

FONDATION MAIF



Soutenir la recherche
pour prévenir les risques

URBASIS-Décision

**Analyse multi-critères de la réglementation parasismique
applicable aux bâtiments publics. Responsabilité
acceptable**

Livrable E3

Modélisation d'engagement de la responsabilité administrative des élus

Cyrielle Dollet - Philippe Guéguen

Date d'envoi : 20 septembre 2020

1. Introduction

Dans le monde, les séismes sont l'un des risques naturels les plus critiques et ils peuvent entraîner des pertes économiques et sociales considérables (EMDAT, 2017) du fait d'une urbanisation intensifiée et d'un accroissement de la population urbaine (Holzer et Savage., 2013 ; OMS, 2016). En raison des longues périodes de retour des tremblements de terre, et parce que peu de zones urbaines n'ont pas encore subi de tels événements majeurs, Jackson (2006) a noté que les plus grandes catastrophes sismiques semblent se situer dans le futur. De ce fait, les séismes constituent une menace régulière et sérieuse pour les communes. Ce constat s'observe au travers d'une judiciarisation de la société plus importante comme l'illustre des cas de catastrophes naturelles (Alexander, 2010 ; Scotti, 2014 ; 2015, Joye et al., 2015). Le premier cas concerne le séisme de L'Aquila de 2009 en Italie, où le vice-président du département de la protection civile italienne, représentant de l'Etat, reste condamné pour négligence en raison de ses commentaires rassurants sur le risque de survenance d'un séisme par la Cour d'appel de L'Aquila en 2014 (CA L'Aquila, 10 nov. 2014, n°3317 ; n°2583/2013). Le second cas relatif à la tempête Xynthia de 2010, rappelle qu'en France, l'État ou la commune peut aussi voir sa responsabilité engagée pour carence dans les mesures de police (TGI Sables-d'Olonne, 12 déc. 2014, n° 877/2014). A présent, la responsabilité des personnes publiques dans leur approche de la prévention est au premier plan en cas de catastrophe naturelle. La jurisprudence nationale et internationale a tendance à engager plus facilement la responsabilité des décideurs publics vis-à-vis des risques naturels (CAA, 15 juin 2004, Cne des Allues, n°02LY01879 relatif à l'avalanche ; CEDH, 22 mars 2008, Boudaïeva et autres c. Russie, n°15339/02, 21166/02, 11673/02 et 15343/02 relatif aux coulées de boue ; CEDH, 28 févr. 2012, Kolyadenko et autres c/Russie, n°17423/05 relatif à l'inondation ; CEDH, 17 nov. 2015, Özel et autres c/ Turquie, n°14350/05, 15245/05 et 16051/05 relatif au séisme). Le juge fait alors appel au droit administratif.

La mise en accusation ou l'attribution d'une faute à une personne est une clause restrictive du processus de responsabilité. A cela, trois conditions s'ajoutent et se combinent : le dommage (terme juridique), le fait générateur (le séisme ou le risque naturel) et le lien de causalité. Ce n'est qu'à partir de la constatation de l'existence d'un lien de causalité instauré entre le dommage et le fait générateur que le juge va pouvoir rechercher une quelconque mise en accusation (Van Lang, 2018). Concernant les risques naturels, le lien de causalité se définit à travers la mise en place de moyens de prévention et de protection que les autorités publiques mettent en place. En effet, la Cour européenne des Droits de l'Homme (CEDH) définit les devoirs des états pour la protection des personnes et des biens (CESDHLF, art. 2 et 8 ; Protocole, art. 1). Les autorités publiques, et en particulier les élus locaux, doivent prendre en compte ce risque et tenter de l'atténuer en fonction de leurs ressources et du contexte réglementaire ou/et administratif. Dans le but de maîtriser les conséquences d'un risque naturel, les décideurs en charge de la gestion des risques naturels s'appuient sur des réponses souvent quantitatives à certaines questions pour définir les mesures à mettre en œuvre : De combien pourrait-on le réduire en mettant en place des mesures de prévention ou de protection additionnelles ? Quels seraient l'impact économique et les risques sociaux de telles mesures ? Quelle est la qualité de cette mesure ? Quel est le risque assumé et accepté ? Au-delà de la gestion du risque naturel, il s'agit aussi d'orienter les décisions de long terme.

Il existe différentes démarches dans la littérature concernant le service public, pour une évaluation de la qualité des pratiques mises en place notamment dans les collectivités territoriales comme le référentiel Marianne (2013) pour l'amélioration de l'accueil ou le référentiel sur la qualité des soins et des risques sanitaire (V2010). Ces démarches de certification ou d'amélioration continue des processus s'appuient sur des démarches qualité basées sur un cycle de progrès, nommé la roue de

Deming (Shewhart, 1931 ; 1939 ; Deming, 1950). La roue de Deming est utilisée pour apprécier le niveau de maturité de la démarche d'amélioration continue de la qualité pour chaque référence des référentiels de certification ou normes. Ce cycle d'amélioration continue comprend quatre étapes d'analyse des moyens mis en place : planifier, réaliser, vérifier et ajuster (Langley et al., 1994 ; Moen et Norman, 2006 ; Moen, 2009 ; Lodgaard et Aasland, 2011 ; Bereskie et al., 2017).

D'autres modèles permettant de définir le risque acceptable ou la probabilité d'occurrence ont été développés dans la littérature. Farmer (1967) et Health and Safety Executive (HSE) (1974) sous le principe ALARP, analysent et définissent les critères d'acceptabilité des risques sociaux. Plus récemment, Taleb (2007) développe la théorie du cygne noir selon laquelle un certain événement rare qui a une faible probabilité de se dérouler et qui, s'il se réalise, a des conséquences d'une portée considérable et exceptionnelle. Ces modèles peuvent fournir des informations pertinentes aux décideurs locaux publics afin d'évaluer les actions et les impacts d'une mesure sur la réduction des risques. Ces méthodes croisent les niveaux de gravité et de probabilité d'occurrence afin de définir l'acceptabilité du risque et l'effort à prendre en considération pour le diminuer. Le principe ALARP est fortement appliquée pour la protection de l'environnement (arrêt du 10 mai 2000 ; arrêt du 29 sept 2005 relatifs à la prévention des accidents majeurs) et pour les risques naturels.

L'objectif et l'originalité de ce travail sera donc de répondre à l'attente des élus en construisant un modèle de prédiction des conséquences juridiques en tenant compte des éléments décisionnels sur lesquels le juge s'appuie. Cette démarche juridique s'appuie sur le principe ALARP, les diagrammes de Farmer et sur le processus de qualité. Bien qu'existant dans les collectivités et antérieurement en entreprise, cette démarche de qualité peut aussi s'inscrire dans le champ des risques naturels à travers l'évaluation de la mise en place des moyens de prévention. En s'appuyant sur les statuts du cycle de la roue de Deming, il sera possible de qualifier et de quantifier l'impact de la mise en place des moyens de protection et de prévention, ciblé sur le risque sismique. De ce fait, le lien de causalité, condition sine qua non à une probable mise en accusation, pourra être défini. Le modèle estimera la probabilité d'engagement de la responsabilité en fonction de deux composantes : la quantification des conséquences (définition du préjudice) et la maturité des moyens de prévention mis en place. En s'appuyant sur les jurisprudences, il sera possible de mettre en évidence les moyens de prévention et de protection, et les actions analysés par le juge lors de son enquête. Dans la dernière section, le modèle de prédiction des conséquences juridiques sera appliqué sur plusieurs villes tenant compte de différents scénarios en fonction des politiques en place dans ces villes.

2. Les éléments d'appréciation du juge au travers de la jurisprudence

2.1. Responsabilité engagée et défauts retenus

Pour développer un modèle de prédiction des conséquences juridiques vis-à-vis du risque sismique pour la France, les données historiques de la jurisprudence doivent être soigneusement examinées et compilées de manière globale. Cela implique notamment, l'examen des bases de données des jurisprudences nationales et internationales existantes vis-à-vis des risques naturels (chapitres 6 et 7). L'objectif de la présente étude n'est pas de proposer une analyse comparative de l'exhaustivité des données, et la sélection des sources de données ici est focalisée sur le thème du risque sismique

à l'échelle nationale et internationale. Cependant, comme peu de jurisprudences font référence au risque sismique, nous avons élargi l'analyse des jurisprudences aux risques naturels. Dans une démarche scientifique, seuls les documents publics accessibles ont été pris en compte et référencés pour la traçabilité des informations utilisées.

Une analyse fine des jurisprudences internationales (issues de la Cour Européenne des Droits de l'Homme (CEDH) et du séisme de L'Aquila en Italie, 2009) et des jurisprudences françaises (comme celle de la tempête Xynthia, 2010) a été réalisée. Des mêmes effets et des mêmes conséquences sont constatés. Une modification qui semble avoir introduit une certaine prudence dans la délivrance des permis de construire auprès des personnes décisionnaires et une prudence dans le dialogue des scientifiques. Un problème de dialogue persiste entre l'Etat et les élus locaux. Dans le cas de Xynthia ainsi que dans le cas des séismes (CEDH req. n°15245/05, Séisme d'Izmit, 1999), on retrouve une urbanisation qui s'intensifie sans contrôle. Le retour de période des catastrophes notamment des séismes est longue, ce qui implique un défaut de connaissance et une non intégration des événements du passé dans les événements à venir.

L'analyse des jurisprudences montre que la responsabilité des élus dans les régions concernées serait étroitement liée à la connaissance du risque en cas de séisme. La faute sera appréciée au regard des moyens et de la compétence de l' élu mais aussi des moyens dont il dispose. De ce fait, depuis la loi Fauchon de 2000, à partir du moment où les élus sont presque systématiquement considérés comme des acteurs indirects, leur responsabilité devrait être étroitement liée à leur prise de conscience du risque sismique et des mesures mises en œuvre pour le contenir. Depuis cette loi, on observe une judiciarisation de la société (CEDH req. n°15245/05, Séisme d'Izmit, 1999 ; CEDH, req. n°15343/02, Russie 2008).

La jurisprudence nationale et internationale a tendance à engager plus facilement la responsabilité des décideurs publics vis-à-vis des risques naturels. Les personnes publiques, en France, peuvent à présent, voir leur responsabilité pénale exposée depuis l'affaire Xynthia de 2010. Toutefois, en ce qui concerne le risque sismique, puisqu'il est qualifié d'incertain et qu'il se trouve dans une logique de précaution, l'événement doit se produire et provoquer des dommages pour pouvoir engager une quelconque responsabilité. Dans ce cas-là, la situation pourrait être jugée dans une logique de prévention et de ce fait, l'identification du lien causalité/dommage est primordial. Le non-respect des règles parasismiques de construction ou alors la minimisation du niveau de risque peuvent aussi engager la responsabilité des personnes publiques.

Finalement, il est possible de recenser la majorité des conditions d'engagement de la responsabilité concernant les élus face à un risque sismique ou un risque naturel (Annexe 1). Les défauts probables retenus sur lesquels le juge s'appuie pour apprécier l'engagement de la responsabilité sont notamment d'une part, des défauts dans les mesures d'urbanisme telles qu'une défaillance dans la délivrance de permis de construire et une insuffisance d'entretien des moyens de protection, et d'autre part, des défauts dans les mesures de police telles qu'une absence d'usage des pouvoirs de police du maire (CGCT, L. 2212-2), une absence d'adoption de mesures préventives et une insuffisance des mesures d'informations et d'alerte. Ces éléments se retrouveront dans le modèle de prédiction des conséquences juridiques que nous développerons dans la suite du travail.

2.2. Estimation du préjudice en fonction des conséquences socio-économiques

La mise en accusation ou l'attribution d'une faute à une personne est une clause restrictive du processus de responsabilité. L'existence d'un préjudice est la première condition de l'engagement de la responsabilité (Cans et al., 2014). Le préjudice ayant une valeur juridique se définit dans ce travail au travers des dommages (selon la définition juridique). La détermination des conséquences socio-économiques provoquées par le risque sismique quantifiera le préjudice.

Une fois les conséquences quantifiées, l'évaluation de celles-ci se base sur l'échelle de gravité des dommages établie par la Commission d'inspection spécialisée de l'environnement (1999) (

Tab. 1). Cette échelle catégorise les événements naturels en six classes, de l'incident à la catastrophe majeure. Chaque classe est établie à partir de seuils relatifs aux dommages humains et aux dommages économiques. La classe retenue de l'événement est celle qui correspond à l'impact humain ou économique le plus élevé. A chaque classe, est associé un coefficient selon l'échelle de gravité des dommages que nous appellerons coefficient de conséquences (μ_{cons}). Ce coefficient permettra de moduler l'importance du préjudice subi, directement proportionnel à la gravité du dommage, dans le modèle de prédiction des conséquences juridiques (

Tab. 1).

