

# 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 E4

Estimation des coûts des moyens de prévention vis-à-vis de la responsabilité  
administrative en cas de séisme

Cyrielle Dollet - Philippe Guéguen

Date d'envoi : 20 décembre 2021

## 1. Introduction

Les tremblements de terre sur la période 1998-2017 sont peu présents représentant seulement 8% des catastrophes naturels (UNISDR, 2028). Bien qu'ils affectent peu de personnes (3%), ils sont les plus destructeurs provoquant 56% des victimes et 23% des pertes économiques globales (UNISDR, 2018). Ces séismes comptabilisés dans le catalogue international des tremblements de terre sur la période 1900-2018 montrent que le nombre de séismes par an est statistiquement constant (ISC-GEM, 2018). Pour autant Holzer et Savage (2013), montrent une augmentation du nombre de séismes à fort taux de mortalité. Une relation de cause à effet est que la forte augmentation des populations en zone urbaine de ces dernières décennies expose de plus en plus de personnes aux séismes (Huppert et Sparks, 2007 ; Jackson, 2006 ; UN, 2020).

En France, l'aléa sismique est considéré comme faible à modéré. Les populations se concentrent de plus en plus dans des zones urbaines exposées à un aléa sismique élevé (INSEE, 2020). Dans ce type de région, le risque sismique existe, surtout si la vulnérabilité et l'exposition des villes y sont élevées.

Le montant des pertes évaluées après les tremblements de terre d'intensité modérée de ces dernières décennies (Espagne, Italie, France...) a fait apparaître une demande croissante par les pouvoirs publics d'analyses détaillées du risque sismique pour atténuer leurs effets et renforcer leur capacité de réponse (FEMA, 1996 ; Benson et Twigg, 2004 ; Whitehead et Rose, 2009 ; Shreve et Kelman, 2014 ; UNISDR, 2007 ; 2015).

Pour la prévention et la protection, un cadre administratif existe. Au travers de la loi de 2004 sur la modernisation de la sécurité civile, le législateur actualise la définition de 1987 portant sur la sécurité civile en y intégrant toutes les modalités de la gestion des risques (art. 1 Loi n°87-565 du 22 juillet 1987). La sécurité civile a à sa charge la prévention des risques dont les risques naturels et la protection des personnes, des biens et de l'environnement (art. 1 Loi n°2004-811 du 13 août 2004). Les moyens et les mesures à mettre en œuvre relèvent à présent de la puissance publique, ce qui va désormais soulever la question de sa responsabilité (Cans et al., 2014). Avec ce contexte administratif, un cadre juridique s'est développé. En matière de risques naturels, le contexte juridico-social dans lequel le régime de responsabilité est mis en œuvre a fortement évolué. Eu égard à la survenance nombreuse de catastrophes ces dernières décennies (ce phénomène étant appelé à se développer sous les effets conjugués de l'étalement urbain, de l'artificialisation des terres et du réchauffement climatique (Joye et al., 2015)), une forte pression est désormais mise sur l'administration par le droit international comme par le droit constitutionnel français afin que l'administration agisse davantage soit en adoptant des mesures destinées à assurer la prévention des risques naturels, soit en adoptant des mesures de protection quand on ne peut éloigner les populations des dangers, sans quoi la responsabilité de l'administration sera engagée.

Les dernières catastrophes naturelles ont mis en évidence une judiciarisation plus prononcée des personnes publiques (L'Aquila (2009), Xynthia (2010), inondations du Var (2010), inondations des Alpes Maritimes (2015)). En France, les élus sont soumis à deux niveaux de responsabilité, à savoir le fait d'être considérés directement comme à l'origine du sinistre (e.g., autorisation de construire via les PLU, mesures d'urbanisme), et le fait d'être la personne n'ayant pas mis en place une politique de prévention préconisant des solutions de protection adéquates, en connaissance du niveau de risque. C'est dans ce deuxième niveau de responsabilité que les élus et les acteurs publics ont besoin d'évaluation des conséquences juridiques d'un séisme et de leur décision pour y faire face, en terme économique vis-à-vis des moyens de prévention et de protection possibles.

Ainsi, dans un contexte d'urbanisation croissante, les pertes économiques et humaines générées par les séismes ont considérablement augmenté, et de ce fait, l'engagement de la responsabilité représente un risque important pour les collectivités locales.

