

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

LA COLLABORATION INTERDISCIPLINAIRE CONSTITUE-T-ELLE UNE VOIE
SUSCEPTIBLE DE DÉVELOPPER LES CAPACITÉS DE GESTION DES RISQUES
SYSTÉMIQUES?

THÈSE

PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

VALÉRIE VERMEULEN

JUILLET 2026

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

Institut des sciences de l'environnement (ISE) – Université du Québec à Montréal (UQÀM)

Cette thèse intitulée :

« *La collaboration interdisciplinaire constitue-t-elle une voie susceptible de développer les capacités de gestion des risques systémiques?* »

Présentée par Valérie Vermeulen

en vue de l'obtention du diplôme de *Philosophiæ Doctor*

a été dûment acceptée par le jury d'examen constitué de :

Daniel Germain, président

Yannick Hémond, membre et directeur de recherche

Fannie Couture, membre externe

Frédéric Petit, membre externe

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier chaleureusement les répondantes et les répondants qui ont pris part à cette recherche. Par la richesse de leurs expériences et la générosité de leurs échanges, ils en constituent le fondement même.

Si la voix de ces acteurs de terrain représente l'ancrage empirique de ce travail, son aboutissement repose tout autant sur l'accompagnement de premier plan qui l'a soutenu. J'adresse ainsi mes remerciements les plus sincères à mon directeur, M. Yannick Hémond, qui a accordé sa confiance à ce projet dès ses premières formulations. Son audace intellectuelle et son engagement envers ce champ de recherche encore marginalisé ont rendu possible le développement de cette thèse. Plus encore, les opportunités qu'il m'a offertes dans le cadre de projets de recherche ont joué un rôle déterminant dans sa réalisation et dans l'évolution de mon positionnement, ce dont je lui suis profondément reconnaissante.

Si le soutien de ma direction de recherche s'est avéré inestimable, ma réflexion s'est également nourrie d'un écosystème académique et humain plus large. Je souhaite donc remercier les étudiant.e.s, collègues, chercheur.e.s, et professeur.e.s qui ont jalonné ce parcours et ont abordé mes travaux avec ouverture et bienveillance.

Enfin, je remercie les professionnelles et les professionnels de la sécurité civile, dont l'engagement, souvent dans l'ombre, est à l'origine même de ce travail.

DÉDICACE

*À mon premier mentor, dont l'empreinte continue
à guider mon envie d'apprendre.*

*À ce petit bout de famille toujours dans mon cœur,
pour son soutien et son amour inconditionnels
par-delà l'océan.*

*À ma compagne, pour chaque méandre traversé à
mes côtés.*

*Et à toutes celles et ceux qui ont jalonné mon
parcours de rires, de souvenirs, d'affection et
d'amitié.*

AVANT-PROPOS

La genèse de cette thèse s'inscrit dans la volonté de comprendre les failles d'un monde dont les certitudes vacillent. J'ai eu le privilège de grandir dans un environnement empreint d'une relative stabilité ; une réalité qui s'efface peu à peu face à des risques toujours plus fréquents, intenses et intriqués. En effet, les crises contemporaines agissent comme les catalyseurs d'une rupture épistémologique inévitable : elles mettent au jour la profonde dissonance cognitive d'une époque où la volonté de connaître et de contrôler le monde qui nous entoure a produit une prolifération de discours spécialisés qui structurent le réel...mais fragmentent l'action. Ce faisant, alors que l'écosystème de la recherche foisonne et que nos dispositifs d'analyse atteignent une sophistication inégalée, nous demeurons collectivement dans une profonde inertie, peinant à faire dialoguer cette profusion de savoirs pour endiguer les impacts concrets des crises qui, dès lors, se systématisent inexorablement.

Mon propre cheminement s'inscrit d'ailleurs dans cette tension. Formée d'abord en sciences psychologiques et de l'éducation, au plus près de l'humain, je me suis ensuite tournée vers la criminologie afin de mieux appréhender les systèmes, leurs logiques institutionnelles et leurs effets sur les trajectoires individuelles et collectives. Aujourd'hui, c'est en sciences de l'environnement que s'achève cette trajectoire. Ce parcours, intrinsèquement interdisciplinaire, m'a permis d'observer directement l'asymétrie persistante dans la place accordée aux disciplines humaines et sociales, trop souvent mobilisées à la marge ou intégrées tardivement dans des systèmes encore pensés selon des logiques de fragmentation, de compétition et de performance. Il m'a également conduite à comprendre que les savoirs ne manquent pas ; ce sont leurs conditions d'articulation, de reconnaissance et de mise en action qui demeurent profondément déficientes.

Je tiens d'emblée à exprimer ma profonde admiration pour les professionnelles et professionnels qui œuvrent dans le domaine de la sécurité civile et dont le dévouement ne cesse de m'impressionner. Cette reconnaissance s'accompagne toutefois d'une nécessaire remise en question des systèmes qui les régissent. En effet, conditionnés par des modèles hiérarchiques et hautement structurés, leur obsolescence apparaît aujourd'hui difficilement contestable et appelle un changement paradigmatique concret.

Cette mutation paradigmatique exige par ailleurs de repenser la gouvernamentalité même de nos systèmes. Historiquement, le dispositif de la sécurité civile s'est déployé selon une logique biopolitique : gérer, réguler et surprotéger les populations, en confinant souvent celles-ci dans une forme de passivité et les excluant *de facto* de leur propre état de préparation. J'éprouve l'intime conviction qu'il nous faut rompre avec cette assignation à la marge. Revendiquer l'accès à l'information et exiger notre pleine agentivité n'est pas une simple posture idéologique, c'est un acte d'émancipation. Je suis intimement convaincue que c'est en remettant en question les modèles institutionnels que nous devenons partie prenante des solutions.

En définitive, tout en s'inscrivant dans l'héritage scientifique qui la précède, cette thèse propose une contribution modeste à la réflexion engagée autour de l'évolution nécessaire de nos paradigmes. Elle cherche à esquisser un cadre pragmatique susceptible d'aider les praticiennes et praticiens à mieux articuler leurs ressources, dans l'espoir d'alléger, ne serait-ce que minimalement, la charge qui leur incombe. Quoi qu'il en soit, elle s'inscrit dans l'idée que la déconstruction de nos schémas de pensée obsolètes et de nos régimes de vérité habituels constitue une condition à partir de laquelle peuvent se coconstruire de nouvelles transversalités, indispensables pour appréhender et protéger le monde complexe qui nous lie toutes et tous.

« Il faut imaginer Sisyphe heureux »

— Albert Camus

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iii
DÉDICACE.....	iv
AVANT-PROPOS	v
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES FIGURES.....	xi
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	xiv
RÉSUMÉ.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCTION.....	17
Introduction générale.....	17
Synthèse de la problématique, de la question de recherche, des objectifs et des postulats.....	20
Objectif général	21
Objectifs spécifiques	21
Postulats de recherche	21
MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE.....	23
Posture épistémologique : de l'interprétativisme au pragmatisme	23
Posture réflexive, ancrages théoriques et stratégies de distanciation analytique	24
Posture réflexive.....	24
Filiations disciplinaires et structuration des biais analytiques	25
Stratégies de distanciation analytique	25
Devis mixte fondé sur une triangulation multidimensionnelle	27
Design séquentiel en quatre phases	27
Phase 1 : Ancrage théorique via revue abductive de la littérature (Article 1).....	27
Phase 2 : Analyse de l'architecture normative via un devis mixte (Article 2).....	28
Phase 3 : Investigation empirique des pratiques (Article 3).....	29
Phase 4 : Modélisation systémique et cadre d'opérationnalisation (Article 4).....	30
Conclusion de la méthodologie	31

CHAPITRE 1 Article 1 – Revue de la littérature et carte conceptuelle de la collaboration interdisciplinaire en contextes VICA	33
1.1 Mise en contexte et présentation de l’Article 1	33
1.2 Abstract.....	35
1.3 Introduction.....	36
1.4 Context: facing environmental upheavals through a VUCA lens	37
1.5 Methodology.....	39
1.5.1 Scope and objectives	40
1.5.2 Source identification and selection criteria	40
1.5.3 Iterative refinement and data extraction.....	43
1.5.4 Critical analysis and synthesis	45
1.5.5 Methodological transparency	46
1.5.6 An integrated and heuristic framework for interdisciplinary collaboration.....	48
1.5.7 Systems thinking and integrative methodology: a foundational convergence.....	52
1.5.8 Complexity and resilience theories: anchoring adaptive capacity	55
1.6 Key findings and implications.....	57
1.6.1 Key findings.....	57
1.6.2 Volatility and ambiguity: the neglected siblings of risk management.....	59
1.6.3 Implications.....	62
1.7 Discussion and conclusion: rethinking collaboration in the VUCA framework	65
1.8 Conclusion du Chapitre 1	67
CHAPITRE 2 Article 2 – Analyse de l’architecture normative encadrant la gouvernance de la collaboration interdisciplinaire et des contextes VICA.....	69
2.1 Mise en contexte et présentation de l’Article 2	69
2.2 Abstract.....	71
2.3 Introduction.....	72
2.4 Materials and Methods	73
2.4.1 Context and justification of the analyzed normative corpus.....	73
2.4.2 The strategic framework: The Sendai normative cycle.....	74
2.4.3 The analytical framework: A post-Sendai selection of GAR report	74
2.4.4 The procedural framework: A functional selection of ISO standards.....	75
2.4.5 Analytic and epistemological positioning.....	78
2.5 Methodology.....	80
2.5.1 Phase 0 – Conceptual framing and construction of analytical pillars	80
2.5.2 Phase 1 – Exploratory quantitative analysis (CATA).....	81
2.5.3 Phase 2 – Relational quantitative analysis	82
2.5.4 Phase 3 – Inter-corpus normalization and stabilization (Quantitative).....	83
2.5.5 Phase 4 – Qualitative mechanistic analysis.....	86
2.6 Results.....	89

2.6.1	Normative imbalance	89
2.6.2	Unequal relational architecture	91
2.6.3	Functional subordination of intermediate pillars	92
2.7	Discussion: An architecture for operationalizing interdisciplinary collaboration in VUCA contexts.....	96
2.7.1	The Strategic envelope: polycentric governance and transversal participation	97
2.7.2	The cognitive pivot: Institutionalizing sensemaking	97
2.7.3	Dynamic operational loops: Learning, Interaction, Integration, and Vulnerability	98
2.8	Conclusions.....	100
2.9	Conclusion du Chapitre 2	101
CHAPITRE 3 Article 3 - De la prescription à l'action: cartographie des leviers à la collaboration interdisciplinaire en sécurité civile.....		104
3.1	Mise en contexte et présentation de l'Article 3	104
3.2	Abstract.....	106
3.3	Introduction.....	107
3.4	Methodology.....	108
3.4.1	Epistemological positioning and general approach.....	108
3.4.2	Corpus and data collection	109
3.4.3	Coding strategy and analytical structuring.....	110
3.4.4	Data analysis transformation.....	111
3.4.5	Visual modeling as a final analytical technique.....	112
3.5	Results of the analysis	113
3.5.1	Results of the descriptive (quantitative) analysis.....	113
3.5.2	Interpretive qualitative analysis of collaboration mechanisms	118
3.6	Discussion and recommendations.....	126
3.6.1	Establishing non-fragmented governance	127
3.6.2	Institutionalizing sensemaking.....	127
3.6.3	Conceptual mapping of interdisciplinary collaboration in civil security	129
3.7	Conclusion	131
3.8	Conclusion du Chapitre 3	132
3.9	Transition vers l'Article 4 : Évolution de l'écosystème de sécurité civile québécois et validation pragmatique du cadre d'opérationnalisation	133
3.9.1	Introduction et mise en contexte.....	133
3.9.2	Conclusion et mise en perspective du cadre d'opérationnalisation proposé dans cette thèse	138
CHAPITRE 4 Article 4 - Élaboration d'un cadre d'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire face aux contextes VICA.		140
4.1	Mise en contexte et présentation de l'Article 4	140

