

Fiches du guide de lecture

Contenu

La présente annexe se compose de quatre fiches constituant un guide à la lecture de l'arrêté du 7 avril 2017 « précisant le plan de l'étude de dangers des digues organisées en systèmes d'endiguement et des autres ouvrages conçus ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions », par les inspecteurs chargés de l'instruction d'étude de dangers de systèmes d'endiguement devant respecter cet arrêté.

- Chapitre 4 : Caractérisation des aléas naturels
- Chapitre 7 : Diagnostic approfondi des éléments constitutifs du système d'endiguement et tenue des ouvrages
- Chapitres 8 et 10 : Étude des risques de venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée et cartographie
- Chapitre 9 : Présentation et analyse de l'organisation mise en place par le gestionnaire pour l'exercice de ses missions
Adéquation des moyens mis en place pour la surveillance et l'entretien courant avec l'objectif de protection garanti

Avertissement

Les fiches qui suivent sont datées du 17 janvier 2019 et se réfèrent à la version de l'arrêté du 7 avril 2017 en vigueur à cette date. De ce fait, elles ne tiennent pas compte des modifications introduites par l'arrêté du 30 septembre 2019.

Elles sont en phase de test par les SCSOH, pendant une durée d'au moins un an, à compter de la diffusion initiale (été 2019). Elles pourront être revues à l'issue de ce premier retour d'expérience. En particulier, ces fiches pourront faire l'objet de compléments dans le cadre du groupe de travail avec les SCSOH qui a été chargé de faire des propositions sur les modalités de contrôle des EDD en application du nouveau référentiel professionnel de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques.

4. Caractérisation des aléas naturels

1. Texte de l'arrêté

Ce chapitre traite notamment les aspects qui ont un impact direct sur les niveaux d'eau, à différencier selon les circonstances propres au système d'endiguement :

1° L'hydrologie, l'hydraulique et la morphodynamique globale du cours d'eau ou du secteur hydrosédimentaire maritime à l'échelle du système d'endiguement, en tenant compte, le cas échéant, de la présence à l'amont d'un ou de plusieurs aménagements hydrauliques ;

2° L'hydrologie, l'hydraulique et la morphodynamique locale au droit de chaque élément composant le système d'endiguement, en tenant compte, le cas échéant, de la présence à l'amont d'un ou de plusieurs aménagements hydrauliques ;

3° Les embâcles et leurs effets potentiels ;

4° Les transports sédimentaires lorsqu'ils ont un impact significatif ;

5° Les impacts combinés des niveaux marins, de la houle, des vagues, des dépressions atmosphériques et du vent, sur le littoral (les hypothèses de combinaison qui sont retenues doivent être explicitées).

Ce chapitre traite également des séismes et de leurs effets potentiels et des phénomènes géologiques pouvant influencer la fondation des ouvrages (présence de karsts, qualité des terrains de fondation...), tels que ces effets et phénomènes ont été mis en évidence par le diagnostic approfondi des ouvrages.

2. Contenus attendus

Ce chapitre vise à caractériser les conséquences physiques de la survenue d'événements liés à des phénomènes naturels susceptibles d'impacter la zone protégée ou le comportement du système d'endiguement. Cette caractérisation recourt habituellement à une méthode d'analyse fonctionnelle externe pour mieux structurer l'analyse des phénomènes naturels en interaction avec le système.

Les phénomènes naturels étudiés dépendront des conditions environnementales propres au système d'endiguement étudié. Le choix de ne pas étudier certains phénomènes doit être justifié.

Dans tous les cas, la caractérisation des aléas doit être menée à l'échelle pertinente pour le système d'endiguement, avec un zoom en tant que de besoin sur :

- chaque digue voire tronçon de digue qui le constitue,
- ses éventuels dispositifs de régulation des venues d'eau,

- les éléments naturels concourant à la protection (exemple : cordon dunaire) ou au contraire autorisant des venues d'eau par contournement (exemple : présence d'un ancien chenal à proximité des digues).

La caractérisation des aléas hydrauliques en domaine fluvial a vocation, selon les spécificités du cas d'espèce, à :

- Présenter l'hydrologie du cours d'eau à une échelle pertinente pour le système d'endiguement :
 - bassin versant : limites, forme, caractéristiques physiques...
 - pluviométrie : principales statistiques pluviométriques et régime pluviométrique
 - hydrométrie : principales statistiques de débits des cours d'eau, régime et caractéristiques des écoulements à l'échelle du bassin versant, localisation et descriptions des stations de mesures existantes et des événements hydrologiques remarquables (crues) et de leurs effets...
- Présenter la morphologie locale du cours d'eau et ses évolutions :
 - caractéristiques géologiques du bassin versant et des principaux aspects de la sédimentologie actuelle : nature et caractéristiques des matériaux mobilisés en fonction des conditions de crues du cours d'eau intéressant le système endigué
 - évolutions morphologiques connues et attendues du cours d'eau intéressant le système endigué aux différentes échelles d'espace (global, local) et de temps : évolutions géologiques ou géomorphologiques récentes (long terme), séculaires (moyen terme) ou événementielle (court terme)...
- Présenter les conditions hydrauliques du cours d'eau au droit du système d'endiguement et des éléments naturels concourant à la protection ou autorisant le contournement
 - Topographie du cours d'eau et du système endigué :
 - données disponibles, caractéristiques (précisions, emprises, dates des levés...) et critiques : Modèle Numérique de Terrain, données ponctuelles, ancienneté...
 - principaux profils en long et en travers du cours d'eau intéressant le système endigué et au droit des éléments du système d'endiguement ;
 - Caractéristiques hydrauliques des biefs intéressants le système, effets attendus sur les écoulements des ouvrages en travers existants (barrages, seuils...), effets attendus des morphologies naturelles et de leurs évolutions (tendances du lit à l'exhaussement ou à l'incision, divagation du cours d'eau, anciens lits...), pour les différents niveaux de crues caractéristiques ;

- Présenter les niveaux d'eau et vitesses d'écoulement atteints au droit du système d'endiguement pour différentes configurations de crues caractéristiques, évaluées en termes de niveau, de débit et de fréquence annuelle de dépassement en un lieu de référence au droit de systèmes de mesure hydrologiques référencés, et notamment :
 - le ou les niveaux de première mise en eau du système d'endiguement
 - le ou les niveaux des points bas de la crête des ouvrages composant le système d'endiguement
 - le ou les niveaux maximums de crête des ouvrages composant le système d'endiguement
 - les vitesses d'écoulement maximales au droit de chaque tronçon particulier du système d'endiguement
 - avec et sans présence d'embâcles, dont le risque sera précisé (localisations préférentielles, conditions d'apparition, etc.)
 - limnigrammes des crues caractéristiques ci-dessus

La caractérisation des aléas hydrauliques en domaine maritime a vocation, selon les spécificités du cas d'espèce, à :

- Présenter la cellule hydrosédimentaire (limites géographiques, caractéristiques physiques...)
- Présenter les conditions de marées et de niveaux marins :
 - régime des marées,
 - localisation et caractéristiques du marégraphe servant de référence pour le système d'endiguement,
 - courants de marée,
 - statistiques des niveaux marins extrêmes
 - états de mer, au droit du système d'endiguement, qui sont susceptibles d'être associés aux niveaux marins
 - les régimes des houles au large et leurs statistiques
 - les régimes des vents et leurs statistiques
 - localisation des points de mesures de références
 - recherche et définition de tempêtes caractéristiques ayant conduit ou pouvant conduire à des inondations (tempêtes historiques ou modélisées), de leurs paramètres hydro-météorologiques au large et des conditions de mesures de leurs caractéristiques majeures (vent, niveau marin, état de mer, onde infra-gravitaire, seiches...)

- Présenter le fonctionnement du littoral et ses évolutions
 - bathymétrie à la côte : données disponibles, caractéristiques
 - caractéristiques géologiques de la cellule hydrosédimentaire et des principaux aspects de la sédimentologie : sources, natures et caractéristiques des matériaux sédimentaires des petits fonds et du rivage
 - caractéristiques (orientations, sens, vitesses...) des courants côtiers, de marée et de dérive littorale au droit du système endigué
 - évolutions morphologiques connues des fonds et du rivage susceptibles d'intéresser le système endigué aux différentes échelles de temps : évolutions géologiques ou géomorphologiques récentes (long terme), séculaires (moyen terme) ou événementielle (court terme)...
 - caractéristiques et effets attendus des ouvrages ou dispositifs de maintien du trait de côte lorsqu'ils existent (épis, brises-lames, techniques souples...)
- Caractériser les niveaux d'eau à la côte
 - conditions de propagation de l'agitation du large à la côte et grandeurs caractéristiques des phénomènes de surcotes atmosphériques (surcote barométrique, et surcote anémométrique liée à l'afflux d'eau à la côte sous l'effet du vent), de surcote liée au déferlement des vagues (wave setup) et aux jets de rive (swatch) ;
 - analyse du contrôle de la bathymétrie sur la propagation des vagues en petits fonds (effet de filtre sur le spectre des vagues), définition d'une bathymétrie de référence (profils topobathymétrique pour les études de propagation et l'analyse de l'effet des vagues incidentes à terre) et des conditions de surveillance adaptées (suivis topobathymétrique, entretiens préventifs et curatifs pour garantir l'absence d'évolution des fonds en dessous de la bathymétrie de référence...) ;
 - définition des niveaux d'eau maximums susceptibles d'être atteints au droit des différents secteurs caractéristiques du système d'endiguement (géométrie, nature) et des éléments naturels participant à la protection (cordons dunaires...) et relations (empirique, déterministe ou statistique) avec les caractéristiques de différentes configurations de tempêtes significatives déterminées au moins en un point de mesure de référence ;
 - détermination des formules ou méthodes de détermination (modèles physique ou numérique) des débits franchissant applicables à la géométrie des différents tronçons du système d'endiguement et établissement des débits résultant pour différentes configurations de tempêtes caractéristiques.

La caractérisation des aléas géologiques et géotechniques

Les conditions et environnements naturels dans lesquels les ouvrages de protection sont implantés peuvent être sensibles à des aléas géologiques et géotechniques nuisibles à leur stabilité et leur pérennité. La caractérisation des aléas géologiques et géotechniques présents comprend ainsi :

- l'établissement du modèle géologique et géotechnique global du site et l'identification des risques géotechniques majeurs et importants : la présence de sols compressibles et l'ampleur des tassements attendus, la présence de variations lithologiques majeures et les conditions hydrogéologiques et hydrauliques des sols sont notamment à évaluer ;
- l'évaluation particulière de la problématique des séismes : sauf en région de sismicité très élevée, la probabilité de concomitance entre un événement sismique et une crue étant très faible, l'évaluation de l'aléa lié au séisme vise donc principalement à évaluer la sensibilité des sols de fondation au risque de liquéfaction sous séisme et à son impact sur les ouvrages. Cette analyse est à conduire pour les situations et ouvrages qui le nécessitent, déterminés en fonction du zonage sismique et de la classe du système d'endiguement.
- l'évaluation particulière de la problématique des karsts : la définition des conditions géologiques du site doit permettre d'identifier les secteurs sensibles aux phénomènes karstiques et les caractéristiques principales des fontis susceptibles de se produire, notamment par l'analyse des phénomènes survenus dans l'ère géologique concernée.

Commentaires généraux sur les données utilisées pour caractériser les aléas naturels

L'EDD doit permettre au lecteur externe d'identifier les « données de base » ayant servi à caractériser les aléas naturels, en détaillant celles qui étaient préexistantes à l'EDD de celles qui ont été recueillies spécifiquement, en complément, à cette fin.

L'origine des données (préexistantes ou produites pour les besoins de l'EDD) doit être connue (citation des sources) et leur moyen d'accès (à des fins d'éventuelles vérifications par les services de contrôle) indiqué.

Sur le fond, l'EDD doit présenter une analyse critique de ces données, quant à leur pertinence au regard du but poursuivi, à savoir, dans la présente partie de l'EDD, la caractérisation des aléas naturels avec une précision suffisante pour les besoins de la justification du niveau de performance du système d'endiguement.