Ce rapport présente le modèle de quantification des conséquences juridiques liées aux séismes, tenant compte des éléments décisionnels invariants sur lesquels le juge s'appuie et s'appuyant sur une démarche d'amélioration continue de la qualité (Deming, 1950), ainsi que l'engagement probable de la responsabilité administrative associé à des scénarii sismiques déterminés fictifs. Le modèle estime la

probabilité d'engagement de la responsabilité des personnes publiques en fonction de deux composantes : la quantification des conséquences sociales et économiques (définition du préjudice) et la maturité des moyens de prévention mis en place (définition du lien de causalité). Ainsi, la responsabilité est susceptible d'être engagée seulement en présence de préjudice et si un lien de causalité entre le fait générateur (séisme) et le préjudice existe. Finalement, c'est aux décideurs publics et aux autorités locales de prescrire des mesures nécessaires afin de réduire la vulnérabilité de leur territoire face à l'aléa sismique, tout en tenant compte de la viabilité des choix stratégiques, politiques et financiers, c'est pourquoi une analyse économique des moyens de prévention par rapport à la réduction du risque juridique est effectuée.

## 2. Méthode

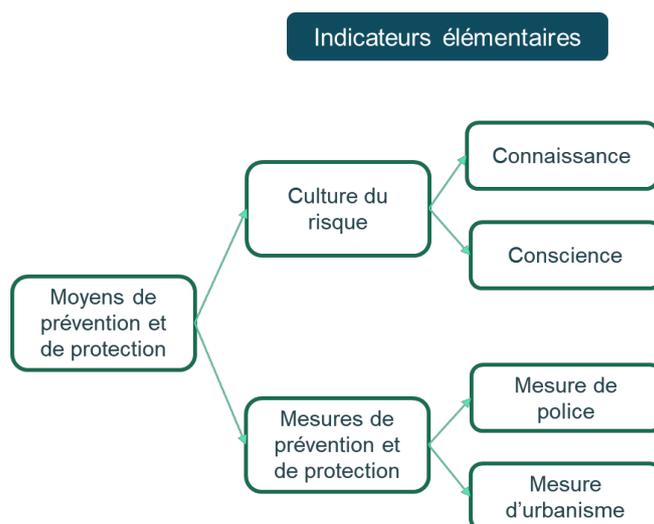
Le modèle juridique s'appuie sur les éléments d'appréciation du juge administrative et les préconisations du cadre de Sendai. La causalité entre le fait générateur et le préjudice est recherchée, ce qui revient à évaluer la mise en place par les autorités à priori, des moyens de protection et de prévention effectifs et adaptés (CESDHLF, art. 2 et 8 ; Protocole, art. 1 ; CGCT, art. L. 2212-2 et suivants). L'engagement de la responsabilité administrative se définit par l'Eq. 1 (Dollet, 2021) :

$$ER = \alpha_{\text{moyens}} * \mu_{\text{cons}} \quad (1)$$

avec  $ER$  la fonction d'engagement de la responsabilité,  $\alpha_{\text{moyens}}$  la fonction évaluant le lien de causalité entre le séisme et le préjudice, c'est-à-dire évaluant la mise en place des actions par l'administration et leur niveau de maturité et  $\mu_{\text{cons}}$  évaluant le préjudice (c'est-à-dire les conséquences subies) (Dollet, 2021, Table. 7.1).

### 2.1. Fonction Moyens

La fonction Moyens est établie selon la démarche d'amélioration continue de la qualité (Deming, 1950). L'engagement de la responsabilité dépendra de la politique de gestion des risques naturels mise en place conforme à la démarche qualité. Pour cela, la fonction Moyens prend en compte 32 indicateurs divisés en deux catégories issus de l'analyse effectuée sur les jurisprudences (Figure 1) (Annexe A)(Dollet, 2021, définition dans Table 7.3 à 7.6).



**Figure 1.** Organigramme des indicateurs élémentaires évaluant la qualité de mise en œuvre des moyens de prévention et de protection.

Les indicateurs sont évalués selon le principe de la roue de Deming reprenant les 4 étapes (Absent/Définir&Planifier&Réaliser/Analyser&Contrôler/Améliorer&Ajuster) (Annexe A). Les indicateurs sont ainsi appréciés selon leur statut relatif à leur mise en œuvre ou leur avancement auquel une cotation extraite du référentiel Mairane est attribuée.

L'évaluation de la maturité des moyens est donnée par l'Eq.2. La table 1 indique la relation entre la cotation calculée, les quatre classes de moyens et le coefficient associé  $\alpha_{\text{moyens}}$ .

$$\text{Maturité des moyens} = C\hat{o}te_{\text{Moyens}} = \sum_i^n \alpha_{\text{Moyens}_i} \quad (2)$$

**Table 1. Classification de la qualité des moyens de prévention et de protection face au risque sismique et coefficient d'application associé obtenu selon la cotation dans la démarche qualité**

Côte	Pourcentage	Classe	Coefficient d'application $\alpha_{\text{moyens}}$
32 < Côte ≤ 56	0 < Côte ≤ 25%	Moyens de prévention et de protection de base	4
56 < Côte ≤ 80	25% < Côte ≤ 50%	Moyens de prévention et de protection définis	3
80 < Côte ≤ 104	50% < Côte ≤ 75%	Moyens de prévention et de protection maîtrisés	2
104 < Côte ≤ 128	75% < Côte ≤ 100%	Moyens de prévention et de protection optimisés	1