4.2 Abstract.....	142
4.3 Methodology.....	143
4.3.1 Epistemological Positioning : Pragmatic Paradigm.....	143
4.3.2 Construction of the Empirical Corpus.....	143
4.3.3 Coding Strategy and Analytical Exploration	144
4.3.4 Objectification through Descriptive Quantification (Quantitizing).....	145
4.3.5 Structural Modeling of the Operationalization Framework.....	145
4.4 Results of the analysis	146
4.4.1 Overall Dynamics of the Corpus.....	146
4.4.2 Fragmentation of Expertise, Decision-Making Paralysis, and Dilution of Accountability 147	
4.4.3 Organic Strategies and Decentralized Leadership in Response to VUCA Contexts	150
4.4.4 Integration of the Citizen and Community Dimension in Civil Security.....	152
4.4.5 Mapping of Expertise and Temporal Dynamics	154
4.4.6 Conceptualization and perception of interdisciplinary collaboration	157
4.5 Discussion and Proposal of an Operationalization Framework for Interdisciplinary Collaboration.....	159
4.6 Conclusion	162
4.7 Conclusion du Chapitre 4	164
DISCUSSION GÉNÉRALE	167
Introduction à la discussion générale	167
Constats transversaux issus des quatre phases de la recherche.....	172
Décalage structurel : arrimage entre théorie, prescriptions et pratiques	175
Fragmentation systémique : gestion de l’ambiguïté par le sensemaking	178
Dépassement capacitaire : structuration formelle de l’agilité	178
Fardeau de traduction : formalisation d’une capacité distribuée de facilitation.....	179
Obsolescence de la gestion en cycle : transition vers une continuité des activités	180
Exclusion du citoyen de l'action : repositionnement du milieu communautaire	182
Limites et perspectives de la recherche.....	183
CONCLUSION GÉNÉRALE	185
ANNEXE A Guide d’entretien	188
RÉFÉRENCES.....	191
BIBLIOGRAPHIE	206
Introduction à la bibliographie	206
Liste bibliographique.....	207

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 - Hierarchical organization of key concepts emerging from the refinement process ...	44
Figure 1.2 - Conceptual map of interdisciplinary collaboration and environmental upheavals management	46
Figure 1.3 - Integrated conceptual map of interdisciplinary collaboration in the management of environmental upheavals.....	50
Figure 1.4 - Zoom 1 - VUCA & interdisciplinary collaboration	52
Figure 1.5 – Zoom 2 - Systems thinking and integrative methodology in environmental risk governance	54
Figure 1.6 - Zoom 3 - complexity and resilience theories	56
Figure 2.1 - Occurrences of the seven analytical pillars within the three documentary	85
Figure 2.2 - Normalized Distribution of the Seven Analytical Pillars Across the Three Documentary Corpora.....	85
Figure 2.3 - Relational matrix	91
Figure 2.4 - Framework guiding the operationalization of interdisciplinary collaboration in VUCA contexts.....	97
Figure 3.1 - Distribution of the seven main themes across the (raw frequencies). Note: This matrix is presented as a heatmap illustrating coding intensity. [Light blue = low representation; Bright red = high representation]	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3.2 - Distribution of parent codes in binarized form (dichotomous matrix).....	115
Figure 3.3 - Relative (%) distribution of themes in coded segments for each participant (N=26)	116
Figure 3.4 - Co-occurrences matrix between types of obstacles (5.x) and levers (6.x) reported by respondents. The color scale ranges from light blue, indicating the lowest frequency of occurrences, to dark red, indicating the highest concentration	122
Figure 3.5 - From organic adaptation to institutionalization: a conceptual network of interdisciplinary collaboration in VUCA contexts.....	130
Figure 4.1 - Distribution of Interdisciplinary Collaboration Themes in the Interview Corpus ...	147
Figure 4.2 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 5, in Descending Order of Discursive Weight.....	147

Figure 4.3 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 6, in Descending Order of Discursive Weight	151
Figure 4.4 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 7, in Descending Order of Discursive Weight	153
Figure 4.5 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 4, in Descending Order of Discursive Weight	154
Figure 4.6 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 3, in Descending Order of Discursive Weight	155
Figure 4.7 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 1, in Descending Order of Discursive Weight	157
Figure 4.8 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 2, in Descending Order of Discursive Weight	157
Figure 4.9 - Operationalization Framework for Interdisciplinary Collaboration in VUCA Contexts	160

LISTE DES TABLEAUX

Table 1.1 - Methodological criteria of the literature review	42
Table 1.2 - Core conceptual references supporting the framework	47
Table 1.3 - Distinctions between coordination, cooperation, and collaboration, and their implications for risk governance in VUCA contexts	61
Table 2.1 - Synthesis and justification of the analyzed corpus (N=31)	76
Table 2.2 - Inclusion and exclusion criteria of the analyzed documentary corpus	77
Table 2.3 - Analysis framework of collaboration functions according to the analyzed functional pillars	80
Table 2.4 - Analytical pillars of interdisciplinary collaboration	81
Table 2.5 - Functional extraction grid used for mechanistic analysis	87
Table 2.6 - Presentation of the levels of analysis pursued	88
Table 2.7 - Empirical density and representativeness of the 7 analytical pillars before and after normalization.....	90
Table 2.8 - Synthesis of the proposed systemic model for operationalization.....	99
Table 3.1 - Main themes for deductive coding.....	110
Table 3.2 - Synthesis of the data analysis and transformation process	112
Table 3.3 - Synthesis of Descriptive indicators and their specific analytical contributions	117
Table 4.1 - Inclusion and Exclusion Criteria of Study Participants	143
Tableau 16 - Synthèse intégrative globale: évolution des axes transversaux à travers les phases de la recherche	173

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

CAQDAS: Computer-assisted qualitative data analysis software.

CATA: Computer-Aided Text Analysis.

GAR: Global Assessment Report.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

ISO: International Organization for Standardization.

KWIC: Key Word In Context.

NGO: Non-Governmental Organization (ou ONG : Organisation non gouvernementale).

UNDRR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

UNISDR: United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

VICA: Volatilité, Incertitude, Complexité et Ambiguïté.

VUCA: Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity

RÉSUMÉ

Les risques contemporains, de plus en plus fréquents, intenses et interconnectés, exercent une pression sans précédent sur les systèmes de sécurité civile, dont les capacités sont de plus en plus souvent dépassées. Dans une volonté d'adaptation, ces systèmes se sont progressivement éloignés des approches strictement aléa-centrées en mobilisant un nombre croissant d'expertises. Ce faisant, ils ont tenté d'appréhender les risques dans toute leur complexité. Ce mouvement s'est notamment traduit par une intégration accrue des disciplines liées à l'analyse des vulnérabilités et des dynamiques sociales, venant compléter les approches traditionnelles orientées sur la prédiction et le contrôle des aléas. Toutefois, cette ouverture disciplinaire ne s'est pas accompagnée d'une transformation des modes de mise en relation des savoirs. L'intégration de ces expertises s'est ainsi opérée selon une logique d'addition plutôt que d'articulation, ce qui a eu pour effet de complexifier davantage les systèmes et de rendre les connaissances produites inopérables.

Confrontée à la fragmentation historique de ses modèles, la sécurité civile apparaît ainsi sous-outillée pour faire face aux défis actuels. Plus encore, elle tend à révéler une forme d'obsolescence face à des contextes désormais caractérisés par la volatilité, l'incertitude, la complexité et l'ambiguïté (VICA).

Cette recherche, alimentée par la littérature scientifique, l'analyse de l'architecture normative internationale de la gestion des risques, et les discours des professionnels en sécurité civile, s'inscrit dans la volonté de réduire le décalage persistant entre les prescriptions théoriques de la collaboration interdisciplinaire et leur mise en œuvre effective. Le cadre d'opérationnalisation qui en découle tente de combler les angles morts identifiés dans les modes de gestions actuels. Pour ce faire, il articule les disciplines en fonction de leurs apports particuliers respectifs, dans une logique de continuité, d'adaptativité et de création de sens partagé, qui correspondent mieux aux enjeux contemporains.

Mots-clés : Collaboration interdisciplinaire, Contextes VICA, Sécurité civile, Bouleversements environnementaux, Opérationnalisation, Obsolescence des systèmes, Risques, Risques systémiques, Sens partagé.

ABSTRACT

Contemporary risks, increasingly frequent, intense, and interconnected, are placing unprecedented pressure on civil security systems, whose capacities are being exceeded with growing regularity. In an effort to adapt, these systems have progressively moved away from strictly hazard-centered approaches by mobilizing an expanding range of expertise. In doing so, they have sought to apprehend risks in their full complexity. This shift has notably resulted in a greater integration of disciplines focused on vulnerability analysis and social dynamics, complementing traditional approaches oriented toward hazard prediction and control. However, this disciplinary opening has not been accompanied by a transformation in how knowledge is articulated and integrated. As a result, these various forms of expertise have been combined according to a logic of accumulation rather than articulation, further increasing system complexity and rendering the knowledge produced largely inoperable.

Confronted with the historical fragmentation of its models, civil security thus appears insufficiently equipped to address current challenges. More fundamentally, it reveals a form of obsolescence when faced with contexts now characterized by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity (VUCA).

This research, informed by the scientific literature, the analysis of the international normative architecture of risk management, and the perspectives of civil security practitioners, seeks to reduce the persistent gap between the theoretical prescriptions of interdisciplinary collaboration and their effective implementation. The resulting operationalization framework aims to address the blind spots identified in current management approaches. To this end, it articulates disciplines according to their respective contributions, within a logic of continuity, adaptability, and shared sensemaking—better aligned with contemporary challenges.

Keywords: Interdisciplinary collaboration, VUCA contexts, civil security, environmental upheavals, operationalization, system obsolescence, risk, systemic risk, shared sensemaking.

INTRODUCTION

Introduction générale

Historiquement, les bouleversements environnementaux se manifestaient de manière relativement séquentielle et isolée. Cette configuration permettait aux systèmes de sécurité civile de s'appuyer sur des modèles prédictifs, généralement structurés en silos disciplinaires et centrés principalement sur l'aléa physique et sa mitigation (Aven & Renn, 2010 ; Beck, 1992).

Mais au cours des dernières années, les bouleversements environnementaux ont profondément transformé les conditions dans lesquelles les systèmes et les acteurs de la sécurité civile sont appelés à intervenir. En effet, les aléas climatiques et technologiques ne se manifestent plus comme des événements isolés et circonscrits, mais s'inscrivent dans des configurations de risques systémiques, caractérisées par des effets en cascade et des interdépendances complexes, notamment entre aléas physiques et vulnérabilités sociales (Helbing, 2013 ; Leach *et al.*, 2010 ; UNDRR, 2022). Ce faisant, ces dynamiques déstabilisent simultanément les infrastructures, les institutions et les processus décisionnels, inscrivant l'action des acteurs dans des environnements marqués par la volatilité, l'incertitude, la complexité et l'ambiguïté (VICA) (Bennett & Lemoine, 2014 ; Weick & Sutcliffe, 2007). Ainsi, dans le cadre de cette thèse, bien que l'objet central d'étude porte sur la capacité de gestion des risques systémiques (tel qu'énoncé dans le titre), l'analyse s'articulera préférentiellement autour du concept d'environnements VICA. Ce choix terminologique permet d'appréhender le risque systémique non pas seulement comme un phénomène théorique, mais à travers ses manifestations concrètes et les contraintes opérationnelles qu'il impose aux professionnels sur le terrain.

Cette transformation des environnements de risque exerce une pression croissante sur les systèmes de sécurité civile, d'autant plus que ceux-ci demeurent largement structurés par des modèles hérités de contextes plus stables. En effet, les approches traditionnelles reposent encore sur des logiques prédictives, des mécanismes de contrôle des aléas et un cloisonnement disciplinaire en silos (Aven & Renn, 2010 ; Beck, 1992). Or, cette fragmentation, combinée à la rigidité des structures organisationnelles, limite fortement la capacité d'adaptation des acteurs et contribue à rendre ces cadres de sécurité civile progressivement inadéquats face à l'évolution des configurations de

risques (Aven, 2020 ; Renn, 2016). Ainsi, l'écart entre la complexité croissante des environnements et les modalités d'intervention disponibles se traduit, sur le terrain, par un dépassement récurrent des capacités institutionnelles, laissant les professionnels insuffisamment outillés pour faire face à des situations de plus en plus instables (Folke, 2006 ; Renn, 2016).

C'est dans ce contexte que la collaboration interdisciplinaire s'impose, dans la littérature comme dans les cadres internationaux, comme un levier central pour renforcer les capacités de gestion. En effet, en favorisant la mutualisation des ressources, l'intégration de savoirs complémentaires et la réduction des angles morts décisionnels, elle est présentée comme une condition essentielle pour soutenir l'adaptation des systèmes en contexte VICA (Bodin, 2017 ; Klein, 1990 ; UNDRR, 2022 ; Weick & Sutcliffe, 2007). Elle est également associée à la capacité de réduire l'ambiguïté par la mise en dialogue des perspectives, et à celle de coconstruire des réponses plus flexibles et adaptées à la complexité des situations (Fuks *et al.*, 2007 ; Kurtz & Snowden, 2003 ; Weick, 1995).