3. Points de contrôle et aide à l'instruction

3.1. Avertissement général

Cette section présente des éléments d'aide à l'instruction des dossiers sous la forme d'éléments généraux de méthodologie et de points de contrôle spécifiques à la thématique développée dans ce chapitre de l'EDD.

Il convient de bien distinguer les attentes concernant le contenu des études portées par les pétitionnaires, des attentes relatives à la posture de contrôle des services :

- Dans le cadre de l'étude de dangers, le pétitionnaire doit développer une argumentation complète et cohérente s'intéressant à l'ensemble des points mentionnés dans cette fiche. Cependant le niveau d'exigence dans l'approfondissement et la justification technique de chaque point sera par nature différent pour chaque cas d'espèce de système d'endiguement. En effet, si celui-ci doit être nécessairement suffisant pour apprécier la sécurité des populations, il sera également proportionné aux conséquences des incertitudes sur la connaissance des effets du fonctionnement défaillant du système d'endiguement.

Ces éléments peuvent être rappelés par le SCSOH à l'occasion de la phase de « pré-cadrage » en amont du dépôt du dossier officiel au guichet de la police de l'eau, qui est à encourager dans l'esprit de la réforme de l'autorisation environnementale unique intervenue récemment. Le SCSOH pourra également utilement rappeler qu'indépendamment du contrôle effectué par l'administration, le pétitionnaire aidé de son bureau d'étude agréé reste le seul responsable de la qualité de son dossier et de son adéquation aux enjeux présentés par le système d'endiguement.

- Dans leur posture de contrôle, les services doivent s'attacher à vérifier la cohérence de l'argumentation, en tenant compte de la liberté dont dispose le pétitionnaire dans la proportionnalité des éléments techniques de justifications apportées. La vigilance des services est néanmoins appelée sur l'adéquation entre la précision des études fournies par le pétitionnaire et les effets induits par une estimation erronée du niveau de protection. Ainsi, le fait que la justification d'un point de contrôle puisse être satisfaite avec une précision plus faible et donc une incertitude plus grande ne doit pas conduire à un relâchement dans la qualité du dossier concernant l'argumentation des performances du système d'endiguement vis-à-vis de la sécurité des populations.

3.2. Éléments de méthodologie générale

Les demandes de compléments ou décisions de rejet doivent être motivées. Elles sont adaptées en fonction des spécificités du cas d'espèce.

Les demandes de compléments visent à s'assurer de la régularité de l'étude de dangers. Les décisions de rejet sanctionnent une étude de dangers irrégulière jugée irrémédiable (par exemple en raison du nombre ou de l'importance des lacunes constatées).

Une demande de complément doit avoir un motif tel que, s'il n'est pas satisfait à la demande, il en résulte (selon les cas) :

- soit un rejet du dossier ;
- soit l'assortiment, à l'autorisation préfectorale, d'une prescription visant à satisfaire à cette demande en temps différé. Toutefois, cette deuxième position doit être réservée aux

demandes non essentielles pour s'assurer de la validité des performances du système d'endiguement ou aux cas où il est matériellement impossible de satisfaire la demande d'emblée (exemple : les justificatifs relatifs à la bonne réalisation des travaux qui sont éventuellement englobés dans l'autorisation préfectorale).

A/ Motifs de demande de compléments

Les points de contrôle ci-dessous sont susceptibles de faire l'objet d'une demande de complément motivée.

- Vérifier que tous les items pertinents sont traités.
 - ⇒ Ils peuvent faire l'objet d'une demande de complément, par exemple exprimée par référence au contenu attendu détaillé dans la présente fiche.
- Vérifier que les sources des données d'entrée sont citées, par référence à l'annexe bibliographique (prévue dans l'arrêté du 7 avril 2017, article 7, premier alinéa).
 - ⇒ En cas de doute, faire préciser la source.
- Vérifier, au moins pour les données d'entrée qui sont les plus essentielles, que l'étude de dangers valide leur réemploi (éventuellement partiel, qui doit alors être précisé), à l'issue d'une analyse critique étayée.
 - ⇒ En cas de besoin, faire compléter l'analyse critique.
- Vérifier que lorsque des données d'entrée sont issues d'un sondage ou d'un échantillonnage, l'étude de dangers comporte une analyse critique étayée sur la représentativité de ce sondage.
 - ⇒ En cas de besoin, faire compléter l'analyse critique ou faire compléter le sondage.
- Vérifier que le contenu de cette section est cohérent avec les autres sections de l'étude de dangers.
 - ⇒ En cas de besoin, exiger la mise en cohérence des informations de l'ensemble de l'étude de dangers.
- Vérifier que les cartes, graphiques, tableaux et illustrations, aptes à présenter de façon synthétique et lisible les informations essentielles, utilisent une échelle appropriée et disposent d'une légende adaptée à leur compréhension.
 - ⇒ En cas de besoin, faire refaire ou compléter.

B/ Critères de rejet

Les cas de rejet décrits ci-dessous sont le cas échéant à considérer en lien avec des constatations faites sur d'autres parties de l'étude de dangers.

- Une information déterminante pour justifier la performance du système d'endiguement est manifestement fautive, contradictoire ou en écart important avec une information récente et avérée qu'a le service de contrôle sur le même sujet.

- La qualité, la précision ou la validité des données sont manifestement insuffisantes eu égard à la précision qui est requise pour justifier la performance du système d'endiguement (particulièrement pour les systèmes d'endiguement ayant un niveau de performance élevé ou visant à protéger une population importante).

3.3. Domaines sensibles du chapitre

A/ Grille de lecture

Les principaux points de contrôle pour évaluer la pertinence de la caractérisation des aléas naturels sont décrits ci-dessous.

Un échec à un de ces points de contrôle amène, dans le cas général, à formuler des demandes de complément lors de l'instruction. La notation ci-dessous a été employée :

- **(R)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est un refus du dossier.
- **(C)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est l'imposition de prescriptions complémentaires (visant fourniture de ces éléments) ou le report de cette exigence à la prochaine étude de dangers.

Le choix de s'orienter vers un refus ou une acceptation est à moduler en considérant l'ensemble de l'étude de dangers, d'autres éléments de considération connus du SCSOH et les divers enjeux en présence.

B/ Points de contrôle notables

- **(R)** Les données d'entrée doivent faire l'objet d'une analyse critique. Les points ci-dessous précisent la notion d'analyse critique :
 - Les sources des valeurs retenues doivent être citées et éventuellement commentées.
 - La qualité et la précision des données d'entrées doivent être compatibles avec la précision affichée des résultats.
 - Pour les secteurs manquant de données, les conditions d'extrapolation et d'usage de données issues de contextes similaires doivent être exposées et argumentées.
 - Les données ne doivent pas être notoirement insuffisantes au regard du contexte au vu des enjeux et de précisions attendues (ex. : absence d'un minimum de données topobathymétrique en domaine maritime, ou de données géotechniques pour les sols de fondation...).
- **(R)** Tout aléa ou phénomène identifié doit faire l'objet d'une caractérisation (ex. : identification de problème de franchissements, de problème karstique ou de sols compressibles, mais non caractérisés et non traités dans la suite de la démarche).

- **(R)** L'analyse et la caractérisation des phénomènes naturels et aléas doivent être faites selon des méthodes :
 - conformes aux recommandations des règles de l'art lorsqu'elles existent,
 - employées dans leur domaine de validité, lequel doit être exposé. La validité du choix des méthodes implique que :
 - les hypothèses de construction de la méthode sont applicables,
 - la méthode est compatible avec la précision attendue des résultats.
- **(R)** Les ordres de grandeurs et les incertitudes sur les résultats sont compatibles avec les conclusions qui en sont tirées par la suite pour justifier la sécurité des populations.
- **(C)** Les valeurs des paramètres internes (ex : coefficients de rugosité), choisies ou obtenues par calage, sont plausibles au vu de la réalité sur le terrain.
- **(C)** Les cartes, graphiques, tableaux et toutes les illustrations doivent être synthétiques et lisibles (échelle appropriée, informations représentées judicieusement choisies) et disposer d'une légende adaptée à leur compréhension.

3.4. Cohérence entre chapitres de l'étude de dangers

Le contenu de cette section de l'EDD présente des liens de cohérence particulièrement forts avec les autres sections suivantes :

- Section 5 « description du système d'endiguement », sous-section 5.3 « description fonctionnelle du système d'endiguement »
- Section 8 « étude des risques de venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée »
- Section 7 « diagnostic approfondi »

4. Sources et références complémentaires

Les principales références bibliographiques sur la notion de diagnostic de système d'endiguement sont :

1. Cerema. 2016. Étude des systèmes de protection contre les submersions marines – Méthodologie et études de cas issues du retour d'expérience Xynthia. Cerema. Références. Bron : Cerema. <http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/etude-des-systemes-de-protection-contre-les-a1448.html>.
2. Cerema. 2015. Analyse du fonctionnement hydrosédimentaire du littoral – Cahier technique. Cerema. Connaissances. Bron : Cerema.
3. CETMEF. 2013. « Analyse des surcots extrêmes le long des côtes métropolitaines ». Rapport méthodologique C13-02. Outils, Côtier. Compiègne : CETMEF.
4. CIRIA. 2013. The international Levee Handbook. CIRIA. C731. London.

5. CIRIA, CUR, et CETMEF. 2007. The Rock Manual : The Use of Rock in Hydraulic Engineering. 2nd ed. London: CIRIA.
6. Degoutte G. (2012). Diagnostic, aménagement et gestion des rivières – Hydraulique et morphologie fluviales appliquées, 2e édition, Éditions TEC&DOC, Lavoisier, Paris, 542 p., ISBN : 978-2-7430-1469-8.
- 7.
8. DGPR. 2014. Risque sismique et Sécurité des ouvrages hydrauliques. Octobre 2014.
- 9.
10. IRSN. 2013. « L'aléa inondation – État de l'art préalable à l'élaboration du guide inondation pour les installations nucléaires ». IRSN.
11. Kergadallan, Xavier. 2013. « Analyse statistique des niveaux d'eau extrêmes - environnements maritime et estuarien ». Rapport méthodologique C13-01. État de l'art, Aménagement Côtiers. Compiègne : CETMEF.
12. MEDDE/DGPR/SRNH. 2014. « Guide méthodologique : Plan de prévention des risques littoraux ». Paris : MEDDE.
13. MEDDE/DGPR. Octobre 2014. « Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques »
14. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. 2010. La gestion du trait de côte. Savoir faire. Paris : QUAE.
15. Recking A., Richard D., Degoutte G. (2013). Torrents et rivières de montagne – Dynamique et aménagement - Éditions Quae nov 2013, 334 p.
- 16.
17. SHOM, et CETMEF. 2012. « Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France (Manche et Atlantique) ». X005HYI. SHOM.

7. Diagnostic approfondi des éléments constitutifs du système d'endiguement et tenue des ouvrages

1. Texte de l'arrêté

Ce chapitre établit le diagnostic approfondi des digues et autres ouvrages associés composant le système d'endiguement. Il s'appuie sur les éléments établis dans le chapitre 6. Il détaille l'ensemble des connaissances disponibles sur chacun des éléments qui composent ce système, en présentant le contenu et les résultats des reconnaissances spécifiques et approfondies. Il tient notamment compte de la présence d'ouvrages traversants et d'éventuelles singularités.

La justification de la résistance mécanique des ouvrages existants (autres que barrages et assimilés barrages relevant de la rubrique 3.2.5.0) au moins jusqu'au niveau de protection s'appuiera sur :

- les résultats d'un diagnostic approfondi effectué par un organisme agréé ;
- l'ensemble de la documentation afférente aux ouvrages, en particulier le dossier technique constitué en application de l'article R. 214-122, les rapports de surveillance passés et la précédente étude de dangers ;
- l'analyse des moyens mis en œuvre pour assurer l'entretien, la surveillance et les réparations courantes des ouvrages.

2. Contenus attendus

2.1. Objectifs du diagnostic approfondi

Le diagnostic approfondi a pour objectif l'évaluation de la performance structurelle des ouvrages qui composent le système d'endiguement, c'est-à-dire l'estimation de la probabilité de défaillance structurelle de ces ouvrages, pour les différents scénarios de rupture auxquels ils peuvent être confrontés.