## 2.2. Fonction $\mu_{\text{cons}}$

$\mu_{\text{cons}}$  évalue la gravité du préjudice. Le préjudice est défini en différentes classes selon l'échelle de gravité des dommages établie par la Mission d'inspection spécialisée de l'environnement (MTES, 1999) (Table 2). A chaque classe est associée un coefficient de conséquences  $\mu_{\text{cons}}$

**Table 2. Echelle de gravité des dommages (MTES, 1999)**

Classe	Dommages humains	Dommages économiques	Coefficient de conséquences $\mu_{\text{cons}}$
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

## 2.3. Engagement de la responsabilité administrative

En multipliant les deux fonctions  $\alpha_{\text{Moyens}}$  et  $\mu_{\text{cons}}$  (Eq. 1), trois niveaux d'engagement de la responsabilité sont définis au travers de la matrice de Farmer (1967) (Table 3).

Table 3. Matrice du risque d'engagement de la responsabilité administrative (Dollet, 2021)

Classe du préjudice \ Statut des Moyens	Incident	Accident	Accident grave	Accident très grave	Catastrophe	Catastrophe majeure
Moyens < 25%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
25% ≤ Moyens < 50%	0%	15%	30%	45%	60%	75%
50% ≤ Moyens < 75%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
75% ≤ Moyens	0%	5%	10%	15%	20%	25%

La figure 2 montre les quatre types de comportement d'une collectivité territoriale vis-à-vis de la maturité des moyens mis en place lorsque l'on représente la probabilité d'engagement de la responsabilité par rapport au préjudice (ALARP).

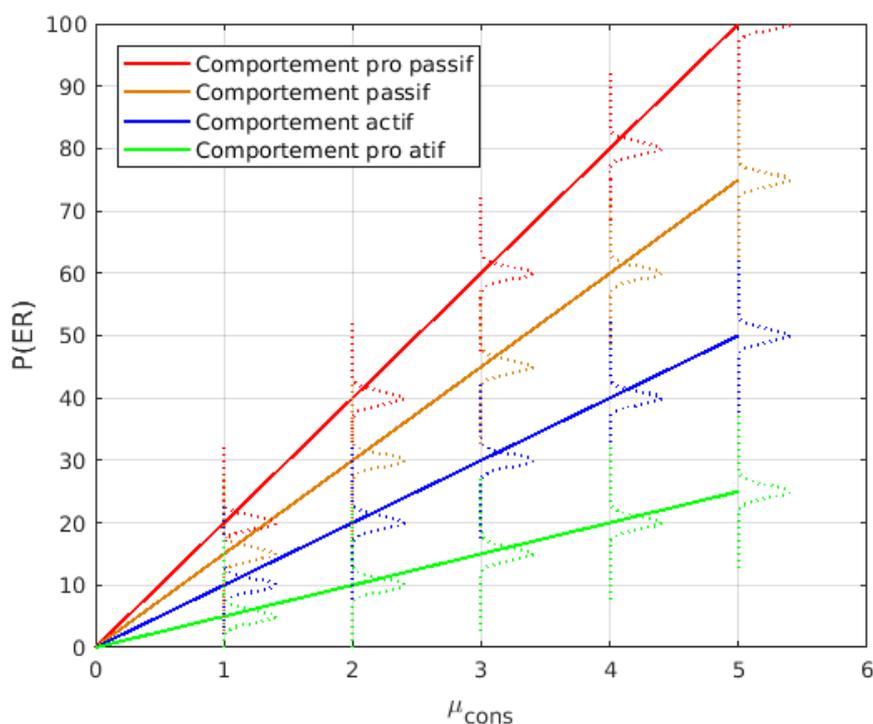


Figure 2. Courbes représentant la probabilité d'engagement de la responsabilité  $P(ER)$  en fonction du préjudice subi  $\mu_{cons}$  illustrées par le principe ALARP définissant quatre types de comportement des collectivités.

## 2.4. Représentation ALARP des territoires

Avec la cotation de la fonction Moyens du modèle de prédiction des conséquences juridiques (Dollet, 2021 et Annexe A (Table I)), il est possible de définir qualitativement si un territoire est actif ou passif pour la représentation du modèle ALARP juridique (Figure 3). Par définition, un territoire dit actif applique toutes les mesures ou la majorité des mesures des tableaux Table II et Table III (Annexe A). Le territoire actif développe une politique de gestion des risques naturels. De ce fait, chaque critère est référencé 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). Ce niveau correspond au niveau 4 (Table 1) pour lequel toutes les mesures et les connaissances sont mises en œuvre, ajustées et pérennisées, c'est-à-dire maîtrisées à 100%.