Toutefois, malgré cette reconnaissance largement partagée, son opérationnalisation demeure profondément lacunaire. En pratique, les dynamiques observées sur le terrain révèlent que la collaboration interdisciplinaire se heurte à des obstacles structurels persistants, qui limitent sa mise en œuvre effective (Fuks *et al.*, 2007 ; Snowden & Boone, 2007). Dès lors, elle se traduit le plus souvent par des formes limitées d'interaction (coopération ponctuelle ou coordination administrative) sans atteindre le niveau d'intégration nécessaire à une véritable collaboration (Castañer & Oliveira, 2020 ; Fuks *et al.*, 2007). Or, cette dernière suppose un processus bien plus exigeant, fondé sur la coconstruction des objectifs, la négociation continue et, surtout, la création d'un sens partagé (*sensemaking*), indispensable pour agir dans des environnements caractérisés par l'ambiguïté (Weick, 1995 ; Weick & Sutcliffe, 2007).

Face à ces limites, les acteurs de la sécurité civile développent, en pratique, des formes d'adaptation qui témoignent à la fois de leur capacité d'innovation et des insuffisances des cadres existants. Confrontés à des situations de dépassement de capacités, ils s'organisent de manière pragmatique en mobilisant des relations interpersonnelles, des réseaux informels et des mécanismes de traduction entre disciplines afin de maintenir une capacité d'intervention (Weick & Sutcliffe, 2007). Toutefois, en l'absence de formalisation, ces dynamiques reposent sur des équilibres fragiles, fortement dépendants des individus et des contextes, et peuvent à terme engendrer des effets

d'épuisement ou de désorganisation, fragilisant davantage le système qu'elles cherchent à soutenir (Aven, 2020 ; Bodin, 2017 ; Renn, 2016).

Parallèlement, des leviers potentiels demeurent sous-exploités. Par exemple, la mobilisation du tissu communautaire, bien qu'elle puisse contribuer à renforcer les capacités d'action, reste limitée par un manque de culture du risque et d'éducation aux risques, ce qui freine le développement de l'agentivité citoyenne. De même, les organismes communautaires, susceptibles de jouer un rôle d'interface entre les acteurs institutionnels et les populations, restent encore insuffisamment reconnus et intégrés dans les dispositifs de sécurité civile (Adger *et al.*, 2004 ; Berkes & Ross, 2012 ; Reed, 2008). Ces éléments révèlent l'existence de capacités latentes, dont l'activation demeure cependant conditionnée par des modèles obsolètes de gestion.

Ainsi, cette thèse a pour objectif de démontrer que l'enjeu ne réside pas uniquement dans la promotion de la collaboration interdisciplinaire, mais dans la compréhension des conditions qui permettent son déploiement effectif dans des environnements caractérisés par la volatilité, l'incertitude, la complexité et l'ambiguïté. C'est dans cet écart entre des besoins croissants en matière de capacités de gestion, l'obsolescence des cadres traditionnels et le développement de pratiques informelles ou sous-exploitées que s'inscrit la présente thèse. Elle vise à comprendre, analyser et identifier des moyens concrets de soutenir les acteurs de la sécurité civile dans leur capacité à naviguer dans ces environnements, en s'appuyant sur une intégration plus effective de la collaboration interdisciplinaire.

Pour ce faire, elle adopte une démarche articulée autour d'un dialogue entre analyse conceptuelle, examen de l'architecture normative en gestion des risques, et investigation empirique. Son apport principal réside dans son ancrage terrain: en mobilisant des entretiens auprès de professionnels de la sécurité civile, elle permet d'identifier leurs besoins concrets, les obstacles rencontrés et les leviers susceptibles de soutenir l'amorce et le maintien de dynamiques collaboratives. À partir de ces éléments, un cadre d'opérationnalisation est proposé, visant à formaliser ces dynamiques afin de les rendre plus stables, transférables et soutenables dans le temps.

Afin de bien circonscrire la portée de ces travaux, précisons que l'articulation entre les deux concepts centraux qui sous-tendent cette recherche : la gestion des risques systémiques et la sécurité

civile. La gestion des risques systémiques renvoie au cadre conceptuel et analytique global nécessaire pour appréhender des menaces interconnectées, non linéaires et génératrices d'effets en cascade (Aven, 2020 ; Renn, 2016). La sécurité civile, quant à elle, désigne l'écosystème institutionnel, normatif et opérationnel concrètement mandaté pour protéger les populations. Dans cette thèse, la sécurité civile constitue donc le système d'action étudié, tandis que les risques systémiques représentent la nature complexe des menaces auxquelles ce système tente de s'adapter. Par ailleurs, bien que les cadres théoriques et normatifs mobilisés revêtent une portée internationale, l'investigation empirique (Articles 3 et 4) et le cadre d'opérationnalisation qui en découle s'ancrent spécifiquement dans l'écosystème de la sécurité civile du Québec. Cette délimitation permet d'ancrer la recherche dans une réalité opérationnelle tangible, tout en reconnaissant que l'application de ce modèle à d'autres contextes juridiques ou géographiques pourrait nécessiter des adaptations.

Synthèse de la problématique, de la question de recherche, des objectifs et des postulats

Face à des bouleversements environnementaux de plus en plus intenses, fréquents et interconnectés (Helbing, 2013 ; UNDRR, 2022), l'environnement dans lequel évolue la sécurité civile s'inscrit désormais dans des contextes caractérisés par la volatilité, l'incertitude, la complexité et l'ambiguïté (VICA) (Bennett & Lemoine, 2014 ; Vermeulen & Hémond, 2025). Dans ce contexte, un paradoxe opérationnel majeur émerge : alors que les ressources se multiplient et que les expertises se diversifient pour faire face à ces menaces, les capacités de gestion en sécurité civile restent régulièrement mises sous tension, voire dépassées (Aven, 2020 ; Renn, 2016). Ce décalage démontre que la simple juxtaposition de disciplines (Klein, 1990) et l'accumulation d'outils d'intervention, si elles ne sont pas soutenues par une véritable intégration des savoirs, ne suffisent plus à endiguer les impacts concrets des risques systémiques (Fuks et al., 2007 ; Repko & Szostak, 2017).

C'est précisément de ce paradoxe que découle la question centrale qui structure cette thèse : *La collaboration interdisciplinaire constitue-t-elle une voie susceptible de développer les capacités de gestion des risques systémiques ?*

Objectif général

Pour répondre à cette interrogation, la recherche s'articule autour d'un (1) objectif général : Analyser comment la collaboration interdisciplinaire peut être conceptualisée, prescrite et opérationnalisée en contexte VICA, afin de proposer un cadre permettant de soutenir les professionnels de la sécurité civile dans la structuration de pratiques collaboratives plus adaptatives.

Objectifs spécifiques

Cet objectif général se décline en quatre (4) objectifs spécifiques, qui guident les quatre phases méthodologiques de ce devis :

1. **Conceptualiser** la collaboration interdisciplinaire en contexte VICA.
2. **Examiner** sa prescription dans l'architecture normative internationale.
3. **Analyser et cartographier** les obstacles, leviers et conditions vécues par les professionnels et professionnelles de la sécurité civile sur le terrain au Québec.
4. **Structurer** un cadre d'opérationnalisation pour soutenir des pratiques collaboratives mieux adaptées aux contextes VICA.

Postulats de recherche

Conformément à la posture épistémologique interprétativiste et pragmatique adoptée dans cette recherche (Creswell, 2009, 2022), cette démarche ne vise pas à tester des hypothèses de nature positiviste. Elle s'appuie plutôt sur trois postulats fondamentaux qui justifient et orientent l'investigation :

1. **L'environnement VICA est la nouvelle norme** : Les bouleversements environnementaux ne peuvent plus être gérés comme des événements isolés ou linéaires ; ils s'inscrivent dans une trame continue d'instabilité et d'interdépendances (Leach et al., 2010).
2. **Les approches classiques de sécurité civile atteignent leurs limites face à ces contextes VICA** : Les modèles traditionnels de sécurité civile, conçus pour des contextes stables,

prévisibles et orientés vers le contrôle des aléas, montrent leurs limites face à la complexité et à l'ambiguïté de ces environnements (Aven & Renn, 2010 ; Beck, 1992).

3. **La collaboration interdisciplinaire peut soutenir l'adaptation aux contextes VICA et renforcer les capacités de gestion en sécurité civile :** Lorsqu'elle ne se limite pas à la coordination, mais favorise une intégration effective des savoirs et des expertises, la collaboration interdisciplinaire peut constituer un levier d'adaptation aux contextes VICA et contribuer au renforcement des capacités de gestion en sécurité civile (Weick & Sutcliffe, 2007 ; Snowden & Boone, 2007).

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE

Cette section a pour objectif d'expliciter l'architecture globale et la trajectoire méthodologique de la recherche. Les protocoles spécifiques employés pour la collecte et l'analyse des données étant détaillés au sein de chaque article constituant ce manuscrit, cette section présente plutôt le fil conducteur qui assure la cohérence de la démarche globale. De ce fait, elle vise à préciser la posture épistémologique adoptée, à justifier le recours à un devis mixte fondé sur la triangulation, et à détailler l'enchaînement séquentiel des quatre phases de l'investigation.

Posture épistémologique : de l'interprétativisme au pragmatisme

L'étude des dynamiques collaboratives en contexte VICA (volatilité, incertitude, complexité, ambiguïté) requiert une posture épistémologique adaptée à la multidimensionnalité de l'objet de recherche. Par conséquent, cette investigation s'ancre initialement dans un paradigme interprétatif (Creswell, 2009). Ce choix repose sur le postulat que les bouleversements environnementaux et les risques systémiques constituent des situations complexes dont les implications doivent être interprétées et négociées par les acteurs sur le terrain (Weick, 1995 ; Weick & Sutcliffe, 2007). L'interprétativisme permet ainsi d'étudier l'action collaborative non pas comme un phénomène purement mécanique ou objectif, mais à travers les significations subjectives que les acteurs construisent face à l'incertitude, une posture qui oriente directement la méthodologie des premières phases de la recherche.

Cette posture interprétative s'articule toutefois à une orientation pragmatique par le biais d'un processus itératif. En effet, puisque la finalité de cette thèse dépasse la simple description des dynamiques existantes pour viser la proposition d'un cadre d'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire, la recherche s'inscrit ultimement dans un paradigme pragmatique. Face à des contextes de sécurité civile caractérisés par la volatilité, l'incertitude, la complexité et l'ambiguïté (VICA), qui provoquent le dépassement chronique des capacités institutionnelles et rendent les modèles traditionnels obsolètes, une approche exclusivement interprétative se serait avérée insuffisante.

Le pragmatisme s'impose ici comme le cadre épistémologique le plus adéquat pour appréhender notre objet de recherche, et ce, pour trois raisons fondamentales. Premièrement, il déplace l'attention analytique des conditions antécédentes vers l'évaluation des conséquences réelles des actions, se focalisant ultimement sur la résolution de problèmes concrets (Creswell, 2009). Deuxièmement, cette posture justifie philosophiquement le recours à notre devis mixte et séquentiel : le pragmatisme libère la chercheuse des clivages méthodologiques stricts en l'autorisant à mobiliser toutes les approches (quantitatives, qualitatives, textuelles) nécessaires pour comprendre le phénomène dans toute sa complexité (Creswell, 2022). Enfin, cette posture, profondément orientée vers l'action, permet d'ancrer la démarche dans l'urgence du terrain : il ne s'agit plus seulement de théoriser les failles de la collaboration, mais d'identifier empiriquement « ce qui fonctionne » dans la réalité opérationnelle (Creswell & Plano Clark, 2018). Pour les praticiens de la sécurité civile évoluant en environnement VICA, le pragmatisme est donc le seul paradigme qui légitime la transformation de nos constats analytiques en un cadre de facilitation concret, transférable et mobilisable au niveau opérationnel.

