



HAL
open science

Identification des différences de traitement des évènements internes, agressions internes et agressions naturelles extrêmes, lors de l'évaluation du risque d'une installation industrielle

Aurélie Quintin, Thiphaine Le Morvan, Carole Duval, Thomas Marcon,
Valérie de Dianous, André Lannoy

► To cite this version:

Aurélie Quintin, Thiphaine Le Morvan, Carole Duval, Thomas Marcon, Valérie de Dianous, et al.. Identification des différences de traitement des évènements internes, agressions internes et agressions naturelles extrêmes, lors de l'évaluation du risque d'une installation industrielle. 22ème Congrès de Maîtrise des Risques et Sécurité de Fonctionnement (Lambda-Mu 22), Jan 1970, En ligne, France. pp.681-686. ineris-03319948

HAL Id: ineris-03319948

<https://ineris.hal.science/ineris-03319948>

Submitted on 2 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Identification des différences de traitement des événements internes, agressions internes et agressions naturelles extrêmes, lors de l'évaluation du risque d'une installation industrielle.

Identification of differences in the treatment of internal events, internal aggression and extreme natural aggression when assessing the risk of an industrial installation.

Aurélié QUINTIN
SECTOR

Villebon-sur-Yvette, France
aurelie.quintin@sector-group.net

Tiphaine LE MORVAN
EDF

Palaiseau, France
tiphaine.le-morvan@edf.fr

Carole DUVAL
EDF-R&D

Palaiseau, France
carole.duval@edf.fr

Thomas MARCON
INERIS

Verneuil-en-Halatte, France
thomas.marcon@ineris.fr

Valérie DE DIANOUS
TOTAL

Paris La Défense, France
valerie.de-dianous@total.com

André LANNOY
IMdR

Cachan, France
andre.lannoy@orange.fr

Résumé — Cet article présente les travaux effectués dans le cadre du projet IMdR P18-1 (souscrit par EDF, INERIS, IRSN, TOTAL), qui vise à améliorer l'évaluation de risques, dans le cas où des installations industrielles ou nucléaires peuvent se trouver menacées par des agressions naturelles extrêmes.

L'objectif final est de permettre aux industriels de poursuivre l'inter-comparaison de leurs pratiques et de leur proposer un formalisme de traitement cohérent et de portée générale des événements internes et agressions internes ou agressions externes ainsi que des éléments pouvant contribuer à arbitrer des actions d'amélioration possibles de leurs systèmes.

Mots-clés — analyse de risque, traitement des risques, installations industrielles et nucléaires, événements internes, agressions internes, agressions naturelles externes, méthode, Nœud papillon, EPS, caractérisation des aléas.

Abstract — This article presents the work carried out as part of the IMdR P18-1 project (subscribed to by EDF, INERIS, IRSN, TOTAL), which aims to improve risk assessment in cases where industrial or nuclear installations may be threatened by extreme natural hazards.

The ultimate aim is to enable industrialists to continue to compare their practices and to offer them a formalism for the coherent and general treatment of internal events and internal or external aggressions as well as elements that can help arbitrate possible improvement actions for their systems.

Keywords — risk analysis, risk treatment, industrial and nuclear installations, internal events, internal aggressions,

natural external aggressions, method, Bow tie, EPS, hazard characterization.

I. INTRODUCTION ET CONTEXTE

L'Institut pour la Maîtrise des Risques (IMdR) est expert de la maîtrise des risques et accompagne des entreprises et organismes publics pour les aider à maîtriser les risques. Cet institut permet la réalisation de nombreuses études multipartenaires. L'importance de ces démarches s'articule autour des enjeux liés à la mutualisation des connaissances et la dynamique de la communauté des professionnels de la maîtrise des risques.

En 2016, l'IMdR a lancé le projet P14-1 [1]. Ce dernier a permis de faire ressortir un bilan des connaissances sur six agressions naturelles et des codes de dimensionnement actuellement utilisés pour s'en protéger dans les installations industrielles non soumises à autorisation, dans les installations SEVESO et dans les installations nucléaires. Lors de cette étude, des différences ont été relevés entre le traitement des événements internes, des agressions internes et des agressions naturelles extrêmes sur les systèmes industriels.

Considérant que le projet P14-1 n'a pas suffisamment permis d'analyser ces différences de traitement (au niveau des modélisations et des résultats), l'IMdR a souhaité démarrer un programme complémentaire, dans la continuité de ce qui avait été fait, le projet P18-1.