Selon le cas de figure (article, 2 à 6 de l'arrêté du 7 avril 2017) de l'EDD considérée, le diagnostic approfondi consiste en :

- Cas d'une demande d'autorisation initiale d'un système d'endiguement, sans travaux (art. 2) : une évaluation de la performance structurelle de la configuration actuelle du système ;
- Cas d'une demande d'autorisation de modification d'un système d'endiguement, avec travaux (art. 3) : une actualisation de l'évaluation de la performance structurelle de la configuration actuelle du système ainsi qu'une évaluation de la performance structurelle

- de la configuration projetée (sur la base d'un Avant-Projet suffisamment détaillé pour que le fonctionnement et les performances attendues du système d'endiguement ne puissent pas être remis en question en phase Projet) ;
- Cas d'une demande d'autorisation initiale d'un système d'endiguement comportant des travaux (art. 4) : une évaluation de la performance structurelle de la configuration projetée du système (sur la base d'un Avant-Projet suffisamment détaillé pour que le fonctionnement et les performances attendues du système d'endiguement ne puissent pas être remis en question en phase Projet) ;
 - Cas d'une mise à jour particulière à la demande du préfet (art. 5) : une actualisation de l'évaluation de la performance structurelle de la configuration actuelle du système ;
 - Cas de l'actualisation périodique de l'étude de dangers (art. 6) : une actualisation de l'évaluation de la performance structurelle de la configuration actuelle du système.
- L'évaluation technique de la performance structurelle du système d'endiguement correspond à la détermination du **niveau de sûreté**¹ et du **niveau de danger**² de chacun des composants du système d'endiguement³. La connaissance de ces niveaux, accompagnés des résultats du diagnostic hydraulique⁴ du système d'endiguement, doivent permettre de justifier le **niveau de protection** du système, ce dernier ne pouvant être supérieur aux niveaux de sûreté des composants du système.
 - Par ailleurs, le choix des scénarios de défaillance du système d'endiguement (et donc d'inondation) étudiés au chapitre 8 de l'EDD, et notamment concernant les scénarios 1 et 3 du plan réglementaire de l'EDD, doit être cohérent avec les résultats du diagnostic approfondi.
 - Le « risque résiduel de rupture » de chacun des composants du système d'endiguement (**niveau de sûreté**) doit être inférieur ou égal à la valeur limite réglementaire de 5 % de probabilité conditionnelle (pour un niveau de sollicitation donné) de rupture.
 - Le diagnostic approfondi s'intéresse :
 - à l'ensemble des ouvrages qui entrent dans la composition du système d'endiguement,
 - aux interfaces et transitions qui existent entre ouvrages, et entre ouvrages et éléments naturels,

1 Le **niveau de sûreté** est le niveau d'eau jusqu'auquel l'ouvrage est sûr, c'est-à-dire que sa probabilité de rupture est négligeable pour les différents modes de rupture auxquels il est potentiellement exposé. Cette notion se rapproche du "risque résiduel de rupture" maximal admis pour le niveau de protection, qui est introduit et fixé à 5 % de probabilité de rupture, dans l'arrêté du 7 avril 2017 (chapitre 8 de l'EDD, scénario 1).

2 Le **niveau de danger** est le niveau d'eau à partir duquel la probabilité de rupture d'un ouvrage est très élevée à certaine pour les différents modes de rupture auxquels il est potentiellement exposé. Cette notion se rapproche du "risque de rupture d'au moins un ouvrage supérieur à 50 %", qui est introduit dans l'arrêté du 7 avril 2017 (chapitre 8 de l'EDD, scénario 3).

3 Selon l'arrêté du 7 avril 2017, le diagnostic approfondi est explicitement imposé pour une sollicitation au moins égale au niveau de protection. Toutefois, la satisfaction des objectifs du scénario 3, imposé au chapitre 8 de l'EDD, nécessite l'évaluation de la performance structurelle du système pour des sollicitations allant au-delà de ce niveau.

4 Le diagnostic hydraulique du système d'endiguement vise à constater ou vérifier le fonctionnement hydraulique de ce dernier et à le caractériser en termes de niveaux d'événement de sollicitation hydraulique du milieu eau. Cette analyse est purement hydraulique et ne s'intéresse pas aux aspects structurels en lien avec la sûreté du système. Les objectifs de ce diagnostic sont de constater le niveau de protection apparent du système et de constater ou vérifier son fonctionnement hydraulique. Le diagnostic hydraulique est mené dans le cadre du chapitre 5.3 de l'EDD.

- à l'environnement proche, de part et d'autre des ouvrages (berges, estran, milieu eau, zone protégée, ouvrages anthropiques...), et susceptible d'influer sur le comportement structurel ou fonctionnel (la performance) du système d'endiguement,
 - aux éléments naturels (dunes, éperons rocheux, etc.) dont, le cas échéant, dépend la cohérence hydraulique du système d'endiguement et donc la capacité de ce dernier à protéger contre les inondations et submersions.
- Dans le cas où un aménagement hydraulique, au sens du décret du 12 mai 2015, et un système d'endiguement font l'objet d'une même EDD, les ouvrages composant l'aménagement hydraulique doivent également faire l'objet d'une évaluation de leur performance structurelle.
 - Le diagnostic approfondi doit être mené en cohérence avec les résultats exposés au chapitre 4 de l'EDD (caractérisation des aléas naturels) pour ce qui est des sollicitations, au chapitre 5 (description du système) pour ce qui est des éléments constitutifs de système et de son fonctionnement hydraulique, au chapitre 6 (retour d'expérience sur le système ou des systèmes équivalents) pour ce qui est des scénarios de défaillance à considérer, et au chapitre 9 (organisation de la gestion) pour ce qui concerne les mesures et moyens de surveillance / entretien / réparation des ouvrages.

2.2. Les principales étapes d'un diagnostic structurel

Le diagnostic approfondi présenté dans le chapitre 7 doit retranscrire et justifier la mise en œuvre de chacune des étapes présentées ci-dessous :

1. Recueil et analyse critique de la pertinence des données d'entrée existantes (voir 2.3). Réalisation de reconnaissances spécifiques pour combler les éventuelles lacunes dans les données nécessaires au diagnostic et à la justification du niveau de protection ;
2. Analyse des données pour l'évaluation de la performance structurelle :
 - a) Représentation du système : découpage du système en ouvrages ou tronçons homogènes en termes de composition structurelle et de sollicitations (caractérisation et justification de la nature et disposition des différents composants, y compris fondation, pour les différents ouvrages ou tronçons homogènes identifiables) ;
 - b) Détermination et choix des scénarios de rupture⁵ à considérer pour chaque ouvrage ou tronçon structurellement homogène, du fait de ses caractéristiques structurelles et des sollicitations auxquelles il est exposé (en cohérence avec les résultats exposés au chapitre 4 de l'EDD)⁶ ;

5 Les scénarios de rupture sont les enchaînements de mécanismes qui conduisent à la brèche. Ils ne doivent pas être confondus avec les scénarios d'inondations, étudiés au chapitre 8 (scénarios de propagation des eaux d'inondation dans la zone protégée).

6 Pour garantir son exhaustivité, il est préférable que la détermination des scénarios soit menée sur la base d'une démarche formelle d'analyse fonctionnelle (présentée dans le chapitre 5 de l'EDD) et d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)

- c) Choix et justification de la pertinence des modèles utilisés pour l'évaluation de la performance vis-à-vis des différents scénarios défaillance et/ou mécanismes de détérioration :
- modèles mathématiques physiques ou empiriques (voir exemple de méthode en référence 8 de la liste bibliographique) ;
 - méthodes à base d'indicateurs (voir exemple de méthode en référence 14 de la liste bibliographique) ;
 - analyses expertes.

Quelle que soit la méthode utilisée, la justification des choix, des hypothèses et des résultats est essentielle. Ainsi, une analyse experte bien étayée vaut plus qu'un modèle mathématique dont les hypothèses ne sont pas justifiées/connues.

- d) Présentation des résultats de la méthode choisie pour chaque ouvrage ou tronçon structurellement homogène quant à l'évaluation de sa performance :
- en tenant compte des points singuliers : ouvrages inclus (canalisations traversantes, bâtis encastrés, etc.),
 - en tenant compte des divers désordres identifiés,
 - en tenant compte de la planification des mesures de surveillance / entretien / réparation des ouvrages visant à assurer la pérennité des ouvrages,
 - en fournissant et justifiant une évaluation de la précision des résultats ;
- e) Présentation des résultats en termes de probabilités de rupture avec une estimation de l'intervalle de confiance ;

3. Présentation des conclusions générales relatives au niveau de performance structurelle du système d'endiguement et localisation des éventuels points faibles : ces niveaux de performance peuvent être affichés en termes de niveaux de sûreté et de niveaux de danger pour chaque ouvrage ou tronçon du système d'endiguement. Selon l'arrêté du 7 avril 2017, une probabilité de rupture maximale de 5 % doit être vérifiée en tout point pour le ou les niveaux de protection du système d'endiguement. Une défaillance structurelle d'une probabilité de réalisation d'au moins 50 % doit être considérée pour l'étude du ou des scénarios 3 du chapitre 8 de l'EDD.

2.3. Les données d'entrées du diagnostic

- L'EDD doit présenter une analyse critique des données utilisées pour qualifier leur qualité et pertinence (plus ou moins grandes résolution, précision, actualité) au regard des attendus de l'étude (justification de la performance structurelle).
- L'origine et la nature des données doivent être décrites, les sources citées et leur moyen d'accès indiqué (le dossier d'ouvrage doit rassembler et classer l'ensemble des informations concernant le système d'endiguement) :
 - données existantes : disponibles auprès du gestionnaire ou d'autres structures (bases de données, cartographie, ...), ou résultant de recherches historiques spécifiques ;
 - données issues d'inspections visuelles ;

- ou données acquises lors de reconnaissances spécifiques dans le cadre de la réalisation de l'EDD.
- Les données d'entrée utiles au diagnostic approfondi sont listées ci-dessous. Le diagnostic approfondi doit décrire et justifier le niveau de connaissance pour chacun de ces aspects :
 - *Géométrie et topographie, y compris bathymétrie* :
 - Profils en long de la crête des ouvrages, voire des autres lignes caractéristiques (par exemple, pied de digue côté eau et côté zone protégée) ;
 - Profils en travers des ouvrages (profils débordant des pieds d'ouvrages) intégrant l'ensemble de leurs composants participant à la protection ;
 - Topographie/bathymétrie de l'environnement proche côté eau et côté zone protégée.
 - *Géotechnique et génie civil (structure et sa fondation), y compris géologie, hydrogéologie et géophysique (modèle géotechnique à construire)* :
 - Résultats de campagnes géophysiques (voir référence 6 de la liste bibliographique) ;
 - Paramètres géotechniques ou mécaniques (prélèvements et essais) ;
 - Synthèse cartographique reliant les différentes campagnes géophysiques avec les différents prélèvements et essais géotechniques ;
 - Géologie ;
 - Hydrogéologie.
 - *Sollicitations hydrauliques sur les ouvrages (Ces aspects sont traités dans le cadre du chapitre 4 de l'EDD)* : études de caractérisation de l'aléa fluvial, maritime, estuarien ou torrentiel sollicitant les ouvrages, en termes de niveaux d'eau et d'intensité des sollicitations hydrauliques, pour différentes périodes de retour d'événements ;
 - *Morphologie du milieu eau (Ces aspects sont traités dans le cadre du chapitre 4 de l'EDD)* :
 - Documents cartographiques historiques et plus récents ;
 - Étude morphologique et morphodynamique ;
 - Étude du transport solide.
 - *Caractéristiques structurelles des ouvrages ponctuels : ouvrages amovibles (batardeaux, ...), ouvrages traversant ou englobés (canalisations, ...), organes hydrauliques (vannes, clapets, ...)* :
 - Oxydation, épaisseur des surfaces, détérioration des joints, essais de fonctionnement, état du contact avec le génie civil...
 - *Facteurs aggravants : végétation, animaux fouisseurs, séismes, etc.* ;
 - *Résultats d'examen visuels : identification de désordres et de points singuliers* ;
 - *Planification des mesures et moyens de surveillance/entretien/réparation des ouvrages.*

L'EDD doit présenter une analyse critique de la pertinence des données d'entrée et de leur complétude au regard du but poursuivi, à savoir, dans la présente partie de l'EDD, la réalisation d'un

diagnostic suffisamment exhaustif et précis compte tenu de son rôle pour la justification du niveau de performance du système d'endiguement.