Posture réflexive, ancrages théoriques et stratégies de distanciation analytique

Posture réflexive

Dans le cadre d'un devis de recherche mixte ancré intégrant le paradigme interprétatif, prétendre à l'objectivité absolue constitue une illusion épistémologique. En effet, pour garantir de la transparence de la démarche poursuivie, la validité d'une méthode qualitative exige de la personne qui la mène qu'elle explicite de manière réflexive ses biais, ses valeurs et son bagage intellectuel, ces éléments façonnant inévitablement la grille de lecture à travers laquelle les données sont interprétées (Creswell, 2022 ; Creswell & Plano Clark, 2018). Bien que des démarches quantitatives confirmatoires de normalisation et de confirmation aient été mobilisés pour neutraliser tout éventuel biais, cette sous-section a pour objectif de renforcer la transparence de la démarche poursuivie. Ainsi, elle vise à exposer l'évolution de la réflexion épistémologique qui sous-tend cette thèse, de même que les fondements théoriques qui en ont structuré l'analyse. Dans cette perspective, les biais ne sont pas appréhendés comme des éléments à éliminer, mais comme des points d'entrée heuristiques dont l'influence doit être rendue visible, encadrée et mise à l'épreuve. La rigueur méthodologique repose ainsi moins sur une prétention à la neutralité absolue que sur la capacité à articuler explicitement subjectivité, distanciation et validation empirique.

Filiations disciplinaires et structuration des biais analytiques

Le positionnement de cette recherche résulte d'un cheminement intellectuel au sein duquel chaque ancrage disciplinaire a contribué à structurer une lecture spécifique des phénomènes étudiés, tout en révélant les limites du précédent (Timmermans & Tavory, 2012). En effet, initialement formée en sciences psychologiques et de l'éducation, j'ai abordé les crises à partir d'un prisme centré sur l'individu, ses capacités d'adaptation, sa vulnérabilité face à la précarité ou à l'absurde, et ses dynamiques de sens (Butler, 2006 ; Camus, 1985 ; Cyrulnik, 2001 ; Jung, 1962, 1964, 1988, 1993). Bien que cet héritage n'ait pas orienté a priori les objets de la recherche (ces derniers ayant résulté de la revue de la littérature et de l'analyse de l'architecture normative présentées dans les Articles 1 et 2), il a pu constituer un prisme interprétatif mobilisé lors de l'analyse des données issues des entretiens (Articles 3 et 4), permettant de saisir certaines dimensions discursives liées à l'agentivité et au *sensemaking* qui auraient pu demeurer moins visibles sans cet ancrage.

De même, mon bagage en criminologie a probablement alimenté l'interprétation des analyses de l'architecture normative, en se référant aux courants teintés de sociologie politique qui modèlent les systèmes institutionnels dans lesquels s'ancrent nos pratiques de sécurité civile (Foucault, 2004a, 2004b ; Lascoumes, 2004 ; Lascoumes & Le Galès, 2004), et aux approches critiques qui structurent et questionnent le monde dans lequel nous évoluons (Morin, 1990 ; Stengers, 2009). Enfin, le cursus en gestion des risques qui a complété mon bagage académique a orienté mes réflexions autour de la complexité des crises contemporaines, des interdépendances et de la systématisation des risques auxquels nous devons faire face (Aven, 2020 ; Aven & Renn, 2010 ; Bennett & Lemoine, 2014 ; Haraway, 2007, 2016 ; Kurtz & Snowden, 2003 ; Snowden & Boone, 2007 ; Taleb, 2013). C'est donc à la croisée de ces disciplines que ma lecture du monde et, par extension, de mes données se situe. Loin de se contredire, ces apports m'ont permis d'aborder mon objet de recherche sous un angle interdisciplinaire. Aussi, bien que je termine actuellement mon cheminement doctoral en sciences de l'environnement, c'est à la croisée de tous ces champs que se trouvent les interprétations qui en ont façonné la conception.

Stratégies de distanciation analytique

C'est en toute conscience de mes propres ancrages épistémologiques (notamment la posture critique envers l'hyper-structuration institutionnelle et la valorisation de la place de l'agentivité

citoyenne et communautaire) que l'objet d'étude a été abordé. Toutefois, afin que ces pré-acquis orientent la réflexion sans la biaiser, la recherche s'est outillée de dispositifs méthodologiques stricts visant à prévenir au maximum la subjectivité potentielle susceptible d'accompagner l'analyse des données récoltées.

À cet effet, le recours global au devis mixte a opéré comme un mécanisme transversal de distanciation analytique (Creswell, 2022), décliné spécifiquement à chaque phase de l'investigation :

- **Pour l'Article 1**, qui présente une revue de la littérature, le risque de sélection arbitraire des sources analysées a été prévenu par l'adoption d'une revue intégrative et semi-systématique (Snyder, 2019 ; Torraco, 2005). L'application stricte de critères d'inclusion et d'exclusion, documentée au sein d'un processus itératif, a permis de renforcer la transparence et l'objectivité de l'exploration théorique (Paré et al., 2015).
- **Pour l'Article 2**, qui propose un examen de l'architecture normative internationale associée à l'objet d'étude, une approche mixte séquentielle explicative a été privilégiée. Ainsi, l'utilisation initiale d'une analyse textuelle assistée par ordinateur (CATA) a assuré la reproductibilité du codage en minimisant les biais de lecture (Grimmer & Stewart, 2013 ; Krippendorff, 2019). De plus, la normalisation des données a permis de neutraliser les effets de volume entre les corpus (Sendai, GAR, ISO), stabilisant ainsi l'architecture analytique avant d'y appliquer la lecture qualitative mécanistique (Machamer et al., 2000).
- **Pour les Articles 3 et 4**, qui expose l'analyse empirique des entretiens semi-dirigés menés auprès des professionnels en sécurité civile au Québec, s'est appuyée sur une stratégie de quantification descriptive (*quantitizing*) soutenue par un logiciel spécialisé (CAQDAS). La conversion et la normalisation des occurrences discursives en fréquences relatives ont objectivé le poids structurel réel des constats, neutralisant ainsi le risque de surreprésentation individuelle (*elite bias*) tout en empêchant la sélection orientée de citations (*personal bias*) (Maxwell, 2010 ; Miles et al., 2014).

Par conséquent, les résultats présentés dans le cadre de cette thèse, incluant le cadre d'opérationnalisation qui en découle (Article 4), traduisent rigoureusement des nécessités

conceptuelles, normatives et opérationnelles empiriquement objectivées (Creswell & Plano Clark, 2018).

Devis mixte fondé sur une triangulation multidimensionnelle

L'étude de la collaboration interdisciplinaire en contexte VICA nécessite d'appréhender un phénomène dont l'ampleur dépasse l'application d'une méthode d'observation isolée. Pour circonscrire cet objet de recherche, la mobilisation d'un devis mixte structuré autour d'un processus de triangulation méthodologique a été privilégié (Creswell, 2009). Plus précisément, la triangulation a ici été mobilisée comme un mode d'enquête opérant simultanément à trois niveaux complémentaires: premièrement, une triangulation des sources instaure un dialogue direct entre les concepts théoriques, les prescriptions institutionnelles formelles et les pratiques empiriques. Deuxièmement, une triangulation des méthodes allie une revue intégrative, des méthodes mixtes séquentielles et un devis qualitatif exploratoire. Troisièmement, une triangulation par la nature des données aborde tour à tour le texte comme une donnée mesurable (*text-as-data*) afin d'en objectiver les structures de variance (Grimmer & Stewart, 2013), puis comme un porteur de sens (*text-as-meaning*) sécurisé par une quantification descriptive, ou *quantitizing* (Maxwell, 2010).

Design séquentiel en quatre phases

La réponse à la question de recherche repose sur un design structuré en quatre phases analytiques complémentaires. Ce principe permet d'assurer une couverture graduelle du phénomène étudié, en articulant de manière cumulative les niveaux conceptuels, normatif et empirique. La triangulation méthodologie présentée précédemment agit ainsi comme le principe organisateur de cet enchaînement. Elle garantit que chaque phase constitue un point d'interface confrontant la précédente, élevant progressivement le niveau d'abstraction depuis la formulation théorique jusqu'à la modélisation de solutions pragmatiques (Creswell & Plano Clark, 2018).

Phase 1 : Ancrage théorique via revue abductive de la littérature (Article 1)

La première phase de la recherche s'amorce par une revue intégrative de la littérature (Paré *et al.*, 2015 ; Snyder, 2019 ; Torraco, 2005, 2016) afin de poser le premier sommet de la triangulation : le cadre conceptuel. Contrairement à une revue systématique classique axée sur l'exhaustivité statistique ou des protocoles standardisés stricts, ce format a été privilégié pour sa flexibilité. Il

permet d'analyser de manière critique et de croiser des corpus hétérogènes issus de diverses traditions disciplinaires, en priorisant la profondeur analytique et la résonance théorique pour générer des cadres conceptuels novateurs.

Sur le plan méthodologique, cette étape s'appuie sur une démarche inférentielle itérative et abductive (Timmermans & Tavory, 2012). Cette approche dynamique implique que le processus d'extraction et d'affinement a évolué en continu : la sélection des sources s'est ajustée au gré de l'émergence de nouveaux thèmes, tensions ou liens interdisciplinaires, privilégiant ainsi la pertinence conceptuelle au détriment d'une simple couverture descriptive.

Concrètement, l'analyse a consisté à extraire, comparer et synthétiser les concepts clés d'un vaste corpus d'articles scientifiques et de littérature grise au-delà de leurs frontières disciplinaires initiales. Ce traitement analytique s'est articulé autour de quatre opérations spécifiques : (1) l'identification des attributs et des frontières conceptuelles des termes couramment utilisés de manière ambiguë ; (2) la déconstruction et la réarticulation de ces notions pour résoudre les tensions théoriques ; (3) la mise en évidence des dimensions sous-explorées dans les modèles dominants de gestion des risques ; et enfin (4) la modélisation visuelle et relationnelle des interdépendances entre ces concepts (Jabareen, 2009 ; Miles *et al.*, 2014). Cette première étape visait ultimement à générer une cartographie conceptuelle intégrée servant de prisme de référence pour les analyses normatives et empiriques des phases subséquentes. En outre, elle a permis de dégager sept piliers sur lesquels reposent la collaboration interdisciplinaire pour être pleinement fonctionnelle.

Phase 2 : Analyse de l'architecture normative via un devis mixte (Article 2)

S'appuyant sur les assises conceptuelles de la Phase 1, cette étape amorce le processus de triangulation méthodologique en confrontant la théorie issue de la littérature grise et scientifique, à l'architecture normative encadrant la gestion des risques. Cette deuxième phase d'analyse porte ainsi sur 31 documents directeurs internationaux sélectionnés, provenant de trois sources : (1) le Cadre d'action de Sendai et son rapport de mi-parcours ; (2) une sélection de normes ISO Ce choix a été opéré de manière stratégique en excluant les standards strictement intra-organisationnels ou purement techniques, afin de se concentrer exclusivement sur les normes prescrivant des mécanismes concrets de coordination inter-organisationnelle, d'action collective ou d'adaptation

systémique ; (3) les rapports d'évaluation mondiale des Nations-Unies (*Global Assessment Reports*), de 2015 à 2025. Sur le plan méthodologique, cette phase déploie une approche mixte séquentielle explicative structurée en plusieurs séquences analytiques (Creswell & Plano Clark, 2018).

Le traitement des 31 sources s'est amorcé par une analyse textuelle quantitative exploratoire assistée par ordinateur, suivie d'une cartographie relationnelle (*text-as-data*). Ce choix quantitatif a permis d'objectiver : (1) la présence des sept thématiques identifiées dans la littérature ; et (2) les absences structurantes dans les textes. Les données ont été normalisées afin de neutraliser tout éventuel biais de volume entre corpus analysés. Les données quantitatives récoltées ont ensuite servi de base à une analyse qualitative mécanistique. Cette méthode a été choisie car elle permet de décortiquer finement les logiques d'action sous-jacentes en isolant les acteurs, les actions, les dispositifs et les finalités prescrits, révélant ainsi ce que cette architecture normative organise concrètement ou omet d'organiser pour soutenir la collaboration en contexte VICA (Machamer *et al.*, 2000).

Cette deuxième phase d'analyse a permis de mettre en lumière un écart entre les recommandations émises dans la littérature scientifique, telles qu'identifiées en Phase 1, et les prescriptions issues de l'architecture normative. Ce faisant, cette étape a justifié l'investigation empirique de la Phase 3. La prochaine étape a donc consisté à étudier comment les professionnels de la sécurité civile s'adaptent concrètement à ces failles prescriptives pour parvenir à collaborer face aux exigences des contextes VICA.