Le projet P18-1 intitulé " Identification des différences de traitement des événements internes, agressions in-ternes et agressions naturelles extrêmes, lors de l'évaluation du niveau de risque d'une installation industrielle " a pour objet de comparer ces différences entre les évaluations de risques tant sur les hypothèses, que les modélisations et résultats, ceci afin de permettre aux décideurs d'arbitrer entre les actions d'amélioration possibles de leurs systèmes sur le terrain des événements internes et agressions internes ou externes.

Le périmètre d'étude du projet s'applique :

- Aux installations situées en France métropolitaine ;
- Aux installations situées au sein d'établissements classés SEVESO et aux Installations Nucléaires de Base (INB) ;
- aux trois agresseurs naturels externes retenus, que sont l'inondation, le séisme et les vents violents.

L'objectif final est de donner au décideur les moyens d'arbitrer entre les améliorations à apporter ou non à la lumière des différents types d'événements et agressions.

Cet article présente donc les travaux réalisés, à la date de rédaction du présent article, avec les différents sous-scripteurs (EDF, INERIS, IRSN, TOTAL), très investis dans ce projet aux côtés du groupement composé des sociétés SECTOR¹, EXAMO² et NECS³.

II. PREMIERE ETAPE : ETAT DES LIEUX DES DIFFERENTES APPROCHES EXISTANTES POUR L'ESTIMATION D'UN NIVEAU DE RISQUE ET LA COMPARAISON DE RISQUES INTEGRANT LA SECURITE OU LA SURETE

La première étape consistait à réaliser un état de l'art pour identifier les méthodes, probabilistes et/ou déterministes, utilisées pour traiter les événements internes, les agressions internes et les trois agressions externes. Pour cela, des recherches approfondies ont été menées pour identifier lesquelles étaient employées en France (DOM-TOM inclus), ainsi que quelques exemples à l'international.

Ce recensement a permis d'identifier les méthodes d'évaluation des risques pour les événements et agressions internes, déroulées pour les établissements SEVESO et les INB. Plusieurs méthodes ont été analysées, telles que l'Analyse Préliminaire des Risques (APR), l'Etude Probabiliste de Sûreté (EPS) et le Nœud papillon.

De plus, les éléments de référence (la réglementation) et les méthodes utilisées pour prendre en compte les risques liés aux agresseurs externes ont été appréhendés. Cette étude a mis en avant les éléments suivants :

- Pour les séismes, les établissements SEVESO se tournent vers une approche déterministe (même si la réglementation permet l'approche probabiliste), basée sur la réglementation qui caractérise l'aléa en tenant compte d'un temps de retour. La détermination de l'aléa sismique à retenir pour une INB est essentiellement déterministe aujourd'hui (RFS 2001-01). La démarche de conception / vérification déterministe est complétée par la mise en œuvre d'EPS séisme, qui s'appuie sur une évaluation

probabiliste de l'aléa et évalue les probabilités de défaillances des structures et matériels pour différents niveaux d'aléa en tenant compte du retour d'expérience.

- Pour les inondations, la méthode des établissements SEVESO est également déterministe, basée sur des aléas tenant compte d'un temps de retour [2], alors que les INB ont recours à deux méthodes, une déterministe non étudiée dans le cadre de ce projet, et une EPS utilisant principalement les aléas déterministes comme donnée d'entrée ;
- Le sujet des vents violents est celui qui semble peut-être le moins approfondi côté probabiliste ; seule une méthode déterministe est privilégiée jusqu'à présent, basée sur le respect de normes de dimensionnement.

Il est ressorti que des approches comparables sont développées à l'international, comme par exemple, l'approche de PSAM [3]. sur les séismes et de ICFM sur les inondations [4].

Ces différentes méthodes de traitement (EPS, EPR, APR, Nœud papillon) sont appliquées au quotidien par les experts et ce sur l'ensemble du territoire métropolitain depuis le début des années 1980. Celles-ci ont cependant évolué en fonction des REX établis suite à des événements extrêmes qui se sont produits.