Tab. 1 : Echelle de gravité des dommages (Mission d'inspection spécialisée de l'environnement (1999) dans MTES, 2020)

Classe	Dommages humains	Dommages économiques	Coefficient de conséquences μ_{cons}
Incident	Aucun blessé	Moins de 0,3 M€	0
Accident	Un ou plusieurs blessés	Entre 0,3 M€ et 3 M€	1
Accident grave	1 à 9 morts	Entre 3 M€ et 30 M€	2
Accident très grave	10 à 99 morts	Entre 30 M€ et 300 M€	3
Catastrophe	100 à 999 morts	Entre 300 M€ et 3 000 M€	4
Catastrophe majeure	1 000 morts et plus	3 000 M€ et plus	5

3. Les éléments d'appréciation du juge au travers du cadre national

Le juge, en plus des jurisprudences, appuie sa décision sur des éléments tirés du cadre national (réglementation) et administratif.

3.1. Evolution de la France dans le cadre d'action de Hyōgo et de Sendai

Le cadre d'action de Sendai succédant à celui de Hyogo en 2005 est adopté à la Conférence des Nations Unies en 2015 sur la réduction des risques de catastrophe. Quatre priorités d'action se définissent à travers la compréhension des risques de catastrophe : le renforcement de la gouvernance des risques pour mieux les gérer, l'investissement dans la réduction des risques pour

renforcer la résilience et l'amélioration de la préparation pour une intervention efficace et pour reconstruire mieux (UNISDR, 2015). La France évolue dans ce cadre d'action de Sendai et applique les axes prioritaires associés dans sa politique de gestion des risques naturels, notamment en instaurant une culture du risque, de la prévention et de la résilience comme le prévoit le cadre d'action de Sendai. Concernant les risques naturels, On observe ainsi une mutation vers une culture et une conscience de la gestion des risques naturels, c'est-à-dire vers une éducation aux risques naturels qui permettra aux communes de se protéger (MTES, 2020).

Par conséquent, la conscience du risque est un indicateur d'appréciation du niveau d'engagement de la responsabilité selon le juge. La conscience du risque et la mémoire du phénomène sont en effet étroitement liées. Meyer et Kunreuther (2013 ; 2017), publient leur théorie « le paradoxe de l'Autriche » expliquant pourquoi la société se prépare mal aux désastres. Selon eux, ce syndrome de l'Autriche incite à construire des maisons dans des secteurs exposés aux risques naturels et entraîne les élus à mépriser des mesures de sécurité, à abandonner telle politique préventive puisque la catastrophe qu'elle est censée contenir tarde à se produire (Meyer et Kunreuther, 2013). A l'opposé, la métropole de Grenoble-Alpes, tout en appliquant une politique des risques naturels stratégique et opérationnelle, déploie une culture de la gestion du risque naturel. Le pôle grenoblois d'étude et de recherche pour la prévention des risques naturels prend en compte en amont l'ensemble des déficits, anomalies et dysfonctionnements pour limiter le risque. A l'intersection de phénomènes naturels et sociétaux, Boudières (2010) rappelle que la gestion du risque est un enjeu de culture. Selon la métropole de Grenoble-Alpes, la question du vivre avec le risque se pose politiquement.

3.2. Les sept piliers de la prévention des risques naturels en France

La prévention des risques naturels repose sur sept piliers, eux-mêmes axés sur les priorités du cadre d'action de Sendai (MTES, 2020) (Annexe 5) :

1. La connaissance des aléas, des acteurs et des moyens d'actions disponibles ;
2. La surveillance des phénomènes pour anticiper, informer et alerter. Les séismes restent néanmoins impossibles à anticiper ;
3. L'information préventive pour développer une culture et une conscience du risque ;
4. La maîtrise de l'urbanisme pour limiter les dommages ;
5. La réduction du risque au travers de la vulnérabilité des enjeux ;
6. La préparation ;
7. Le retour d'expérience (REX) pour appréhender et réduire les risques futurs.

3.3. La prévention française des risques naturels à travers le cadre financier du Fonds Barnier

Créé par la loi du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement, le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM ou Fonds Barnier) a permis de financer des mesures visant à réduire la vulnérabilité de biens exposés à des risques naturels (PLF, 2019). Ce fonds, à caractère préventif, intervient pour prévenir les effets d'évènements naturels en cofinçant des actions de prévention qui ont pour objectif d'assurer la sécurité des personnes et de réduire les dommages aux biens exposés à un risque naturel majeur (C.E., art. L. 561-3 ; R. 561-15).

Concernant le risque sismique, la loi de finance (n°2016-1017) introduit un plafond de 8 M€ jusqu'à fin 2020 pour la mesure relative au financement des études et travaux de prévention du risque sismique pour les bâtiments, équipements et installations nécessaires au fonctionnement des services départementaux d'incendie et de secours dans le cas d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN) approuvé (PLF, 2019). De plus, le FPRNM participe activement au cadre d'actions pour la prévention du risque sismique. Par exemple, des programmes de renforcement parasismique ou de reconstruction ont été déployés sur quatre ensembles de bâtiments publics prioritaires : les bâtiments de gestion de crise, les établissements d'enseignement, les établissements de santé et les logements sociaux. Le programme d'aide aux collectivités territoriales, pour la partie financée par le FPRNM, porte essentiellement sur les établissements scolaires (écoles, collèges, lycées). Notons que le bilan cumulé sur la période 2007-2015 montre la réalisation d'opérations notables, telles que le renforcement ou la remise à niveau de bâtiments de l'Etat dont 44 établissements scolaires, pour un montant total investi de plus de 2,4 Md€ (PLF, 2019). Finalement, l'État s'est engagé à mobiliser, pour la période 2016-2020, un montant total de 450 M€ (dont 290 M€ sur le FPRNM), soit une augmentation de 30 % par rapport à la première phase du plan, pour soutenir notamment les travaux de confortement parasismique ou de reconstruction des collectivités, des bailleurs sociaux, des SDIS, ainsi que pour réduire la vulnérabilité de ses propres bâtiments (PLF, 2019).

L'analyse fine réalisée sur la gestion du fonds de préventions des risques naturels majeurs apposée à celle réalisée sur la jurisprudence des risques naturels met en lumière des actions à réaliser par les décideurs afin de minimiser le risque naturel ou sismique (PLF, 2019). La prise en compte de ces moyens de prévention pourrait impacter la décision du juge dans son appréciation de la responsabilité. Ces indicateurs se définissent premièrement au travers d'une demande d'utilisation du Fonds Barnier. Deuxièmement, au travers de la création d'une ligne budgétaire par rapport à la conformité du bâti. Les élus allouent un budget pour renforcer des bâtiments suivant la réglementation parasismique. Troisièmement, les élus peuvent allouer un budget et des ressources dans le but de faire de la commune, une commune résiliente.

Bien que la mise en place de moyens de prévention et de protection requière des finances importantes de la part des collectivités, la loi n°2014-58 du 27 janvier 2014 sur la modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles précise que le FPRNM contribue au financement des études et travaux de prévention contre les risques naturels pour les communes couvertes par un PPRN approuvé ou prescrit (11500 communes couvertes par un PPRN approuvé et 2118 communes couvertes par un PPRN prescrit en 2017), ainsi qu'au financement des opérations menées dans le cadre des programmes d'actions de prévention contre les inondations, le tout à hauteur de 20 M€ par an (PLF, 2019).

3.4. La prévention française du risque sismique à travers le cadre d'actions CAPRIS

La France fait face à une vulnérabilité croissante au risque sismique. Ce constat entraîne la mise en place de mesures de prévention afin de réduire l'impact de tels événements selon le Conseil d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs (COPRNM) (2013). Afin de préparer la France, un cadre d'actions pour la prévention des risques sismiques (CAPRIS) est élaboré en 2013 par le COPRNM ayant pour objet d'orienter et de coordonner les politiques de prévention du risque sismique sur le territoire national selon une dimension stratégique. Une première orientation stratégique concerne la mobilisation des collectivités territoriales à la conduite des actions de prévention et de réduction de la vulnérabilité et à l'éducation des citoyens. Une seconde orientation stratégique relève de la réduction de la vulnérabilité des constructions neuves et du renforcement du bâti existant grâce à la mise en place de contrôle (COPRNM, 2011). Le cadre d'actions pour la prévention du risque sismique repose sur quatre priorités nationales (COPRNM, 2013) :

1. Sensibilisation au risque sismique et formation à la construction parasismique ;
2. Réduction de la vulnérabilité des constructions par l'application de la réglementation parasismique et le développement du renforcement du bâti existant ;
3. Aménagement du territoire communal par l'évaluation de l'efficacité des plans de prévention des risques sismiques (PPRS) et la stabilisation du cadre méthodologique d'élaboration des PPRS ;
4. Amélioration de la connaissance de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque sismique.

Puisque ce cadre national d'actions a comme objectif d'être adaptable à l'échelle locale (communale ou intercommunale), les acteurs de la prévention (les collectivités territoriales), doivent se mobiliser autour des priorités nationales (Annexe 4) (COPRNM, 2013). Cette démarche concerne donc les régions les plus exposées au risque sismique hors Antilles (zone de sismicité de 2 à 4). La déclinaison régionale de ce cadre est en cours à l'échelle du massif pyrénéen et sur la région Pays-de-Loire. La déclinaison est effective en Nouvelle-Aquitaine, PACA et Hauts-de-France (Projet Loi Finance, 2019). Par exemple, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Savoie a suivi de près les priorités mises en place par le cadre d'action de prévention du risque sismique. En effet, la situation sismologique de la région Rhône-Alpes a incité la DREAL à mener des actions pour prévenir au mieux le risque sismique en Savoie. Elle a notamment mis en place des actions dans quatre des grands axes du programme de prévention du risque sismique : Amélioration de la connaissance locale, Prise en compte du risque sismique dans le recensement et le diagnostic du bâti, Information et formation des professionnels de la construction, Information du grand public (DREAL, 2018).

3.5. Synthèse des éléments probables d'appréciation du juge

Au travers de l'enquête sur le risque sismique réalisée entre 2017 et 2018 et interrogeant les élus (chapitre 2), nous avons analysé le niveau de connaissance du risque, et obtenu des retours d'expériences sur la gestion politique, opérationnelle et juridique des risques naturels, avec évidemment une attention particulière portée au risque sismique. L'enquête a abordé trois thématiques : - la connaissance et l'intégration du risque sismique ; - les facteurs décisionnels concernant la politique d'aménagement et de la gestion des risques ; - la responsabilité des acteurs vis-à-vis de la réglementation parasismique. Ces thèmes sont inspirés de l'étude lancée par le

ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie et par le ministère du logement, de l'égalité des territoires et de la ruralité qui évalue la réglementation parasismique, des jurisprudences sur le risque naturel, des recommandations de conduite du PNUD et en référence aux décrets n°2010-1225 et n°2010-1224.

L'analyse des enquêtes a mis en avant des tendances qui portent sur les connaissances, la responsabilité, les comportements, les dispositifs de l'Etat, les stratégies politiques et les prises de décision en matière de risque naturel dont le risque sismique des décideurs publics. Trois points sont à prendre en compte dans la réduction du risque sismique qui consiste premièrement à identifier les éléments exposés les plus vulnérables, deuxièmement à s'approprier activement le risque sismique et troisièmement à développer des actions préventives et de surveillance. Ces éléments résument finalement les attentes des élus concernant les connaissances supplémentaires souhaitées. Les juristes interrogés s'accordent à dire qu'en théorie si les élus connaissent le risque et n'ont pas pris les moyens pour le prévenir alors à ce moment-là, leur responsabilité pourrait être engagée s'il y avait un sinistre.

Finalement dans les collectivités territoriales, la politique de prévention des risques naturels (sismiques) repose sur les composantes suivantes : études des aléas, estimation des enjeux et évaluation des risques, surveillance et prévision, information préventive du public, développement d'une culture du risque, prise en compte des risques dans l'aménagement, travaux de réduction de la vulnérabilité, contrôle des ouvrages, préparation à la gestion de crise et retour d'expérience (Projet de Loi de Finance (PLF), 2019). L'enquête confirme ces éléments probables d'appréciation du juge sur lesquels celui-ci s'appuie afin d'évaluer l'engagement de la responsabilité administrative des personnes publiques. Le tableau ci-dessous (

Tab. 2) synthétise les éléments selon les thématiques et les mesures que les élus doivent mettre en place afin de minimiser le risque sismique mis en lumière dans l'enquête. Le juge examinera la mise en place de ces éléments et leur niveau de maturité afin d'apprécier l'engagement de la responsabilité de l' élu face à un risque sismique ou naturel provoquant des préjudices ou conséquences. Ces éléments seront pris en compte dans le modèle de prédiction des conséquences juridiques que nous développerons dans la suite du travail.

Tab. 2 : Synthèse des éléments probables d'appréciation du juge pour évaluer le niveau d'engagement de la responsabilité administrative des élus suite à un risque sismique provoquant un préjudice

Thématiques	Éléments d'appréciation du juge mis en lumière dans l'enquête
Connaissance	Cadre juridique et décisionnel par rapport aux risques naturels et missions de l' élu. Connaissances scientifiques et techniques sur le risque sismique. Vulnérabilité territoire. Connaissance des rôles précis de chaque acteur du gouvernement local, régional ou national par rapport au risque sismique.
Appropriation du risque sismique	Frise historique. Compétences spécifiques par rapport au risque sismique. Politique de maîtrise de l'urbanisation. Etudes d'impacts socioéconomiques et sur la santé publique. Participation à des travaux de recherche (France, Etranger). Stratégie de résilience intégrée et stratégie de retour à la normale.