Phase 3 : Investigation empirique des pratiques (Article 3)

La troisième phase a donc permis de faire évoluer l'analyse vers la réalité opérationnelle. En s'appuyant sur un corpus empirique de 26 entretiens semi-dirigés menés auprès de professionnels québécois de la sécurité civile, cette étape a mené à l'élaboration d'une cartographie conceptuelle des logiques d'action qui sous-tendent la collaboration interdisciplinaire dans l'écosystème de la sécurité civile. Dans un premier temps, une démarche de codage hybride a été appliquée, combinant un codage déductif (issu des thématiques du guide d'entretien) et un codage inductif ayant permis l'intégration de nouvelles dimensions émergentes. Ces données textuelles font ensuite l'objet d'une

quantification descriptive (*quantitizing*) opérée en trois temps à l'aide d'un logiciel d'analyse : l'extraction des fréquences brutes, la binarisation des données pour mesurer leur diffusion transversale, et leur normalisation en fréquences relatives afin de neutraliser les biais de surreprésentation individuelle, ou *elite bias*. Finalement, une interprétation qualitative s'appuyant sur des tactiques de regroupement (*clustering*) et de reconnaissance de modèles (*pattern recognition*) a permis de condenser l'information et de dégager les logiques d'action, lesquelles ont ultimement été traduites sous forme de cartographie conceptuelle (*data display*) pour modéliser visuellement les dynamiques collaboratives sur le terrain. Si la cartographie de la phase 1 expliquait comment la science pense et structure la collaboration face aux bouleversements environnementaux, la phase 3 a permis d'illustrer comment les professionnels de terrain la font véritablement fonctionner au quotidien face aux contraintes du système. Cette cartographie a permis d'amorcer la finalité résolument pragmatique de cette thèse. Les résultats qui en ressortent ont conditionné la modélisation du cadre d'opérationnalisation systémique de la collaboration interdisciplinaire proposé dans la quatrième et dernière phase de la recherche.

Phase 4 : Modélisation systémique et cadre d'opérationnalisation (Article 4)

La quatrième phase s'est inscrite dans une finalité pragmatique orientée vers la conception de solutions. Sur le plan méthodologique, elle a permis d'approfondir l'investigation du corpus empirique constitué des 26 entretiens menés en phase 3. La réutilisation de ce même jeu de données s'appuie sur un changement d'approche analytique : en soumettant le corpus à une nouvelle exploration approfondie via un codage intra-code, cette démarche a permis d'en extraire une granularité supérieure tout en vérifiant, par le fait même, la pertinence et la robustesse de ces données pour la modélisation. Dépassant le simple diagnostic exploratoire de l'étape précédente, ce traitement analytique supplémentaire a consisté dans le croisement itératif des données issues de ce nouveau codage, en examinant particulièrement l'inventaire des disciplines à mobiliser et leur distribution à travers les différentes phases du cycle de gestion des risques. Enfin, la démarche a mobilisé une technique de modélisation visuelle et structurelle (*data display*) pour traduire ces fondements empiriques en une architecture systémique (Miles *et al.*, 2014). Cette étape analytique a abouti à la construction d'une proposition de cadre d'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire selon une temporalité continue (pré, péri et post-événement) et d'y intégrer les leviers d'opérationnalisation identifiés.

Conclusion de la méthodologie

Cette section a explicité l'architecture méthodologique de la recherche, démontrant que face à la complexité de la collaboration en contexte VICA, le recours à un devis mixte séquentiel fondé sur la triangulation répond à des impératifs de validité empirique (Creswell & Plano Clark, 2018), afin appréhender simultanément les dimensions conceptuelles, prescriptives et opérationnelles inhérentes à cette dynamique (Creswell, 2022).

Comme l'illustre la présentation de ce design, l'enchaînement des quatre articles s'inscrit dans une logique d'investigation cumulative et abductive. Plutôt que de constituer une simple accumulation descriptive de résultats, cette structure a permis une complémentarité analytique où le diagnostic posé à chaque étape motive et oriente le déploiement de la phase subséquente (Timmermans & Tavory, 2012).

Ainsi, l'Article 1 en a établi le prisme théorique de référence. Cette grille d'analyse a ensuite été mobilisée dans l'Article 2 pour évaluer l'architecture normative internationale : la lecture mécanistique a permis d'objectiver les asymétries institutionnelles préalablement à l'investigation empirique (Machamer *et al.*, 2000). C'est la mise en évidence de ces lacunes normatives qui a permis la justification, dans l'Article 3, du déplacement vers le terrain afin de documenter la réalité opérationnelle et les mécanismes d'adaptation développés par les professionnels. Enfin, l'Article 4 constitue l'aboutissement intégrateur de cette démarche. S'appuyant sur une normalisation des données empiriques qui limite les biais de surreprésentation individuelle (Maxwell, 2010), il fusionne les constats théoriques, normatifs et pratiques. Au final, la démarche poursuivie tout au long de ce travail de recherche a permis une évolution, allant de l'exploration théorique à la modélisation structurelle (*data display*), en passant par l'analyse normative, dans le but de concevoir un cadre d'opérationnalisation systémique (Miles *et al.*, 2014). L'objectif ultime de ce cadre d'opérationnalisation systémique est résolument pragmatique : il s'agit d'offrir un outil directement mobilisable par les professionnels de la sécurité civile pour soutenir la collaboration interdisciplinaire, en articulant les recommandations de la littérature avec leurs besoins concrets identifiés sur le terrain.

Les chapitres subséquents présentent les quatre articles qui constituent cette thèse, chacun d'entre eux détaillant l'une des phases de ce devis méthodologique séquentiel. Ainsi, l'Article 1 présente la revue abductive de la littérature et la cartographie conceptuelle subséquente, établissant les conditions théoriques requises pour collaborer en contextes VICA. L'Article 2 se concentre ensuite sur l'analyse de l'architecture normative internationale mobilisée (Cadre de Sendai, rapports GAR et normes ISO) et présente les angles morts prescriptifs identifiés. L'Article 3 déploie ensuite une analyse empirique des pratiques afin de documenter la réalité opérationnelle, illustrant comment les professionnels de la sécurité civile s'adaptent organiquement sur le terrain pour maintenir une capacité d'action en dépit des angles morts identifiés dans l'Article 2. Enfin, l'Article 4 constitue l'aboutissement intégrateur de cette démarche en s'appuyant sur ces constats pour modéliser un cadre d'opérationnalisation systémique, offrant ainsi une réponse pragmatique pour pérenniser la collaboration interdisciplinaire face aux bouleversements environnementaux.

CHAPITRE 1

Article 1 – Revue de la littérature et carte conceptuelle de la collaboration interdisciplinaire en contextes VICA

Vermeulen, V., et Hémond, Y. (2025). Interdisciplinary collaboration in VUCA contexts: A conceptual review for environmental upheavals management. *Environmental Systems Research*, 14, Article 16. <https://doi.org/10.1186/s40068-025-00406-6>, publié le 28 juillet 2025.

1.1 Mise en contexte et présentation de l'Article 1

La complexification des bouleversements environnementaux et l'imprévisibilité croissante des risques systémiques (IPCC, 2021 ; UNDRR, 2022) mettent en évidence les limites des modèles de gestion traditionnels fondés sur des approches sectorielles et cloisonnées (Aven & Renn, 2010 ; Beck, 1992). Dans ce contexte, la collaboration interdisciplinaire est désormais largement prescrite par les instances internationales et la littérature scientifique comme une condition essentielle à une gouvernance adaptative (Bodin, 2017 ; Folke, 2006 ; Klein, 1990). Toutefois, malgré cette reconnaissance, son opérationnalisation demeure largement inaboutie, étant fréquemment réduite à des formes de coordination administrative ou de coopération superficielle (Castañer & Oliveira, 2020 ; Fuks *et al.*, 2007 ; Thomson & Perry, 2006).

C'est précisément cette tension entre prescription généralisée et mise en œuvre limitée qui a motivé la réalisation de cet article, lequel constitue la première étape analytique de la thèse en posant le contexte théorique de l'étude et en proposant une revue critique de la littérature associée. En effet, un examen de la littérature met en évidence plusieurs angles morts qui contribuent à cet écart entre collaboration concrète, et simple mise en commun d'expertises. D'une part, la collaboration interdisciplinaire y est souvent mobilisée, sans que ses mécanismes, ses conditions d'émergence ou ses modalités d'intégration dans les pratiques soient clairement définis. D'autre part, les travaux existants tendent à analyser les environnements de risque à travers des prismes partiels, accordant une attention prédominante à l'incertitude et à la complexité, au détriment de la volatilité et de l'ambiguïté, pourtant déterminantes dans les processus de décision en contexte VICA (Aven &

Renn, 2010 ; Leach *et al.*, 2010 ; Bennett & Lemoine, 2014 ; Fridgeirsson *et al.*, 2021a, 2021b). Qui plus est, il apparaît les approches dominantes abordent encore trop rarement la collaboration comme un processus dynamique de construction du sens, limitant ainsi la compréhension de son rôle dans l'action collective.

Avant de pouvoir proposer un cadre d'action pragmatique adapté aux réalités du terrain, il semble donc nécessaire de clarifier ces fondements conceptuels et de déconstruire les ambiguïtés théoriques qui entravent l'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire. C'est précisément l'objectif de ce chapitre, qui constitue la première étape du processus méthodologique de la thèse.

S'appuyant sur une revue de littérature intégrative (Paré *et al.*, 2015 ; Snyder, 2019 ; Torraco, 2005), le chapitre présenté constitue le premier article de cette thèse et vise à établir les bases épistémologiques de la recherche en examinant la manière dont la collaboration interdisciplinaire est conceptualisée dans des contextes caractérisés par la Volatilité, l'Incertitude, la Complexité et l'Ambiguïté (VICA). L'analyse met en évidence un déséquilibre conceptuel important : les approches dominantes de gestion des risques tendent à surinvestir les dimensions d'incertitude et de complexité (Aven & Renn, 2010 ; Leach *et al.*, 2010), au détriment de la volatilité, liée à la rapidité et à l'intensité des transformations, et de l'ambiguïté, associée aux divergences d'interprétation entre acteurs (Bennett & Lemoine, 2014 ; Fridgeirsson *et al.*, 2021a, 2021b).

Dans ce contexte, ce premier article permet de clarifier la distinction entre coordination, coopération et collaboration (Fuks *et al.*, 2007), en montrant que seule cette dernière permet de répondre aux exigences des environnements VICA. En effet, contrairement aux formes d'interaction plus superficielles, la collaboration interdisciplinaire implique une intégration approfondie des savoirs (Repko & Szostak, 2017) ainsi qu'un processus continu de négociation de sens partagé (*sensemaking*) (Snowden & Boone, 2007 ; Weick & Sutcliffe, 2007), conditions nécessaires à l'action collective en contexte d'ambiguïté.

Enfin, cet article propose un cadre conceptuel intégré mobilisant la pensée systémique (Meadows, 2008), la théorie de la complexité (Levin, 1998) et la théorie de la résilience (Folke, 2006 ; Holling, 1973). Ce cadre constitue une assise théorique structurante pour les analyses normatives et

empiriques développées dans les chapitres suivants, en orientant la recherche vers une compréhension opérationnelle de la collaboration interdisciplinaire en contexte VICA.

1.2 Abstract

Environmental upheavals increasingly challenge traditional risk management approaches. Characterized by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity (VUCA), this context exposes the limitations of siloed disciplines and predictive models. This conceptual review develops a new theoretical framework for interdisciplinary collaboration in VUCA contexts, redefining it as a dynamic, iterative, and integrative process aimed at fostering shared understanding, co-creation of solutions, and adaptive capacity.

Grounded in an integrative literature review, the article synthesizes insights from environmental governance, complexity theory, resilience thinking, and systems approaches. A broad search strategy prioritized sources that explicitly engaged with VUCA, critically addressed interdisciplinary collaboration, and/or contributed to conceptual innovation. The analysis aimed to identify core tensions, conceptual gaps, and overlooked dimensions within current models of collaboration.

While interdisciplinary collaboration is frequently advocated, its implementation often remains fragmented. Disciplinary silos persist, limiting the capacity to address interconnected disruptions. Moreover, current approaches tend to overemphasize uncertainty and complexity, while neglecting volatility and ambiguity, two dimensions critical to understanding rapid change and interpretive conflict. The review emphasizes the need to move beyond superficial cooperation toward genuine collaboration, characterized by plural knowledge integration, shared sensemaking, and collective adaptability.