Toutefois, elles suivent le même schéma qui est finalement celui préconisé par la norme ISO 31000 [5] sur le risque, avec les étapes suivantes :

- Définir le contexte ;
- Identifier et caractériser l'initiateur (défaillance en cas d'événement interne ou intensité et fréquence d'une agression interne ou d'une agression externe) ;
- Analyser et évaluer le risque avec les différentes méthodes recensées, le plus souvent de façon déterministe, mais également probabiliste depuis 2003 (loi Bachelot), comprenant aussi l'évaluation des conséquences de l'agression sur l'installation ou sur l'environnement ;
- Mettre en place des mesures de maîtrise des risques au regard de l'acceptabilité des risques (par exemple : mise en sécurité de l'installation, mesures de protection ou de prévention).

Par ailleurs, cette première étape a permis de pointer une disparité de traitement au niveau des agresseurs externes entre les retours d'expérience sur ces agressions et le cadre réglementaire associé. Les agressions externes font appel à de nombreux paramètres de caractérisation des aléas plus ou moins connus (beaucoup d'incertitudes épistémique ou aléatoire). De façon plus générale, les incertitudes portent essentiellement sur les probabilités ou fréquences d'occurrence, les caractéristiques spécifiques des aléas ou le fonctionnement global de la méthode. L'objectif est de les identifier pour savoir les prendre en considération dans la prise de décision et de mieux les maîtriser.

Enfin, il est ressorti que les industriels utilisent régulièrement des méthodes logiques et combinatoires type Nœud papillon [6] ou EPS [7]. Ces deux méthodes sont celles retenues pour poursuivre les travaux.

¹ Bureau d'étude spécialisé dans la maîtrise des risques

² Expert sur l'aléa inondation

³ Bureau d'étude spécialisé dans l'utilisation d'outils numériques de modélisation du comportement des matériaux et des structures du génie civil.

III. ETAPE N°2 : FORMALISATION DU PROCESSUS D'ÉVALUATION DES RISQUES DUS AUX TROIS AGRESSEURS EXTERNES ET EN CAS D'ÉVÈNEMENT INTERNE

L'objectif principal de cette tâche est de vérifier si la méthode du Nœud papillon peut être utilisée pour comparer l'évaluation des risques de l'installation elle-même (événement interne) avec l'évaluation des risques induits par les trois agressions externes naturelles retenues (vent, séisme et inondation).

L'intérêt principal du Nœud papillon est de faciliter la lecture et la compréhension de ce qui peut se produire. Il a pour avantage d'être visuel et synthétique. Cet outil peut également être considéré comme une base de connaissances.

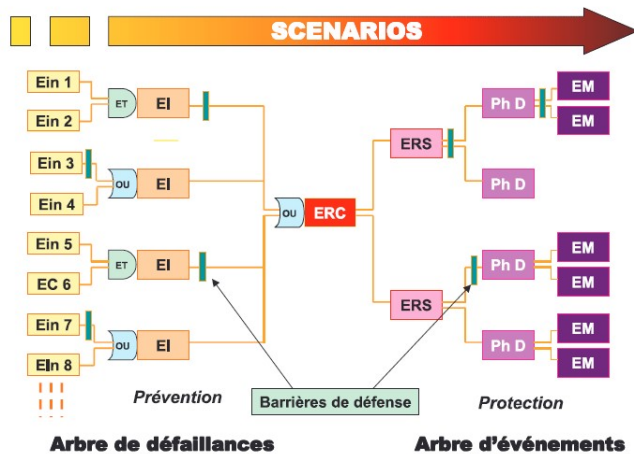


Figure 1 - Présentation conceptuelle du Nœud papillon - Rapport Omega 7 INERIS [8]

Le point central du Nœud papillon, appelé Événement Redouté Central (ERC) (sur la figure 1) est le point de départ de la réflexion, l'idée étant de développer de part et d'autre un arbre de défaillances (à gauche) et un arbre d'événements (à droite).

Ainsi, l'arbre de défaillances s'attache à identifier les causes possibles d'accident et les divers enchaînements ou combinaisons pouvant engendrer l'ERC non désiré. Entre ces causes possibles et l'ERC, des barrières de sécurité dites de prévention peuvent être mises en place. Les barrières sont représentées sous la forme de barres verticales pour symboliser le fait qu'elles s'opposent au développement d'un scénario d'accident.

L'arbre d'événements formalise, lors de l'apparition d'un ERC tel qu'une brèche dans un réservoir par exemple, les conséquences induites, comme la formation d'une nappe suivie d'un feu de nappe ou la formation d'un nuage toxique. Des barrières de protection peuvent être installées pour limiter l'intensité des phénomènes dangereux redoutés et/ou réduire les effets sur les cibles environnantes.

