chargé depuis 1992 de rassembler et de diffuser les informations et le retour d'expérience en matière d'accidents technologiques ou industriels. Il est rattaché à la DGPR (Direction Générale de la Prévention des Risques) et est le gestionnaire de la base accidentologique ARIA

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 (devenu IRSTEA)

CFBR : comité français des barrages et réservoirs (ex-CFGB)

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

EISH : « Évènement Important pour la Sûreté Hydraulique », à déclarer à l'administration en application de l'arrêté du 21 mai 2010

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.

ERC : événement redouté central ; voir la présentation de cette notion dans la définition « nœud papillon »

Évènement 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 « nœud 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.

Évènement redouté central appelé aussi **événement principal** : voir la présentation de cette notion dans la définition « nœud papillon »

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

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (anciennement Cemagref)

MEDAD : Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables

MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

MEDDTL : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement

MEEDDM : Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer

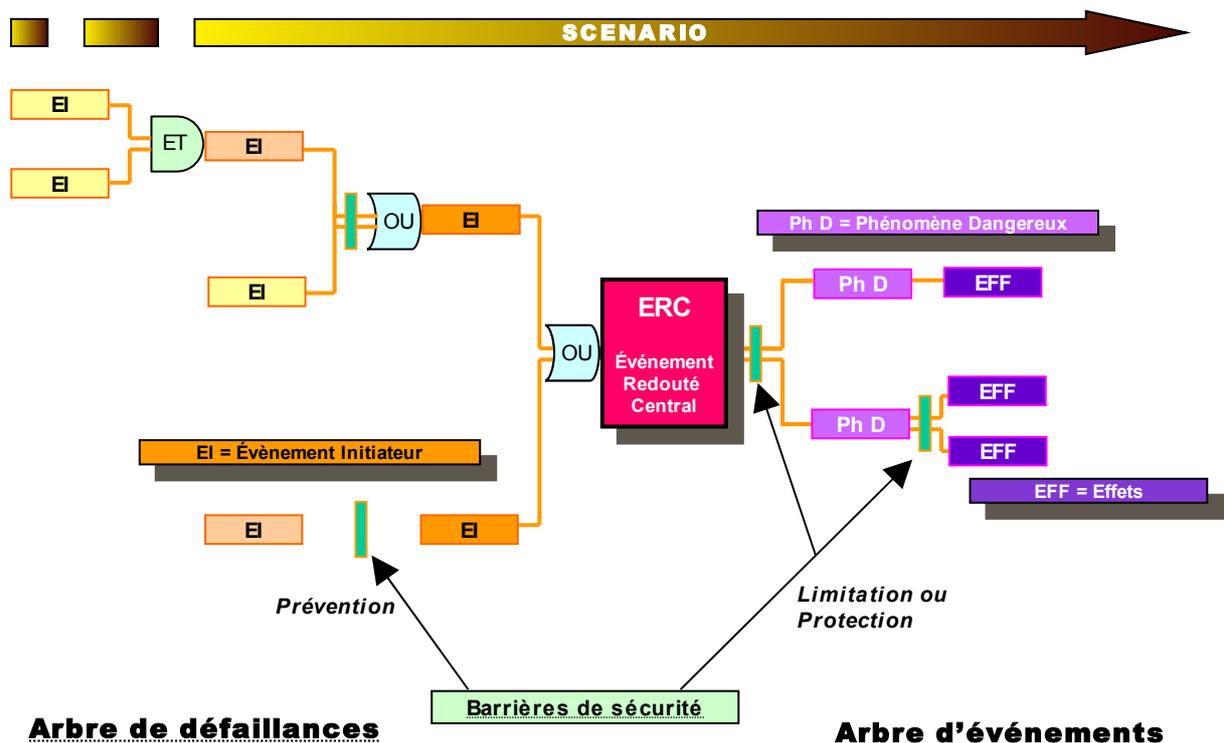
Mesure de maîtrise des risques : voir la définition « barrière de sécurité »

MINEFI : Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie

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

Nœud 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.