This article offers a novel contribution by bridging theoretical, strategic, and normative domains within a cohesive conceptual framework. It exposes the disconnect between the rhetoric and practice of collaboration and provides a clarified, operational definition tailored to VUCA environments. The proposed model serves both as a synthesis of existing knowledge and as a heuristic tool to guide future research and inform more adaptive, inclusive, and resilient approaches to environmental upheavals governance.

Keywords: Interdisciplinary collaboration, Risk management, Environmental upheavals, VUCA contexts, Complexity, Resilience.

1.3 Introduction

Environmental upheavals are becoming more frequent, more intense, and increasingly interconnected. From climate-driven disasters to cascading infrastructure failures, today's crises challenge conventional governance frameworks and demand more flexible, inclusive, and adaptive responses (UNDRR, 2022; IPCC, 2021; Helbing, 2013).

In this article, we use the term environmental upheavals to describe large-scale and often cascading disruptions that emerge from the entanglement of environmental hazards and social vulnerabilities. This framing is intentionally broader than that of disasters or risks alone: it aligns with systemic perspectives that view environmental change as a driver of non-linear, cross-scale disturbances that destabilize institutions, governance systems, and sensemaking processes (Leach *et al.*, 2010; Helbing, 2013; UNDRR, 2022; Weick & Sutcliffe, 2007). This conceptualization supports a shift away from hazard-centered risk models toward approaches that account for emergent, compounding, and politically situated dynamics.

In this context, the notion of interdisciplinary collaboration has gained traction as a promising pathway to overcome disciplinary fragmentation and develop more integrated approaches to risk management¹ (Folke, 2006; Bodin, 2017; Klein, 1990). However, while often invoked, the concept of collaboration remains inconsistently defined and operationalized. In many cases, collaboration is reduced to coordination or information-sharing, without engaging with the deeper epistemological and methodological transformations required to respond to systemic disruptions (Thomson & Perry, 2006; Gulati *et al.*, 2012; Repko & Szostak, 2017).

This issue is particularly salient in contexts characterized by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity (VUCA), which challenge prediction, undermine control, and strain institutional

¹ Throughout the manuscript, terms such as “risk management” and “risk governance” are used in reference to established terminology in the literature. However, the authors adopt a critical stance toward conventional hazard-centered risk paradigms, emphasizing instead systemic, emergent, and interdisciplinary understandings of environmental upheavals.

capacities (Bennett & Lemoine, 2014; Snowden & Boone, 2007). Rather than defining each VUCA component in isolation, this article embeds them within a broader conceptual framework that links strategic, theoretical, and normative dimensions of environmental upheavals governance.

Through an integrative literature review, we examine how interdisciplinary collaboration can serve as both a response to and a structuring mechanism within VUCA environments. We also identify the limitations of hazard-centered models, the persistent marginalization of volatility and ambiguity in governance discourse, and the risks of superficial integration in multidisciplinary settings (Aven & Renn, 2010; Beck, 1992; Leach *et al.*, 2010).

Rather than proposing a prescriptive method for VUCA assessment, this review aims to reframe the conceptual treatment of volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity in environmental upheavals governance. Its objective is to support a more integrated understanding of these dimensions and their implications for interdisciplinary collaboration.

1.4 Context: facing environmental upheavals through a VUCA lens

Environmental upheavals often interact in complex ways, creating cascading effects that are difficult to predict and manage. The IPCC (2021) highlights how climate change exacerbates these interactions, contributing to increasingly volatile and ambiguous scenarios. Similarly, the UNDRR (2022) emphasizes the need for integrated approaches to address interconnected risks at multiple scales.

The existing literature on the management of environmental upheavals predominantly emphasizes the “uncertainty” and “complexity” components of the VUCA framework, with the latter often arising as a consequence of the former. This emphasis has led to the development of new theories that acknowledge the limitations of conventional approaches and incorporate vulnerabilities into systemic risk management. Experts’ reports (e.g., IPCC, 2021; UNDRR, 2022) underline the growing consensus that the complexity of environmental upheavals cannot be effectively managed through traditional predictive approaches alone. Instead, more integrated frameworks are required to capture the multifaceted nature of risk. While existing theories generally concur that vulnerabilities are exacerbated by the inability to accurately predict risks, a more comprehensive understanding requires a deeper exploration of all four VUCA components: volatility, uncertainty,

complexity, and ambiguity. The value in considering all four components lies in the nuances that differentiate them, providing a more holistic perspective on the challenges posed by environmental upheavals (Bennet & Lemoine, 2014). A crucial lens for understanding these upheavals is that of complexity theory, which emphasizes the interconnectedness and emergent properties of systems, while resilience theory highlights the capacity of systems to adapt and recover from disturbances (Holling, 1973; Gunderson, 2000).

Volatility reflects the instability and unpredictability inherent in environmental upheavals. It signifies the potential for rapid and significant changes that are difficult to anticipate or time accurately (Waldeck *et al.*, 2019). These rapid shifts challenge the resilience of existing systems, demanding adaptive management strategies that can respond effectively to unexpected events.

Uncertainty, in this context, stems from the inherent impossibility of predicting whether a particular risk can be anticipated with certainty. It incites us to question the available information and accept that there will always be sensitivity to the initial conditions (Ruelle, 1991), which prevents us from relying fully on predictive models. This sensitivity to initial conditions is a key concept in complexity theory, highlighting the limitations of predictive models in complex systems. Strategies to address uncertainty center on diligent information gathering and rigorous assessment of its accuracy (Waldeck *et al.*, 2019), acknowledging the limits of our knowledge of future vulnerabilities and the impossibility of establishing a complete list of possible results of any action (Godard & Lagadec., 2002).

Complexity arises directly from uncertainty and characterizes the intricate interrelationships and dynamism that characterize environmental upheavals. Environmental systems are complex entities exhibiting “emergence capacity” (Waldeck *et al.*, 2019), rendering rigid management strategies inadequate and potentially creating new risks. This emergence capacity—a central tenet of complexity theory—underscores the need for flexible and adaptive approaches that can accommodate unforeseen outcomes. This complexity requires approaches that can account for feedback loops, cascading effects, and non-linear relationships, all of which are characteristics of complex systems (Kurtz & Snowden, 2003).

Ambiguity, by contrast, arises not from a lack of information but from the presence of multiple, often conflicting interpretations of the same data or phenomena. This interpretative ambiguity is increasingly common in a world saturated with diverse sources of information—including social media, grey literature, and even expert disagreement—which can lead to confusion, indecision, or even manipulation of public perception (Bennett & Lemoine 2014; Schweizer & Renn 2019). Ambiguity thus disrupts the possibility of shared meaning, making it harder for stakeholders to reach consensus even when evidence is available. Risk assessments may be interpreted differently depending on the risk constructs and mental models of the stakeholders involved. Ambiguity in risk assessment can arise from linguistic, contextual, and normative differences, all of which are exacerbated by the proliferation of information sources and the increasing visibility of expert disagreement (Johansen & Rausand, 2015).

Together, the four VUCA components serve as a reminder of both our ignorance of the initial conditions that lead to risk systematization, and the inadequacy of hazard-centered approaches rooted in probabilistic models and the precautionary principle (Bennett & Lemoine, 2014).

This literature review process highlights the limits of our knowledge of the context and our discomfort with volatility, unpredictability, complexity and ambiguity, and sheds light on the limitations of current risk management and governance models.

1.5 Methodology

This article adopts an integrative literature review methodology, which is particularly well-suited for synthesizing knowledge across diverse fields and constructing new conceptual frameworks in complex, interdisciplinary domains. Unlike systematic reviews focused on exhaustiveness and standard protocols, integrative reviews aim to critically analyze, reinterpret, and connect existing knowledge to generate original theoretical insights. This approach allows for methodological flexibility, iterative source selection, and the inclusion of heterogeneous sources from multiple disciplines and methodological traditions (Torraco, 2005, 2016). Integrative and semi-systematic reviews are particularly effective for addressing complex research questions that cross disciplinary boundaries. Such approaches are valuable for clarifying conceptual tensions, identifying gaps in

knowledge, and constructing integrative frameworks that foster theoretical innovation (Paré *et al.*, 2015; Snyder, 2019).

1.5.1 Scope and objectives

This review examines how interdisciplinary collaboration is conceptualized in the context of environmental upheavals, particularly when these occur in VUCA environments. Rather than attempting to map the full empirical diversity of practices, it focuses on the conceptual architecture of interdisciplinary collaboration in such settings.

The objectives are threefold: (1) to clarify key concepts often used interchangeably or ambiguously in the literature (e.g., collaboration, coordination, cooperation); (2) to identify theoretical gaps and tensions within and across disciplinary approaches to environmental risk management; and (3) to propose an integrative conceptual framework that reflects the systemic, iterative, and adaptive nature of interdisciplinary collaboration in VUCA contexts.

This scope allows the review to contribute not only to the refinement of existing knowledge, but also to the repositioning of interdisciplinary collaboration as a critical strategic lever in the governance of VUCA contexts, such as environmental upheavals.

1.5.2 Source identification and selection criteria

The literature review was conducted using an iterative and abductive process aimed at capturing the complexity of interdisciplinary collaboration in VUCA contexts, particularly in relation to environmental upheavals. Rather than seeking exhaustive coverage, the review prioritized conceptual relevance and theoretical contribution. This methodological choice aligns with integrative and semi-systematic review approaches, which are particularly appropriate for exploring emerging or fragmented fields of inquiry that span multiple disciplines (Paré *et al.*, 2015; Snyder, 2019; Rodgers, 2000).

To ensure a broad yet theoretically grounded selection of sources, several criteria were used to guide the identification, inclusion, and refinement of material. First, the search was carried out across three major academic databases known for their multidisciplinary coverage and scholarly

reliability: Web of Science, Scopus, and Google Scholar. These platforms were selected to capture both high-impact scientific literature and relevant gray literature.

A set of carefully selected keywords was applied to identify relevant publications. These included combinations and variations of the terms “interdisciplinary collaboration,” “VUCA context,” “environmental upheavals,” “complex systems,” and “resilience.” Boolean operators and advanced search filters (e.g., subject area, publication type) were used to enhance precision and thematic alignment. Given the evolving nature of the concepts under investigation, attention was paid not only to the presence of these keywords but also to their conceptual articulation within the texts.

The temporal scope of the review focused primarily on the last fifteen years (i.e., post-2008), reflecting a period marked by growing academic and institutional interest in interdisciplinary approaches to risk governance. Nevertheless, seminal texts that have laid the theoretical foundations for understanding complexity, interdisciplinarity, and systems thinking were retained regardless of publication date, provided they offered enduring conceptual value (see *Table 1.1*).

The types of sources considered included peer-reviewed journal articles, academic monographs, and reports issued by internationally recognized institutions such as the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). These sources were evaluated for their academic credibility, methodological transparency, and conceptual rigor.

Inclusion was based on a threefold criterion: (a) engagement with interdisciplinary collaboration as a research object or operational strategy; (b) explicit reference to the VUCA framework, or to the governance of risks and uncertainties associated with environmental upheavals; and/or (c) contribution to the clarification, refinement, or development of key theoretical constructs relevant to the study. Sources were retained even if they addressed only one of these dimensions, so long as they added analytical depth to the review. To support methodological transparency, the key criteria guiding the literature review are summarized in *Table 1.1*

Conversely, sources were excluded if they met any of the following conditions: (a) exclusive focus on empirical case studies without theoretical extrapolation or discussion; (b) insufficient

connection to VUCA-related challenges, whether terminologically or conceptually; or (c) lack of conceptual rigor, as evidenced by descriptive or anecdotal content without critical engagement with the literature.

This methodological strategy allowed for the construction of a literature corpus that is both conceptually coherent and analytically robust, providing a solid foundation for the development of a new theoretical framework adapted to the interdisciplinary governance of environmental risks in VUCA contexts.