Mesures

Information et prévention des populations.
Contrôle de légalité de l'application des règles parasismiques par les services de l'état.
Contrôle de légalité à l'égard des permis de construire.
Communications entre les différentes strates du gouvernement.
Bâtis aux normes et pourcentage de confortement aux normes parasismiques. Par exemple pour les bâtiments publics stratégiques (Bât du SDIS06 mis aux normes parasismiques en 2013).
De police et d'urbanisme.
Système d'alerte.
Collaboration avec partenaires scientifiques.

4. Cadre théorique du modèle

4.1. Démarche d'amélioration continue de la qualité des collectivités territoriales

Fondées dans les années 1940 par Deming (1950 ; 2002), les démarches d'amélioration de la qualité du service public occupent à présent une place centrale dans les politiques de modernisation (Barouch, 2010). Des démarches qualité sont mise en application massivement comme le référentiel Marianne relatif à l'engagement concernant l'accueil du public ou la loi organique relative aux lois finances (LOLF) mise en vigueur en 2006. La LOLF marque un tournant par rapport à la gestion publique traditionnelle (Lambert et Migaud., 2005). Le budget est désormais construit par programmes ; son efficacité et son efficience sont mesurées par des indicateurs de résultats. Des indicateurs visant à mesure la « qualité de service », les complètent.

Dans le domaine des risques naturels, les collectivités territoriales s'inscrivent dans des démarches qualité et d'amélioration continue, comme nous pouvons l'observer au travers du label PAPI (programmes d'actions de prévention des inondations) relatif au risque inondation. Ce label constitue une garantie de qualité du projet envisagé qui complète depuis 2003 les dispositifs réglementaires existants. Ces outils contractualisent des engagements de l'État et des collectivités territoriales pour réaliser des programmes d'études et/ou de travaux de prévention des risques liés aux inondations avec une approche globale de prévention à l'échelle du bassin de risque (MEDDTL, 2011). D'autres collectivités territoriales adoptent une approche qualité complémentaire concernant les risques naturels avec la labélisation comme le cas de Nice avec le label Pavillon Orange. Le Pavillon Orange est un label décerné aux communes pour valoriser leur engagement en termes de sauvegarde et de protection des populations face aux risques majeurs. L'obtention d'une labélisation comme celle-ci peut participer à apprécier l'engagement de la responsabilité administrative de l'élu, puisque cela montre au juge, les moyens mis en place pour réduire l'exposition au risque d'une collectivité territoriale.

Toutefois, l'enquête sur le risque sismique menée auprès des collectivités territoriales et des élus a permis de comprendre à quelles conditions les acteurs du risque sismique se mobilisent pour le déploiement d'une démarche d'amélioration continue de prévention. En effet, concernant le risque inondation, la démarche qualité est plus connue (label PAPI) alors qu'elle n'existe que très peu pour

le risque sismique sans doute par défaut de référentiel national spécifique. Plusieurs déterminants expliquant cette faible présence de démarche d'amélioration continue des mesures relatives au risque sismique, ont été révélés grâce à l'analyse qualitative des entretiens tels que le comportement des élus, la visée politique adoptée et la compréhension du niveau de responsabilité. Le comportement des élus dépend de leur perception du risque sismique. Cette perception est liée à l'occurrence des tremblements de terre, et fait donc défaut en France métropolitaine. On constate également un comportement et un point de vue différents entre élus ruraux et élus urbains, nous questionnant sur une certaine inégalité du citoyen à l'échelle du territoire. La problématique de la décentralisation des compétences entre les gouvernements locaux et nationaux tend à être confirmée lors de chaque catastrophe naturelle telle que le tremblement de terre de L'Aquila en 2009, celui d'Izmit en 1999 et en France l'essai sismique de Maurienne de 2017. Toutes ces contraintes peuvent avoir un réel impact sur l'appréciation de l'engagement de la responsabilité.

Finalement, les processus des collectivités territoriales élaborées à partir du cadre légal des missions d'une commune place la qualité et l'évaluation dans le processus de pilotage ou de management. C'est à ce niveau que la politique de prévention des risques naturels et notamment du risque sismique est abordée pour se centrer sur la responsabilité de l'élu. L'engagement de la responsabilité des élus face au risque sismique s'inscrit au niveau du risque juridique des élus lié à la politique de gestion des risques naturels (Dordain et Liolios., 2015). Il est abordé en se référant aux connaissances en géophysique et en droit traitées dans les chapitres 6 et 7 et en s'appuyant sur les méthodes et les outils de la qualité empruntés au domaine du service public. Les méthodologies des démarches qualité développées dans les collectivités territoriales seront donc la base de notre modèle de prédiction des conséquences juridiques. Ce modèle contribue à favoriser l'amélioration continue des moyens de prévention et de protection spécifiques au risque sismique et conjointement à l'appréciation de l'engagement de la responsabilité de la part du juge.

4.2. Diagramme de Farmer et principe ALARP

Deux méthodes définissant le risque acceptable, sont proposées pour être la base de notre modèle de prédiction des conséquences juridiques : le diagramme de Farmer et le principe ALARP.

L'analyse des risques sociétaux acceptables est initiée par Farmer au travers de ces travaux pour l'autorité de sûreté nucléaire anglaise (UK –Atomic Energy Authority) (1967). Kinchin (1982) améliore cette analyse en convertissant les courbes de Farmer en courbes cumulative fréquence-nombre (FN) sur la base de victimes (Leroi, 2005). C'est en 1974 que le rapport du Health and Safety Executive (HSE) affine la définition des critères d'acceptabilité du risque en y intégrant le principe ALARP (« As Low As Reasonable Practicable ») dans le cadre du management des risques et de la prise de décision (HSE, 1974). La première apparition du principe ALARP dans la réglementation française moderne apparaît en 1977, dans le décret d'application de la loi du 19/07/76 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). ALARP est devenu le cadre standard des critères de risque acceptable et s'est développé dans tous les secteurs industriels (INERIS, 2014). Dans la réglementation française actuelle, trois principaux textes traitent de l'acceptabilité du risque pour les ICPE : l'arrêté du 10 mai 2000, la circulaire du 10 mai 2010 et l'arrêté du 29 septembre 2005.

Le principe ALARP doit se comprendre comme un outil d'aide à la décision sur l'acceptabilité du risque (Flauw et al., 2014). Il permet de justifier et d'orienter la décision en faveur ou en défaveur de la mise en place d'une nouvelle mesure de réduction du risque afin de transférer un risque vers une

zone où celui-ci devient négligeable (INERIS, 2014). Le principe ALARP permet d'identifier la zone de risque dans laquelle l'effort pour le diminuer n'est plus raisonnable par rapport à l'engagement financier, c'est-à-dire que la dépense serait disproportionnée par rapport au bénéfice de sécurité (Yasseri, 2013).

Concernant le risque sismique, le principe ALARP prend tout son sens puisque « si dans l'absolu, il est aujourd'hui possible de mettre en œuvre des techniques de construction capables de limiter les dégâts d'un séisme, appliquer ces techniques à tous les bâtiments déjà construits et à construire est irréaliste et incompatible avec les possibilités d'une puissance économique, même très riche. Le problème est donc pour le législateur de définir ce niveau [de protection] et de le traduire en termes réglementaires. Ce choix relève obligatoirement d'un consensus national et traduit le compromis accepté par la société entre les exigences pour sa propre sécurité et la volonté d'y consacrer les moyens appropriés » (Cahiers, 1990). On peut ainsi trouver des applications ALARP au risque sismique (Liu et Xie, 2008 ; Tsang et al., 2019) et à différents risques naturels (Bowles, 2003 ; Ranke, 2016). Liu et Xie (2008) étudient le niveau de risque acceptable pour la capacité de la ville à réduire les catastrophes sismiques. Ils définissent les niveaux de risque acceptable concernant les mesures de prévention des risques correspondantes, en y intégrant la probabilité de défaillance et les conséquences de l'échec de la mesure. Tsang et al., (2019) développent une approche pour évaluer le niveau de sécurité sismique basé sur le risque de mortalité sociétal avec une exigence réglementaire qui vise à limiter le taux de mortalité au plus bas possible. Le principe ALARP est aussi adapté pour vérifier la sécurité parasismique des bâtiments existants, comme le fait le Conseil fédéral suisse au travers de ses normes SIA (BWG et al., 2005). Les suisses fournissent une valeur de la limite du risque tolérable pour la protection parasismique. Ils comparent cette valeur seuil au facteur de conformité afin de juger si les moyens proposés pour réduire le risque sont fortement justifiés dans la mesure où le coût de sauvetage, c'est-à-dire l'investissement consenti pour sauver une vie humaine est proportionnel.

C'est dans cette même logique que nous souhaitons développer ce principe ALARP dans le domaine juridique concernant la mesure de réduction du risque d'engagement de la responsabilité (

Fig. 1). La

Fig. 1 représente une schématisation de courbes fréquence (probabilité)-conséquence (préjudice). Chaque courbe représente un comportement des communes en fonction de la maturité des moyens de prévention et de protection mis en place. Cette figure montre ainsi la probabilité d'engagement de la responsabilité à la fois après des forts préjudices et des faibles préjudices et qui est fortement tributaire de la mise en place des moyens de prévention et de protection. Les mesures de prévention font référence à la diminution de la probabilité d'engagement de la responsabilité et de même gravité du préjudice, alors que les mesures de protection rendent possible un second scénario de gravité plus faible (Flauw et al., 2014). Ce modèle permet ainsi d'orienter la décision de mettre en place une mesure de réduction du risque d'engagement de la responsabilité. La problématique de réduction du risque d'engagement de la responsabilité est exprimée sous des contraintes techniques, organisationnelles, financières et réglementaires. Nous souhaitons aussi déterminer un coefficient de conformité, suivant la démarche appliquée pour les normes SIA en Suisse, permettant de justifier l'effort de la mise en place de mesures de protection supplémentaires et raisonnables afin de réduire l'engagement de la responsabilité administrative.

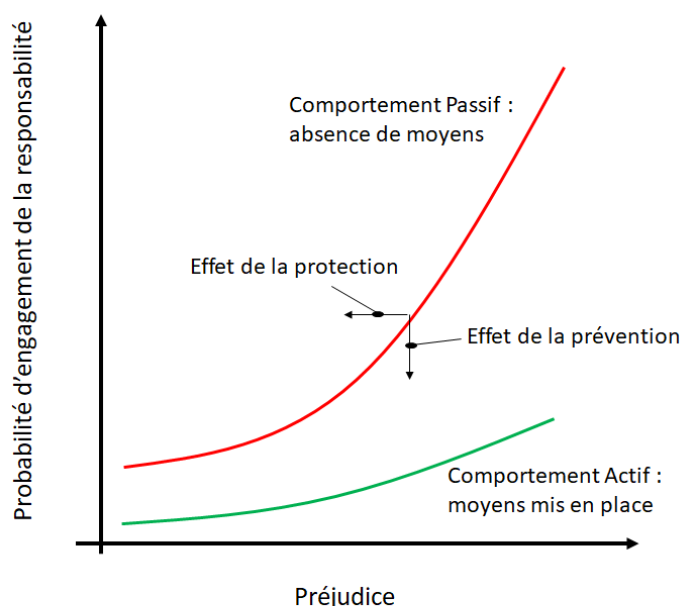


Fig. 1 : Schématisation du modèle de prédiction des conséquences juridiques suivant le principe ALARP : courbes de la probabilité d'engagement de la responsabilité administrative en fonction du préjudice et du degré de maturité des moyens de prévention et de protection mis en place représentant le comportement des communes vis-à-vis de la gestion du risque sismique. En rouge, comportement passif de la commune vis-à-vis de la prévention du risque sismique et en vert, comportement actif.

5. Modèle

Sur la base de l'analyse de la jurisprudence nationale et internationale, des données réglementaires, et en utilisant une logique de qualité dans l'appréciation des Moyens de prévention et de protection mis en place et le coefficient de conséquences évaluant les préjudices subis, un modèle empirique de conséquences juridiques pour les séismes en France est développé dans cette étude et sa précision sera examinée à travers des applications.