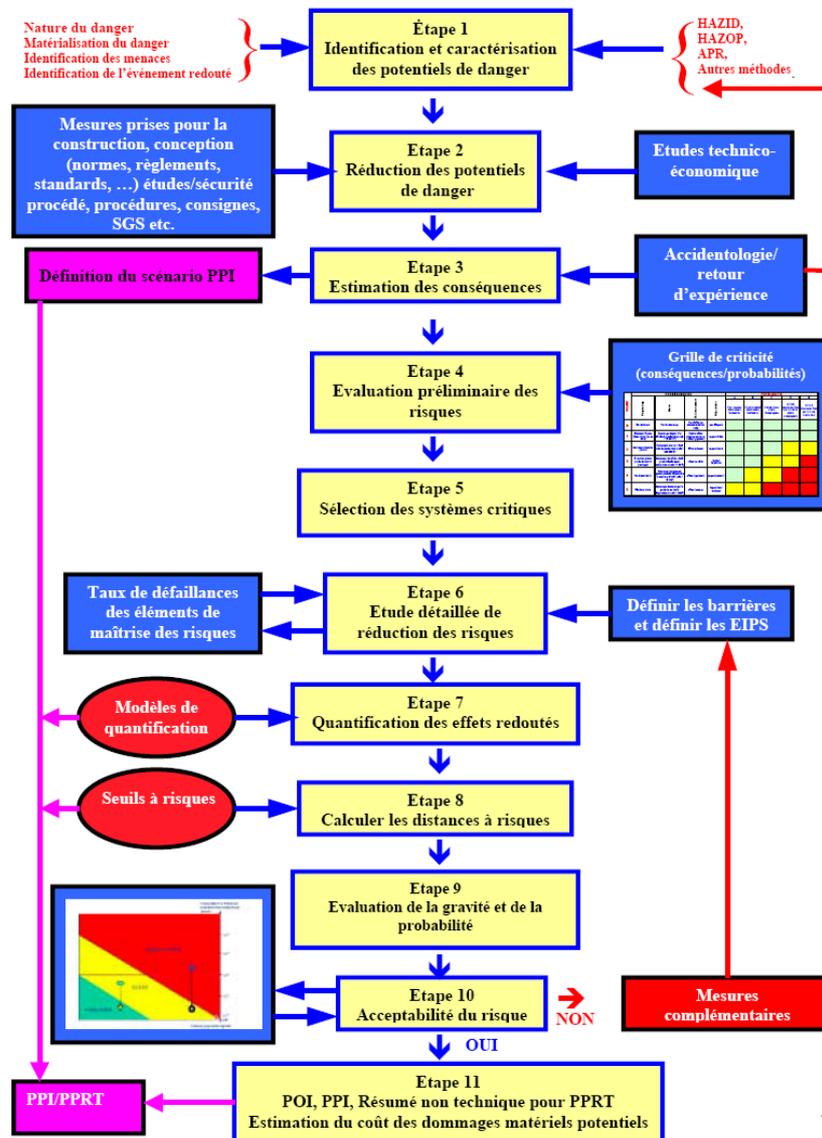
Le principe du « nœud papillon », concept développé par Shell pour représenter les différentes étapes de la gestion de risques dans une installation, est une illustration graphique permettant de synthétiser la mise en œuvre de la méthode d'analyse des risques. Cette méthode part de l'identification des 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 fine* traitées par l'organisation de gestion de crise. La figure suivante présente le principe de base de la méthode du nœud 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 nœud 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 nœud 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 nœud 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 nœud papillon est mise en œuvre au travers de onze étapes fondamentales pour l'analyse des risques, résumées à la figure suivante :



source : COURONNEAU J.C. Mise en œuvre 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 ».

PSH : Évènement « Précurseur pour la Sûreté Hydraulique », à déclarer à l'administration en application de l'arrêté du 21 mai 2010

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 œuvre 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)

Classe de probabilité \ Type d'appréciation	E	D	C	B	A
qualitative ¹ (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 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'installations, malgré d'éventuelles 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	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 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 chiffrés² 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. Elle comprend néanmoins les problèmes de sécurisation de l'accès à l'ouvrage qui pourraient compromettre la bonne réalisation de certaines actions de sécurité de l'ouvrage.

Système de Gestion de la Sécurité (SGS) : le système de gestion de la sécurité décrit l'ensemble des moyens mis en œuvre par le responsable de l'ouvrage pour répondre aux objectifs définis dans la PPAM. 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 ressources et les procédures partie prenante à la PPAM, notamment les mesures pour la surveillance de l'ouvrage, y compris en crue, pour l'entretien et pour la gestion de crise. Les différents documents ou listes de personnels concernés 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.