Table 1.1 - Methodological criteria of the literature review

Dimension	Details
Approach	Integrative and semi-systematic review, following an iterative and abductive process (Paré <i>et al.</i> , 2015; Torraco, 2005, 2016; Snyder, 2019).
Objective	To identify theoretical contributions related to interdisciplinary collaboration in VUCA contexts and the management of environmental upheavals.
Databases consulted	Web of Science, Scopus, Google Scholar.
Keywords	“interdisciplinary collaboration,” “VUCA context,” “environmental upheavals,” “complex systems,” “resilience”.
Time frame	The review prioritized publications from 2008 to 2023, in order to reflect current debates and analytical developments. However, seminal works were also included regardless of publication date when they made significant contributions to the conceptualization of systemic complexity (e.g., Morin, 1990), interdisciplinary thinking (e.g., Klein 1990), or adaptive governance and uncertainty (e.g., Weick & Sutcliffe, 2007). Additional foundational sources such as Holling (1973), Levin (1998), Meadows (2008), Kurtz & Snowden (2003), and Renn (2008) were retained due to their continued influence in contemporary literature and their relevance to the construction of the framework.
Types of sources	Peer-reviewed journal articles, academic monographs, and reports issued by internationally recognized institutions (e.g., IPCC, UNDRR).
Inclusion criteria	• Analytical focus on interdisciplinary collaboration. • Explicit engagement with the VUCA framework or governance of environmental upheavals.

	• Contribution to the conceptual clarification or development of key theoretical constructs.
Exclusion criteria	• Purely empirical case studies lacking theoretical discussion. • Absence of relevance to VUCA-related challenges. • Insufficient conceptual depth.

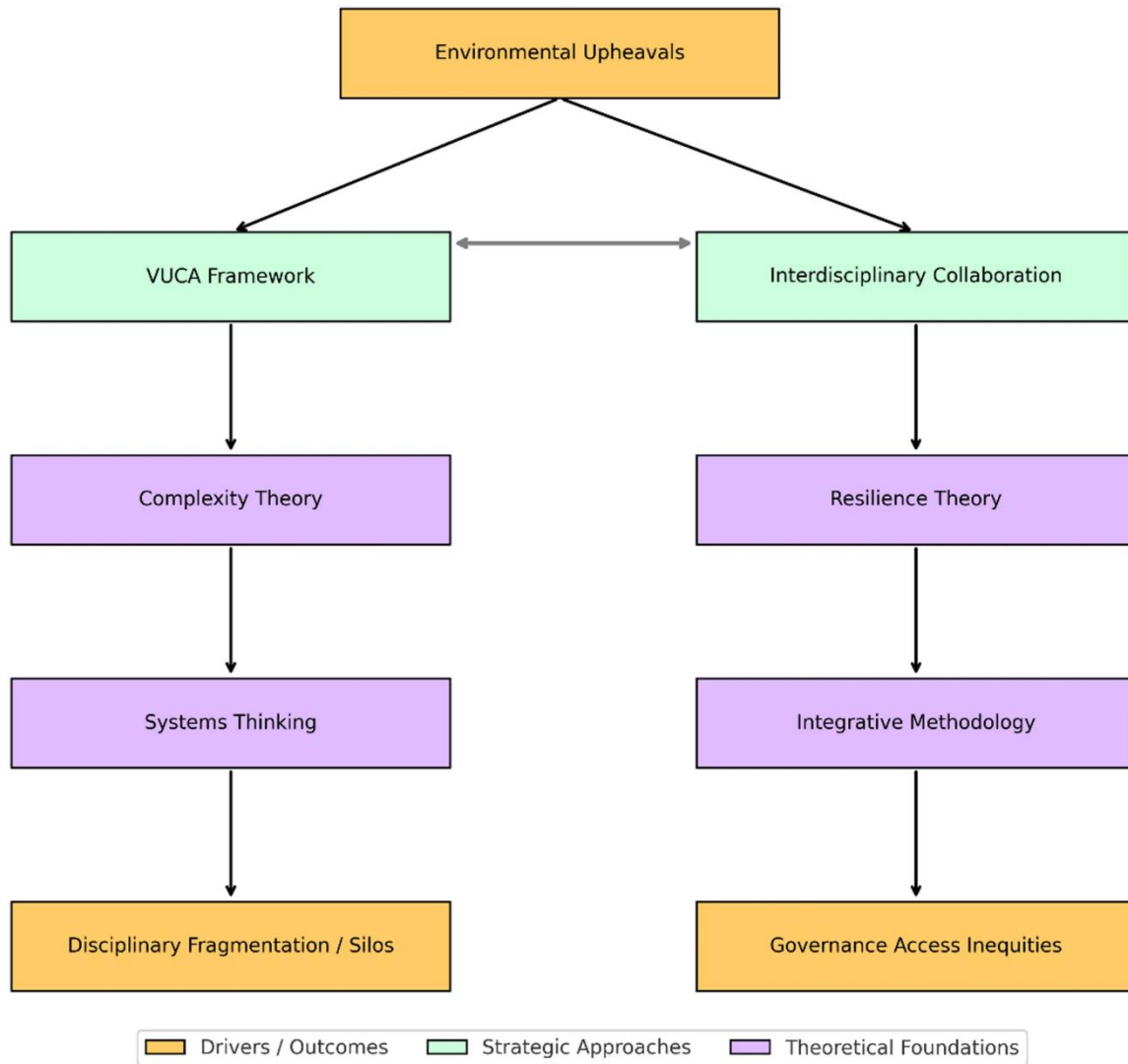
1.5.3 Iterative refinement and data extraction

Following the methodological principles of integrative literature reviews (Torraco, 2005, 2016; Snyder, 2019), the process of data extraction and conceptual refinement evolved iteratively as key themes, tensions, and cross-disciplinary linkages emerged. Initial broad searches were progressively narrowed to focus on core theoretical contributions related to interdisciplinarity, VUCA, and environmental governance. Sources that did not substantively advance the conceptual development were excluded, while others were added to deepen and reposition the framework as new insights arose.

This process drew on the interpretive logic of conceptual framework building (Jabareen, 2009) and aligned with the flexible, iterative approaches to qualitative inquiry (Maxwell, 2013; Miles *et al.*, 2014; Schwartz-Shea & Yanow, 2012). The aim was not to impose a pre-defined analytical grid, but to construct an evolving interpretive structure capable of integrating heterogeneous sources and surfacing relationships between concepts across domains.

Key concepts (*Figure 1.1*) were extracted, compared, and synthesized across disciplinary boundaries. This involved: (1) identifying attributes, definitions, and conceptual boundaries (e.g., collaboration vs. coordination); (2) deconstructing and rearticulating complex notions to resolve ambiguities; (3) highlighting underexplored dimensions (e.g., volatility and ambiguity within the VUCA framework); and (4) proposing a refined conceptual model of interdisciplinary collaboration.

Figure 1.1 - Hierarchical organization of key concepts emerging from the refinement process



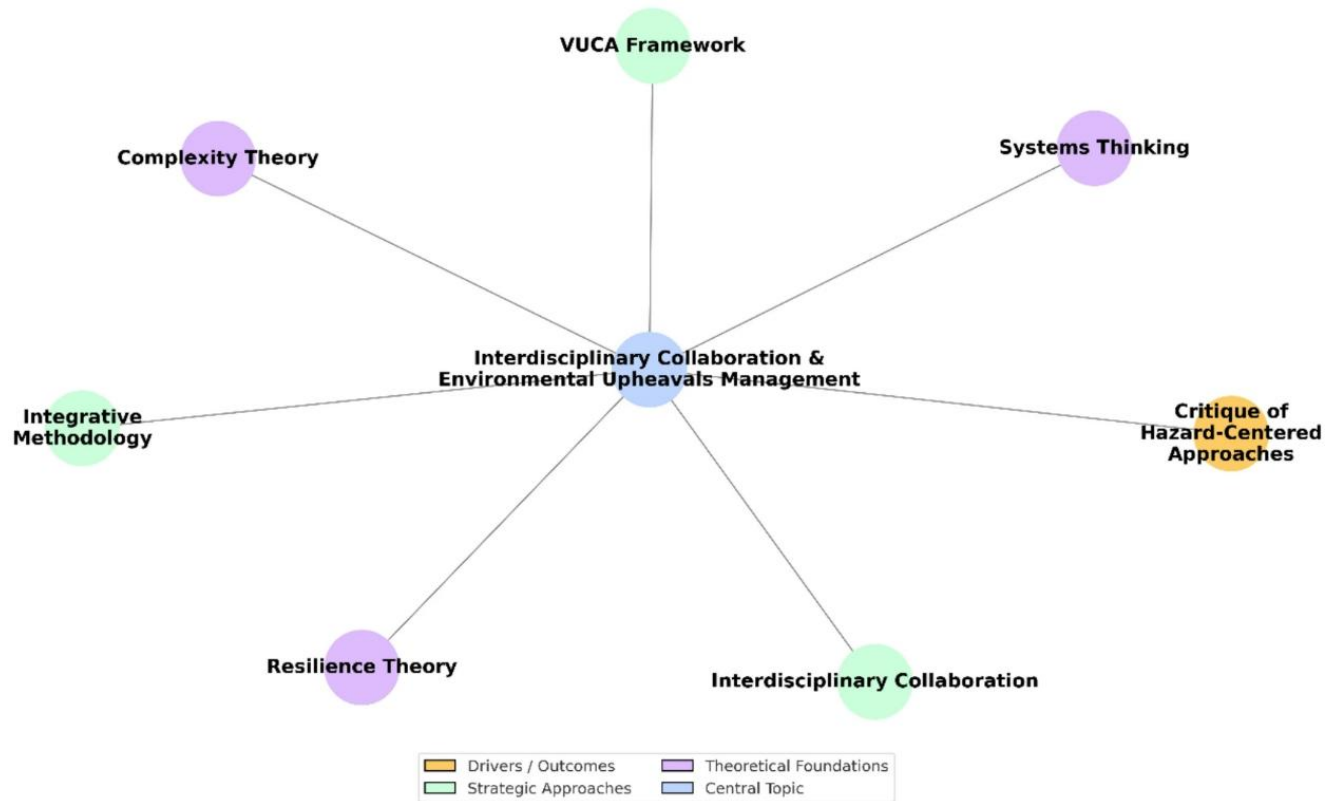
This initial representation illustrates the preliminary structuring of core concepts across three main thematic categories identified during the iterative refinement process: strategic approaches, theoretical foundations; and critical perspectives. Although linear in form, this visualization served as an analytical scaffold to facilitate comparison and categorization prior to the development of the integrative and systemic model presented in *Figure 1.2*. It reflects the evolving and interpretive logic of the conceptual framework building process (Jabareen, 2009; Maxwell, 2013; Miles *et al.*, 2014).

1.5.4 Critical analysis and synthesis

The analysis drew on established approaches to conceptual synthesis, notably Jabareen (2009), to structure the framework. Concepts were deconstructed into constituent components, cross-analyzed, and recombined in an integrative model. Particular attention was given to clarifying distinctions between related terms such as “collaboration,” “coordination,” and “cooperation” (Castañer & Oliveira, 2020; Gulati *et al.*, 2012; Kretschmer & Vanneste, 2016). This synthesis process culminated in the development of an integrated conceptual map that highlights the centrality of interdisciplinary collaboration in navigating environmental upheavals. As shown in *Figure 1.2*, this concept is positioned at the core of a network of mutually reinforcing influences. This includes strategic frameworks (e.g., the VUCA lens), foundational theories (e.g., complexity, resilience, and systems thinking), and critical insights into structural challenges (e.g., hazard-centered models).

Unlike the hierarchical representation provided in *Figure 1.1*, which emphasized the linear and categorical refinement of conceptual dimensions, *Figure 1.2* adopts a relational and systemic perspective. It serves to illustrate the interdependence of domains previously treated in isolation, reaffirming the need for a holistic and integrated approach to conceptualizing risk governance in VUCA contexts.

Figure 1.2 - Conceptual map of interdisciplinary collaboration and environmental upheavals management



1.5.5 Methodological transparency

In line with the principles of integrative literature reviews (Torraco, 2005, 2016; Snyder, 2019; Paré *et al.*, 2015; Schwartz-Shea & Yanow, 2012), the primary objective of this review was not to exhaustively document all existing literature, but rather to achieve conceptual clarity and innovation. Accordingly, sources were retained based on their substantive contribution to the refinement and articulation of the conceptual framework. Relevance, depth of insight, and theoretical resonance were prioritized over citation frequency or empirical breadth.

To ensure transparency and traceability while maintaining the interpretive flexibility characteristic of integrative and semi-systematic reviews, *Table 1.2* presents a curated list of key sources. These references were most influential in shaping the conceptual categories, relationships, and tensions developed throughout the review. *Table 1.2* is not meant to be exhaustive but offers a representative snapshot of the disciplinary diversity, theoretical contributions, and cross-cutting logics that underpin the framework.