La mise en accusation ou l'attribution d'une faute à quelqu'un est une clause restrictive du processus de responsabilité. A cela, trois conditions s'ajoutent et se combinent : le dommage, le fait générateur et le lien de causalité. Ce n'est qu'à partir de la constatation de l'existence d'un lien de causalité instauré entre le dommage et le fait générateur que le juge va pouvoir rechercher une quelconque mise en accusation (Van Lang, 2018). De ce fait, l'existence d'un préjudice est la première condition de l'engagement de la responsabilité (Cans et al., 2014). En matière de risques naturels, l'évènement naturel définit le fait générateur pouvant être à l'origine d'un dommage (du point de vue juridique) comportant des conséquences humaines et économiques, appelé juridiquement préjudice. A cette appréciation du préjudice, s'ajoute l'existence du lien de causalité. En matière de risques naturels, cela revient à évaluer la mise en place à priori, des moyens de protection et de prévention effectifs et adaptés par les autorités afin de prévenir le risque (CESDHLF, art. 2 et 8 ; Protocole, art. 1 ; CGCT, art. L. 2212-2 et suivants). Du fait de l'existence d'un préjudice, l'analyse de la responsabilité est réalisée à postériori.

L'engagement de la responsabilité se définit selon l'équation suivante (Eq.1) :

$$ER = Moyens * Préjudice \quad (1)$$

avec *ER* la fonction d'engagement de la responsabilité, *Moyens* représente la matrice évaluant la qualité des moyens de prévention et de protection mises en place et *Préjudice* représentant le coefficient μ_{cons} évaluant les conséquences subies.

5.1. La matrice Moyens évaluant la qualité des moyens de prévention et de protection pris

La matrice Moyens est basée sur le principe d'amélioration continue (Deming, 1950), sur le statut de cotation du référentiel Marianne et sur l'analyse multicritères (AMC) utilisée dans le cadre de l'élaboration de projets de prévention des inondations (MEEM, 2017) tels que les programmes d'action de prévention des inondations (PAPI). Les moyens ici sont définis, comme dans la démarche AMC appliqué au risque inondation (MEEM, 2017), c'est-à-dire comme une intervention réalisée sur un territoire pour limiter le risque sismique. Elle peut être structurelle (principalement des travaux) ou non structurelle (principalement des actions de réduction de la vulnérabilité, de l'exposition à l'aléa et de prise en conscience du risque). Cette matrice est un outil d'évaluation qualitatif des moyens de prévention et de protection et d'aide à la décision. Cet outil permet aussi de comparer des réflexions stratégiques ou alternatives différentes par rapport à la gestion de prévention du risque sismique et de considérer simultanément les contraintes économiques, environnementales, sociales et patrimoniales de la commune. La matrice Moyens s'applique aux moyens de prévention et de protection des risques naturels, plus spécifiquement du risque sismique.

La matrice Moyens est construite à partir d'indicateurs identifiés grâce aux données. L'ensemble des indicateurs est représenté dans un tableau qui apprécie le statut des moyens de prévention et de protection du risque sismique dans un contexte d'amélioration continue de la qualité d'une commune. Il s'agit d'une approche centrée sur le système ou encore le parcours de l'élue, dans ses responsabilités liées au risque sismique prenant en compte les réglementations et missions mais aussi son engagement et celui des acteurs impliqués aux différents niveaux.

5.1.1. Construction et choix des indicateurs

Cette étude propose la matrice Moyens comme outil d'appréciation qualitative des mesures de réduction du risque sismique. La matrice Moyens consiste à évaluer la qualité de la mise en œuvre des moyens de prévention et de protection, en appréciant le statut des indicateurs. Les indicateurs choisis sont ceux évalués par le juge quand il apprécie l'engagement de la responsabilité administrative de l'élu suite à un risque naturel en référence aux attendus du cadre réglementaire et des mesures prises en sus.

Les indicateurs ont été construits autour des objectifs-clé de la politique nationale de prévention du risque sismique portée par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire relatifs aux sept piliers de prévention (MTES, 2020), du cadre d'actions de prévention du risque sismique établi par le COPRNM (COPRNM, 2013) et des composantes de la gestion du fonds de prévention des risques naturels majeurs (PLF, 2019) (section 3). Enfin, les indicateurs prennent appui sur la jurisprudence nationale et internationale (section 2) et sur l'enquête menée sur le risque sismique.

Deux catégories d'indicateurs élémentaires ont été identifiées : les indicateurs relatifs à la culture du risque sismique et les indicateurs relatifs aux mesures. L'organigramme représente les indicateurs élémentaires sur lesquels la fonction Moyens de prévention et de protection s'appuie pour évaluer la qualité de leur mise en place (Fig. 2).

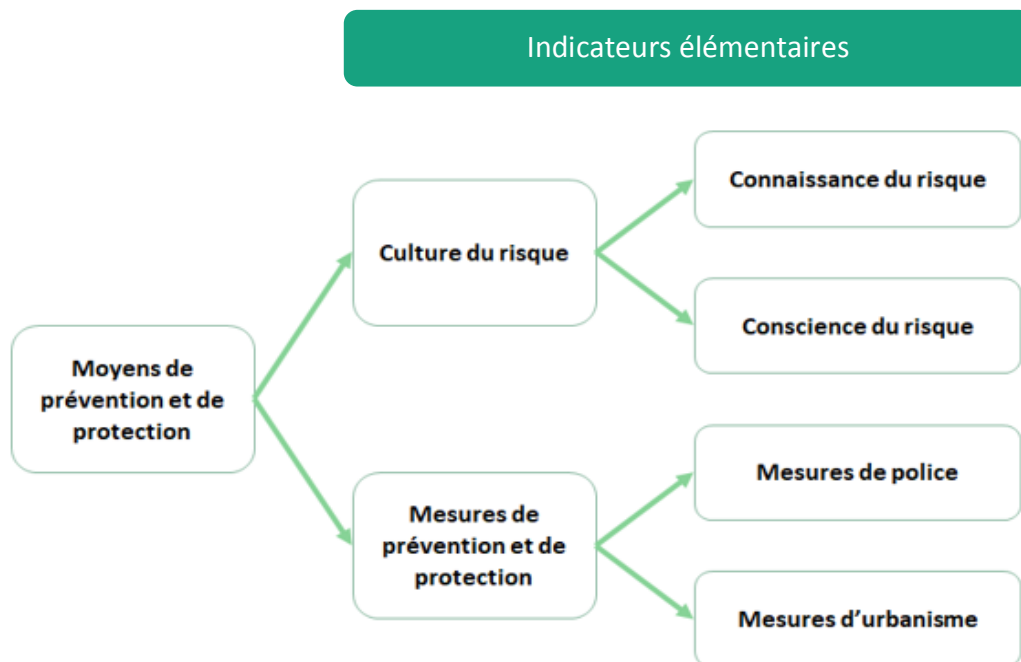


Fig. 2 : Organigramme des indicateurs élémentaires évaluant la qualité de mise en œuvre des moyens de prévention et de protection ciblés

Finalement, les moyens de prévention et de protection sont nombreux et l'investissement financier peut être important. Dans le cadre d'un raisonnement comptable, cet investissement dans la prévention est assimilé à une charge en l'absence de catastrophe, situation la plus fréquente concernant les risques majeurs. Toutefois, cet investissement apparaît rentable lorsque la catastrophe survient et la stratégie mise en place prend alors tout son sens (France stratégie, 2020).

5.1.1.1. Indicateurs relatifs à la culture du risque sismique

La culture du risque est une dimension essentielle de la politique de prévention des risques naturels pour la compréhension et l'application des mesures de police et d'urbanisme par l'élu (PLF, 2019). Elle est identifiée comme composante de la réduction de la vulnérabilité dans le plan séisme PACA (Plan séisme, 2008) et la politique de gestion des risques naturels grenobloise (Boudières, 2010). En matière de risques naturels, la culture du risque prend en compte la connaissance et la conscience du risque, particulièrement les volets information et éducation. Les scientifiques peuvent participer à l'amélioration de la culture du risque sismique en apportant leurs connaissances et en formant les élus. Si le maire a une culture du risque développée, alors il sera plus enclin à mettre en œuvre des moyens de préventions et à faire respecter les règles et les réglementations vis-à-vis du risque naturel (Meyer et Kunreuther, 2013 ; 2017). De même, les programmes du Haut comité français pour la défense civile (HCFDC) dédiés à la résilience territoriale contribuent à la diffusion de la connaissance sur les risques et les comportements à adopter en cas de crise pour construire une culture locale de résilience.

Les indicateurs relatifs à la culture du risque sismique sont répartis en deux catégories : la connaissance du risque sismique et la conscience de celui-ci. Les indicateurs sont ceux listés dans les Tab. 3 et Tab. 4, avec leur signification. La liste comprend un total de 16 indicateurs. 6 indicateurs pour caractériser la connaissance et 10 indicateurs pour caractériser la conscience du risque.

Tab. 3 : Indicateurs contrôlant la connaissance du risque sismique associée à la culture du risque

Connaissance du risque sismique	
Indicateur	Signification
Zonage sismique de la commune	Délimitation des zones de sismicité du territoire français (Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).
Frise chronologique des événements naturels	Connaissance des événements naturels historiques sur la commune.
Cadre réglementaire du risque sismique	Prévention du risque sismique (Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010). Connaissance des rôles précis de chaque acteur du gouvernement local, régional ou national par rapport au risque sismique.
Réglementation parasismique	Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et règle de construction parasismique : règles Eurocode 8.
Responsabilité de l'élu relative au risque sismique	Connaissance des poursuites possibles si un séisme provoque un préjudice.
Instances scientifiques et coordination	Connaissance des instances scientifiques avec lesquelles il est possible de travailler en coopération.

Tab. 4 : Indicateurs contrôlant la conscience du risque sismique associée à la culture du risque

Conscience du risque sismique

Indicateur	Signification
Vulnérabilité sociale et humaine du territoire	Cartographie des zones comportant des enjeux sociaux importants.
Vulnérabilité des bâtiments	Cartographie des bâtiments vulnérables face au risque sismique.
Scénarii de simulation de crises	Mise en place d'exercices de crise sismique de grande ampleur type Exercice Richter.
Communication interservices	Communication et travail en équipe.
Compétences spécifiques dédiées au risque sismique	Acteurs dédiés à ce risque dans la commune ou l'intercommunalité.
Formation des élus vis-à-vis du risque sismique	Appropriation de la connaissance à partir des documents opposables ou informatifs (C. urb., L. 121-2 ; R. 121-1) et formations auprès de scientifiques et de tables rondes.
Ligne budgétaire par rapport à la conformité du bâti	Allocation d'un budget pour renforcer des bâtiments suivant la réglementation parasismique.
Budget et ressources nécessaires	Allocation de ressources dans le but de faire de la commune, une commune résiliente.
Certification ou label spécifique	Certification ISO 9001 ou autre label spécifique.
Participation à des travaux de recherche	Travaux nationaux ou internationaux.

5.1.1.2. Indicateurs relatifs aux mesures

Face à un risque sismique, le juge base son appréciation de l'engagement de la responsabilité en évaluant la mise en place et la mise en pratique des mesures de police et d'urbanisme en référence au cadre réglementaire et aux jurisprudences. Les mesures identifiées ici sont celles retenues par le juge.

Les indicateurs relatifs aux mesures sont répartis en deux catégories : les mesures de police et les mesures d'urbanisme. Les indicateurs sont ceux listés dans les Tab. 5 et Tab. 6, ainsi que leur signification (Requillart, 2014). La liste comprend un total de 16 indicateurs. 8 indicateurs pour caractériser les mesures de police et 8 indicateurs pour caractériser celles d'urbanisme.

Tab. 5 : Indicateurs contrôlant les mesures de police associées aux mesures de prévention et de protection

Mesures de police	
Indicateur	Signification
DICRIM à jour	Elaboration, actualisation périodique et mise à

	disposition du public (C. env., art. R. 125-11 et suivants).
Affichage et signalisation	Appliquer l'obligation d'affichage des risques sur certains bâtiments ou terrains (C. env., art. R. 125-12 et suivants). Mesures de police générale : signalisation, information sur des dangers particuliers (CGCT., art. L. 2212-5).
Sensibilisation/Formation préventive du grand public	Mise en place de bulletin municipal, d'un site communal, d'actions ciblées vers les citoyens etc.
Réunions	Information de la population dans les zones à risques majeurs (C. env., art. R. 125-10).
PCS fait et mis à jour	Elaboration et actualisation (C. séc. int., art. L. 731-3 ; décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005).
Travaux d'entretien d'ouvrages	Gestion des ouvrages communaux de protection (C. env., L. 562-8-1 ; R. 214-112 et suivants).
Etudes sismologiques/Programme de recherche	Evaluation du risque pour différents niveaux de l'aléa (C. env., art. L. 562-1 ; R. 566-6) et demande motivée à adresser à l'Etat et à ses établissements publics (C. env., art. L. 563-5 ; R. 563-16 et suivants).
Décisions protectrices	Alerte, réactivité des mesures, retour à la normale.