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. De ce fait, un territoire passif a à minima une cotation totale comme identifiée en rouge dans Table 4.

**Table 4. 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 le modèle juridique développé.**

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	<b>Territoire passif</b>			<b>Territoire actif</b>

Les niveaux intermédiaires 2 et 3 (Tables 1) correspondent à des cotations qui représentent 50% et 75% des moyens répartis uniformément entre les volets culture du risque et mesures de protection et de prévention.

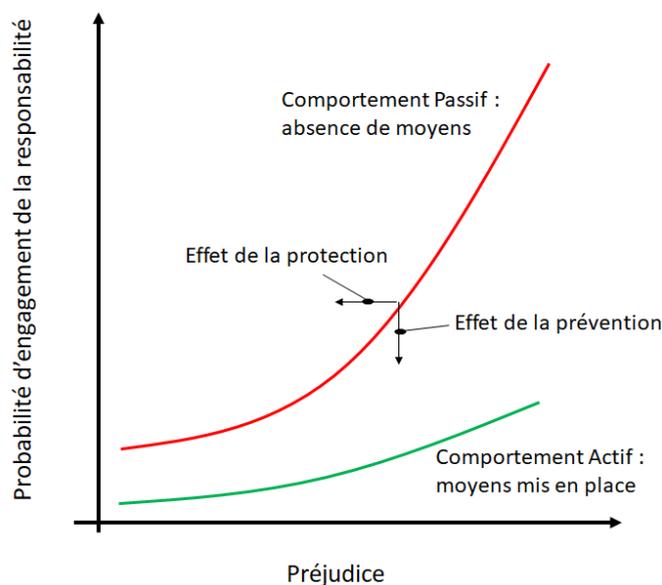
La Figure 3 illustre le comportement des communes en fonction de la maturité des moyens de prévention et de protection mis en place. Cette figure montre ainsi la probabilité d'engagement de la responsabilité administrative à la fois après des forts préjudices et des faibles préjudices, comparés à la 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). La réduction du risque d'engagement de la responsabilité est évaluée selon des contraintes techniques, organisationnelles, financières et réglementaires. Le lien de causalité, c'est-à-dire l'engagement de la responsabilité administrative, est identifié au travers de l'investissement réalisé sur les moyens de prévention et de protection mis en place (Dollet, 2021). Or cet investissement est généralement un investissement économique qui dépend des ressources et des moyens financiers et humains de la collectivité. Toutefois, dans certains cas, même si mettre en place une mesure de prévention et de protection additionnelle améliorerait la réduction du risque, l'effort financier nécessaire pourrait être trop important (BWG et al., 2005).

Nous proposons un facteur de conformité  $\alpha_{\text{eff}}$ , suivant la démarche appliquée pour les normes SIA en Suisse relatives à la vérification de la sécurité parasismique des bâtiments existants (BWG et al., 2015), 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. Ce facteur de conformité décrit dans quelle mesure une politique de gestion du risque sismique remplit les exigences attendues et les moyens disponibles. Le facteur de conformité peut être calculé grâce à la démarche qualité développée dans cette thèse (Dollet, 2021) dans laquelle les indicateurs des moyens de prévention et de protection sont évalués comme maîtrisés, en conformité avec la réglementation et/ou contrôlés avec traçabilité (statut des indicateurs à 3). De ce fait, il serait possible de comparer la valeur des moyens de prévention et de protection obtenue dans la grille d'autoévaluation (Table II & Table III (Annexe A))  $\alpha_{\text{moyens}}$ , au facteur de conformité  $\alpha_{\text{eff}}$  afin de juger si des moyens additionnels pour réduire le risque d'engagement de la responsabilité administrative sont justifiés.

Par exemple, afin de minimiser le risque d'engagement de la responsabilité administrative, la condition  $\alpha_{\text{moyens}} \leq \alpha_{\text{eff}}$  doit être remplie. Dans le cas contraire des mesures additionnelles s'imposeraient.

En revanche pour  $\alpha_{\text{moyens}} > \alpha_{\text{eff}}$ , la proportionnalité des mesures envisagées doit être justifiée. L'appréciation des critères de proportionnalité et d'exigibilité se baserait sur « les coûts de sauvetage » d'une mesure (€/vie humaine sauvée) (BWG et al., 2015), c'est-à-dire sur le gain en sécurité sociale et

économique et donc par conséquent sur le gain en responsabilité engagée. Cet impact économique est analysé en se basant sur les coûts des mesures rapportés par la ville de Grenoble (Annexe B).