L'EDD doit permettre au lecteur externe d'identifier l'ensemble des données sur lesquelles s'appuie le diagnostic approfondi, en détaillant celles qui étaient préexistantes à l'EDD de celles qui ont été recueillies spécifiquement, en complément, à cette fin.

L'origine des données (préexistantes ou produites pour les besoins de l'EDD) doit être connue (citation des sources) et leur moyen d'accès (à des fins d'éventuelles vérifications par les services de contrôle) indiqué.

3. Points de contrôle et aide à l'instruction

3.1. Avertissement général

Cette section présente des éléments d'aide à l'instruction des dossiers sous la forme d'éléments généraux de méthodologie et de points de contrôle spécifiques à la thématique développée dans ce chapitre de l'EDD.

Il convient de bien distinguer les attentes concernant le contenu des études portées par les pétitionnaires, des attentes relatives à la posture de contrôle des services :

- Dans le cadre de l'étude de dangers, le pétitionnaire doit développer une argumentation complète et cohérente s'intéressant à l'ensemble des points mentionnés dans cette fiche. Cependant le niveau d'exigence dans l'approfondissement et la justification technique de chaque point sera par nature différent pour chaque cas d'espèce de système d'endiguement. En effet, si celui-ci doit être nécessairement suffisant pour apprécier la sécurité des populations, il sera également proportionné aux conséquences des incertitudes sur la connaissance des effets du fonctionnement défaillant du système d'endiguement.

Ces éléments peuvent être rappelés par le SCSOH à l'occasion de la phase de « pré-cadrage » en amont du dépôt du dossier officiel au guichet de la police de l'eau, qui est à encourager dans l'esprit de la réforme de l'autorisation environnementale unique intervenue récemment. Le SCSOH pourra également utilement rappeler qu'indépendamment du contrôle effectué par l'administration, le pétitionnaire aidé de son bureau d'étude agréé reste le seul responsable de la qualité de son dossier et de son adéquation aux enjeux présentés par le système d'endiguement.

- Dans leur posture de contrôle, les services doivent s'attacher à vérifier la cohérence de l'argumentation, en tenant compte de la liberté dont dispose le pétitionnaire dans la proportionnalité des éléments techniques de justifications apportées. La vigilance des services est néanmoins appelée sur l'adéquation entre la précision des études fournies par le pétitionnaire et les effets induits par une estimation erronée du niveau de protection. Ainsi, le fait que la justification d'un point de contrôle puisse être satisfaite avec une précision plus faible et donc une incertitude plus grande ne doit pas conduire à un relâchement dans la qualité du dossier concernant l'argumentation des performances du système d'endiguement vis-à-vis de la sécurité des populations.

3.2. Éléments de méthodologie générale

Les demandes de compléments ou décisions de rejet doivent être motivées. Elles sont adaptées en fonction des spécificités du cas d'espèce.

Les demandes de compléments visent à s'assurer de la régularité de l'étude de dangers. Les décisions de rejet sanctionnent une étude de dangers irrégulière jugée irrémédiable (par exemple en raison du nombre ou de l'importance des lacunes constatées).

Une demande de complément doit avoir un motif tel que, s'il n'est pas satisfait à la demande, il en résulte (selon les cas) :

- soit un rejet du dossier ;
- soit l'assortiment, à l'autorisation préfectorale, d'une prescription visant à satisfaire à cette demande en temps différé. Toutefois, cette deuxième position doit être réservée aux demandes non essentielles pour s'assurer de la validité des performances du système d'endiguement ou aux cas où il est matériellement impossible de satisfaire la demande d'emblée (exemple : les justificatifs relatifs à la bonne réalisation des travaux qui sont éventuellement englobés dans l'autorisation préfectorale).

A/ Motifs de demande de compléments

Les points de contrôle ci-dessous sont susceptibles de faire l'objet d'une demande de complément motivée.

- Vérifier que tous les items pertinents sont traités.
 - ⇒ Ils peuvent faire l'objet d'une demande de complément, par exemple exprimée par référence au contenu attendu détaillé dans la présente fiche.
- Vérifier que les sources des données d'entrée sont citées, par référence à l'annexe bibliographique (prévue dans l'arrêté du 7 avril 2017, article 7, premier alinéa).
 - ⇒ En cas de doute, faire préciser la source.
- Vérifier, au moins pour les données d'entrée qui sont les plus essentielles, que l'étude de dangers valide leur réemploi (éventuellement partiel, qui doit alors être précisé), à l'issue d'une analyse critique étayée.
 - ⇒ En cas de besoin, faire compléter l'analyse critique.
- Vérifier que lorsque des données d'entrée sont issues d'un sondage ou d'un échantillonnage, l'étude de dangers comporte une analyse critique étayée sur la représentativité de ce sondage.
 - ⇒ En cas de besoin, faire compléter l'analyse critique ou faire compléter le sondage.
- Vérifier que le contenu de cette section est cohérent avec les autres sections de l'étude de dangers.
 - ⇒ En cas de besoin, exiger la mise en cohérence des informations de l'ensemble de l'étude de dangers.

- Vérifier que les cartes, graphiques, tableaux et illustrations, aptes à présenter de façon synthétique et lisible les informations essentielles, utilisent une échelle appropriée et disposent d'une légende adaptée à leur compréhension.
⇒ En cas de besoin, faire refaire ou compléter.

B/ Critères de rejet

Les cas de rejet décrits ci-dessous sont le cas échéant à considérer en lien avec des constatations faites sur d'autres parties de l'étude de dangers.

- Une information déterminante pour justifier la performance du système d'endiguement est manifestement fautive, contradictoire ou en écart important avec une information récente et avérée qu'a le service de contrôle sur le même sujet.
- La qualité, la précision ou la validité des données sont manifestement insuffisantes eu égard à la précision qui est requise pour justifier la performance du système d'endiguement (particulièrement pour les systèmes d'endiguement ayant un niveau de performance élevé ou visant à protéger une population importante).

3.3. Domaines sensibles du chapitre

A/ Grille de lecture

Les principaux points de contrôle pour évaluer la pertinence du diagnostic approfondi et de la justification des résistances mécaniques sont décrits ci-dessous.

Un échec à un de ces points de contrôle amène, dans le cas général, à formuler des demandes de complément lors de l'instruction. La notation ci-dessous a été employée :

- **(R)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est un refus du dossier.
- **(C)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est l'imposition de prescriptions complémentaires (visant fourniture de ces éléments) ou le report de cette exigence à la prochaine étude de dangers.

Le choix de s'orienter vers un refus ou une acceptation est à moduler en considérant l'ensemble de l'étude de dangers, d'autres éléments de considération connus du SCSOH et les divers enjeux en présence.

B/ Points de contrôle notables

- **(R) Exhaustivité** : Tous les composants du système d'endiguement doivent être diagnostiqués en tenant compte de tous les ouvrages intéressant la performance et la sécurité du système (ouvrages traversants, bâtiments englobés...). Toutes les problématiques pertinentes (liées à la nature des ouvrages et à celle des sollicitations) doivent être abordées dans le diagnostic.
 - Remarque : l'exhaustivité des investigations n'est pas exigée : il ne faut pas faire d'amalgame entre les notions de diagnostic et les diverses investigations qui y sont attachées. Par exemple, on n'exige pas l'exhaustivité des investigations par sondage, comme un sondage tous les 10 mètres sur tous les remblais. En revanche, on exige que le diagnostic porte sur tous les ouvrages : dans notre exemple, les ouvrages peu ou pas

sondés feront l'objet de justifications en arguant de l'homogénéité des digues, ou en prenant des hypothèses sécuritaires sur leurs propriétés mécaniques.

La conduite du diagnostic et les incertitudes qui en résultent (sur les données d'entrée, sur les modèles d'évaluation de la performance utilisés, et sur les résultats en termes de niveaux de sûreté, de danger et in fine de protection) sont du ressort du gestionnaire, en fonction de la complexité du système, du niveau de protection choisi et des enjeux impliqués.

- **(R) Méthodologie** : L'analyse des composants du système d'endiguement et la caractérisation de leur résistance mécanique doivent être faites selon des méthodes :
 - conformes aux recommandations des règles de l'art lorsqu'elles existent,
 - employées dans leur domaine de validité, lequel doit être exposé. La validité du choix des méthodes implique que :
 - les hypothèses de construction de la méthode sont applicables,
 - la méthode est compatible avec la précision attendue des résultats.
- Les éléments suivants doivent **à minima** avoir été pris en compte (en termes de données d'entrée) pour réaliser le diagnostic (si le diagnostic ne contient pas ces éléments minimaux et qu'ils ne sont pas soigneusement évalués et justifiés, y compris en termes d'incertitudes, il n'est pas possible de porter un jugement sur la pertinence du diagnostic approfondi) :
 - **(R)** Compte rendu d'examen visuel (voir référence 10 de la liste bibliographique) récent ;
 - Topographie **(R)** et bathymétrie **(C en fluvial, R en maritime)** (voir référence 9 de la liste bibliographique) récente ;
 - **(R)** Constitution globale et caractéristiques mécaniques, actuelles, des ouvrages et de leurs fondations ;
 - **(R)** (*Doit être fourni par le chapitre 4*) Nature des sollicitations hydrauliques actuelles ;
 - **(C en fluvial, R en maritime)** Comportement morphodynamique au droit des ouvrages ;
 - **(R)** Sollicitations liées aux usages tiers de l'ouvrage (circulation routière ou ferroviaire...) ;
 - **(C)** Évaluation récente des facteurs aggravants (végétation, galeries de fousseurs, ouvrages englobés).
- **(R)** Les mécanismes de détérioration suivants doivent être identifiés et étudiés dans les scénarios de défaillance des ouvrages de génie civil, pour les ouvrages existants ou projetés :
 - Pour les ouvrages en remblai :
 - les instabilités dont les mécanismes principaux comprennent les glissements de talus affectant ou pas le sol de fondation, les affaissements, les tassements ;
 - l'érosion externe dont les mécanismes principaux sont l'érosion du talus côté zone protégée, par surverse ou franchissements par paquets de mer, et l'érosion du talus côté milieu eau par affouillement ;
 - l'érosion interne qui comporte plusieurs modes d'initiation et mécanismes associés.