Tab. 6 : Indicateurs contrôlant les mesures d'urbanisme associées aux mesures de prévention et de protection

Mesures d'urbanisme	
Indicateur	Signification
PPRN approuvé et mis en place	Application et contrôle des dispositions du PPRN. Mise en œuvre des dispositions prescrites ou recommandées à la commune, dans le cadre de ses compétences (C. env., art. L. 562-1 et suivants ; L. 563-1 ; R. 562-1 et suivant ; R. 563-8).
PPRN annexé au PLU	Annexion au PLU sous 3 mois (C. urb., art. L. 126-1 et R. 123-22).
PLU/règle d'urbanisme	Elaboration, révision modification, mise en comptabilité et mise à jour des documents d'urbanisme (C. urb., art. L. 121-1 ; L. 123-1 et suivants ; R. 123-1 et suivants).
Urbanisme régulé	Contrôler l'urbanisme et le réguler aux regards de la réglementation.
Demande d'utilisation du Fonds Barnier	Examen des possibilités de financement pour

	l'amélioration de la connaissance, la prévention et la mise en place de dispositifs de protection (C. env., art. L. 561-3 ; R. 561-17 ; C. F., art. D. 142-17 et suivants ; Projet de Loi de Finance, 2019).
Sécurité des ouvrages de protection	Recensement des ouvrages de protection avec évaluation de l'état et du niveau réel de protection (C. env., art. R. 214-115 et suivants) et planification des réajustements.
Permis de construire/Information IAL	Examen de la demande de permis de construire d'après le règlement national d'urbanisme (C. urb., art. R. 111-2) et vérification des dispositions parasismiques (C. const. hab., art. R.111-38 ; C. urb. art. R.431-16 ; R.462-4). Mise à disposition des informations IAL pour l'établissement de l'état des risques et le bilan des indemnisations CatNat. Contrôle de légalité de l'application des règles parasismique par les services de l'état.
Travaux de renforcement parasismique	Possibilité d'entreprendre des travaux de renforcement des bâtiments suivant les règles parasismiques (Eurocode 8) (Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010). % de confortement aux normes parasismiques des bâtis publics stratégiques. Cadres d'actions pour la prévention sismiques.

5.1.2. L'appréciation de la qualité des Moyens de prévention et de protection mis en œuvre

Rappelons que pour rechercher une quelconque responsabilité, l'existence d'un lien de causalité entre le préjudice et le fait générateur, ici l'évènement sismique, doit être constatée. En matière de risques naturels, cela revient à évaluer la mise en place à priori, des moyens de protection et de prévention effectifs et adaptés par les autorités. La création des tableaux d'appréciation des moyens de prévention et de protection face à un risque sismique (Tab. 8 & Tab. 9) aide à cette évaluation et de ce fait, participe à constater l'existence d'un lien de causalité.

Le modèle choisi pour aborder la gestion du risque sismique concerne le principe d'amélioration continue en qualité-sécurité. Selon Crosby (1967), « la qualité, c'est la conformité aux spécifications ». En d'autres termes, la qualité n'est pas la recherche de la performance maximale, mais le respect de la performance spécifiée ou attendue, à savoir dans notre étude la conformité à la réglementation. Le principe d'amélioration continue repose sur des cycles itératifs en référence à la roue de Deming ou « cycle PDCA » (Deming, 1950). Cette démarche d'amélioration continue développée dans les années 1950 par Deming, évalue la qualité des actions prises, notamment dans le domaine de la santé (Wolmark, 2001 ; Taylor et al., 2013, Puy, 2017), de l'industrie (Lodgaard et Aasland., 2011) et de l'environnement (Reid et al., 1999 ; Bereskie et al., 2017). Cette démarche d'amélioration continue des actions est dorénavant suivie et appliquée dans les collectivités

territoriales (par exemple, le référentiel Marianne) (Barouch, 2010) et, plus récemment, dans le champ des risques naturels au travers des programmes d'actions du risque inondation et du risque sismique (comme le CERTU dans sa décision relative à l'élaboration du plan séisme sur Nice, 2018).

La méthode de la démarche d'amélioration continue est adaptée pour être appliquée aux moyens de prévention et de protection des risques naturels. Cette roue de Deming est utilisée dans notre modèle juridique afin d'apprécier le niveau de maturité de la qualité des moyens de prévention et de protection appliqués. Le roue de Deming, ou le cycle PDCA, est adoptée pour la classification de la maîtrise des moyens selon la description suivante (Gorenflo et Moran., 2010 ; Chadonnet et Thibaudon., 2014 ; Silva et al., 2017) :

- a. Planification : cette phase consiste à planifier des actions en fonction de la situation afin d'identifier et formaliser les priorités pour répondre au cadre réglementaire des risques naturels, de définir les objectifs de qualité à atteindre dans le champ de la prévention des risques naturels, d'établir et de planifier les ressources à mettre en œuvre.
- b. Réalisation : cette phase a pour nature à mettre en œuvre et à déployer les actions planifiées et adaptées par les élus et leurs collaborateurs dans le respect des réglementations.
- c. Contrôle : cette phase consiste à contrôler la réalisation des actions planifiées, à mesurer les résultats obtenus à la fin de la mise en œuvre et à comparer les résultats relevés aux objectifs préalablement attendus afin d'évaluer l'efficacité des actions. Par exemple, le pourcentage de bâtiments conformes aux normes parasismiques sur un objectif visé en année N. Cette phase implique aussi la traçabilité et le renseignement de tableaux de bord de suivi et de résultats.
- d. Amélioration : cette phase permet aux élus et responsables de s'assurer que l'efficacité des actions mises en œuvre s'inscrit dans la durée. Concrètement, il peut s'agir de réajuster avec de nouvelles mesures afin d'atteindre l'objectif fixé. Cette phase a aussi pour nature de pérenniser les actions par l'actualisation ou l'écriture de nouvelles procédures.

Ces actions permettent d'identifier la phase d'avancement de la mise en œuvre des Moyens de prévention et de protection puis d'évaluer la qualité de ces Moyens.

Les indicateurs sont une donnée objective qui décrivent une situation qualitative rendant fidèlement compte du phénomène mis sous contrôle (Selmer, 2018). Chaque indicateur est apprécié dans une logique qualité et est coté selon le principe de cotation adopté dans le référentiel Marianne pour apprécier le statut de l'amélioration continue de l'accueil. Le principe de cette démarche est d'inscrire tous les acteurs dans une même dynamique de recherche permanente d'optimisation des pratiques et des moyens (Secrétariat général pour la modernisation de l'action publique, 2013). Chaque indicateur de ce référentiel est apprécié selon son statut de mise en œuvre ou d'avancement dans les étapes de la démarche. Quatre statuts qualifient les cinq étapes (définir, mesurer, analyser, innover et contrôler) (Tab. 7) :

- Niveau 1 : Rien n'est encore mis en place ou rien n'est connu ;

- Niveau 2 : Les pratiques des mesures/connaissances sont définies et mises en œuvre de manière partielle ;
- Niveau 3 : Les mesures/les connaissances sont en conformité avec la réglementation et/ou contrôlées avec traçabilité ;
- Niveau 4 : Les mesures/connaissances sont mises en œuvre, ajustées et pérennisées.

Cette démarche s'inscrit dans une approche de gestion des risques à priori. Les indicateurs sont étudiés ensemble dans une approche qui se veut systémique afin de considérer l'impact cumulé des déficiences sur les moyens de préventions qui peut être conséquent. Impact qui peut être conséquent.

Tab. 7 : Résumé des statuts et du niveau associé définissant l'avancement et la qualité de chaque indicateur des Moyens mis en œuvre et cotation associée, suivant la roue de Deming ou cycle PDCA et le principe de cotation du référentiel Marianne

Statut des indicateurs	Niveau	Cotation
Absent	1	1
Définir, Planifier, Réaliser et Mesurer	2	2
Analyser et Contrôler	3	3
Améliorer, Ajuster et Pérenniser	4	4

Les Tab. 8 et Tab. 9 représentent respectivement les indicateurs et leur cotation associés d'une part, à la culture du risque et d'autre part, aux mesures de prévention et de protection.

Dans cette méthode, l' élu et les personnes publiques formant l'équipe associée, s'appuient sur ces tableaux pour coter l'avancement des actions mises en place. La cotation est insérée dans la colonne du tableau « cotation choisie ». Par exemple, si le l'indicateur « DICRIM à jour » (Tab. 9) remplit le niveau 4, c'est-à-dire mis en pratique, ajusté et pérennisé, alors cet indicateur sera coté à 4. En revanche si cette action ne remplit que le premier niveau, c'est-à-dire que le DICRIM n'est pas mis à jour ou mis en place, alors l'indicateur sera noté à 1. L' élu doit avoir cette démarche pour chaque indicateur.

Un autre exemple peut être donnée concernant l'indicateur « PPRN approuvé et mis en place ». Dans ce tableau (Tab. 9), il est proposé de qualifier l'état d'avancement de la procédure PPRN par rapport à sa conformité avec le cadre réglementaire. En s'appuyant sur le rapport de l'association MRN relatif à l'évaluation de la contribution des PPRI à la réduction de la vulnérabilité collective et individuelle (MRN, 2009), il est possible de distinguer les procédures PPRN afin d'attribuer une cotation à l'indicateur ciblé. Dans le cas où le PPRN est approuvé, qu'il s'agisse d'une nouvelle ou ancienne procédure, ou dans le cas d'un PPRN prescrit depuis moins de 4 ans, alors la procédure est régulière et la cotation de l'indicateur est de 4. En revanche, la cotation de l'indicateur est de 1 si la procédure est perturbée, c'est-à-dire dans le cas où le PPRN est prescrit depuis plus de 4 ans, dans le cas où le PPRN est dé prescrit ou encore en cas d'absence d'information sur l'état d'avancement de la procédure.

La somme de toutes les cotations permettra d'apprécier les moyens mis en place et sera remplie dans la case « Total du cycle ». En utilisant ces tableaux, l' élu et les personnes publiques associées

font un autodiagnostic de leur politique de gestion des risques naturels. De ce fait, ces tableaux, aussi énoncés comme grille d’audit ou de lecture, caractérisent un outil d’aide à la décision.

Tab. 8 : Tableau de cotation des indicateurs relatifs à la culture du risque suivant la démarche qualité, permettant d’évaluer la qualité et l’avancement des moyens mis en œuvre

Culture du risque sismique			
Connaissance		Conscience	
Indicateurs	Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l’action	Indicateurs	Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l’action
Zonage sismique de la commune		Vulnérabilité sociale et humaine du territoire	
Frise chronologique des événements naturels		Vulnérabilité des bâtiments	
Cadre réglementaire du risque sismique		Scénarii de simulation de crises	
Réglementation parasismique		Compétences spécifiques dédiées au risque sismique	
Responsabilité de l’ élu relative au risque sismique		Communication interservices	
Instances scientifiques et coordination		Formation des élus vis-à-vis du risque sismique	
		Ligne budgétaire par rapport à la conformité du bâti	
		Budget et ressources nécessaires	
		Certification ou label spécifique	
		Participation à des travaux de recherche	
Total du cycle		Total du cycle	

Tab. 9 : Tableau de cotation des indicateurs relatifs aux mesures de prévention et de protection suivant la démarche qualité, permettant d’évaluer la qualité et l’avancement des moyens mis en œuvre

Mesures de prévention et de protection			
Mesures de police		Mesures d’urbanisme	
Indicateurs	Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l’action	Indicateurs	Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l’action
DICRIM à jour		PPRN approuvé et mis en place	
Affichage et signalisation		PPRN annexé au PLU	
Sensibilisation/Formation préventive du grand public		PLU/règle d’urbanisme	
Réunions		Urbanisme régulé	
PCS fait et mis à jour		Demande d’utilisation du Fonds Barnier	
Travaux d’entretien d’ouvrages		Sécurité des ouvrages de	

		protection	
Etudes sismologiques/ Programmes de recherche		Permis de construire/ Information IAL	
Décisions protectrices		Travaux de renforcement parasismique	
Total du cycle		Total du cycle	

5.1.3. Cotation de la fonction Moyens

Nous partons du principe que toutes les réglementations et recommandations doivent être appliquées et toutes les étapes de la démarche qualité (roue de Deming) doivent être référencées pour chaque indicateur. Les réponses aux indicateurs permettent de calculer une cotation pour l'ensemble des indicateurs évaluant l'avancement de la mise en œuvre des moyens de prévention et de protection. Un cycle qui référence tous les indicateurs au niveau 1 (Tab. 8 & Tab. 9), c'est-à-dire que rien n'est mis en place et/ou à l'état de planification, a une côte de 32. Toutefois, un cycle qui référence tous les indicateurs au niveau 4 (Tab. 8 & Tab. 9), a une côte de 128, c'est-à-dire que 100% des moyens de prévention et de protection sont optimisés. Toutes les mesures ont été prises afin de prévenir le risque.

Un lien est institué entre la côte calculée et la classe des moyens de prévention et de protection mis en place (Tab. 10). D'après l'analyse des décisions judiciaires, la modulation des actions mises en place en référence aux obligations réglementaires a une incidence sur l'engagement de la responsabilité des élus si les conditions de mise en accusation sont réunies. La responsabilité des élus sera d'autant plus engagée que le niveau de maîtrise des moyens de prévention et de protection est déficient et/ou inadapté aux exigences réglementaires et aux recommandations. La cotation obtenue par le cycle de qualité (roue de Deming) distingue quatre catégories qualifiant les moyens de prévention et de protection instaurés. A chaque catégorie des moyens de prévention et de protection est associé un coefficient d'application (α_{moyens}) qui vient moduler le poids ou la qualité de la prévention face au risque sismique mise en place en référence à la logique qualité (Tab. 10). Ce coefficient qui quantifie ainsi la qualité des moyens instaurés, définit une donnée d'entrée du modèle de prédiction des conséquences juridiques. La fonction Moyens est alors assimilée au coefficient d'application dans la détermination de la probabilité du risque d'engagement de la responsabilité.