**Figure 3.** 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.

### 3. Résultats

Le modèle de probabilité d'engagement de la responsabilité a été appliqué à six scénarii : 1/ scénario d'une collectivité pro-passive ; 2/ scénario d'une collectivité passive ; 3/ scénario d'une collectivité active ; 4/ scénario d'une collectivité pro-active ; 5/ scénario d'une collectivité avec des moyens basiques et 6/ scénario d'une collectivité avec des moyens améliorés.

D'après la roue de Deming, le scénario 1 d'une collectivité pro-passive a tous les indicateurs valant 1, c'est-à-dire aucun moyen n'est mis en place. La collectivité passive (scénario 2) a tous ses indicateurs valant 2, c'est-à-dire les moyens sont définis, planifiés et réalisés. La collectivité active (scénario 3) a tous ses indicateurs valant 3, c'est-à-dire les moyens sont analysés et contrôlés. Quant à la collectivité pro-active (scénario 4), celle-ci a tous ses indicateurs valant 4, c'est-à-dire les moyens sont améliorés, ajustés et pérennisés. Le scénario 5 est un scénario d'une collectivité ayant mis en place des moyens de prévention et protection de manière basique, c'est-à-dire que la plupart des moyens sont soit absent, soit définis soit certains analysés. Ce sont les moyens minimums à mettre en place d'après l'analyse effectuée sur les jurisprudences. Le scénario 6 est une amélioration du scénario 5, cette amélioration a été faite sur des moyens ayant un faible impact économique et facile à mettre en place en privilégiant les indicateurs issus de la culture du risque. Les tables de chacun des scénarii sont en annexe C.

A chaque scénario est associé le coût économique pour mettre en place les moyens de prévention et de protection. Afin d'analyser l'impact sur les dépenses d'une collectivité en investissement, nous avons comparé le coût économique des mesures par rapport à la dépense en investissement de la collectivité. Pour cela nous avons donc considéré les dépenses en investissement de la ville de Grenoble de 2015 à 2021. La dépense annuelle en investissement moyennée est de 93.7 M€ (ville de Grenoble, Budget principal).

La table 5 récapitule le coefficient  $\alpha_{\text{moyens}}$  associé à chaque scénario, la classe des moyens mis en place, le coût économique des mesures ainsi que l'impact sur le budget investissement d'une collectivité. Les résultats de l'analyse de la matrice des Moyens de prévention et de protection issu du modèle juridique pour les scénarii 5 & 6 sont en annexe C.

**Table 5. Résultat de l'analyse de la matrice des Moyens de prévention et de protection issue du modèle juridique ainsi que du coût d'investissement associé.**

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6
<b>Classe des moyens</b>	Basique	Définie	Maîtrisée	Optimisée	Définie	Optimisée
$\alpha_{\text{moyens}}$	4	3	2	1	3	1
<b>Coût (M€)</b>	1.8	3.7	5.5	7.4	3.3	5.6
<b>Impact sur le budget dépense investissement</b>	2%	4%	6%	9%	4%	6%

Pour calculer la probabilité d'engagement de la responsabilité, il suffit de se référer à la table 3 en fonction de la définition du préjudice subi (table 2). Ainsi plus les conséquences sont graves plus la responsabilité est susceptible d'être engagée. Il est important de noter que le risque d'engagement de la responsabilité peut être élevé en cas de catastrophe majeure même si 75% et plus des moyens de prévention et de protection sont optimisés.

En faisant tourner aléatoirement le modèle pour avoir plus d'1 million de scénarii concernant les différents moyens de prévention et de protection mis en place, il est possible de mettre en corrélation la maturité des moyens mis en place, l'investissement économique par rapport au budget investissement de la collectivité et la probabilité d'engagement de la responsabilité pour différents préjudices. Nous avons développé deux modèles dont la forme est donnée dans les Eq 3 & 4. :

$$\text{modèle 1 : Maturité Moyens} = c_1 * \text{coût}^3 + c_2 * \text{coût}^2 + c_3 * \text{coût} + c_4 + \sigma \quad (3)$$