Cette méthode permet d'avoir une vision globale du scénario, depuis les causes jusqu'aux accidents potentiels, en passant par l'événement redouté. Elle permet également une identification du positionnement des barrières de sécurité existantes et permet, après évaluation des classes de probabilités des accidents majeurs, d'obtenir une vision claire sur les causes les plus probables, pour lesquelles il serait nécessaire de consolider le niveau de maîtrise des risques. Des barrières complémentaires peuvent alors être envisagées (études complémentaires et budgets

d'investissements à prévoir). Généralement le choix du décideur s'oriente vers un compromis de barrières de prévention et de barrières de protection. Le Nœud papillon est une représentation visuelle très parlante, communément adoptée par les évaluateurs de risques et les décideurs. La construction du Nœud papillon permet également de dégager des résultats concluants.

Cependant, l'évaluation des risques dus aux trois agressions externes nécessite une analyse préalable en amont de la construction du Nœud papillon. Il convient en effet de définir les aléas et les installations impactées, c'est-à-dire l'ensemble des éléments potentiellement vulnérables face à un aléa.

Les aléas se caractérisent par des phénomènes physiques (séisme, inondation ou vent), des conditions géographiques particulières (zone inondable, zone de sismicité, couloir de vent, topographie, etc.) et un niveau d'intensité du phénomène physique (par exemple accélérations en cas de séisme, hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement, vitesses de vent, etc.), ces caractéristiques étant fonctions de périodes de retour (donc associées à des fréquences d'occurrence). L'aléa dit « de référence » retenu en France pour la gestion des risques naturels correspond usuellement soit au plus fort événement connu (sauf justifications), soit à un événement d'une période de retour donnée (pour le séisme ou l'inondation notamment), soit au plus fort événement observé puis majoré. Pour les agressions externes, les aléas de référence sont définis par des réglementations et/ou des normes et/ou des guides des autorités et/ou de dimensionnement (Eurocode, Plan de Prévention des Risques, Guide de l'Autorité de Sécurité Nucléaire, etc.).

La réglementation peut aussi déterminer l'aléa de référence. Pour le séisme notamment, la réglementation permet à l'industriel de réaliser une étude locale spécifique, pour affiner la caractérisation de l'aléa. L'approche déterministe permet d'estimer les chargements subis par l'item étudié et d'en déduire son comportement (défaillance ou bon fonctionnement). A cette approche déterministe, peut s'ajouter une approche probabiliste, réalisée par une méthode du type Nœud papillon ou EPS, permettant ainsi de prendre en considération les incertitudes liées à la caractérisation de l'aléa.

Plus particulièrement, dans le domaine nucléaire, l'industriel prend en compte des données déterministes en amont de l'analyse puis il peut s'interroger sur les incertitudes liées au traitement de l'agression, ce qui implique d'utiliser des modèles physiques probabilistes. Pour ces derniers, le modèle déterministe, qui représente la modélisation du comportement physique, est probabilisé. Les lois de distribution des paramètres du modèle physique caractérisent les incertitudes. Ces dernières sont ensuite propagées à travers les modèles. L'analyse de sensibilité permet alors de hiérarchiser les données d'entrée selon leur importance sur la réponse du modèle physique. Même si les données d'entrée (caractéristiques des aléas) et les approches utilisées (déterministe vs probabiliste) sont différentes, la méthode du nœud Papillon peut s'appliquer. A noter cependant que pour les établissements SEVESO, la fréquence liée aux agressions naturelles n'est bien souvent pas propagée dans le Nœud papillon, car le respect de la réglementation permet de « couper la branche » sous couvert du respect des règles et bonnes pratiques associées.

De plus, les périodes de retour sur les aléas de référence pour le séisme, les inondations et le vent ne sont pas les mêmes.

D'autre part, la construction du Nœud papillon doit se faire à partir d'un système dit « impacté et perturbé » par l'agresseur, dont les conséquences pourraient conduire à des phénomènes dangereux à l'origine d'évènements majeurs. Pour cela, il est nécessaire de définir et de décrire l'état de l'installation lorsque l'aléa de référence apparaît (conséquences directes de l'agression externe sur l'installation et ses composants), à travers les deux sous étapes clés suivantes :

- Déterminer si les composants sont impactés par l'agresseur : cela oblige l'industriel de faire un état des lieux afin d'inventorier les composants critiques impactés mais pas nécessairement accidentés et les composants critiques non impactés par l'aléa ;
- Déterminer si les composants de l'installation concernée résistent ou non en fonction de l'aléa de référence retenu : par comparaison à des références données ou en ayant recours, pour aller plus loin, à des évaluations numériques par agresseur ou à la réalisation d'essais.