De manière plus précise, la description d'un SGS peut comporter les types de rubriques qui suivent :

a) Maîtrise d'exploitation de l'ouvrage en dehors des situations d'urgence décrites au point d) (situation courante, crues ou séismes sans menace de rupture, phases provisoires liées à des opérations de vidange, des travaux ou une remise en eau...)

Cette rubrique décrit :

- l'organisation mise en place pour permettre l'exploitation de l'ouvrage dans des conditions optimales de sécurité, telle qu'elle figure dans les consignes de surveillance, de crues et d'exploitation hors crues, éventuellement complétées par des procédures internes et des instructions. Le cas échéant, elle tient compte des autres ouvrages en amont et en aval qui peuvent nécessiter une gestion globale de la chaîne de barrages ;
- l'organisation mise en place pour assurer la sécurité de l'ouvrage pendant les travaux, les phases de mise à l'arrêt et de démarrage d'installations de l'aménagement, les modifications apportées aux installations, les opérations d'entretien et de maintenance, même sous-traitées. Les conditions exceptionnelles d'exploitation qui peuvent résulter de ces situations font généralement 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 ou de surveillance...) suite à une sollicitation particulière de l'ouvrage, due par exemple à la survenance d'un événement exceptionnel (séisme, crue exceptionnelle ou extrême...) ou à une détérioration par un tiers.

b) Organisation, formation

Cette rubrique décrit :

- 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 de leur contenu ;
- la répartition entre ressources internes et autres ressources, notamment la sous-traitance ; les modalités de recours à la sous-traitance et les modalités de son contrôle sont décrites.

² En probabilité d'occurrence de crue, en cote de retenue atteinte, ...

c) Identification et évaluation des risques d'accidents majeurs

Cette rubrique décrit les procédures mises en œuvre pour permettre une identification systématique des risques d'accident majeur susceptibles de se produire en toute configuration d'exploitation de l'ouvrage.

Ces procédures doivent permettre d'apprécier les possibilités d'occurrence d'accident majeur et d'évaluer la gravité des risques encourus.

Ces risques étant mis en évidence par l'étude de dangers, le SGS indique l'organisation mise en place pour la réalisation, la mise à jour et l'utilisation de cette étude, avec en particulier comment le responsable de l'ouvrage s'en approprie les résultats et organise la mise en œuvre des recommandations formulées.

d) Gestion des situations d'urgence

En cohérence avec les procédures de la rubrique c (identification et évaluation des risques d'accidents majeurs) et celles de la rubrique a (maîtrise d'exploitation de l'ouvrage), cette rubrique décrit les procédures mises en œuvre pour la gestion des situations d'urgence (par exemple : menace de rupture imminente, amorce de renard, submersion d'un ouvrage non-prévu à cet effet, brèche dans un tronçon de l'ouvrage...). Ces procédures peuvent faire l'objet :

- de dispositions particulières dans les consignes de surveillance et de crues de l'ouvrage, en complément des éléments décrits en a) ;
- d'une formation spécifique (tel que décrit en b) ;
- de régulières mises en situations du personnel concerné ;
- de « fiches réflexes » facilement accessibles rappelant les conduites à tenir en cas d'accident et notamment les modalités d'information des autres acteurs concernés par les situations de crise (Maires, Préfet...).

e) Gestion du retour d'expérience

Cette rubrique comprend les procédures mises en œuvre pour analyser les accidents vécus et pour prendre en compte ceux survenus sur d'autres ouvrages du même type dans le monde, dans la mesure où des informations sont bien accessibles. Lorsqu'il y a eu des défaillances de mesures de prévention, il est particulièrement nécessaire que soient présentées les procédures mises en œuvre pour organiser les enquêtes et les analyses nécessaires, pour remédier aux défaillances détectées et pour assurer le suivi des actions correctives.

De manière plus globale, on retrouve parmi les procédures relatives à la gestion du retour d'expérience celles mises en œuvre pour les EISH et les PSH déclarés en application de l'arrêté interministériel du 21 mai 2010.

f) Contrôle du SGS, audits et revues de direction

Cette rubrique décrit :

- quelles dispositions sont prises par le responsable de l'ouvrage pour contrôler le respect permanent des procédures élaborées dans le cadre du SGS et remédier aux éventuels écarts ;
- si des systèmes d'audits existent pour évaluer périodiquement l'efficacité du SGS et son adéquation à la PPAM ;
- si des revues de direction sont organisées, sur la base des deux points précédents et du e), pour mener une analyse régulière et documentée de la mise en œuvre 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. Les documents mentionnés ci-après sont disponibles soit sur l'intranet consacré à la sécurité des ouvrages hydrauliques, soit sur les sites web du CFBR ou de la CIGB.