- Pour les ouvrages rigides : le glissement (d'ensemble ou d'une partie de l'ouvrage), le basculement (d'ensemble ou d'une partie de l'ouvrage), l'abrasion, la fissuration, les altérations chimiques, les chocs.
- **(R)** Le diagnostic doit fournir les informations de résistance mécanique nécessaires pour justifier le choix de considérer que les ouvrages résistent ou rompent, devant les différentes charges hydrauliques qu'ils subissent dans les scénarios du chapitre 8.
 - La résistance mécanique des ouvrages devant les contraintes qu'ils subissent lors d'un aléa correspondant au niveau de protection doit être démontrée (au risque résiduel de rupture près).
 - Les hypothèses portant sur les scénarios 1 et 3 (du plan de l'EDD réglementaire) doivent être vérifiées. À noter que cela implique de vérifier les résistances (ou défaillances) mécaniques au-delà du niveau de protection.
- **(R)** L'état des organes hydrauliques (canalisations, vannes, clapets...) susceptibles d'avoir une influence notable sur la protection (en laissant entrer des volumes d'eau conséquents ou en provoquant des dégradations notables des endiguements) doit être soigneusement décrit et justifié.
- **(R)** Qu'ils reposent sur la mise en œuvre de modèles mathématiques (physiques ou empiriques) ou de dires d'experts (ce qui est tout aussi acceptable) **les points suivants doivent être soigneusement détaillés et justifiés** (en cohérence avec les résultats exposés dans les autres chapitres de l'EDD et les règles de l'art) :
 - la démarche et les raisonnements appliqués pour l'estimation de la performance structurelle du système,
 - les hypothèses doivent être clairement exposées et justifiées,
 - les incertitudes liées aux données d'entrée, aux modèles utilisés et aux résultats,
 - les niveaux de sûreté et de danger résultant de l'évaluation (qualitative ou quantitative) des probabilités de défaillance.
- **(R)** Si l'aléa sismique est jugé significatif (vis-à-vis de la sûreté des ouvrages) dans le cadre du chapitre 4 de l'EDD, en lien avec le contexte du système d'endiguement (notamment si les ouvrages sont toujours en eau), il doit être traité dans le respect des recommandations de la DGPR sur le risque sismique et la sécurité des ouvrages hydrauliques.
- **(C)** Le découpage du système d'endiguement en ouvrages ou tronçons structurellement homogènes doit être soigneusement justifié, sur la base des caractéristiques structurelles des éléments du système et des sollicitations auxquelles ces derniers sont exposés.
- **(C ; R pour des dunes)** Les éléments naturels participant à la performance hydraulique du système (niveau de protection) doivent être identifiés.
- **(R pour des dunes)** Pour les systèmes comportant des éléments naturels participant à la protection, il convient de préciser la géométrie (profils) et le comportement de ces éléments naturels, à minima pour le niveau de protection retenu pour le système. L'absence d'entrée

d'eau non maîtrisée (de brèche) au droit de ces éléments (on peut tolérer quelques franchissements en maritime si l'eau est bien ressuyée ensuite) doit être justifiée, à minima pour le niveau de protection retenu.

3.4. Cohérence entre chapitres de l'étude de dangers

Le contenu de cette section de l'EDD présente des liens de cohérence particulièrement forts avec les autres sections suivantes :

- Section 4 « caractérisation des aléas naturels »
- Section 5 « description du système d'endiguement », sous-section 5.1 « ouvrages existants »
- Section 6 « retour d'expérience concernant la zone protégée et le système d'endiguement »
- Section 8 « étude des risques de venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée »
- Section 9 pour la surveillance renforcée de certains éléments...

4. Pour aller plus loin

Les principales références bibliographiques sur la notion de diagnostic de système d'endiguement sont :

1. CETE Méditerranée, 2001. Catalogue de techniques d'acquisition de données topométriques pour les études hydrauliques.
2. CFBR, (2015), *Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages et des digues en remblai*.
3. Chapitre 5.3 en particulier 5.3.3 de l'ILH : Ciria, MEDE (Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie), USACE (US Army Corps of Engineers). (2013). *International Levee Handbook (ILH)*, Ciria, 2013, ISBN : 978-0-86017-734-0.
4. CFBR, (2012), *Recommandations pour la justification de la stabilité des barrages-poids*.
5. DGPR, (2014), *Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques*.
6. Fauchard C., Mériaux P. (2007) Méthodes géophysiques et géotechniques pour le diagnostic des digues de protection contre les crues - Cemagref éditions, Sep 2007, 124 p.
7. FLOODPROBE work package 3 : 3.1 érosion interne, résistance à l'érosion externe par végétation, transitions ; 3.2 Levé Lidar et géophysique ; 3.3 Diagnostics et SIG. Documentation disponible en ligne : <http://www.floodprobe.eu/project-documents.asp> et <http://www.floodprobe.eu/project-outputs.asp>.
8. Maurin J. et al., (2013), *Études de dangers des digues de classe A de la Loire et de ses affluents : modèle d'aléas de rupture*, Digues maritimes et fluviales de protection contre les submersions 2^e colloque national - Digues2013.
9. Mériaux P., Auriou L., Maurin J., Boulay A., Lacombe S., Marmu S. (2013). La télédétection LiDAR hélicoptérée haute résolution, un outil efficace pour étudier la topographie et contribuer au diagnostic des digues de protection. 2nd colloque national – Digues2013, MEDDTL /

CFBR / Irstea, Dignes Maritimes et Fluviales de Protection contre les Submersions, Aix-en-Provence, 2013, 335-344.

10. Mériaux P., Royet P., et Folton C. (2004). *Guide pratique à l'usage des propriétaires et des gestionnaires - Surveillance, entretien et diagnostic des digues de protection contre les inondations*, Cemagref éditions, ISBN : 2-85362-636-9, 2004.
11. Poulain D., Tourment R. (coord.). (2015). *Référentiel technique digues maritimes et fluviales*, MEDD - DGPR, Paris, 191 p.
12. Soulat P. et al., (2013), *Diagnostic continu et analyse géo-localisée du risque appliqués aux digues du petit Rhône*, Dignes maritimes et fluviales de protection contre les submersions 2^e colloque national - Dignes2013.
13. Tourment R., Beullac B., *Inondations : analyse de risque des systèmes de protection, application aux études de dangers*, 2018 (en cours d'édition).
14. Tourment R. et al., (2013), *Digsure: une méthode et un outil SIG d'aide au diagnostic et à la gestion des digues fluviales*, Dignes maritimes et fluviales de protection contre les submersions 2^e colloque national - Dignes2013.



8-10. Étude des risques de venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée et cartographie

1. Texte de l'arrêté

Chapitre 8

Le risque lié à l'inondation est estimé et évalué. Les zones potentiellement dangereuses pour les différents scénarios sont estimées et délimitées et les probabilités de ces mises en danger sont évaluées.

Les études concernent les territoires relevant de la responsabilité de l'autorité compétente visée au *a* du chapitre 1 de la présente annexe.

Les études sont effectuées pour une gamme d'aléas représentatifs des crues et des tempêtes susceptibles d'affecter ces territoires comprenant au moins :

Le scénario 1 est celui du fonctionnement nominal du système d'endiguement quand le niveau de l'eau, sous l'effet de la crue ou d'une submersion marine, correspond au plus au niveau de protection. On admettra que cette montée maximale du niveau de l'eau peut générer un risque résiduel de rupture d'ouvrage de 5 % au plus. En outre, des venues d'eau plus ou moins dangereuses sont possibles en dehors de la zone protégée.

Le scénario 2 est représentatif d'une défaillance fonctionnelle du système d'endiguement au moment où se produit un aléa dont l'intensité équivaut à l'intensité de l'aléa correspondant au niveau de protection. La défaillance fonctionnelle qui est réputée liée à la défaillance d'un dispositif de régulation des écoulements hydrauliques (atardeau qui n'est pas mis en place ou qui se rompt, vanne qui reste en position ouverte, station de pompage en panne, etc.) ne s'accompagne pas d'une défaillance structurelle des ouvrages. Il en résulte néanmoins des venues d'eau plus ou moins dangereuses dans la zone protégée ou une aggravation des venues d'eau en dehors de cette dernière.

Le scénario 3 est représentatif d'une défaillance structurelle du système d'endiguement. Pour que ce scénario reflète une situation de terrain réaliste et porteuse d'enseignements pour les services en charge des secours aux personnes, le niveau d'aléa retenu doit être tel qu'il génère un risque de rupture d'au moins un ouvrage supérieur à 50 %.

Le scénario 4 est représentatif du comportement du système d'endiguement quand se produit l'aléa de référence du plan de prévention des risques naturels inondation ou littoraux quand un tel plan existe.

La représentation cartographique des venues d'eau dans la zone protégée et dans le reste des territoires relevant de la responsabilité de l'autorité visée au *a* du chapitre 1 de la présente annexe fait l'objet des cartes prévues au chapitre 10.

Chapitre 10

Les cartes prévues ci-après sont obligatoires.

10.1. Carte administrative

Carte représentant :

- 1° Les limites administratives du territoire relevant de l'autorité visée au a du chapitre 1 ;
- 2° Les limites de la zone protégée qui est inscrite dans ce territoire.

10.2. Cartes des venues d'eau

Ces cartes ont le même fond de carte qu'au 10.1 et sont prévues pour chacun des aléas étudiés au 8. Elles représenteront, selon un code couleur approprié :

1° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau non dangereuses ou peu dangereuses ;

2° Les parties de territoires susceptibles d'être affectées par des venues d'eau dangereuses. Sont réputées dangereuses les venues d'eau telles que la hauteur d'eau atteint au moins 1 mètre ou le courant au moins 0,5 mètre par seconde ;

3° Les parties de territoires où les venues d'eau peuvent être particulièrement dangereuses en raison de l'existence de points bas ou d'un « effet cuvette » ou de l'existence d'une zone de dissipation d'énergie importante.

10.3. Cas du système d'endiguement nouveau au profit de territoires précédemment dépourvus de toute protection

Quand les dispositions de l'article R. 214-119-3 s'appliquent (cas du système d'endiguement nouveau au profit de territoires précédemment dépourvus de toute protection contre les inondations), une carte complémentaire est exigée. Cette carte représente les phénomènes hydrauliques dans la zone étudiée pour des événements dont la probabilité d'occurrence correspondant à la classe de l'ouvrage est mentionnée à l'article R.214-119-3. Le fond de la carte est identique à celle prévue au 10.1. La carte représente les parties de territoires qui sont affectées par des venues d'eau dangereuses ou particulièrement dangereuses ainsi qu'une indication de leur propagation dans la zone protégée à partir du moment où ce phénomène débute jusqu'à sa stabilisation.

10.4. Format des cartes

Les cartes doivent être fournies selon un format papier au moins au 1/25000 ainsi que selon un format électronique vectoriel les rendant réutilisables par les autorités compétentes pour la mise en sécurité préventive des personnes. Le cas échéant, le format électronique des données d'entrée permettant l'élaboration des cartes est précisé par décision du ministre chargé de l'environnement.

2. Contenus attendus

Ce chapitre vise à caractériser les venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée pour différents scénarios croisant le niveau d'aléa et d'éventuelles défaillances du système d'endiguement. Les informations produites peuvent servir pour la gestion de crise. Les venues d'eau étudiées ne proviennent que de la ou les sources d'inondation contre la ou lesquelles le système d'endiguement est censé protéger la zone protégée.

2.1. Justification des scénarios de venues d'eau étudiés

Le chapitre 8 définit quatre scénarios et le chapitre 10.3 en ajoute un. En pratique, les trois premiers scénarios définis par le chapitre 8 peuvent regrouper plusieurs scénarios, car, en fonction de la complexité du système d'endiguement, de la topographie de la zone protégée, des enjeux ou pour diverses raisons intéressant le gestionnaire, il sera utile d'étudier plusieurs sous-scénarios.

De plus, il est convenu d'ajouter un scénario dans le cas d'un système d'endiguement avec déversoir(s). En effet, dans ce cas les quatre scénarios demandés par l'arrêté peuvent ne pas permettre d'étudier les venues d'eau dans la zone protégée avec un fonctionnement sans défaillance du système d'endiguement.

Il est donc souhaitable d'étudier un scénario d'inondation de la zone protégée pour une crue d'intensité au moins égale au niveau de sûreté du système d'endiguement, en considérant un fonctionnement du système d'endiguement sans défaillance.

Le **scénario S1** illustre l'efficacité et les limites géographiques de la protection pour un fonctionnement sans défaillance du système d'endiguement et pour un aléa égal au niveau de protection retenu. L'absence de défaillance est justifiée (au risque résiduel de rupture près, d'un maximum de 5 %) lorsque le niveau d'eau est inférieur à un certain seuil, généralement appelé niveau de sûreté, évalué au chapitre 7 de l'EDD.

Par principe, le système d'endiguement est censé empêcher toute entrée d'eau dans la zone protégée venant de la source d'inondation contre laquelle le système d'endiguement protège.

En maritime, il est admis que des entrées d'eau puissent survenir (franchissements), à condition que ces entrées d'eau ne déstabilisent pas les ouvrages, et que les volumes entrants soient gérés sans créer de problème pour les enjeux. L'EDD doit démontrer que ces volumes sont effectivement bien gérés et sans danger.

Plusieurs sous-scénarios sont nécessaires pour une zone protégée partitionnée en plusieurs niveaux de protection : un sous-scénario pour chacun des niveaux de protection retenus, ce qui permet d'illustrer le chapitre 5.3.