L'aléa est alors considéré comme l'évènement précurseur en amont de la construction du Nœud papillon.

A partir de l'état du système « impacté et perturbé », l'exploitant cherche alors à prévenir et à limiter les effets et à conduire son installation vers un état de risque acceptable qui lui permettra ensuite d'entreprendre les actions de restauration de son activité. Pour cela, il identifie les équipements et moyens utiles qui resteraient disponibles en cas d'agression.

Pour les INB, il existe deux possibilités pour développer le Nœud papillon :

- 1 : L'industriel se positionne à la conception, prend en considération les agressions et traite à la fois les causes et les conséquences de l'évènement redouté dues à l'agresseur (modification du Nœud papillon à gauche et à droite) ;
- 2 : L'industriel se positionne au niveau d'un Nœud papillon ayant déjà intégré les agressions externes suite au passage d'un aléa, en phase d'exploitation. Au départ, il ne traite que les conséquences (modification de la partie droite du Nœud papillon) pour analyser l'évènement. Ensuite, il effectue du « backward », c'est-à-dire que les conséquences lui donnent le point d'arrivée et il remonte jusqu'aux causes (directes) de l'agression. Ce processus est avantageux lorsqu'il doit y avoir enquête suite à un incident. Enfin, dans l'objectif de rendre son installation acceptable, il peut envisager de mettre en place des nouvelles barrières et donc il traite à la fois la partie gauche et la partie droite du Nœud papillon.

A l'issue, l'industriel sera en capacité de définir son niveau d'acceptabilité pour chaque aléa, de déterminer les facteurs de risques et d'identifier les mesures complémentaires pour lui permettre d'atteindre le niveau d'acceptabilité requis.

La méthode du Nœud papillon appliquée à des évènements internes peut donc intégrer une agression externe. Toutefois, les différences reposent essentiellement sur le fait que l'industriel doit procéder à une étude amont qui consiste à

caractériser l'aléa, puis à analyser les conséquences directes de l'agression concernée sur son site (système « impacté »). Un point d'attention ressort sur les conséquences d'une agression externe, qui peut rendre indisponible un système global comparé à un évènement interne qui peut rendre défaillant un ou plusieurs composants (présence de barrières de protection et/ou de prévention spécifiques qui en limitent ou en arrêtent la propagation). En effet, l'agresseur externe peut potentiellement entraîner la défaillance d'un ensemble de composants et de barrières de l'installation, ce qui générerait des déficits techniques, organisationnels et humains. L'évènement interne est « confiné » grâce aux barrières sur le site, tandis que l'évènement externe naturel va au-delà de l'installation tout en amenant des dommages à l'installation. Tout l'enjeu est de prévoir des barrières dimensionnées pour résister au maximum aux scénarios induits par l'une ou l'autre de ces agressions externes.

IV. ETAPE N°3 : CARACTERISATION DES DIFFERENCES DE TRAITEMENT DES EVENEMENTS INTERNES ET DES AGRESSIONS EXTERNES DANS LES APPROCHES D'EVALUATION DU RISQUE DANS LES DIFFERENTS SECTEURS DE L'INDUSTRIE

La caractérisation des différences de traitement des évènements internes et des agresseurs externes (différences sur les hypothèses, types de modèles retenus, critères d'acceptation, types de résultats, améliorations nécessaires, etc.) a permis de déterminer les niveaux d'incertitude de chaque méthode, puis, de façon plus détaillée pour les INB, le niveau d'incertitude de chacune des étapes.