Hydrologie

- CIGB/ICOLD – choix de la crue de projet – bulletin n° 82 – 1992 ;
- CFGB – « Les crues de projet des barrages : Méthode du gradex – Design Flood Determination by the Gradex Method » – 18^{ème} Congrès CIGB / ICOLD – novembre 1994 ;
- Estimation de la crue centennale pour les plans de prévention des risques d'inondation – Michel LANG, Jacques LAVABRE et al. – éd. Quae – 2007
- CFBR - Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages - à paraître ;

Séismes

- MINEFI – Guide « classification des barrages vis-à-vis des séismes » – décembre 2003 ;
- MEDDTL/DGPR – Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques – à paraître ;

Stabilité

- CFBR – Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages poids – recommandations provisoires – janvier 2006 ;
- CFBR – Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblais – recommandations provisoires – juin 2010 ;
- CFGB – Petits barrages ; recommandations pour la conception, la réalisation et le suivi – Cemagref éditions – 1997 ;

Ondes de submersion

- CIGB/ICOLD – Etude d'onde de rupture de barrages - bulletin n° 111 – 1998 ;

Analyse de risques

- CIGB/ICOLD – Risk assesment in Dams Safety Management. A reconnaissance of Benefits. Methods and Current Applications - bulletin n° 130 – 2005 ;
- INERIS - Rapports Oméga 7 (méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle - 2006), Oméga 9 (l'étude de dangers d'une installation classée - 2006), Oméga 10 (évaluation des barrières techniques de sécurité - 2008), Oméga 18 (analyse critique d'une étude de dangers d'une installation classée - 2005) et Oméga 20 (démarche d'évaluation des barrières humaines de sécurité - 2009).

Annexe 4 : Prise en compte des barrages amont

L'agression potentielle liée à la présence de barrages en amont est une cause possible de l'ERC « rupture du barrage ». Toute agression de ce type mérite d'être clairement identifiée et étudiée dans une étude de dangers. Des approches différentes sont envisageables selon que les informations relatives à ces barrages sont disponibles ou non.

- **Indisponibilité des informations**

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 disponible, une approche simplifiée conservatrice est admissible en considérant la rupture instantanée de l'ouvrage amont et la libération du volume total de cette retenue dans l'ouvrage étudié. Un hydrogramme majoré découlant de cette approche peut être estimé à partir de quelques données géométriques connues sur l'ouvrage amont et rappelées à la rubrique 3.2 (volumes de retenue, section de la vallée au droit du barrage, type de barrage, hauteur du barrage...). Il convient alors de se prononcer sur les conséquences hydrauliques liées à cet hydrogramme : possibilités de laminage par la retenue du barrage étudié, capacité d'évacuation des débits sans nécessité d'intervention, risque de surverse dans des zones non-prévues à cet effet, évaluation de la tenue ou de la rupture du barrage étudié sous l'effet de l'agression considérée.

- **Disponibilité des informations**

Quand l'étude de dangers d'un barrage amont est disponible, celle-ci comprend les éléments caractérisant l'agression possible pour le barrage étudié ; les informations issues de cette étude sont alors à prendre en compte dans l'analyse de risques pour se prononcer sur la tenue ou la rupture du barrage étudié sous l'effet de cette agression, comme indiqué dans le cas précédent.

Rappelons que la modélisation de l'onde de submersion n'est pas à réaliser pour tous les barrages situés dans l'emprise d'une onde de rupture d'un barrage donné. Elle revient au barrage dont la rupture initie l'onde, en faisant des hypothèses sur la tenue ou la rupture des barrages aval (cf. § III-e des commentaires relatifs à la rubrique 8, dans le corps du guide).

Pour autant, chacun des barrages aval des classes A et B doit bien contenir dans son étude de dangers une modélisation de l'onde de submersion liée à sa propre rupture (indépendamment de la rupture d'un autre barrage à l'amont).

Concernant l'accès aux informations contenues dans une étude de dangers sur l'onde de submersion modélisée : le dialogue doit pouvoir s'établir directement entre les responsables d'ouvrages concernés. Cette information n'est en aucun cas confidentielle (cf. préambule).