D'autres sous-scénarios peuvent être ajoutés par le gestionnaire, s'il souhaite montrer des venues d'eau en dehors de la zone protégée :

- s'il existe des ouvrages non retenus dans le système d'endiguement dont la tenue ou inversement la rupture ont des conséquences significativement différentes en termes d'inondation (conséquences nécessairement en dehors de la zone protégée) ;
- le système d'endiguement est ouvert par l'aval, c'est-à-dire qu'il peut être contourné à partir d'un certain niveau de crue, et que le gestionnaire souhaite présenter, pour une gamme d'aléas, le remous causé par le système d'endiguement (remous nécessairement en dehors de la zone protégée).

Dans le cas où les scénarios de type 1 montrent des venues d'eau dangereuses (nécessairement en dehors de la zone protégée) dans le territoire de compétence du gestionnaire gémapien, et pour des niveaux d'aléa sensiblement inférieurs au niveau de protection, l'étude doit :

- indiquer l'aléa à partir duquel ces venues d'eau dangereuses se produisent ;
- indiquer un seuil d'alerte, de telle sorte que les services en charge de la sécurité des personnes aient le temps d'intervenir avant l'arrivée des venues d'eau dangereuses.

La **famille de scénarios S2** illustre les défaillances possibles des dispositifs de régulation (telles que la fermeture incomplète d'un clapet ou d'une vanne, le vol d'un batardeau, ...) dont la survenue doit être estimée dans le présent chapitre. L'aléa considéré est celui du niveau de protection. Par hypothèse, ces défaillances n'entraînent pas de défaillance structurelle. Le choix des sous-scénarios est justifié en regroupant les défaillances potentielles en fonction des conséquences pressenties des venues d'eau, notamment aux environs des principaux enjeux.

En l'absence de dispositif de régulation, il n'y a pas de scénario S2.

La **famille de scénarios S3** illustre les défaillances structurelles qui ont été identifiées et dont la probabilité de survenue a été estimée au chapitre 7. Toutefois, l'arrêté ministériel (chapitre 7) n'exige explicitement l'analyse que jusqu'au niveau de protection, alors que les scénarios de défaillance structurelle demandés dans cette famille sont rattachés à un événement supérieur. Si le diagnostic ne va pas jusqu'au niveau de danger, cette analyse devra être complétée au chapitre 7 pour les besoins du scénario 3.

L'aléa retenu devra être au moins égal au niveau de danger du maillon du système d'endiguement considéré comme le plus faible.

En vertu du principe général qui est fixé au premier alinéa, des aléas plus intenses peuvent être imposés si leurs conséquences sont significativement plus graves en termes de dangerosité des venues d'eau dans la zone protégée. Ce sera notamment le cas pour les systèmes d'endiguement estimés fragiles pour de faibles charges supposées, mais dont on ne peut pas, malgré tout, exclure qu'ils tiendront bien au-delà de leur niveau de danger théorique (risque de rupture de 50 %). Une rupture se produisant alors que la digue est à pleine charge (niveau de la crête) pourra provoquer des venues d'eau dans la zone protégée significativement plus étendues et dangereuses que celles correspondant au niveau de danger théorique.

De même l'étude des venues d'eau par une brèche causée par un aléa moins intense que le niveau de danger peut être ajoutée par le gestionnaire, s'il l'estime porteuse d'enseignements. A titre d'exemple, l'étude des conséquences d'une brèche pour un aléa égal au niveau de protection n'est pas aberrante dans la mesure où ce risque ne peut pas être totalement écarté.

Par ailleurs, plusieurs localisations de la défaillance peuvent être envisagées, notamment si :

- les conséquences pressenties sont dépendantes du lieu de la brèche ;
- le niveau de danger des différents maillons du système d'endiguement n'est pas uniforme ;

- la capacité d'intervention du gestionnaire pour retarder, voire empêcher la brèche dépend de sa localisation.

Le nombre de scénarios étudiés dépend aussi de la classe du système d'endiguement. En effet généralement, plus la population séjournant dans la zone protégée est nombreuse plus sa mise en sécurité est complexe et incertaine. Il peut donc être utile de disposer d'un panel de scénarios représentatifs des situations envisageables afin que les services de secours soient en mesure de prioriser leurs actions.

Dans le cas maritime, si le système d'endiguement s'appuie sur des cordons dunaires, la pertinence d'un scénario d'effacement du cordon est à étudier au chapitre 7 et le scénario d'inondation résultant de l'effacement est à étudier au chapitre 8.

Outre l'existence d'un PPRI(L), le **scénario S4** fera l'objet d'une modélisation que s'il diffère sensiblement des scénarios S1 ou S3.

Ainsi si le niveau de protection est plus faible que l'aléa de référence du PPRI(L), la rupture du système d'endiguement pour cet aléa est probable mais ne sera étudiée que si ses conséquences pressenties sont significativement différentes des conséquences du scénario S3. Inversement, si le niveau de protection est plus fort que l'aléa de référence du PPI(L), la probabilité de rupture pour cet aléa est a fortiori inférieure à 5 %, il n'y a pas de venues d'eau dans la zone protégée (hormis des franchissements), et la modélisation de ce scénario ne sera utile que s'il apporte plus d'enseignements que ceux qui sont tirés du scénario S1.

Il est à remarquer que le scénario 4 peut donner des résultats différents de ceux obtenus dans le cadre du PPRI(L). Bien que l'aléa considéré soit le même, les hypothèses de tenue ou de défaillance des ouvrages peuvent être différentes. En effet, au-delà d'une éventuelle évolution des connaissances entre la réalisation du PPR et celle de l'EDD, le PPR prévoit par principe des défaillances là où l'EDD peut considérer le risque de rupture suffisamment bas. Notamment, parce que le PPR considère le risque à plus long terme, et que le niveau de protection pourra changer dans le temps, des digues être abandonnées par exemple, alors qu'on revient difficilement sur une urbanisation autorisée un jour lorsque les terrains sont bâtis. De plus, toutes hypothèses égales par ailleurs, un changement dans les paramètres choisis pour la modélisation (choix qui appartient au bureau d'étude) entraînera le plus souvent des différences dans les résultats (au moins à la marge), ceux-ci étant toujours une estimation des inondations à des incertitudes près, incertitudes qui joueront différemment entre deux modélisations des mêmes événements.

Le **scénario demandé par le chapitre 10.3** est requis pour les ouvrages neufs dont la demande d'autorisation est déposée après le 1^{er} janvier 2020 et vise à montrer que la sécurité des personnes dans la zone protégée est garantie jusqu'à un certain aléa dont la probabilité de retour est fonction de la classe de l'ouvrage :

- 1/200 pour les systèmes d'endiguement de classe A ;
- 1/100 pour les systèmes d'endiguement de classe B ;

- 1/50 pour les systèmes d'endiguement de classe C.

N.B. : La notion de « garantie de la sécurité des personnes » est à dissocier de celle de niveau de protection (absence de venues d'eau). Des venues d'eau dans la zone protégée sont possibles, si le niveau de protection est plus faible (par exemple, NP = Q100 pour une classe A). Le scénario a alors pour intérêt de montrer que ces venues d'eau sont non dangereuses ou peu dangereuses, donc de hauteur < 1 m et de vitesse < 0,5 m/s.

Si le niveau de protection est plus fort (par exemple, NP = Q100 pour une classe C), il ne peut y avoir de venues dans la zone protégée (hormis les franchissements pour les endiguements marins), donc *a fortiori* pas de venues d'eau susceptibles de mettre en danger les personnes, et ce scénario n'a alors pas d'objet.

2.2. Probabilité d'occurrence des scénarios d'inondation étudiés

La probabilité d'occurrence des scénarios doit être affichée et le cas échéant justifiée dans le présent chapitre :

- par définition, le choix du niveau de protection implique la probabilité d'occurrence du scénario 1 ;
- sur la base des éléments exposés entre autres au chapitre 9 permettant d'apprécier la probabilité de survenue d'une défaillance fonctionnelle et donc la probabilité d'occurrence du scénario 2 ;
- sur la base du diagnostic duquel est tirée la probabilité de rupture du système d'endiguement en fonction de l'aléa considéré et donc la probabilité d'occurrence du scénario 3 ;
- par le niveau de référence retenu pour le PPRI(L) pour la probabilité d'occurrence du scénario 4 ;
- par la classe considérée, pour le scénario étudié au titre du chapitre 10.3.

2.3. Analyse critique de la méthode de caractérisation des venues d'eau

La caractérisation des écoulements est généralement faite à l'aide d'un modèle hydraulique qui demande généralement des moyens importants et donc présente des coûts amortis sur l'ensemble des modélisations effectuées.

Pour des configurations simples ou des systèmes d'endiguement avec peu d'enjeux, une analyse experte basée sur une topographie de qualité peut quelquefois s'avérer suffisante pour donner une approximation des conséquences d'une défaillance du système d'endiguement et permettre d'identifier les zones de dangers dans la zone protégée. L'analyse donnera un ordre de grandeur des hauteurs de submersion et signalera de façon qualitative les parties de territoires qui sont susceptibles de connaître des vitesses d'écoulement dangereuses et celles pour lesquelles la vitesse de montée des eaux pourrait être rapide.

Il convient en particulier d'être attentif aux conditions de la modélisation, particulièrement concernant :

- la topographie ;
- les coefficients de calage du modèle ;
- les obstacles à l'écoulement, notamment les infrastructures et le bâti ;
- les conditions de drainage et de ressuyage ;
- les hypothèses prises pour la définition des brèches et des éventuels autres types d'entrées d'eau considérées (vannes, batardeaux, déversoirs, ...).

Ce dernier point a généralement une forte influence sur les résultats et doit donc être soigneusement justifié.

Il est évidemment souhaitable d'effectuer un calage et une validation du modèle par la simulation d'événements historiques bien documentés et la comparaison des résultats du modèle aux observations de terrain. Cependant, en matière de rupture de digue, ce cas se présente rarement. Le bureau d'étude doit alors justifier ses hypothèses par analogie : cours d'eau et endiguement de même type et de même nature.

Les données d'entrée caractérisant l'ouverture d'une brèche sont :

- a) le limnigramme ou l'hydrogramme en amont de la brèche, issu de la caractérisation de la sollicitation hydraulique. Pour les digues marines, il est recommandé de prendre plusieurs cycles de marée ;
- b) la forme de la brèche (digue et fosse) et plus particulièrement sa largeur finale ;
- c) la cinétique d'ouverture ;
- d) le moment choisi pour l'amorce de l'ouverture ;
- e) la localisation de la brèche en lien avec le diagnostic des ouvrages qui a permis de localiser les secteurs structurellement faibles, la proximité des enjeux et la topographie de la zone protégée qui conditionne la propagation des écoulements.

2.4. Indication et justification des incertitudes sur les résultats présentés

Aussi fine soit-elle, la modélisation reste une représentation schématique de la réalité entachée d'incertitudes. Il est alors important qu'un regard critique sur les résultats qui peuvent être très sensibles aux données d'entrée et aux méthodes utilisées ait été porté et explicité par le rédacteur de l'étude de dangers.

De plus, une étude de sensibilité sera menée afin :

- d'identifier les paramètres ayant une grande influence sur les résultats et pour lesquels l'incertitude doit être nécessairement réduite pour ne pas invalider les résultats de l'étude ;
- d'identifier inversement les paramètres qui ont une faible influence sur les résultats ;
- d'évaluer finalement la précision des résultats.

2.5. Définition des paramètres physiques caractérisant le risque d'inondation

En plus du nombre de personnes exposées, les venues d'eau en un lieu donné peuvent se caractériser de différentes manières :

- la hauteur d'eau atteinte ;
- la vitesse des écoulements ;
- le temps, après la brèche, avant que l'eau n'atteigne le lieu ;
- la vitesse de montée des eaux.

L'arrêté impose que les venues d'eau soient représentées *a minima* par la **hauteur d'eau atteinte** et la **vitesse d'écoulement**.