Les méthodes retenues se basent sur le Nœud papillon, à travers :

- Pour les SEVESO, l'Etude Détaillée des Risques (EDR) : cette démarche du Nœud papillon permet de représenter graphiquement toutes les combinaisons de causes pouvant conduire à l'Evènement Redouté Central (ERC) et d'en représenter les conséquences, pouvant conduire aux phénomènes dangereux et aux accidents majeurs associés. Elle permet d'estimer la probabilité des accidents potentiels en tenant compte des barrières de prévention et/ou de protection.
- L'Etude Probabiliste de Sécurité (EPS) : historiquement, elle a été utilisée en premier lieu lors des études de sécurité des réacteurs nucléaires. Elle permet d'identifier les évènements potentiels, de lister et de quantifier les fréquences d'occurrence des évènements initiateurs, de définir l'ensemble des séquences accidentelles et les combinaisons des défaillances de composants menant à la défaillance du système, d'étudier la fiabilité des systèmes et enfin de définir les actions de prévention.

L'analyse de chacune de ces méthodes a été approfondie lors d'entretiens avec les souscripteurs, individuellement pour ne pas les influencer dans leurs réponses. Les résultats ont été synthétisés dans deux tableaux, un pour les établissements SEVESO et un pour les INB.

Des critères particuliers, jugés les plus déterminants pour apprécier le niveau d'incertitude de la méthode, ont été approfondis, tels que les données d'entrée (issues généralement de retour d'expérience, de données physiques ou de l'expertise), les hypothèses, les compétences nécessaires, le degré d'incertitude, les critères d'acceptation,

ainsi que les axes d'amélioration et les perspectives envisagées.

Le niveau d'incertitude global de chaque méthode appliquée aux différents agresseurs est qualifié de faible (incertitudes connues et/ou maîtrisées sur la méthode et/ou sur une étape) ou d'intermédiaire (incertitudes moins connues ou non maîtrisées en totalité sur la méthode ou sur une étape).

Pour les établissements SEVESO, les principaux résultats sont les suivants :

- Evénements internes : niveau d'incertitude FAIBLE car la méthode est utilisée depuis longtemps et a ainsi fait l'objet de nombreux approfondissements améliorations.
- Séisme : niveau d'incertitude FAIBLE du fait des évolutions récentes de la réglementation (la nouvelle réglementation de 2018 [9] impose la réalisation d'études « séisme » d'analyse de la vulnérabilité et de renforcement, le cas échéant, des équipements critiques au séisme). Des incertitudes résident parfois dans la connaissance de la résistance de certains équipements (construction ancienne, évolutions de la réglementation, effet du vieillissement).
- Inondation : niveau d'incertitude INTERMEDIAIRE notamment à cause de la qualité / fiabilité / précision des données d'entrée (PPRI). Comme pour le séisme, des incertitudes liées à la résistance des équipements existent.
- Vent : niveau d'incertitude INTERMEDIAIRE car la méthode est fiable, par contre, des incertitudes planent sur les données d'entrée utilisées (ancienneté des données, peu de retour d'expérience disponible, caractérisation de l'aléa).

Pour les INB, l'échelle de réflexion s'est faite au niveau de l'étape ; en plus de qualifier la méthode globale, les cinq étapes de celle-ci ont été analysées :

- Evénement internes : niveau d'incertitude FAIBLE. Les axes d'amélioration portent sur les données d'entrée, parfois manquantes (lois de distribution, qualité de l'expertise, etc.) et la démarche (code de calcul, complétude du modèle).
- Séisme : niveau d'incertitude FAIBLE à INTERMEDIAIRE. La méthode est mature puisque développée depuis les années 90 aux USA. L'incertitude majeure concerne les données d'entrée à utiliser pour caractériser l'aléa (période de retour, aléa de référence, événement extrême) et pour l'utilisation des modèles (données sur les matériaux, évolution de la résistance, confiance dans l'expertise...). Sur la problématique liée à la résistance des structures et composants, des études complémentaires sont régulièrement réalisées. Le niveau d'incertitude de la méthode appliquée au séisme est supérieur à celui des EPS internes.
- Inondation : niveau d'incertitude INTERMEDIAIRE à ELEVE. L'évaluation des conséquences de l'aléa repose sur des modélisations qui comportent des incertitudes inhérentes aux modélisations numériques elles-mêmes. Au niveau des données d'entrée, les études vont au-delà des données fournies par les autorités pour les événements courants. Au vu des périodes de retour potentiellement très grandes qui peuvent être considérées pour les INB, la

caractérisation des événements les plus extrêmes reste entachée de fortes incertitudes, des actions exploratoires de R&D sont en cours pour mieux les caractériser, et les diminuer si possible.