Tab. 10 : Classification de la qualité des moyens de prévention et de protection face au risque sismique et coefficient d'application associé obtenu selon la cotation obtenue dans la démarche qualité

Côte	Pourcentage	Classe	Coefficient d'application α_{moyens}
0 < Côte ≤ 32	0 < Côte ≤ 25%	Moyens de prévention et de protection de base	4
32 < Côte ≤ 66	25% < Côte ≤ 50%	Moyens de prévention et de protection définis	3
64 < Côte ≤ 96	50% < Côte ≤ 75%	Moyens de prévention et de protection maîtrisés	2

96 < Côte ≤ 128	75% < Côte ≤ 100%	Moyens de prévention et de protection optimisés	1
-----------------	-------------------	---	---

Finalement, il appartient à chaque élu de s'approprier la méthode proposée, d'adapter la modalité d'évaluation à sa propre organisation selon le degré de maturité culturelle de la collectivité, c'est-à-dire la compréhension partagée du sens, des objectifs et des méthodes de la politique de gestion des risques naturels, à tous les niveaux des acteurs impliqués (HAS, 2012).

5.2. La fonction Préjudice

Comme seconde étape pour développer un modèle empirique de prédiction des conséquences juridiques, le préjudice est considéré comme une variable dépendant clé du modèle. C'est dans ce contexte, qu'une fonction préjudice est développée afin de répondre aux attentes du droit de la responsabilité et du juge. La fonction préjudice permet de qualifier et de quantifier le niveau de conséquences provoquées par le risque sismique, en référence à la fonction de dommages développée dans l'AMC des projets de prévention des inondations (MEDDE, 2014). Par conséquent, la recherche du préjudice est réalisée à posteriori de l'évènement naturel.

La fonction *Préjudice* prend en compte la gravité des conséquences sociales (nombre de victimes) et économiques évaluée par l'échelle de gravité (

Tab. 1) et donnée par le coefficient de conséquences (μ_{cons}) associé.

5.3. Modèle de prédiction des conséquences juridique : engagement de la responsabilité

Le modèle proposé a pour but d'assurer la sécurité des citoyens liée au risque sismique, et en particulier de diminuer le risque de survenue d'engagement de la responsabilité de l'élu qui pourra établir différents scénarios et ainsi décider de priorisation de mesures en étant éclairé sur ses enjeux de responsabilités. Toutefois, le manque de cas de jurisprudence relatif au risque sismique ne permet pas d'élaborer une modélisation quantitative. La modélisation développée est alors qualitative.

D'un point de vue juridique, l'existence d'un préjudice est requise pour que la responsabilité administrative soit susceptible d'être engagée. Cette analyse est possible en utilisant la fonction Préjudice. L'autre critère pris en considération pour l'évaluation de l'engagement de la responsabilité concerne l'examen des moyens de prévention et de protection mis en place par l'élu. La fonction Moyens remplit ce critère. De ce fait, le risque d'engagement de la responsabilité (ER) est défini comme le produit du coefficient de l'appréciation des moyens de prévention et de protection appliqués (α_{Moyens}) et de celui de la gravité du préjudice provoqué par l'évènement sismique (μ_{cons}). L'évaluation et l'analyse du risque d'engagement de la responsabilité de différents scénarios se font à l'aide de la formule ci-dessous (Eq. 2) :

$$ER = \alpha_{Moyens} * \mu_{cons} \quad (2)$$

Trois niveaux d'engagement de la responsabilité sont définis (Faible, Modéré, Fort) respectivement associés à un code couleur (vert, jaune, rouge). L'engagement de la responsabilité est représenté sous forme de Traffic-light (Farmer, 1967) (Tab. 11). La définition des niveaux d'engagement de la responsabilité est basée sur l'analyse de la jurisprudence.

Tab. 11 : Matrice du risque d'engagement de la responsabilité en fonction de la gravité des conséquences

Classe du Préjudice Statut des Moyens	Incident	Accident	Accident grave	Accident très grave	Catastrophe	Catastrophe majeure
Moyens < 25%	0	4	8	12	16	20
25% ≤ Moyens < 50%	0	3	6	9	12	15
50% ≤ Moyens < 75%	0	2	4	6	8	10
75% ≤ Moyens	0	1	2	3	4	5

L'analyse de la matrice du risque d'engagement de la responsabilité montre que plus les conséquences sont graves plus la responsabilité est fortement susceptible d'être engagée. De la même façon, le risque d'engagement de la responsabilité reste élevé lorsque les moyens de prévention et de protection sont peu appliqués. Il est important de noter que le risque d'engagement de la responsabilité peut être élevé en cas de catastrophe même si 75% et plus des moyens de prévention et de protection sont optimisés.

De plus il est possible de représenter la probabilité d'engagement de la responsabilité par rapport au préjudice en adaptant le principe ALARP à notre étude. La Fig. 3 représente les courbes de comportement des communes illustrées par le principe ALARP. On observe quatre types de comportement allant du comportement pro-passif (rouge), passif (orange), actif (bleu) et pro-actif (vert). A chaque niveau du préjudice, il est possible d'avoir une variabilité dans la probabilité de l'engagement de la responsabilité, obtenue par une loi normale. Cette variabilité permet de prendre en considération la fluctuation de l'appréciation d'engagement de la responsabilité par la juge en fonction du niveau de gravité et de l'évidence du lien de causalité. Il est possible d'adopter un comportement actif si l'intervention sur l'amélioration de la mise en pratique des moyens de prévention et de protection est attendue si elle est proportionnée. Afin de diminuer le risque d'engagement de la responsabilité, il est possible de travailler sur des mesures de prévention et de protection telles que l'éducation et l'information du risque sismique auprès des élus et de la population.

Toutefois, dans certains cas, même si mettre en place une mesure de prévention et de protection supplémentaire améliorerait la réduction du risque, cela ne vaudrait pas le coup par rapport à l'effort financier nécessaire (BWG et al., 2005). Comme les normes suisses SIA relatives à la vérification de la sécurité parasismique des bâtiments existants (BWG et al., 2005), il est possible d'adapter cette méthode à la vérification des moyens de prévention et de prédiction mis en place afin de réduire le risque d'engagement de la responsabilité, en créant un facteur de conformité α_{eff} . Ce facteur de conformité décrit dans quelle mesure une politique de gestion du risque sismique remplit les exigences selon la réglementation et les normes en vigueur. Le facteur de conformité peut être défini au moyen de l'Eq. 3, grâce à la démarche qualité (Tab. 7), où les moyens de prévention et de

protection sont maîtrisés, en conformité avec la réglementation et/ou contrôlés avec traçabilité (statut des indicateurs à 3).

$$\alpha_{eff} = \text{Total du cycle au statut des indicateurs maîtrisé} = 96 \quad (3)$$

La valeur seuil α_{seuil} est définie par la fonction des Moyens, c'est-à-dire par la valeur du cycle totale donnant la cotation des moyens de prévention et de protection mis en place (Tab. 8 & Tab. 9). Il est possible de comparer cette valeur seuil au facteur de conformité afin de juger si des moyens additionnels pour réduire le risque d'engagement de la responsabilité administrative sont fortement justifiés dans la mesure où le coût de sauvetage, c'est-à-dire l'investissement consenti pour sauver une vie humaine est proportionnel.

Afin que le risque d'engagement de la responsabilité soit suffisamment faible, $\alpha_{seuil} \leq \alpha_{eff}$ doit être rempli. Dans le cas contraire des mesures additionnelles s'imposent (BWG et al., 2005).

En revanche pour $\alpha_{seuil} > \alpha_{eff}$, la proportionnalité des mesures envisagées doit être justifiée. L'appréciation des critères de proportionnalité et d'exigibilité se base sur les coûts de sauvetage d'une intervention, c'est-à-dire sur le gain en sécurité sociale et économique selon les normes SIA (BWG et al., 2005). Le cout de sauvetage (€/vie humaine sauvée) est le rapport entre les couts d'une mesure additionnelle et la réduction du risque d'engagement de la responsabilité atteignable. Les couts sont définis par les couts de l'amélioration de la sécurité (€/an) et la réduction du risque est déterminée par le nombre de vies humaines sauvées par an.

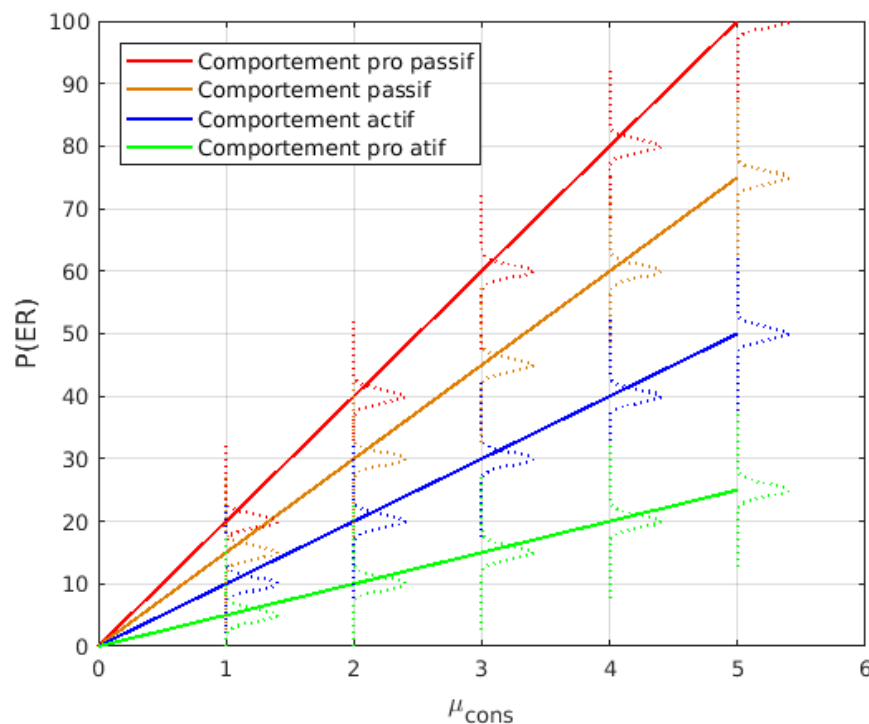


Fig. 3 : Courbes représentant la probabilité d'engagement de la responsabilité en fonction du préjudice subi illustrées par le principe ALARP définissant quatre types de comportement des communes. En rouge, comportement pro-passif ; en orange, comportement passif ; en bleu, comportement actif et en vert, comportement pro-actif de la commune vis-à-vis à sa politique de gestion du risque sismique. Avec $P(ER)$ la probabilité d'engagement de la responsabilité et μ_{cons} le coefficient des conséquences déterminant la classe du préjudice allant de l'incident à la catastrophe majeure (

Tab. 1).

Finalement, le modèle de prédiction des conséquences juridiques compte de nombreux avantages. Adaptable aux divers besoins des élus, c'est un outil d'aide à la décision qui favorise la prise en compte de plusieurs paramètres qualitatifs comme : le contexte économique, le plan de modernisation, le contexte réglementaire ou encore l'impact sur plusieurs scénarios. Cette démarche est très rapide à appliquer. Des échelles sont ajustées en fonction des enjeux jugés importants (échelle sur les conséquences ou échelle sur les dommages des bâtis). La méthode développée dans cette étude peut être déclinée pour d'autres situations telle que la recherche de probabilité d'engagement de la responsabilité pour les scientifiques.

Toutefois le modèle juridique rencontre aussi des limites. En effet, pour respecter les objectifs de simplicité de mise en œuvre du modèle, nous avons adopté certains partis pris qu'il faut garder à l'esprit lors de son application comme par exemple, l'absence de prises en compte des moyens alloués différents entre différentes villes (petite et grande). L'analyse coût-bénéfice n'a pas été réalisée car trop complexe à mettre en place pour chaque mesure. Cependant, elle est possible lorsque les enjeux le justifient.

6. Cas d'un territoire actif et passif

Dans cette section, le modèle de prédiction des conséquences juridiques développé dans cette étude est testé à la tempête Xynthia (France) en 2010 et au séisme L'Aquila (Italie) en 2009 déjà jugés. Il est aussi appliqué aux trois essaïms sismiques des Alpes (vallée de la Maurienne, vallée de l'Ubaye et Vallée de Chamonix), à des territoires dits actifs comme les villes de Nice (PACA) et de Grenoble (Rhône-Alpes) en France et des territoires dits passifs face au risque sismique.