2.6. Définition des seuils et d'autres critères qualifiant la dangerosité des venues d'eau

Le seuil au-delà duquel les venues d'eau sont à considérer comme dangereuses est fixé (hauteur d'eau atteinte > 1 m ou vitesse > 0,5 m/s).

Pour les venues d'eau particulièrement dangereuses, aucun seuil quantitatif n'est fixé. L'arrêté donne cependant une définition des conditions des venues d'eau particulièrement dangereuses, qui concernent :

- des points bas du territoire inondable, ou autres lieux où la vitesse d'écoulement sera nettement plus importante qu'ailleurs ;
- ou bien des cuvettes, où la hauteur d'eau accumulée sera plus élevée qu'ailleurs, sans possibilité de ressuyage rapide ;
- ou encore des zones de dissipation d'énergie importante, ce qui traditionnellement fait référence aux zones immédiatement à l'arrière des digues, au moins celles susceptibles de connaître une brèche, dans la limite généralement admise de 100 fois la hauteur de la digue considérée.

Il revient au gestionnaire de préciser la façon dont il décline ces critères en fonction des caractéristiques de son système d'endiguement.

Outre les traditionnels critères de hauteur d'eau et de vitesse des courants qui seront réputés plus élevés en ces lieux qu'ailleurs, le gestionnaire du système d'endiguement devra signaler, lorsque ces dangers supplémentaires sont avérés ou probables :

- la vitesse très élevée de montée du niveau de l'eau ou d'atteinte d'un courant dangereux ;
- le risque de chocs ;
- le risque lié aux matériaux solides charriés par l'inondation ;
- un possible accident supplémentaire par rupture en cascade de tout « objet » (au sens large) dont il a connaissance de la présence dans la zone protégée ;
- le risque de pollution créée spécifiquement par l'inondation en fonction des informations dont il dispose ;

- ...

3. Points de contrôle et aide à l’instruction

3.1. Avertissement général

Cette section présente des éléments d’aide à l’instruction des dossiers sous la forme d’éléments généraux de méthodologie et de points de contrôle spécifiques à la thématique développée dans ce chapitre de l’EDD.

Il convient de bien distinguer les attentes concernant le contenu des études portées par les pétitionnaires, des attentes relatives à la posture de contrôle des services :

- Dans le cadre de l’étude de dangers, le pétitionnaire doit développer une argumentation complète et cohérente s’intéressant à l’ensemble des points mentionnés dans cette fiche. Cependant le niveau d’exigence dans l’approfondissement et la justification technique de chaque point sera par nature différent pour chaque cas d’espèce de système d’endiguement. En effet, si celui-ci doit être nécessairement suffisant pour apprécier la sécurité des populations, il sera également proportionné aux conséquences des incertitudes sur la connaissance des effets du fonctionnement défaillant du système d’endiguement.

Ces éléments peuvent être rappelés par le SCSOH à l’occasion de la phase de « pré-cadrage » en amont du dépôt du dossier officiel au guichet de la police de l’eau, qui est à encourager dans l’esprit de la réforme de l’autorisation environnementale unique intervenue récemment. Le SCSOH pourra également utilement rappeler qu’indépendamment du contrôle effectué par l’administration, le pétitionnaire aidé de son bureau d’étude agréé reste le seul responsable de la qualité de son dossier et de son adéquation aux enjeux présentés par le système d’endiguement.

- Dans leur posture de contrôle, les services doivent s’attacher à vérifier la cohérence de l’argumentation, en tenant compte de la liberté dont dispose le pétitionnaire dans la proportionnalité des éléments techniques de justifications apportées. La vigilance des services est néanmoins appelée sur l’adéquation entre la précision des études fournies par le pétitionnaire et les effets induits par une estimation erronée du niveau de protection. Ainsi, le fait que la justification d’un point de contrôle puisse être satisfaite avec une précision plus faible et donc une incertitude plus grande ne doit pas conduire à un relâchement dans la qualité du dossier concernant l’argumentation des performances du système d’endiguement vis-à-vis de la sécurité des populations.

3.2. Éléments de méthodologie générale

Les demandes de compléments ou décisions de rejet doivent être motivées. Elles sont adaptées en fonction des spécificités du cas d’espèce.

Les demandes de compléments visent à s’assurer de la régularité de l’étude de dangers. Les décisions de rejet sanctionnent une étude de dangers irrégulière jugée irrémédiable (par exemple en raison du nombre ou de l’importance des lacunes constatées).

Une demande de complément doit avoir un motif tel que, s'il n'est pas satisfait à la demande, il en résulte (selon les cas) :

- soit un rejet du dossier ;
- soit l'assortiment, à l'autorisation préfectorale, d'une prescription visant à satisfaire à cette demande en temps différé. Toutefois, cette deuxième position doit être réservée aux demandes non essentielles pour s'assurer de la validité des performances du système d'endiguement ou aux cas où il est matériellement impossible de satisfaire la demande d'emblée (exemple : les justificatifs relatifs à la bonne réalisation des travaux qui sont éventuellement englobés dans l'autorisation préfectorale).

A/ Motifs de demande de compléments

Les points de contrôle ci-dessous sont susceptibles de faire l'objet d'une demande de complément motivée.

- Vérifier que tous les items pertinents sont traités.
⇒ Ils peuvent faire l'objet d'une demande de complément, par exemple exprimée par référence au contenu attendu détaillé dans la présente fiche.
- Vérifier que les sources des données d'entrée sont citées, par référence à l'annexe bibliographique (prévue dans l'arrêté du 7 avril 2017, article 7, premier alinéa).
⇒ En cas de doute, faire préciser la source.
- Vérifier, au moins pour les données d'entrée qui sont les plus essentielles, que l'étude de dangers valide leur réemploi (éventuellement partiel, qui doit alors être précisé), à l'issue d'une analyse critique étayée.
⇒ En cas de besoin, faire compléter l'analyse critique.
- Vérifier que lorsque des données d'entrée sont issues d'un sondage ou d'un échantillonnage, l'étude de dangers comporte une analyse critique étayée sur la représentativité de ce sondage.
⇒ En cas de besoin, faire compléter l'analyse critique ou faire compléter le sondage.
- Vérifier que le contenu de cette section est cohérent avec les autres sections de l'étude de dangers.
⇒ En cas de besoin, exiger la mise en cohérence des informations de l'ensemble de l'étude de dangers.
- Vérifier que les cartes, graphiques, tableaux et illustrations, aptes à présenter de façon synthétique et lisible les informations essentielles, utilisent une échelle appropriée et disposent d'une légende adaptée à leur compréhension.
⇒ En cas de besoin, faire refaire ou compléter.

B/ Critères de rejet

Les cas de rejet décrits ci-dessous sont le cas échéant à considérer en lien avec des constatations faites sur d'autres parties de l'étude de dangers.

- Une information déterminante pour justifier la performance du système d'endiguement est manifestement fautive, contradictoire ou en écart important avec une information récente et avérée qu'a le service de contrôle sur le même sujet.
- La qualité, la précision ou la validité des données sont manifestement insuffisantes eu égard à la précision qui est requise pour justifier la performance du système d'endiguement (particulièrement pour les systèmes d'endiguement ayant un niveau de performance élevé ou visant à protéger une population importante).

3.3. Domaines sensibles du chapitre

A/ Grille de lecture

Les principaux points de contrôle pour évaluer la pertinence de la représentation des risques de venues d'eau sont décrits ci-dessous.

Un échec à un de ces points de contrôle amène, dans le cas général, à formuler des demandes de complément lors de l'instruction. La notation ci-dessous a été employée :

- **(R)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est un refus du dossier.
- **(C)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est l'imposition de prescriptions complémentaires (visant fourniture de ces éléments) ou le report de cette exigence à la prochaine étude de dangers.

Le choix de s'orienter vers un refus ou une acceptation est à moduler en considérant l'ensemble de l'étude de dangers, d'autres éléments de considération connus du SCSOH et les divers enjeux en présence.

B/ Points de contrôle notables

- (Doit être fourni par les chapitres 4 et 7) Points de contrôle relatifs aux hypothèses prises sur les données d'entrée nécessaires à la modélisation des venues d'eau ou relatifs aux hypothèses sur lesquelles est basée l'analyse experte évaluant les conséquences des scénarios :
 - **(R)** hypothèses non mentionnées ;
 - **(C)** pas d'indication des incertitudes sur les données d'entrée ;
 - **(C)** pas d'indication de la précision des résultats...
- Points de contrôle sur les scénarios :
 - Scénario S1 :
 - **(R)** : scénario manquant (pas de justification possible)
 - **(R)** : *(doit être fourni par le chapitre 7)* non justification que la probabilité de rupture du système d'endiguement est inférieure à 5 % pour l'aléa pris en compte,
 - **(R)** : en cas d'une partition de la zone protégée, scénario manquant pour au moins un niveau de protection et sa sous zone protégée associée,

- **(R)** : entrée d'eau dans la zone protégée (à l'exception des franchissements marins qui peuvent présenter un danger en bordure de mer mais ne doivent pas engendrer des accumulations d'eau dangereuses dans la zone protégée) ;
- Scénario S2 :
 - **(R)** : scénario manquant (sauf justification),
 - **(C, R si omission importante vis-à-vis des enjeux)** : non représentativité du ou des scénarios étudiés ;
- Scénario S3 :
 - **(R)** : scénario manquant (pas de justification possible),
 - **(C, R si omission importante vis-à-vis des enjeux)** : non représentativité du ou des scénarios étudiés,
 - **(C)** : *(doit être fourni par le chapitre 7)* non justification que, pour au moins un des scénarios étudiés, la probabilité de rupture du système d'endiguement est au moins égale à 50 % pour l'aléa pris en compte (sauf à montrer que le cas ne se produit pas),
 - **(C)** : pas d'analyse de sensibilité des paramètres caractérisant les brèches ;
- Scénario S4 :
 - **(C)** : scénario manquant (sauf justification) – *attente d'une modification de l'arrêté sur ce scénario*
- Scénario demandé par le chapitre 10.3 :
 - **(R)** : scénario manquant (sauf justification) ;
- Points de contrôle sur la caractérisation des venues d'eau :
 - **(R)** : non indication des zones de venues d'eau dangereuses et très dangereuses (sauf à justifier qu'il n'y en a pas) ;
 - **(C)** : pas d'indication des critères qualifiant les zones particulièrement dangereuses ;
- Point de contrôle dans des circonstances particulières :
 - Existence de plusieurs cours d'eau ou risque cumulé d'inondation fluviale et de submersion marine :
 - **(C)** : *(doit être fourni par le chapitre 4)* pas d'indication sur les aléas qui ne sont pas pris en compte alors qu'ils existent objectivement,
 - **(C)** : pas d'indication des hypothèses prises, dans les scénarios, sur les aléas contre lesquels le système d'endiguement ne protège pas principalement (ex : conditions de débit d'un affluent pour les scénarios de crue du cours d'eau principal) ;
 - Présence d'un ou de plusieurs déversoirs :
 - **(R)** : pas d'étude des venues d'eau dans la zone protégée sans défaillance du système d'endiguement.

3.4. Cohérence entre chapitres de l'étude de dangers

Le contenu de cette section de l'EDD présente des liens de cohérence particulièrement forts avec les autres sections suivantes :

- Section 4 « caractérisation des aléas naturels »
- Section 5 « description du système d'endiguement », sous-section 5.3 « description fonctionnelle du système d'endiguement »
- Section 7 « diagnostic approfondi des éléments constitutifs du système d'endiguement et tenue des ouvrages »
- Section 9 « présentation et analyse de l'organisation [...] »



9. Présentation et analyse de l'organisation mise en place par le gestionnaire pour l'exercice de ses missions

Adéquation des moyens mis en place pour la surveillance et l'entretien courant avec l'objectif de protection garanti

1. Texte de l'arrêté

Ce chapitre détaille notamment :

1° L'organisation du gestionnaire pour ce qui concerne les aspects liés aux performances du système et à la sécurité (y compris la coordination que le gestionnaire est amené à mettre en œuvre avec d'autres responsables d'ouvrages) ;

2° Les consignes écrites qui traduisent les modalités opérationnelles de mise en œuvre de cette organisation ;

3° La définition des principales procédures qui encadrent l'identification et l'évaluation des principaux risques, la surveillance de l'ouvrage en toutes circonstances, la gestion des situations d'urgence et la gestion du retour d'expérience ;

4° Les moyens d'information sur les crues ou les tempêtes, y compris lorsque des aménagements hydrauliques sont mis en œuvre en association avec le système d'endiguement ;

5° Les procédures d'information et de communication avec les autorités compétentes pour la mise en sécurité des populations en période de crue ou de tempête ;

6° Les dispositions prises par le responsable pour s'assurer en permanence du respect des procédures, auditer et réviser son organisation de gestion du système d'endiguement, associé le cas échéant à un ou plusieurs aménagements hydrauliques, dans le cadre de son amélioration continue ;

7° Le(s) rôle(s) de barrière de sécurité pouvant être assuré(s) par certains éléments de son organisation et de sa démarche de prévention des accidents.