- Vent : actuellement, l'EPS n'est pas une méthode utilisée pour évaluer les risques liés au vent, bien qu'elle puisse potentiellement s'y prêter. L'évaluation de l'aléa pour les grandes périodes de retour (seules susceptibles d'avoir un impact sur l'INB) est très incertaine. A noter que si une méthode appropriée devait être établie dans le futur, des travaux multipartenaires en cours (groupes de travail), pourraient notamment préciser les données d'entrée pertinentes à utiliser.

Le tableau 2 ci-dessous récapitule les principaux éléments recueillis.

		SEVESO Méthode : Nœud-papillon	INB Méthode : EPS
Evénements et agresseurs internes	Niveau d'incertitude	Faible	Faible
	Point d'attention		Fiabilité des données d'entrée
Inondations	Niveau d'incertitude	Intermédiaire	Intermédiaire à Elevé
	Point d'attention	Fiabilité des données d'entrée	Fréquence des événements extrêmes Modélisations / Algorithmes
Séismes	Niveau d'incertitude	Faible	Faible à Intermédiaire
	Point d'attention	Capacités de résistance des installations	Fiabilité des données d'entrée
Vents violents	Niveau d'incertitude	Intermédiaire	X
	Point d'attention	Données anciennes	

Figure 2 - Tableau extrait du rapport de la tâche n°3

Cette étape a donc confirmé la pertinence des méthodes du Nœud papillon et de l'EPS pour évaluer les risques liés aux événements internes et aux agresseurs externes. Les niveaux d'incertitude ont été définis pour chaque méthode, voire pour chaque étape (INB). Enfin, les éléments qualifiés d'incertains ont été identifiés ; il ressort que globalement les incertitudes reposent surtout sur les données dont les industriels disposent, et qui peuvent fragiliser le résultat obtenu en appliquant une méthode par ailleurs fiable.

V. ETAPE N°4 : IDENTIFICATION DES METHODES LES PLUS COURAMMENT UTILISEES POUR LA PRISE EN COMPTE DE CES DIFFERENCES DANS LES DECISIONS

Cette étape doit permettre un échange de pratiques pour :

- La comparaison des options ;
- L'appréciation des risques ;
- Les façons d'argumenter ;
- La hiérarchisation des facteurs de risques.

L'objectif est de rendre opérationnels les résultats obtenus lors des étapes précédentes. Pour ce faire, il conviendra d'élaborer un outil pour aider l'exploitant à prendre ses décisions de façon éclairée, en ayant connaissance de la nature et du niveau des incertitudes. Lors de la rédaction de l'article, cette étape était au stade de la réflexion ; les pistes de travail sont détaillées ci-après, mais les résultats définitifs ne sont pas encore connus.

Cet outil prendrait la forme d'un logigramme faisant apparaître les éléments dominants de l'étude de risque et le niveau d'incertitude associé. L'importance de ces éléments dans l'analyse des risques, ainsi que l'origine de son niveau d'incertitude seront précisées. Les perspectives et pistes de recherche seront également listées pour permettre à

l'exploitant de vérifier et/ou de consolider ces éléments et savoir où trouver l'information.

Pour les SEVESO, les différentes étapes seraient :

- Etape n°1 : Caractériser l'aléa de référence (évaluation de la pertinence de la donnée d'entrée (temps de retour 10ale, 100ale, 1 000ale) ;
- Etape n°2 : Caractériser l'impact et la vulnérabilité des équipements et de l'installation (chargements, effets importants ou pas) ;
- Etape n°3 : Améliorer la résilience (quelles pistes explorer ? qui contacter ?).

Pour les INB, cinq étapes ont été identifiées :

- Etape n°1 : Définir les événements potentiels ;
- Etape n°2 : Identifier et quantifier la fréquence d'occurrence des événements initiateurs ;
- Etape n°3 : Définir l'ensemble des séquences accidentelles associées ;
- Etape n°4 : Etudier la fiabilité des systèmes (évaluer la probabilité de défaillance des systèmes) ;
- Etape n°5 : Définir le cas échéant les actions de prévention et/ou protection pertinentes.

Des critères seront proposés pour essayer de formaliser l'équilibre à atteindre entre la mise en œuvre de mesures techniques et de mesures organisationnelles. Ainsi, l'exploitant prendra ses décisions en étant pleinement conscient des incertitudes prises et des faiblesses de sa décision.