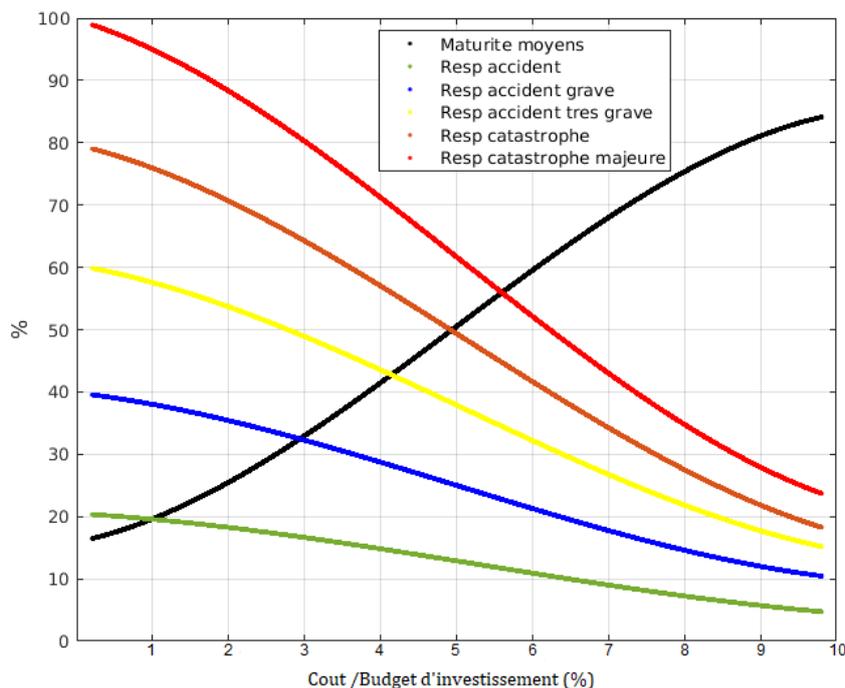
$$\begin{aligned} \text{modèle 2 : Responsabilité}_i \\ = c_1 * \text{coût}^3 + c_2 * \text{coût}^2 + c_3 * \text{coût} + c_4 + \sigma \text{ avec } i \text{ le préjudice subi} \end{aligned} \quad (4)$$

Avec  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  et  $c_4$  les coefficients de la fonction différents pour chaque équation.

La figure 4 illustre en fonction de la maturité des moyens mis en place en % (en ordonnée), l'investissement économique associé en % par rapport au budget d'investissement de la collectivité (en abscisse). Certains renforcements pour réduire les conséquences sont faciles à mettre en place avec un faible cout financier mais demandent un temps de travail plus important comme par exemple l'appropriation de la connaissance du risque sismique par les élus auprès de documents informatifs ou de scientifiques. Cependant, renforcer l'investissement concernant des travaux de renforcement parasismique demanderait d'être évalué en termes coût financier/vie humaine sauvée, une analyse qui peut être menée ultérieurement.

De même, la figure 4 montre en fonction de l'investissement économique considéré, la probabilité d'engagement de la responsabilité (en %) pour différents types de préjudice d'incident à catastrophe majeure. Par conséquent, un faible investissement concernant la mise en place des moyens de prévention et de protection permet de diminuer par deux voire trois la probabilité d'engagement de la responsabilité pour un même préjudice.

**Figure 4.** Maturité des moyens mis en place en fonction de l'investissement économique et probabilité d'engagement de la responsabilité administrative en fonction de l'investissement économique.



Ainsi, si le préjudice existe, la maturité de la mise en place des moyens de prévention et de protection module la probabilité d'engagement de la responsabilité administrative. Cette maturité passe par l'investissement financier qui est possible d'accorder dans cette problématique concernant le risque sismique.

#### 4. Conclusion

L'étude de cas réels, et les retours d'expérience avec les services en charge des risques de différentes métropoles et collectivités territoriales, montrent à quel point la méthodologie proposée pour estimer le risque d'engagement de la responsabilité administrative est facilement applicable du fait qu'elle s'intègre dans les démarches qualité déjà mises en place dans les collectivités territoriales. La maturité de la mise en place des moyens de prévention et de protection participe à définir le comportement d'une collectivité territoriale concernant le risque sismique et contraint la sévérité du risque d'engagement de la responsabilité administrative. Le principe ALARP permet pour chaque scénario politique d'identifier les actions levier à renforcer permettant d'obtenir des bénéfices sur le risque d'engagement de la responsabilité administrative en comparant le facteur amoyens et le facteur de conformité aeff. Plusieurs perspectives sont possibles pour affiner cette évaluation tout en conservant notre démarche. L'application de poids selon l'importance du critère participerait à améliorer l'estimation de la probabilité d'engagement de la responsabilité. En effet, il existe des mesures pour réduire les conséquences faciles à mettre en place avec un faible cout financier. L'impact sur le budget investissement reste faible. Il serait intéressant d'aller plus loin dans l'analyse de la partie économique.

Toutefois, concernant les résultats portant sur le risque d'engagement de la responsabilité administrative, nous rappelons qu'ils ne sont qu'une estimation afin d'aider les décideurs publics à prendre des décisions de réduction de la vulnérabilité sismique. Seul le juge administratif peut rendre une décision finale et exécutoire concernant l'engagement de la responsabilité administrative des personnes publiques, sachant que chaque affaire juridique est particulière.

## ANNEXE A – Tableaux de cotation des indicateurs de la démarche qualité du modèle d’engagement de la responsabilité administrative

Table I. 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

Table II. 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	
<b>Total du cycle</b>		<b>Total du cycle</b>	

**Table III. 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	
<b>Total du cycle</b>		<b>Total du cycle</b>	

## ANNEXE B – Tableaux des coûts des mesures de prévention et de protection lorsqu'ils sont mis en place totalement, basés sur les coûts de la ville de Grenoble.