Quelle que soit l'approche (informations disponibles ou non) et en raison des différences méthodologiques possibles d'une étude de dangers à une autre, l'évaluation de la probabilité d'occurrence de l'agression par un barrage amont n'est pas exigée. En revanche, comme indiqué précédemment, il est bien attendu une évaluation des conséquences de l'agression sur le barrage étudié.

Si le barrage amont constitue pour le barrage aval un agresseur susceptible d'engendrer sa rupture, il appartient au service de contrôle de vérifier que le responsable du barrage amont met en œuvre des moyens suffisants pour maîtriser les risques correspondants (étude de stabilité, analyse particulière de risques...) par exemple par la mise en révision spéciale si nécessaire du barrage amont.

Par ailleurs, le service de contrôle doit veiller à la cohérence entre plusieurs études de dangers du point de vue des hypothèses prises en compte concernant la tenue ou la rupture d'un barrage donné sous l'effet de la rupture d'un autre. En cas d'incohérence constatée, une mise à jour ou des compléments d'analyse peuvent s'avérer nécessaires pour les barrages concernés.

Prenons l'exemple de deux barrages successifs X et Y classés A et situés sur un même cours d'eau : l'étude de dangers du barrage de Y postule que le barrage de X résiste sous l'effet de l'onde générée par la rupture de Y. Or celle-ci générerait une surverse importante sur le barrage de X, pour laquelle il n'est pas initialement dimensionné. Des précisions peuvent alors être demandées sur la tenue du barrage de X dans le cadre de sa propre étude de dangers. En fonction des précisions apportées pour le barrage de X, le responsable du barrage de Y pourrait être amené à reconsidérer les hypothèses prises pour la modélisation de l'onde de submersion liée à la rupture de son barrage.

Enfin, s'agissant de la question « jusqu'où remonter en amont ? » pour la prise en compte des différents barrages potentiellement agresseurs du barrage étudié dans une étude de dangers donnée, il appartient au rédacteur de l'étude de dangers de le définir sur la base d'une bonne description de l'environnement amont. En tous les cas, il convient de vérifier que l'étude ne se limite pas à un seul grand barrage amont dont l'agression constituerait un scénario majorant entraînant inévitablement une rupture du barrage étudié. On doit en effet retrouver également la prise en compte d'agressions plus limitées liées à d'autres barrages intermédiaires (situés entre le grand barrage pré-cité et le barrage objet de l'étude de dangers). Cela peut être le cas par exemple pour plusieurs aménagements successifs de classe B dont les études de dangers respectives s'intéresseraient toutes uniquement à l'agression par un même barrage amont de classe A, soumis à plan particulier d'intervention ; le service de contrôle peut demander que les agressions potentielles entre les différents barrages de classe B soient aussi étudiées.

Annexe 5 : 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. Cette liste peut notamment servir de « check-list » pour vérifier qu'une étude de dangers répond aux différents points développés dans le guide de lecture, en application des différents textes législatifs et réglementaires rappelés au début de ce guide.

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** : ... [Ouverte / Close]

Intitulé ouvrage hydraulique : ...

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

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

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
Un document résumé non technique	
Cartes explicatives et illustrations	
Forme didactique	
Le résumé aborde la situation actuelle de l'ouvrage résultant de l'analyse de risques, et présente les résultats P, G.	
Le résumé présente des mesures de réduction des risques	
Le résumé comporte une présentation des améliorations prévues	

Rubrique 1 – Renseignements administratifs

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », 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 du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
Identification complète de ou des ouvrages englobés dans le périmètre de l'EDD (le périmètre est-il clairement défini ?)	
Cartes explicatives associées	
Statut de l'EDD : « 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 »	
Référence PPI (vérification de sa validité, sa remise à jour)	

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

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », 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	

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
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	
Cartographie associée à la description du relief	
Description de l'environnement de l'ouvrage – terrains surplombant l'ouvrage qui peuvent être le point de départ de glissements, éboulements, avalanches et les éventuels aménagements destinés à maîtriser ces risques	
Description de l'environnement de l'ouvrage – 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, ...)	
Description de l'environnement de l'ouvrage – les autres ouvrages hydrauliques situés à l'amont qui peuvent notamment constituer des agresseurs externes en cas de rupture, ou à l'aval	
Description de l'environnement de l'ouvrage – les voies d'accès au barrage et aux différents ouvrages de sécurité	
Description de l'environnement de l'ouvrage – description des habitations à l'amont du barrage	
Description de la zone à l'aval du barrage en termes de zones d'habitations, d'activités (industrielles, agricoles, touristiques et de pêche) et infrastructures (routes, ponts, voies ferrées, canaux ...)	
Cartographie associée à la description de la zone à l'aval du barrage en termes de zones d'habitations, d'activités et infrastructures	
L'environnement est-il décrit en terme d'enjeu potentiel ET en terme d'agresseur externe ?	