D'autre part, la question de l'agrégation des risques sera abordée. En effet, la question consiste à savoir comment traiter une installation si plusieurs aléas sont possibles. Faut-il les additionner, comme par exemple les vents violents et la crue fluviale concomitante en cas de tempête de forte intensité ? Cette problématique est complexe. Deux positions semblent se dessiner :

- Intégrer le tout dans un ensemble cohérent. Les différentes informations liées à la prise en compte des aléas sont assimilées à des facteurs de risque, auxquels sont appliqués des niveaux d'incertitude. Le décideur prend sa décision de façon globale et peut décider d'agir sur l'un des facteurs de risque et/ou considérer l'incertitude comme acceptable.
- Agréger les aléas, en tenant compte des mesures de prévention et/ou de protection en place. Les travaux porteront sur cette problématique et s'intéresseront à définir la méthode à appliquer, tout en considérant les effets synergiques d'une mesure sur la probabilité ou la fréquence d'occurrence des agresseurs naturels externes concomitants et sur leurs conséquences.

Puis, l'étape finale consistera à formaliser l'ensemble des réflexions menées durant la prestation. L'accent sera mis sur la diffusion d'un outil pratique et simple d'aide à la décision à l'attention des responsables de sites, des concepteurs ou des chefs de projet. Les perspectives de travaux futurs seront également abordées, notamment celles permettant de réduire les incertitudes identifiées (exemple de la caractérisation des aléas de référence).

VI. CONCLUSION

Le projet P18-1 a donc permis de mettre en avant la diversité des méthodes employées pour évaluer les risques dus aux événements internes et aux agresseurs externes. Deux méthodes sont apparues comme pertinentes au regard des résultats attendus, le Nœud papillon pour les établissements SEVESO, et l'Etude Probabiliste de Sûreté pour les Installations Nucléaires de Base.

Une analyse précise et approfondie a confirmé l'intérêt d'utiliser ces méthodes pour les trois agresseurs retenus, à savoir le séisme, l'inondation et le vent. En effet, ces méthodes sont pratiquées par le monde industriel en général, et peuvent s'adapter pour les agresseurs externes.

Toutefois, des points d'attention ont été identifiés, portant notamment sur les données utilisées pour alimenter les méthodes. En effet, les méthodes sont globalement sûres et éprouvées au regard du retour d'expérience disponible sur de nombreuses années (amélioration des données, réalisation d'études, expertises), mais les données disponibles peuvent comporter des lacunes, ne pas être assez précises, fiables (au sens de la qualité) ou récentes.

C'est pour cela qu'un outil d'aide à la décision sera développé. Ce dernier regroupera les différentes incertitudes et expliquera les possibilités de les réduire, voire de les supprimer (études spécifiques, autres sources de données à utiliser). Ainsi, le décideur aura à sa disposition des éléments relatifs à la qualité des différentes étapes de sa démarche pour se positionner ; il saura quels sont les points sûrs et ceux plus incertains. En fonction, ils seront considérés comme plus ou moins acceptables.

Enfin, la problématique complexe de l'agrégation des risques ainsi que les perspectives de travail futures seront autant de points à explorer dans le cadre de nouvelles réflexions, dans la continuité du projet P18-1.

REFERENCES

- [1] Projet P14-1 "Méthodes de traitement du risque associées aux agressions naturelles extrêmes et comparaison avec les événements internes". IMdR. 22/02/2016.
- [2] INERIS Référentiel méthodologique concernant la maîtrise du risque inondation dans les installations classées. DRA-14-141515-03596A. 2014
- [3] Korea Atomic Energy Research Institute (M. Kim & J.H. Kim) Probabilistic seismic safety assessment concept and application for seismic isolated NPP structures considering a clearance to hard stop. 2018.
- [4] ICFM (T. Megumi & H. Baba) Study on probabilistic disaster risk assessment and management. 2014.
- [5] Norme ISO 31000:2018 Management des risques.
- [6] INERIS (F. Prats). Probabilité dans les études de sécurité et études de dangers - OMEGA 24. DRA-18-171229-00933A. 2018.
- [7] IRSN Rapport scientifique et technique - Etude probabiliste de sûreté d'une installation industrielle. 2005.
- [8] INERIS Méthode d'analyse des risques générés par une installations industrielle - OMEGA 7. DRA-2004-P46055-CL47569. 2006.
- [9] Arrêté du 15/02/2018 référence TREP1730066A