Table I. Coût économique d'un moyen de prévention et de protection mis en place totalement, basé sur les coûts de la Ville de Grenoble, en €

Culture du risque sismique			Mesure de prévention et de protection		
Indicateur	Type de coût	Coût €	Indicateur	Type de coût	Coût €
<b>Connaissance</b>			<b>Mesure de police</b>		
Zonage sismique de la commune	Formation	1500	DICRIM à jour	Etude (mis en place + mis à jour)	200000
Frise chronologique des événements naturels	Formation	1500	Affichage et signalisation	Temps de travail <sup>1</sup> + Cout d'impression	4480 + 10000
Cadre réglementaire du risque sismique	Formation	1500	Sensibilisation/Forma tion préventive du grand public	Prestation (temps de travail + coût impression + évènement)	15000
Réglementation parasismique	Formation	1500	Réunions	Temps de travail <sup>1</sup>	4480
Responsabilité de l'élu relative au risque sismique	Formation	1500	PCS fait et mis à jour	Formation + Etude	1500 + 30000
Instances scientifiques et coordination	Formation	1500	Travaux d'entretien d'ouvrages	Etude + Coût de travaux	1000000
<b>Conscience</b>			Etudes sismologiques/ Programmes de recherche	Etude	3000000
Vulnérabilité sociale et humaine du territoire	Etude	6000	Décisions protectrices	Formation + Etude (CEREMA généralement, donc coût étatique)	1500
Vulnérabilité des bâtiments	Etude	200000	<b>Mesure d'urbanisme</b>		
Scénarii de simulation de crises	Formation + Cout d'un exercice	1500 + 25000	PPRN approuvé et mis en place	Etude	200000
Compétences spécifiques dédiées au risque sismique	Temps de travail <sup>1</sup>	4480	PPRN annexé au PLU	Temps de travail <sup>1</sup>	4480
Communication interservices	Temps de travail <sup>2</sup>	45000	PLU/règle d'urbanisme	Etude (élaboration + mis en place)	500000
Formation des élus vis-à-vis du risque sismique	Formation	1500	Urbanisme régulé	Temps de travail <sup>2</sup>	45000
Ligne budgétaire par rapport à la conformité du bâti	Temps de travail <sup>3</sup>	2240	Demande d'utilisation du Fonds Barnier	Formation + Temps de travail <sup>7</sup>	1500 + 1700
Budget et ressources nécessaires	Temps de travail <sup>4</sup>	22421	Sécurité des ouvrages de protection	Etude (ensemble des bâtiments)	1000000
Certification ou label spécifique	Temps de travail + Certification <sup>5</sup>	2240+ 2000	Permis de construire/ Information IAL	Acte * nombre de permis de construire <sup>8</sup> (ici, pour 1 permis)	500
Participation à des travaux de recherche	Temps de travail <sup>6</sup>	4480	Travaux de renforcement parasismique	Etude (6-10% de la valeur vénale)	1000000

<sup>1</sup> Nombre d'heures \* salaire horaire chargé de chacun des participants. Salaire horaire chargé basé sur un salaire moyen d'ingénieur territorial (Fonction publique, 2021). 4 participants à hauteur de 10 heures.

<sup>2</sup> Coût d'un salaire expert cadre A. Salaire annuel moyen d'un ingénieur territorial 36000€ net + 15120€ chargé (Fonction publique, 2021).

<sup>3</sup> Nombre d'heures \* salaire horaire chargé de chacun des participants. Salaire horaire chargé basé sur un salaire moyen d'ingénieur territorial (Fonction publique, 2021). 2 participants à hauteur de 5 heures.

<sup>4</sup> Nombre d'heures \* salaire horaire chargé de chacun des participants. Salaire horaire chargé basé sur un salaire moyen d'ingénieur territorial (Fonction publique, 2021). 4 participants à hauteur de 50 heures.

<sup>5</sup> Nombre d'heures \* salaire horaire chargé de chacun des participants. Salaire horaire chargé basé sur un salaire moyen d'ingénieur territorial (Fonction publique, 2021). 2 participants à hauteur de 10 heures. Certification, coût basé sur le label Pavillon Orange : tarif pour une collectivité de plus de 100000 habitants = 2000€ (Label Résilience France, 2021).

<sup>6</sup> Nombre d'heures \* salaire horaire chargé de chacun des participants. Salaire horaire chargé basé sur un salaire moyen d'ingénieur territorial (Fonction publique, 2021). 2 participants à hauteur de 20 heures.