La modélisation des différents scénarios favorise la lisibilité de la politique du risque, la valorisation des actions et l'identification des priorités. Le modèle de prédiction des conséquences juridiques constitue un outil d'aide à la décision à destination des acteurs locaux pour adapter et ou réguler leur politique face au risque sismique en tenant compte des contraintes et des problèmes locaux (MEDDTL relatif au PAPI, 2011).

6.1. La tempête Xynthia, un cas exemplaire français

Nous avons considéré que la tempête Xynthia, ayant frappé la France en 2009 et pour laquelle un jugement a déjà eu lieu, était appropriée pour tester les relations empiriques dérivées dans la section précédente.

Concernant la tempête Xynthia, l'étude des décisions juridiques rendues (TGI Sables-d'Olonne, 12 déc. 2014, n° 877/2014) et des documents réglementaires de la commune permet de rendre une analyse sur les moyens de prévention et de protection existants sur cette commune. A partir de ces données, nous avons pu remplir le tableau correspondant à l'évaluation du niveau de mis en place des moyens de prévention et de protection. Comme le cas de Xynthia concerne le risque tempête, nous nous attachons qu'aux indicateurs de la matrice moyens de prévention et de protection

communs aux risques tempête et sismique. Les indicateurs relatifs à la réglementation parasismique ne seront pas considérés afin de ne pas biaiser le calcul de la probabilité d'engagement de la responsabilité. Les indicateurs relatifs à la culture du risque prenant en compte la connaissance du risque et la conscience de celui-ci sont au nombre de 10 pour le cas de Xynthia (Tab. 3 & Tab. 4). Les indicateurs relatifs aux mesures prenant en compte les mesures de police et d'urbanisme sont au nombre de 15 pour le cas de Xynthia (Tab. 5 et Tab. 6). Le cycle total des moyens de prévention et de protection (Tab. 8 & Tab. 9) obtient une cote de 47 sur 100, soit une mise en place des moyens de 47% pour le cas de Xynthia relatif au risque tempête (Annexe 7). Le statut des moyens mis en place est donc entre [25% ; 50% [. Cette cotation fournit la classe de la qualité des moyens de prévention et de protection comme définis (Tab. 10). Le coefficient d'application α_{moyens} associé vaut 3 (Tab. 10).

Nous avons utilisé les conséquences provoquées par la tempête pour appliquer la fonction liée au préjudice. Le préjudice social subi est de 49 morts, ce qui correspond à un dommage humain classant le préjudice comme un accident très grave (Tab. 1). Le coefficient de conséquences μ_{cons} associé, vaut 3 d'après le Tab. 1.

Une fois les résultats obtenus, nous avons pu déterminer le niveau d'engagement de la responsabilité pour la commune de la Faute-sur-Mer (Eq. 2 & Tab. 11 & Fig. 3). L'équation 2 et le Tab. 11 donnent un engagement de la responsabilité (ER) fort (Annexe 7). D'après ces résultats, la commune de La Faute-sur-Mer semble adopter un comportement passif vis-à-vis de la gestion du risque tempête dans le cas de Xynthia en 2009. La Fig. 4 montre une probabilité d'engagement de la responsabilité de 45%. Ainsi, à partir de la méthode développée dans la section précédente, il est possible de comparer le niveau d'engagement de la responsabilité de l'élu obtenu par le modèle de prédiction des conséquences juridiques avec la décision rendue des juges (Tab. 12). Rappelons que la Cour d'appel administrative affirme la responsabilité de la commune de La Faute-Sur-Mer, à hauteur de 50% pour la commune. La responsabilité de la commune a été engagée dans la mesure où son maire a manqué d'informer la population de la Faute-sur-Mer des risques d'inondation auxquels elle était exposée et a délivré des permis de construire dans des zones à risque, sans les assortir de prescriptions suffisantes pour prévenir le danger (CAA Nantes, 10 déc. 2019, n°18NT01531 ; 18NT01546 ; 18NT01620 ; 18NT01621 ; 18NT01642).

Tab. 12 : Tableau de comparaison des résultats sur le niveau de probabilité d'engagement de la responsabilité calculée par le modèle et la responsabilité rendue par décision judiciaire pour Xynthia.

Engagement de la responsabilité calculé	Engagement de la responsabilité observée
45% pour la commune	50% pour la commune

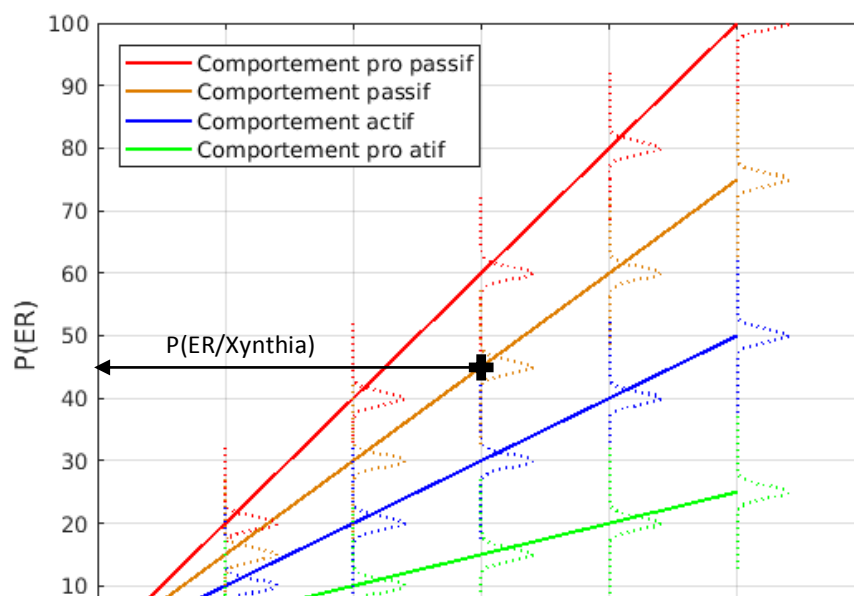


Fig. 4 : Courbe représentant la probabilité d'engagement de la responsabilité de la commune de La Faute-sur-Mer P(ER/Xynthia) relatif au cas de Xynthia en 2009 adoptant un comportement passif et avec un préjudice de classe accident très grave de μ_{cons} égal à 3.

6.2. Le séisme de L'Aquila, un cas réel transférable à la France

Nous avons considéré que le séisme de L'Aquila, ayant frappé l'Italie en 2009 et pour lequel un jugement a déjà eu lieu, était approprié pour tester les relations empiriques dérivées dans la section précédente. De plus, ce cas de figure est totalement transférable à la France.

Rappelons, que le vice-président du département de la protection civile, représentant un fonctionnaire du gouvernement, reste condamné pour négligence en raison de ses commentaires rassurants sur le risque de survenance d'un séisme faits à la population par la Cour d'appel de L'Aquila en 2014 (CA L'Aquila, 10 nov. 2014, n°3317 ; n°2583/2013) et la Cour de cassation italienne en 2016. A partir de la méthode développée dans la section précédente, il est possible de comparer le niveau d'engagement de la responsabilité du vice-président du département obtenu par le modèle de prédiction des conséquences juridiques avec la décision rendue des juges (Tab. 13).

Concernant le séisme de L'Aquila, l'étude des décisions juridiques rendues (CA L'Aquila, 10 nov. 2014, n°3317 ; n°2583/2013), des documents réglementaires de la commune et de l'état de l'art (Imperiale et Vanclay., 2018) permettent de rendre une analyse à posteriori sur les moyens de prévention et de protection existants sur cette commune. A partir de ces données, nous avons pu remplir le tableau correspondant à l'évaluation du niveau de mise en place des moyens de prévention et de protection. Comme le cas du séisme de L'Aquila concerne la réglementation italienne, nous nous attachons qu'aux indicateurs de la matrice moyens de prévention et de protection communs à la gestion du risque sismique italien et français. Les indicateurs relatifs à la culture du risque prenant en compte la connaissance du risque et la conscience de celui-ci sont au nombre de 15 pour le cas de L'Aquila (Tab. 3 & Tab. 4). Les indicateurs relatifs aux mesures prenant en compte les mesures de police et d'urbanisme sont au nombre de 13 pour le cas de L'Aquila (Tab. 5 et Tab. 6). Le cycle total des moyens de prévention et de protection (Tab. 8 & Tab. 9) obtient une cote de 61 sur 112, soit une mise en place des moyens de 54% pour le cas de L'Aquila (Annexe 8). Le statut des moyens mis en place est donc entre [50% ; 75% [. Cette cotation fournit la classe de la qualité des moyens de prévention et de protection comme maîtrisés (Tab. 10). Le coefficient d'application α_{moyens} associé vaut 2 (Tab. 10).

Nous avons utilisé les conséquences provoquées par le séisme de L'Aquila pour appliquer la fonction liée au préjudice. Le préjudice social subi est de 308 morts et le préjudice économique est estimé à 5 milliards de dollars US à l'année du séisme (EMDAT, 2018). La classe retenue de l'événement est celle qui correspond à l'impact humain ou économique le plus élevé, ce qui correspond à un dommage

classant le préjudice comme une catastrophe majeure (Tab. 1). Le coefficient de conséquences μ_{cons} associé, vaut 5 d'après le Tab. 1.

Une fois les résultats obtenus, nous avons pu déterminer le niveau d'engagement de la responsabilité du fonctionnaire italien (Eq. 2 & Tab. 11 & Fig. 3). L'équation 2 et le Tab. 11 donnent un engagement de la responsabilité (ER) fort (Annexe 8). D'après ces résultats, le comportement adopté est qualifié comme actif vis-à-vis de la gestion du risque sismique dans le cas de L'Aquila en 2010. La Fig. 5 montre une probabilité d'engagement de la responsabilité de 50%. Ainsi, à partir de la méthode développée dans la section précédente, il est possible de comparer le niveau d'engagement de la responsabilité de l'élu obtenu par le modèle de prédiction des conséquences juridiques avec la décision rendue des juges (Tab. 13).

Tab. 13 : Tableau de comparaison des résultats sur le niveau de probabilité d'engagement de la responsabilité calculée par le modèle et la responsabilité rendue par décision judiciaire pour L'Aquila

Engagement de la responsabilité calculé	Engagement de la responsabilité observée
50%	Coupable, condamné à 2 ans de prison

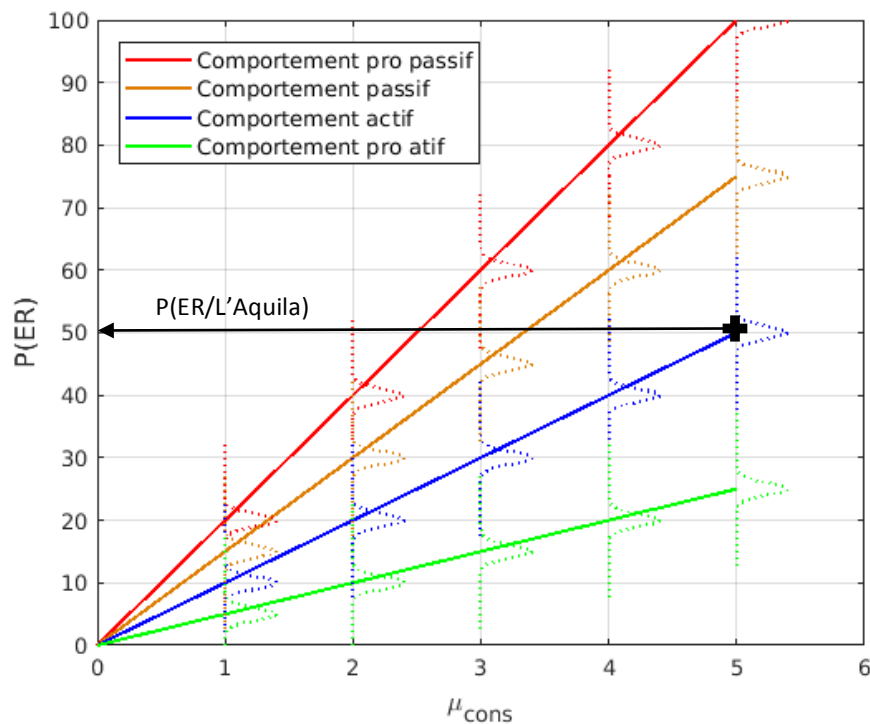


Fig. 5 : Courbe représentant la probabilité d'engagement de la responsabilité du responsable du gouvernement $P(ER/L'Aquila)$ relatif au cas de L'Aquila en 2010 adoptant un comportement actif et avec un préjudice de classe catastrophe majeure de μ_{cons} égal à 5.

