



Institut pour la Maîtrise des Risques
Sûreté de Fonctionnement - Management - Cindyniques

SYNTHESE

**« Méthodes de traitement des risques associés
aux événements internes
et aux agressions naturelles extrêmes »**

Projet de l'IMdR n° P14-1

Copyright IMdR – 22 février 2016

Contractant : Egis Structures et Environnement



IMdR – 12 avenue Raspail – 94250 GENTILLY
Tél: 33 (0)1 45 36 42 10 – Fax: 33 (0)1 45 36 42 14
www.imdr.eu – contact@imdr.eu

L'Institut pour la Maîtrise des Risques tient à remercier :

- **Madame Marie Gallois, EDF** qui a dirigé cette étude,
- **les sociétés** qui ont souscrit à ce projet **et leurs collaborateurs** qui ont participé à sa réalisation :



M^{me} Myriam Rabardy



M^{me} Marie Gallois
M^{me} Carole Duval



M. Christophe Duval



M^{me} Claire-Marie Duluc
M^{me} Nathalie Bertrand



M. Hervé Ducloux



M. Jean-François Lechaudel

- son **Délégué Technique, M. John Mitchel Obama**, et son **Vice-Président, M. André Lannoy**, qui ont contribué à cette étude,
- l'équipe du contractant :



M. Dominique Lacroix, directeur de projet
M. Emmanuel Deluègue, ingénieur d'études
M. Christophe Lescoulier, expert risque inondation
M. Didier Leschi, expert risque foudre
M. Philippe Bisch, expert risque sismique et résistance des structures

Synthèse du projet

Les analyses de risque menées dans les différents secteurs d'activités prennent en compte la multitude d'événements initiateurs pouvant être à l'origine d'accidents, qu'ils soient d'origine interne ou d'origine externe comme les agressions naturelles. Des spécialistes différents peuvent intervenir sur cette variabilité d'événements, avec des méthodologies d'analyse propres. *In fine*, il peut s'ensuivre une intégration différenciée des mesures de prévention et de protection mises en œuvre.

Les agressions naturelles extrêmes peuvent avoir des conséquences désastreuses sur les activités humaines (Fukushima...). Ces agressions naturelles font ainsi l'objet d'un dimensionnement des installations industrielles et nucléaires. Le tableau suivant synthétise ces **aléas de référence pour le dimensionnement aux agressions naturelles**, selon la sensibilité des installations, pour six agressions naturelles, en distinguant :

- Les installations industrielles non soumises à autorisation (activités commerciales, installations classées soumises à déclaration...);
- Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) soumises à autorisation sous statut Seveso ;
- Les installations nucléaires de base (INB) en distinguant, le cas échéant, les réacteurs à eau pressurisée (REP).

	Installations industrielles non soumises à autorisation	Installations classées Seveso	Installations nucléaires
Séismes	Définition statistique de l'aléa issue l'Eurocode 8 avec une période de retour 475 ans ou 820 ans selon le nombre maximal de personnes présentes (seuil à 300 personnes)	Définition statistique de l'aléa issue de l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels, basée sur l'Eurocode 8, avec une période de retour 5 000 ans pour les installations nouvelles et 3 000 ans pour les installations existantes	Approche déterministe de la RFS n° 2001-01 de l'ASN, dimensionnement au plus fort séisme connu avec majoration d'une unité du niveau d'intensité
Foudre	Définition statistique de l'aléa basée sur la norme NF EN 62305-2, avec une statistique de perte humaine maximale imputable à la foudre de 10^{-5} par an (objectif sur la probabilité de conséquences graves)	Approche déterministe basée sur la norme NF EN 62305-2 avec un niveau maximal de protection pour les installations à risque : 200 kA correspondant niveau I NF EN 62305-2 (objectif sur l'aléa)	Approche déterministe de l'évaluation du risque basée sur la NF EN 62305-2 ou KTA 2206 en retenant le niveau maximal de protection pour les installations importantes pour la sûreté (200 kA correspondant niveau I NF EN 62305-2 ou level 1 KTA 2206)
Vents violents (type tempêtes extratropicales)	Définition statistique de l'aléa appliquée sur des formules de dimensionnement conservatrices des Eurocodes : valeurs caractéristiques de l'aléa pour une période de 50 ans avec au final une très faible probabilité annuelle de défaillance du dimensionnement		

	Installations industrielles non soumises à autorisation	Installations classées Seveso	Installations nucléaires
Inondation (type crue fluviale)	Respect des règlements des PPRI	Définition statistique de l'aléa par respect des règlements des PPRI (crue de référence centennale) Installation nouvelle : utilisation recommandée des cartes d'aléas des TRI (crue millénale)	Définition statistique de l'aléa suivant le guide n° 13 de l'ASN avec onze scénarios d'inondation visant à couvrir une probabilité 10^{-4} par an, toute cause d'inondation confondue (objectif sur l'aléa)
Neige (hors neige collante pour les réseaux)	Définition statistique de l'aléa appliquée sur des formules de dimensionnement conservatrices des Eurocodes : valeurs caractéristiques de l'aléa pour une période de 50 ans avec au final une très faible probabilité annuelle de défaillance du dimensionnement		
Températures extrêmes	Définition statistique de l'aléa appliquée sur des formules de dimensionnement conservatrices des Eurocodes : valeurs caractéristiques de l'aléa pour une période de 50 ans avec au final une très faible probabilité annuelle de défaillance du dimensionnement	Définition statistique de l'aléa (50 ans) appliquée sur des formules de dimensionnement conservatrices des Eurocodes Installations à risque : règles de conduite et/ou approche empirique pour maîtriser les risques liés aux substances ou processus sensibles aux températures (absence de norme ou guide particulier)	Définition statistique de l'aléa (50 ans) appliquée sur des formules de dimensionnement conservatrices des Eurocodes Installations à risque : règles de conduite, approche empirique... REP : approche qualitative définissant les mesures matérielles et organisationnelles (règles de conduites...) Vérification par rapport aux référentiels en application des niveaux extrêmes, en tenant compte des évolutions climatiques pour les températures chaudes

Tableau 1 : comparaison des aléas de dimensionnement

Les aléas de dimensionnement indiqués doivent être relativisés, notamment pour les périodes de retour cinquantennales issues des Eurocodes. En effet, les coefficients partiels adoptés permettent de garantir un niveau de fiabilité assurant une tenue des structures pour des aléas dont la période de retour est supérieure à 50 ans, sans permettre une estimation du niveau d'aléa associé à la ruine.