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

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », 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 (dont extraits des consignes de surveillance ou	

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
instructions internes intervenant notamment dans la justification de la pertinence de barrières de sécurité)	
Procédures de prise en compte du retour d'expérience	
Procédures de gestion des situations d'urgence (dont extraits des consignes de crues ou instructions internes intervenant notamment dans la démonstration de la maîtrise des risques liés aux passages de crues)	
Contrôle qualité des procédures	
Formations des personnels agissant dans le domaine de la sûreté (auscultation, conduite en crues...), en fonction de leur niveau hiérarchique, de leur niveau d'intervention et de leur service de rattachement	
Date de mise à jour des documents qui composent le SGS	

Rubrique 5 – Identification et caractérisation des potentiels de dangers

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
Caractérisation de la rupture totale du barrage (le volume d'eau mis en jeu est-il cohérent avec le scénario ? La taille de la section effacée ? Cinétique de l'ouverture de cette section ?)	
Schémas associés à la caractérisation de la rupture totale du barrage	
Caractérisation de la rupture partielle du barrage (le volume d'eau mis en jeu est-il cohérent avec le scénario ? La taille de la section effacée ? Cinétique de l'ouverture de cette section ?)	
Schémas associés à la caractérisation de la rupture partielle du barrage	
Caractérisation des phénomènes gravitaires rapides susceptibles d'affecter la retenue (le volume d'eau mis en jeu est-il cohérent avec le scénario ? La taille de la section effacée ? Cinétique de l'ouverture de cette section ?)	
Schémas associés à la caractérisation des phénomènes gravitaires rapides susceptibles d'affecter la retenue	
Caractérisation d'un dysfonctionnement d'un organe du barrage (le volume d'eau mis en jeu est-il cohérent avec le scénario ? La taille de la section effacée ? Cinétique de l'ouverture de cette section ?)	
Schémas associés à la caractérisation d'un dysfonctionnement d'un organe du barrage	
Caractérisation d'une manœuvre inadaptée d'un organe du barrage (le volume d'eau mis en jeu est-il cohérent avec le scénario ? La taille de la section effacée ? Cinétique de l'ouverture de cette section ?)	
Schémas associés à la caractérisation d'une manœuvre inadaptée d'un organe du barrage	

Rubrique 6 – Caractérisation des aléas naturels

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
Étude hydrologique (rappel des données, période de collecte des données, nom de la méthode ...) Présentation des données hydrologiques prises en compte pour l'évaluation des crues 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.	
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 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 et données prises en compte pour la caractérisation du séisme	
Glissement de terrain	
Chute de blocs	
Avalanches	
Gel (cas de vannes gelées ?)	
Foudre	
Vent	

Rubrique 7 – Etude accidentologique et retour d'expérience

	Réponse du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
Accidents et incidents survenus sur l'ouvrage (anomalie dans le comportement de l'ouvrage détectée par sa surveillance, survenue d'un évènement externe important tel un séisme de forte intensité ou un mouvement de terrain, survenue d'accidents d'exploitation...)	
Description des mesures prises	
Accidents et incidents survenus sur d'autres ouvrages : un effort est-il réalisé pour en identifier et les analyser ?	
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 du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », etc.)
Description théorique de la méthodologie d'identification et d'analyse des risques (type de méthode retenue, ...)	
Description de l'expertise mobilisée pour la mise en œuvre de la méthodologie (groupe de travail, ...)	
Justification de la sécurité intrinsèque de l'ouvrage (note de stabilité)	
Liste et explicitation détaillée des différents scénarios de défaillance possibles	
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	
Estimation de la probabilité d'occurrence	
Estimation de l'intensité des effets	
Estimation de la gravité des conséquences	
Estimation de la cinétique	
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 du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », 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 (Article R. 214-116 : l'étude doit détailler les mesures aptes à réduire les risques et en précise les niveaux résiduels une fois mises en œuvre les mesures précitées)	
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 du responsable de l'ouvrage (réf. du document, commentaire service de contrôle sur l'adéquation de la réponse « ok », « manquant », « sans objet », « à compléter », 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	