<sup>7</sup> Nombre d'heures \* salaire horaire chargé de chacun des participants. Salaire horaire chargé basé sur un salaire moyen d'ingénieur territorial (Fonction publique, 2021). 1 participants à hauteur de 15 heures.

<sup>8</sup> Acte vaut 500€, le nombre de permis de construire en moyenne par an depuis 2010 est de 150 (datagouv, 2021)

## ANNEXE C – Matrice des moyens de prévention et de protection.

### Scénario 5 : Collectivité avec mis en place de moyens basiques

Table I. Tableau de cotation des indicateurs relatifs à la culture du risque, permettant d'évaluer la qualité et l'avancement des moyens mis en œuvre pour le scénario 5

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	3	Vulnérabilité sociale et humaine du territoire	2
Frise chronologique des événements naturels	2	Vulnérabilité des bâtiments	2
Cadre réglementaire du risque sismique	2	Scénarii de simulation de crises	2
Réglementation parasismique	3	Compétences spécifiques dédiées au risque sismique	3
Responsabilité de l' élu relative au risque sismique	2	Communication interservices	2
Instances scientifiques et coordination	2	Formation des élus vis-à-vis du risque sismique	2
		Ligne budgétaire par rapport à la conformité du bâti	1
		Budget et ressources nécessaires	2
		Certification ou label spécifique	1
		Participation à des travaux de recherche	2
<b>Total du cycle</b>	<b>14</b>	<b>Total du cycle</b>	<b>19</b>

**Table II. Tableau de cotation des indicateurs relatifs aux mesures de prévention et de protection, permettant d'évaluer la qualité et l'avancement des moyens mis en place pour le scénario 5**

<b>Mesures de prévention et de protection</b>			
<b>Mesures de police</b>		<b>Mesures d'urbanisme</b>	
<b>Indicateurs</b>	<b>Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l'action</b>	<b>Indicateurs</b>	<b>Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l'action</b>
DICRIM à jour	3	PPRN approuvé et mis en place	1
Affichage et signalisation	3	PPRN annexé au PLU	1
Sensibilisation/Formation préventive du grand public	2	PLU/règle d'urbanisme	3
Réunions	2	Urbanisme régulé	2
PCS fait et mis à jour	3	Demande d'utilisation du Fonds Barnier ou des subventions d'Etat	1
Travaux d'entretien d'ouvrages	1	Sécurité des ouvrages de protection	2
Etudes sismologiques / Programmes de recherche	2	Permis de construire/ Information IAL	3
Décisions protectrices	2	Travaux de renforcement parasismique	1
<b>Total du cycle</b>	<b>18</b>	<b>Total du cycle</b>	<b>14</b>

## Scénario 6 : Collectivité avec mis en place de moyens améliorés

Table I. Tableau de cotation des indicateurs relatifs à la culture du risque, permettant d'évaluer la qualité et l'avancement des moyens mis en œuvre pour le scénario 6

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	4	Vulnérabilité sociale et humaine du territoire	3
Frise chronologique des événements naturels	4	Vulnérabilité des bâtiments	3
Cadre réglementaire du risque sismique	4	Scénarii de simulation de crises	4
Réglementation parasismique	4	Compétences spécifiques dédiées au risque sismique	4
Responsabilité de l'élu relative au risque sismique	4	Communication interservices	3
Instances scientifiques et coordination	4	Formation des élus vis-à-vis du risque sismique	4
		Ligne budgétaire par rapport à la conformité du bâti	2
		Budget et ressources nécessaires	3
		Certification ou label spécifique	2
		Participation à des travaux de recherche	4
<b>Total du cycle</b>	<b>24</b>	<b>Total du cycle</b>	<b>32</b>

**Table II. Tableau de cotation des indicateurs relatifs aux mesures de prévention et de protection, permettant d'évaluer la qualité et l'avancement des moyens mis en place pour le scénario 6**

<b>Mesures de prévention et de protection</b>			
<b>Mesures de police</b>		<b>Mesures d'urbanisme</b>	
<b>Indicateurs</b>	<b>Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l'action</b>	<b>Indicateurs</b>	<b>Cotation choisie du niveau de qualité/avancement de l'action</b>
DICRIM à jour	4	PPRN approuvé et mis en place	1
Affichage et signalisation	4	PPRN annexé au PLU	1
Sensibilisation/Formation préventive du grand public	4	PLU/règle d'urbanisme	4
Réunions	4	Urbanisme régulé	4
PCS fait et mis à jour	4	Demande d'utilisation du Fonds Barnier ou des subventions d'Etat	3
Travaux d'entretien d'ouvrages	3	Sécurité des ouvrages de protection	2
Etudes sismologiques / Programmes de recherche	4	Permis de construire/ Information IAL	4
Décisions protectrices	3	Travaux de renforcement parasismique	1
<b>Total du cycle</b>	<b>30</b>	<b>Total du cycle</b>	<b>20</b>