La maîtrise des risques industriels passe par l'application de méthodes, normes et outils de dimensionnement des installations et des mesures, notamment par la mise en œuvre d'analyses de risques aux approches déterministes ou probabilistes. L'objectif général de ces analyses est de satisfaire aux critères d'acceptabilité du risque.

Pour le **dimensionnement des installations classées ou des installations nucléaires de base, les agressions naturelles extrêmes font essentiellement l'objet d'une réponse déterministe**. Bien que les règles et standards fassent appel à des notions probabilistes (crue centennale, période de retour 50 ans dans l'Eurocode...), la démarche d'appliquer un niveau de dimensionnement indépendant du site industriel concerné répond à une approche déterministe : les aléas de référence assurent un dimensionnement réputé sûr des installations.

Pour les installations classées, les approches probabilistes sont réservées à l'évaluation de la probabilité des accidents majeurs ayant pour déclenchement un événement interne (équipements défaillants, erreur humaine...). Ainsi, l'acceptabilité du risque est admise pour les agressions naturelles par respect des règles et standards applicables (appréciation forfaitaire), alors qu'elle est quantifiée et démontrée pour les événements internes.

Dans l'industrie nucléaire, des études probabilistes de sûreté (EPS) sont menées pour identifier l'ensemble des événements initiateurs pouvant mener à un événement critique sur une centrale (fusion du cœur du réacteur). Ces études peuvent intégrer les agressions externes comme causes initiales d'accident, mais également comme pouvant être à l'origine de la défaillance d'éléments importants pour la sûreté. Elles permettent de vérifier l'acceptabilité du risque selon des critères probabilistes, tels qu'une probabilité de fusion du cœur du réacteur inférieure à 10^{-4} par année réacteur pour les réacteurs en exploitation et 10^{-5} par année réacteur pour les futurs réacteurs (AIEA INSAG-12). L'aléa sismique est la première agression externe à avoir été étudiée suivant cette approche. À travers le monde, d'autres agressions ont fait l'objet d'approche EPS (tornade et inondation aux États-Unis...).

L'emploi d'approches essentiellement déterministes pour les agressions naturelles peut s'expliquer par la perception que les aléas naturels sont subis par l'industriel, alors que les événements internes sont le résultat de ses procédés dont il doit assurer la maîtrise. Ainsi, **la pratique des approches déterministes pour les agressions naturelles répond à une absence de maîtrise quant à la survenue de l'événement**, dont la probabilité est propre au territoire d'implantation de l'industriel. Le risque est alors maîtrisé par le dimensionnement des installations selon les statistiques de survenue de ces aléas sur ce même territoire.

Les méthodes probabilistes s'appuient sur le retour d'expérience ou sur l'analyse d'événements passés pour établir les fréquences des événements (événements initiateurs, aléas naturels...). Pour mettre en œuvre une démarche probabiliste, il est nécessaire d'avoir réalisé, au préalable, le dimensionnement des installations selon les règles, normes et standards applicables. En effet, l'évaluation de la fréquence des événements et la maîtrise des risques associée doivent tenir compte des règles, normes et standards communs à l'industrie. Ainsi, **les méthodes probabilistes sont mises en œuvre après le dimensionnement des installations suivant les méthodes déterministes communes à l'industrie**, qui répondent notamment aux obligations réglementaires (équipements sous pression, ATEX, risque inondation...), tant pour les événements initiateurs internes que pour les agressions naturelles externes.

La démonstration de l'acceptabilité du risque d'une approche déterministe, y compris vis-à-vis des agressions naturelles, ne peut être vérifiée qu'en menant une approche probabiliste. L'approche déterministe est dans ce cas toujours menée en premier lieu, une approche probabiliste ne pouvant être dissociée du respect des normes et règles applicables. Les ressources nécessaires à la démonstration de l'acceptabilité via une approche probabiliste ne peuvent être raisonnablement déployées que sur des installations dont le niveau recherché de maîtrise des risques est élevé et pour des agressions naturelles présentant un risque avéré pour celles-ci.

Le processus d'analyse de risques implique de bien différencier les fréquences d'occurrence associées aux aléas ou aux événements initiateurs, de celles associées à l'événement redouté ou aux conséquences. **La comparaison de probabilité entre des approches déterministes et probabilistes ne peut être faite qu'à la même étape du processus d'analyse**. Cependant, cet exercice peut apparaître complexe au regard de l'absence de résultats quantitatifs dans les approches déterministes.

Concernant l'aléa pris en compte pour les analyses de risques associées aux agressions naturelles extrêmes, il convient de ne pas séparer le niveau d'aléa retenu du contexte de son usage (sensibilité de l'installation concernée...). Il est admis, notamment pour les installations nucléaires, de considérer comme limite d'étude un aléa de probabilité annuelle 10^{-4} (WENRA), notamment au regard de l'incertitude associée à la caractérisation statistique des phénomènes extrêmes.