L'étude de dangers doit justifier l'adéquation des moyens humains et de l'organisation qui sont mis en place par le gestionnaire du système d'endiguement pour garantir dans le temps le niveau de la protection qui est apportée à la zone protégée, en prenant en compte l'état réel des ouvrages, par :

- l'exécution de toutes les manœuvres d'exploitation appropriées, notamment pendant les périodes d'alertes ;
- l'entretien des ouvrages, la détection précoce des désordres éventuels qui peuvent les affecter et leurs réparations courantes ;
- les réparations et renforcements plus conséquents effectués à titre provisoire dans le respect des règles de l'art.

L'étude de dangers doit justifier l'adéquation des moyens humains et de l'organisation qui sont mis en place par le gestionnaire du système d'endiguement pour s'informer auprès des services compétents en matière de prévision et d'annonce de crues et de tempêtes.

L'étude de dangers doit justifier l'adéquation des moyens humains et de l'organisation qui sont mis en place par le gestionnaire du système d'endiguement, associé le cas échéant à un ou plusieurs aménagements hydrauliques, pour alerter sans délai les autorités qui sont compétentes pour la mise en sécurité préventive des personnes.

2. Divers sur le contenu

L'EDD doit présenter l'organisation humaine et matérielle mise en place par le gestionnaire de l'ouvrage en période normale, en situation de crue et en post-crue.

Seront particulièrement détaillées les compétences qui sont mobilisées pour la gestion du système d'endiguement et les interactions avec les partenaires tiers (propriétaires d'ouvrages inclus dans le système, actions liées à un aménagement hydraulique influant sur la zone protégée, sous-traitance d'actions de surveillance, d'entretien ou de manœuvres...) et les autorités compétentes pour la gestion de crise (communes, État...).

L'EDD doit fournir une analyse du document d'organisation (R214-122-I du Code de l'Environnement), de surveillance et d'entretien du responsable du système d'endiguement portant notamment sur l'adéquation entre, d'une part, la complexité du système d'endiguement et l'importance des enjeux protégés et, d'autre part, les moyens mis en œuvre pour répondre à ses obligations réglementaires.

L'EDD doit présenter une analyse de l'organisation du gestionnaire pour chaque situation nécessitant des interventions en situation de crise en adéquation avec les conditions dans lesquelles elles sont concrètement réalisées sur le terrain (difficultés d'accès, difficultés de compte-rendu au PC de crise, coupure éventuelle d'électricité...) :

- Mise en place de batardeaux
- Manipulation de vannes
- Obturation de conduites
- Fermeture d'ouvrages mobiles

- ...

Ce paragraphe doit préciser également les dispositions prévues les week-ends, la nuit... (périodes avec moins de personnel disponible).

La description de l'organisation du gestionnaire doit être en cohérence avec les éléments présentés dans les autres paragraphes de l'étude de dangers. On peut citer :

- Vérification du maintien des performances des barrières de sécurité retenues dans l'EDD (chapitres 5, 7 et 8), en priorité celles qui ont été retenues pour diminuer la probabilité de certains phénomènes ;
- Adéquation entre les seuils d'alerte et les scénarios retenus. Permettent-ils de prévenir les autorités suffisamment avant la survenue de l'évènement ?
- Adéquation entre les moyens (humains, matériels, communications...) et l'ampleur et la complexité du système d'endiguement ;
- Les principales défaillances identifiées dans les scénarios du chapitre 8 sont-elles traitées dans les procédures d'urgence du document d'organisation ?

3. Points de contrôle et aide à l'instruction

3.1. Avertissement général

Cette section présente des éléments d'aide à l'instruction des dossiers sous la forme d'éléments généraux de méthodologie et de points de contrôle spécifiques à la thématique développée dans ce chapitre de l'EDD.

Il convient de bien distinguer les attentes concernant le contenu des études portées par les pétitionnaires, des attentes relatives à la posture de contrôle des services :

- Dans le cadre de l'étude de dangers, le pétitionnaire doit développer une argumentation complète et cohérente s'intéressant à l'ensemble des points mentionnés dans cette fiche. Cependant le niveau d'exigence dans l'approfondissement et la justification technique de chaque point sera par nature différent pour chaque cas d'espèce de système d'endiguement. En effet, si celui-ci doit être nécessairement suffisant pour apprécier la sécurité des populations, il sera également proportionné aux conséquences des incertitudes sur la connaissance des effets du fonctionnement défaillant du système d'endiguement.

Ces éléments peuvent être rappelés par le SCSOH à l'occasion de la phase de « pré-cadrage » en amont du dépôt du dossier officiel au guichet de la police de l'eau, qui est à encourager dans l'esprit de la réforme de l'autorisation environnementale unique intervenue récemment. Le SCSOH pourra également utilement rappeler qu'indépendamment du contrôle effectué par l'administration, le pétitionnaire aidé de son bureau d'étude agréé reste le seul responsable de la qualité de son dossier et de son adéquation aux enjeux présentés par le système d'endiguement.

- Dans leur posture de contrôle, les services doivent s'attacher à vérifier la cohérence de l'argumentation, en tenant compte de la liberté dont dispose le pétitionnaire dans la

proportionnalité des éléments techniques de justifications apportées. La vigilance des services est néanmoins appelée sur l'adéquation entre la précision des études fournies par le pétitionnaire et les effets induits par une estimation erronée du niveau de protection. Ainsi, le fait que la justification d'un point de contrôle puisse être satisfaite avec une précision plus faible et donc une incertitude plus grande ne doit pas conduire à un relâchement dans la qualité du dossier concernant l'argumentation des performances du système d'endiguement vis-à-vis de la sécurité des populations.

3.2. Éléments de méthodologie générale

Les demandes de compléments ou décisions de rejet doivent être motivées. Elles sont adaptées en fonction des spécificités du cas d'espèce.

Les demandes de compléments visent à s'assurer de la régularité de l'étude de dangers. Les décisions de rejet sanctionnent une étude de dangers irrégulière jugée irrémédiable (par exemple en raison du nombre ou de l'importance des lacunes constatées).

Une demande de complément doit avoir un motif tel que, s'il n'est pas satisfait à la demande, il en résulte (selon les cas) :

- soit un rejet du dossier ;
- soit l'assortiment, à l'autorisation préfectorale, d'une prescription visant à satisfaire à cette demande en temps différé. Toutefois, cette deuxième position doit être réservée aux demandes non essentielles pour s'assurer de la validité des performances du système d'endiguement ou aux cas où il est matériellement impossible de satisfaire la demande d'emblée (exemple : l'organisation prévue par le gestionnaire du système d'endiguement n'est pas encore totalement effective au moment de l'instruction du dossier).

A/ Motifs de demande de compléments

Les points de contrôle ci-dessous sont susceptibles de faire l'objet d'une demande de complément motivée.

- Vérifier que tous les items pertinents sont traités.
 - ⇒ Ils peuvent faire l'objet d'une demande de complément, par exemple exprimée par référence au contenu attendu détaillé dans la présente fiche.
- Vérifier que le contenu de cette section est cohérent avec les autres sections de l'étude de dangers.
 - ⇒ En cas de besoin, exiger la mise en cohérence des informations de l'ensemble de l'étude de dangers.
- Vérifier que les cartes, graphiques, tableaux et illustrations, aptes à présenter de façon synthétique et lisible les informations essentielles, utilisent une échelle appropriée et disposent d'une légende adaptée à leur compréhension.
 - ⇒ En cas de besoin, faire refaire ou compléter.

Le gestionnaire doit s'engager à appliquer l'organisation décrite. La bonne application de cette organisation est un élément important de vérification en dehors de l'instruction de l'étude de dangers elle-même (la faisabilité de cette vérification au moment de l'instruction étant limitée).

B/ Critères de rejet

Les cas de rejet décrits ci-dessous sont le cas échéant à considérer en lien avec des constatations faites sur d'autres parties de l'étude de dangers.

- Une information déterminante pour justifier la bonne gestion du système d'endiguement est manifestement fausse, contradictoire ou en écart important avec une information récente et avérée qu'a le service de contrôle sur le même sujet.
- L'organisation proposée est manifestement impropre à garantir la bonne exécution des différentes obligations du gestionnaire.

3.3. Domaines sensibles du chapitre

A/ Grille de lecture

Les principaux points de contrôle pour évaluer la pertinence de l'organisation proposée sont décrits ci-dessous.

Un échec à un de ces points de contrôle amène, dans le cas général, à formuler des demandes de complément lors de l'instruction. La notation ci-dessous a été employée :

- **(R)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est un refus du dossier.
- **(C)** Lorsqu'il n'est pas répondu à une demande de compléments portant sur ces points, la posture de contrôle à privilégier est l'imposition de prescriptions complémentaires (visant fourniture de ces éléments) ou le report de cette exigence à la prochaine étude de dangers.

Le choix de s'orienter vers un refus ou une acceptation est à moduler en considérant l'ensemble de l'étude de dangers, d'autres éléments de considération connus du SCSOH et les divers enjeux en présence.

B/ Points de contrôle notables

- **(R)** Élément manquant d'un des sept points développés dans l'article 9 dans l'arrêté.
- **(R)** Pas de justification de l'adéquation des moyens humains et de l'organisation :
 - pour s'informer auprès des services compétents en matière de prévision et d'annonce de crues et de tempêtes,
 - pour garantir dans le temps le niveau de la protection qui est apportée à la zone protégée,
 - pour alerter sans délai les autorités qui sont compétentes pour la mise en sécurité préventive des personnes.
- **(R)** Organisation du gestionnaire non détaillée pour l'un des trois cas de figure : situation hors événement, pendant l'événement, et post-événement.
- **(R)** Insuffisance de l'organisation :
 - sous-dimensionnement par rapport à l'ampleur et la complexité du système,

- non prise en compte des aléas dans l'évaluation de l'accessibilité aux organes à manœuvrer,
 - absence d'exercices réguliers,
 - pas de maintenance préventive sur certains organes,
 - ...
- **(R)** Contradictions avec le document décrivant les consignes.
- **(C)** L'organisation n'est pas encore effective.

3.4. Cohérence entre chapitres de l'étude de dangers

Le contenu de cette section de l'EDD présente des liens de cohérence particulièrement forts avec les autres sections suivantes :

- Section 5 « description du système d'endiguement », sous-section 5.3 « description fonctionnelle du système d'endiguement »
- Section 8 « étude des risques de venues d'eau dans et en dehors de la zone protégée »

4. Pour aller plus loin

Conseils pour l'inspection :

Il est important de garder à l'esprit que ce paragraphe conditionnera le référentiel des futures inspections du système d'endiguement.

En effet, il nous appartiendra, au moyen de l'instruction documentaire et des inspections, de répondre à 2 questions :

- Lors de chaque inspection (voire à tout moment) : la zone protégée, le niveau de protection associé sont-ils bien restés ceux sur lesquels le gestionnaire s'est engagé et qui sont actés par un arrêté préfectoral ? (surveille-t-il bien l'apparition de désordres, réalise-t-il bien les entretiens et réparations ad hoc ?)
- Après un accident : le gestionnaire a-t-il bien surveillé et entretenu ses ouvrages ? A-t-il bien appliqué les consignes durant la crise ? L'évènement a-t-il dépassé les performances de l'ouvrage ?