6.3. Les cas d'un territoire passif et actif

6.3.1. Définition des notions territoire actif et territoire passif

En s'appuyant sur l'étude des jurisprudences nationales et internationales et sur l'analyse des textes réglementaires, il est possible de définir un territoire appelé actif face à la prévention du risque sismique. Un territoire actif se définit par la mise en place d'actions permettant de prévenir ce risque. Il peut être considéré comme un territoire résilient. Un territoire est actif s'il met en pratique des actions nécessaires pour son adaptation face à des événements naturels qui le menacent (CESDHLF, art. 2 et 8 ; Protocole, art. 1). L'enjeu est de maintenir un niveau de fonctionnement grâce aux capacités et à la souplesse du système permettant sa persistance (Villar et David, 2014). Par exemple, un territoire labélisé par le Pavillon Orange qui est décerné aux territoires qui répondent à des critères en termes de protection des populations face aux risques majeurs ou labélisé par les Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) qui visent à réduire les conséquences des inondations sur les territoires à travers une approche globale du risque (MTES, 2017 ; 2020), ou bien encore un territoire suivant les recommandations du CAPRIS (COPRNM, 2013) peut être considéré comme un territoire actif face aux risques naturels puisque ces critères font référence aux sept piliers sur lesquels les cadres d'actions pour la prévention des risques naturels s'appuient (HCFRN, 2020). Un territoire qui met en place des partenariats avec les scientifiques afin d'améliorer les connaissances du risque sismique et sa gouvernance, peut aussi être considéré comme un territoire actif comme le sont Nice et Grenoble. La qualification de territoire actif se définit au travers de leurs projets de partenariat avec des équipes de recherche sur le risque sismique (Géoazur, Isterre) et des actions auprès de la population pour l'informer et l'avertir du risque sismique sur son territoire.

En opposition, un territoire passif se spécifie par l'inaction. Il peut être identifié comme un territoire vulnérable. Du fait de son inaction, un territoire passif exprime la qualité de tout enjeu exposé à un aléa naturel qui peut être mesuré par le niveau de détérioration constaté (Hoarau et al., 2018). Dans un territoire passif, les dommages provoqués par l'évènement naturel sont d'autant plus marqués, que la vulnérabilité des éléments exposés au phénomène est importante. Cette vulnérabilité des éléments est d'autant plus grande si les moyens de prévention et de protection ne sont pas mis en place et si la population est insuffisamment informée et formée. Finalement, un territoire passif est le constat de l'échec ou de l'insuffisance de la politique de la gestion des risques naturels selon Hoarau et al., (2018). De ce fait, l'absence ou l'insuffisance de mise en place de moyens de prévention et de protection, favorise à engager la responsabilité plus fortement (Veyret et Choca, 2005).

A travers la cotation de la fonction Moyens de prévention et de protection, il est possible de définir qualitativement si un territoire est actif ou passif dans sa politique de gestion des risques naturels. Par définition, un territoire dit actif respecte toutes les mesures. Le territoire actif développe une culture de la gestion des risques naturels. De ce fait, chaque indicateur doit être référencié dans le niveau le plus avancé du statut de la mise en œuvre des moyens de prévention et de protection (démarche qualité (roue de Deming) et référentiel Marianne). Ce niveau correspond au niveau 4 des Tab. 8 et Tab. 9 pour lequel toutes les mesures et les connaissances sont mises en œuvre, ajustées et pérennisées, c'est-à-dire maîtrisées à 100%. Un territoire qui remplit à 100% tous les critères, possède un cycle total comme représenté en vert dans Tab. 14. A l'opposé, un territoire dit passif est un territoire pour lequel le statut de la mise en place des moyens de prévention et de protection se réfère au niveau 1 selon la démarche qualité (roue de Deming) et le référentiel Marianne) des Tab. 8 et Tab. 9, à savoir la mesure ou la connaissance n'est pas mise en place ou non connue. De ce fait, un territoire passif a à minima une cotation totale comme identifiée en orange dans Tab. 14.

Tab. 14 : Définition d'un territoire actif et passif selon l'appréciation du statut de la mise en place des moyens de prévention et de protection d'après la démarche Marianne

Indicateurs	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Connaissance du risque	6	12	18	24
Conscience du risque	10	20	30	40
Mesures de police	8	16	24	32
Mesures d'urbanisme	8	16	24	32
Total du cycle	32	64	96	128
Signification	Territoire passif			Territoire actif

Aux vues de la jurisprudence, l'élue d'un territoire passif a une probabilité forte d'engager sa responsabilité pour tout scénario dans lequel le séisme provoque des conséquences socio-économiques. En revanche, l'analyse de la jurisprudence montre que l'élue d'un territoire actif peut voir sa responsabilité engagée. Le niveau d'engagement de la responsabilité dépend des moyens de prédiction et de protection mis en œuvre, notamment de leur statut. C'est pourquoi, il est intéressant d'appliquer notre modèle de prédiction des conséquences juridiques sur deux territoires actifs distincts portant chacun leur propre politique face aux risques sismiques et sur trois territoires ayant des moyens financiers plus faibles sur lesquels des essaims sismiques existent.

6.3.2. Le cas d'un territoire actif : Nice et Grenoble

Nous avons considéré que l'environnement de Nice et de Grenoble était approprié pour tester les relations empiriques dérivées dans la section précédente. Nice est la cinquième plus grande ville de France en termes de population et d'activités économiques. Grenoble est la seizième. L'ensemble de ces deux villes est classé en zone 4 de sismicité moyenne sur 5. Chaque ville est située dans la région la plus active sismiquement de France, bordant la chaîne montagneuse des Alpes (accélération de 1,6 m/s² sur la carte française des risques sismiques). Cette région a subi plusieurs tremblements de terre dans le passé (Annecy en 1996 ; Barcelonnette en 2004), y compris des séismes historiques ressentis d'intensité la plus forte (Ligure en 1887 ; Lambesc en 1909).

Le modèle sera testé sur chaque ville tenant compte de différents scénarios en fonction des politiques mises en œuvre dans ces villes. Chaque ville a un cadre d'action pour la prévention des risques sismiques très actif, comme le montre l'application du PPRS en 2018 sur Nice ou les nombreuses collaborations de projet de recherche entre les villes et les scientifiques relatives à l'amélioration de la connaissance de ce risque (pour Nice : GEMITIS en 1996, RISK-UE en 2004, R&D SiSMet en 2019, RISVAL en 2020 ; pour Grenoble : VULNERAP en 2005 ; ALCOTRA-RISE en 2013 ; SiSMet en 2019). De plus, ce modèle semble tout à fait adapté pour la ville de Nice qui dans l'application de son Plan Séisme intégré dans sa politique sur la gestion de la prévention du risque sismique, s'inscrit dans une démarche qualité (CERTU, 2018).

Pour chaque cas, les informations élémentaires fournies par les textes réglementaires, les projets réalisés dans chaque ville et l'enquête réalisée auprès des décideurs locaux ont été utilisées pour évaluer et compléter le statut de la mise en œuvre des moyens de prévention et de protection face au risque sismique en référence aux Tab. 8 et Tab. 9. D'après la matrice des Moyens de prévention et de protection remplie, d'une part pour la ville de Nice, les moyens mis en place par Nice ont pour statut **XXX**, et d'autre part pour la ville de Grenoble, le statut des moyens mis en place **sont XXX**. Celle pour la ville de Grenoble.

De plus, les modèles de prédictions des pertes socio-économiques développés (chapitre 5), nous permettent d'estimer les conséquences possibles pour un scénario donné si un séisme avait lieu sur une région française. Grâce à ces résultats, le nombre de victimes, de blessés et de pertes économiques sont calculés, définissant de ce fait le préjudice subi. Nous avons utilisé les modèles de prédictions des pertes sociales et économiques pour un scénario donné, pour calculer les conséquences subies par un séisme sur Nice et Grenoble. Le scénario sismique est défini par un séisme de magnitude 6, de profondeur 5km sur la faille de Belledonne pour Grenoble. Le scénario sismique retenu pour Nice est celui donné par le BRGM en 2018, situé à Aspremont, de magnitude 6,2, de profondeur 5km et ayant un mécanisme décrochant (BRGM, 2018). Les conséquences subies nous permettent ainsi de déterminer le coefficient de conséquence utilisé dans la fonction *Préjudice*. La détermination du préjudice et du lien de causalité défini par l'évaluation des matrices des *Moyens* de prévention et de protection permet de modéliser la probabilité d'engagement de la responsabilité de l'élu pour chaque scénario et chaque ville. Le risque d'engagement de la responsabilité de l'élu pour le cas de Nice (Tab. 15) et le cas de Grenoble (Tab. 16) est représenté sous forme de Traffic-light.

Attente retour Elus pour le faire

Tab. 15 : Application au cas de Nice : Représentation du risque d'engagement de la responsabilité en fonction de la gravité des conséquences et des Moyens de prévention et de protection mis en place sous forme de Traffic-light

Tab. 16 : Application au cas de Grenoble : Représentation du risque d'engagement de la responsabilité en fonction de la gravité des conséquences et des Moyens de prévention et de protection mis en place sous forme de Traffic-light

6.3.3. Le cas d'un territoire à plus faibles moyens financiers subissant des essais sismiques

Les vallées de la Maurienne, de l'Ubaye et de Vallorcine subissent des essais sismiques sur leur territoire. Dans ce contexte, il est intéressant d'y appliquer le modèle de prédiction des conséquences juridiques.

Attention : remplir pour chaque avec les élus la grille des moyens

6.3.3.1. L'essai sismique de la Maurienne

L'essai sismique de la Maurienne se situe dans la basse vallée de la Maurienne dans le secteur de Montgellafrey–La Chapelle–Saint-François-Longchamp. L'activité sismique de l'essai de La Chapelle est observable sous la forme d'un essai actif depuis 2015 jusqu'en 2017. Deux séismes ont atteint la magnitude 3,7 (octobre 2017). Les foyers sont relativement superficiels (aux alentours de 5km) et fortement ressentis par la population (Langlais et al., 2019 ; SISmalp, 2020).

6.3.3.2. L'essai sismique de l'Ubaye

L'essai sismique de l'Ubaye se situe dans la partie haute de la vallée de l'Ubaye dans le secteur de Barcelonnette. Entre 2003 et 2004, le premier essai sismique apparaît à La Condamine-Châtelard. En 2012, un séisme de magnitude 4,3 initialise un second essai sismique qui durera jusqu'en 2014. Celui-ci est réactivé (2014-2015) par un second séisme de magnitude 4,8 en 2014. La profondeur des foyers est superficielle allant de 2 à 6km (Jenatton et al., 2007 ; Thouvennot et al., 2016).

6.3.3.3. *L'essai sismique de Vallorcine*

Depuis le séisme de 2005 de magnitude 4,5, Vallorcine, située dans le département de Haute-Savoie, subit un essaim sismique d'activité modérée. Depuis 2005 à 2017, environ 550 séismes de magnitudes comprises entre 0,5 et 4,6 se sont produits. Les foyers sont relativement superficiels (aux alentours de 5km) (SISmalp, 2020).

7. Résumé Conclusion

Des séismes récents dans les pays frontaliers, tels que le séisme de L'Aquila (2009) ou le séisme d'Emilie-Romagne (2012), révélateurs d'événements sismiques que pourraient connaître plusieurs régions de France métropolitaine, et des essais sismiques dans les alpes françaises, ont rappelé la nécessité de mettre en place des mesures de prévention, qui doivent être adaptées en fonction des niveaux d'aléa et de risque et des ressources disponibles.

Dans ce chapitre, l'accent est mis sur le risque d'engagement de la responsabilité des personnes publiques. La responsabilité est susceptible d'être engagée seulement en présence de préjudice et si un lien de causalité entre le fait générateur et le préjudice existe. Dans cette logique, le lien de causalité ici, est identifié à travers l'investissement mis en œuvre pour des moyens de protection et de prévention. Par conséquent, un fort préjudice et une application faible des moyens de prévention et de protection favorisent fortement à engager la responsabilité de l' élu.

Pour répondre aux attentes des élus concernant leur besoin de connaissance sur leur risque de responsabilité face aux risques naturels et plus particulièrement au risque sismique, cette étude a fourni un modèle empirique de prédiction des conséquences juridiques applicable à un risque sismique. L'approche méthodologique repose d'une part, sur des concepts et des méthodes empruntés à d'autres disciplines, telles que le champ de l'administration publiques, de l'environnement et de la gestion du risque naturel en exploitant la démarche ALARP, les courbes de Farmer et qualité avec le référentiel Marianne. D'autre part, l'analyse de la jurisprudence internationale et nationale relative aux risques naturels particulièrement le sismique, l'étude de la réglementation et l'exploitation des résultats de l'enquête sur le risque sismique présentée en chapitre 2 ont contribué à finaliser des fonctions spécifiques d'engagement de la responsabilité avec l'ancrage géophysique et droit. Toutefois, bien que la législation et le cadre réglementaire s'imposent, l'étude de la jurisprudence et l'enquête auprès des élus ont illustré un écart entre mise en conformité de principe et réalité de l'action. Ce modèle est considéré comme un outil d'aide à la décision pour les personnes publiques. Si l'application et le suivi des moyens de la prévention et de la protection d'un territoire impactent fortement le budget des communes et peut représenter une charge non prioritaire en l'absence d'événement naturel, cette charge s'avère rentable à la fois pour sécuriser la population et l' élu lorsque l'évènement naturel, ici le séisme, se produit.