Table 1.2 - Core conceptual references supporting the framework

Conceptual Axis	Core Contribution	Key Authors
Strategic Approaches	Clarify distinctions between volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity within the VUCA framework.	Bennett and Lemoine (2014)
	Introduce leadership and decision-making models in complex and ambiguous contexts.	Kurtz & Snowden (2003); Snowden and Boone (2007)
	Operationalize the VUCA framework to assess risks and identify leverage points in project settings.	Fridgeirsson <i>et al.</i> (2021a, b)
	Define and differentiate collaboration, coordination, and cooperation in organizational and strategic contexts.	Gulati <i>et al.</i> (2012); Castañer and Oliveira (2020); Kretschmer and Vanneste (2016); Thomson and Perry (2006)
Theoretical Foundations	Introduce complexity theory through interdependence, emergence, and adaptive systems.	Levin (1998)
	Develop the resilience framework: engineering, ecological, and transformative resilience in response to change.	Folke (2006); Walker <i>et al.</i> (2004); Holling (1973)
	Advance systems thinking by mapping feedback loops, thresholds, and leverage points in adaptive systems.	Meadows (2008)
	Connect complexity and uncertainty to systemic risk governance and participatory decision-making.	Reed (2008); Renn (2008); Aven and Renn (2010)
	Unpack ambiguity as interpretive plurality and its implications for sensemaking and governance.	Ellsberg (1961); Kurtz & Snowden (2003); Snowden and Boone (2007)

	Analyze volatility as a structural property of globally networked risks and systemic disruptions.	Helbing (2013)
	Critique the limits of linear risk paradigms and the epistemologies of control in sustainability governance.	Leach <i>et al.</i> (2010)
Methodological and Critical Perspectives	Foundational references for integrative literature reviews; central to this article's methodological approach.	Torraco (2005, 2016)
	Support the legitimacy of semi-systematic and interdisciplinary reviews in complex research settings.	Snyder (2019); Paré <i>et al.</i> (2015)
	Offer a flexible and iterative methodology for conceptual framework building based on emergent categories.	Jabareen (2009)
	Introduce foundational reflections on transdisciplinarity and the limits of disciplinary boundaries.	Klein (1990); Morin (1990)
	Highlight the role of sensemaking and organizational resilience in managing uncertainty and crisis.	Weick and Sutcliffe (2007)

1.5.6 An integrated and heuristic framework for interdisciplinary collaboration

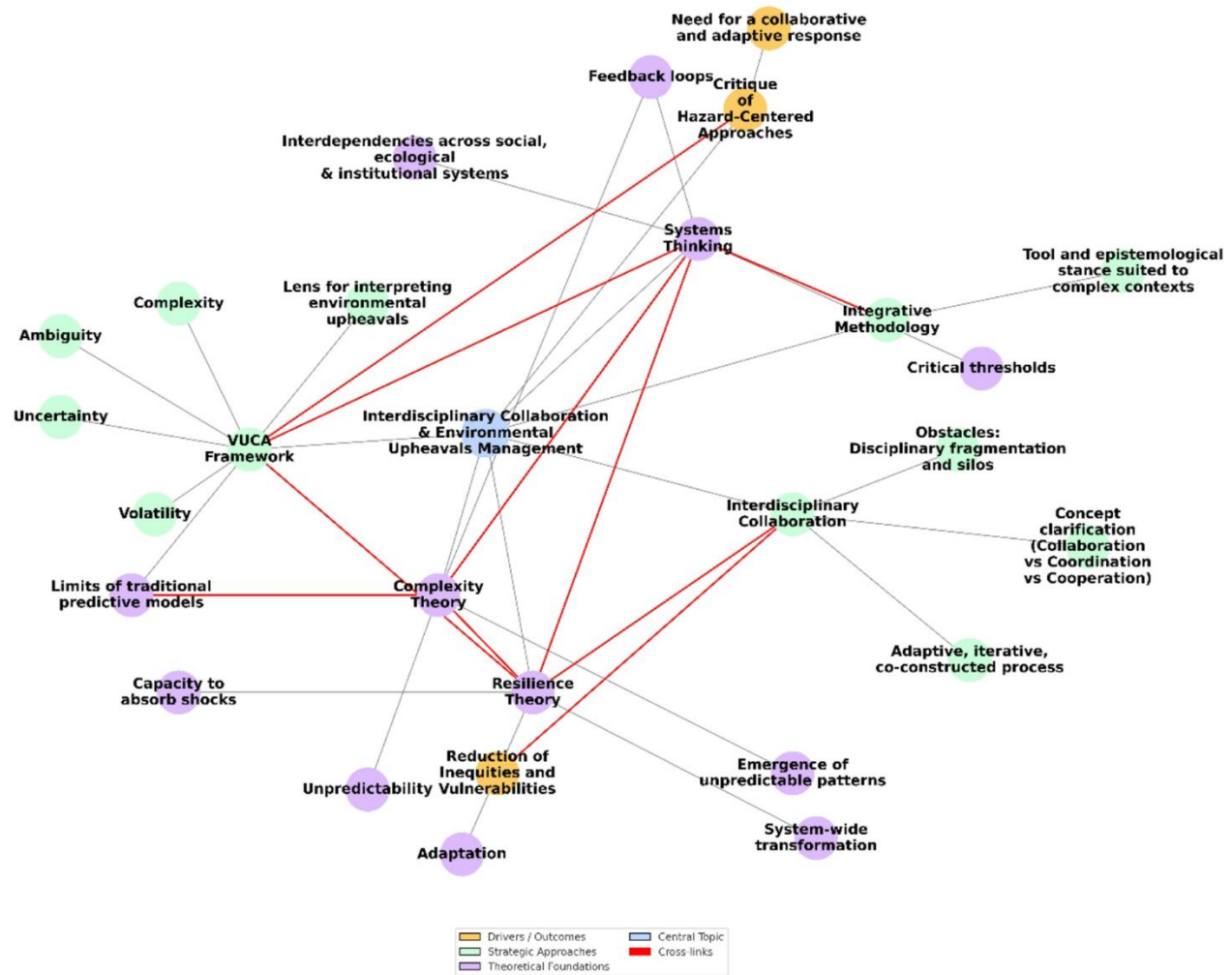
To operationalize the insights drawn from the literature, we developed an integrative conceptual framework that visually maps the theoretical, strategic, and critical dimensions of interdisciplinary collaboration in environmental risk governance. The framework serves as both a synthesis and a heuristic tool, highlighting interdependencies between key paradigms and identifying leverage points for action in VUCA contexts. This section presents the conceptual map in its entirety, followed by three analytical zooms that unpack its core components.

1.5.6.1 Overview of the integrated conceptual framework

The integrative conceptual map developed through the synthesis process offers a relational and multidimensional structure for understanding interdisciplinary collaboration in VUCA contexts. As shown in *Figure 1.3*, the framework is organized around three interconnected domains: (1) strategic approaches, such as the VUCA lens and collaboration dynamics; (2) theoretical foundations, including systems thinking, resilience theory, and complexity; and (3) critical perspectives, which address structural barriers, disciplinary fragmentation, and normative concerns such as inequity and hazard-centric governance.

Interdisciplinary collaboration is positioned at the center of this architecture, not as a stand-alone solution, but as a mediating dynamic between paradigms. Red links in the model indicate conceptual tensions or mutual influences between domains, emphasizing that complexity in environmental risk governance is not confined to any single framework but emerges through their intersection. This systemic representation reflects the need for a shift from compartmentalized thinking toward integrated and adaptive management and governance strategies.

Figure 1.3 - Integrated conceptual map of interdisciplinary collaboration in the management of environmental upheavals



1.5.6.2 Strategic approaches: navigating VUCA through interdisciplinary collaboration

At the strategic level, interdisciplinary collaboration operates as both a response to and a mediating mechanism within volatile, uncertain, complex and ambiguous environments. These four components are not merely descriptors of systemic disruptions but represent distinct challenges that call for differentiated yet interconnected management and governance responses (Bennett & Lemoine, 2014; Fridgeirsson *et al.*, 2021a, b; Aven & Renn, 2010).

Traditional governance systems often respond to VUCA dynamics with narrowly defined tools: volatility is met with crisis planning, uncertainty with probabilistic models, complexity with reductionist simplifications, and ambiguity with top-down expertise. Yet such strategies frequently

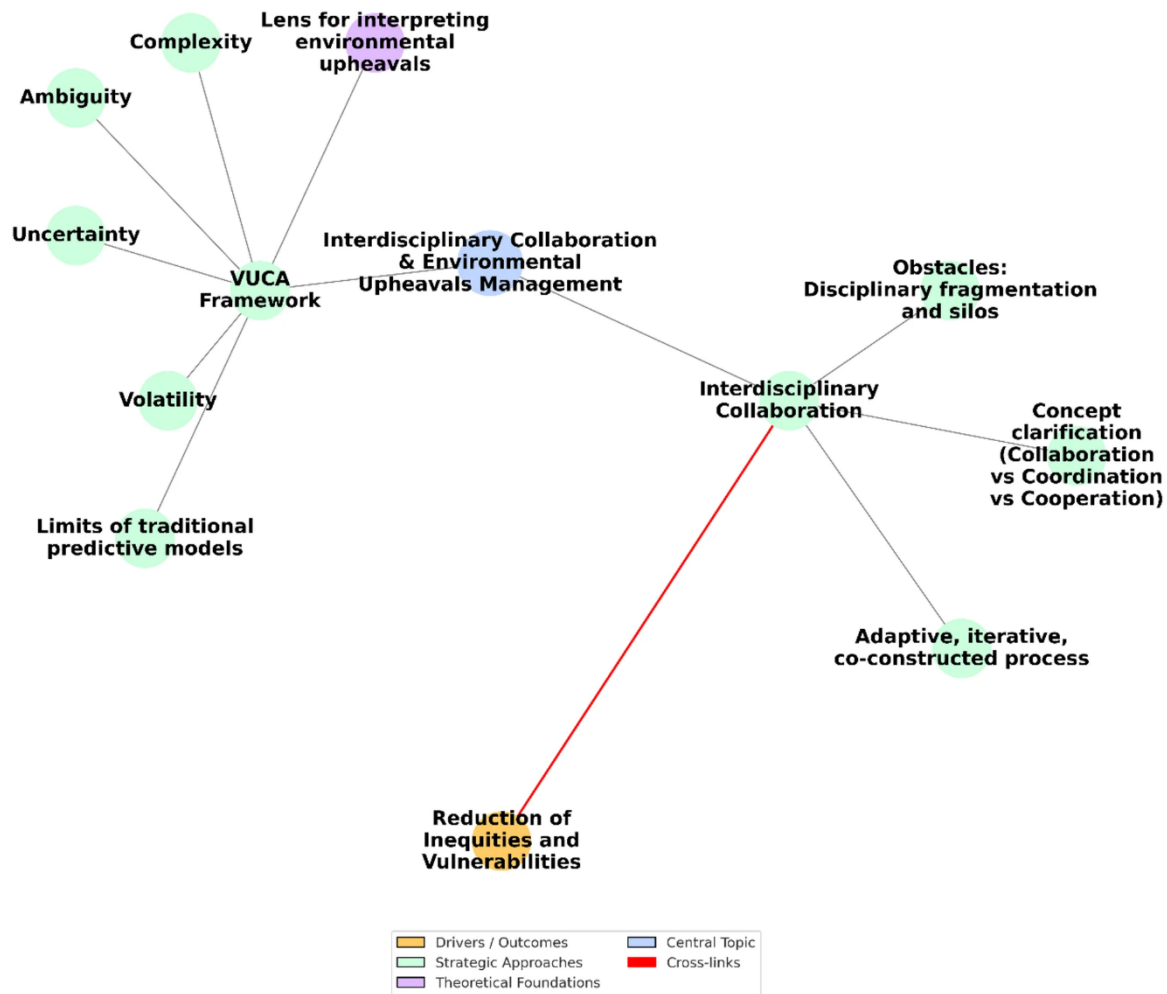
fall short, reinforcing siloed approaches and reactive cycles that are ill-suited to managing systemic risk cascades and interdependencies (Helbing, 2013; Leach *et al.*, 2010; IPCC, 2021).

Interdisciplinary collaboration emerges as a strategic pathway capable of counteracting this fragmentation. It enables the integration of heterogeneous epistemologies, the negotiation of uncertainty, and the adaptive construction of shared mental models—all of which are essential in contexts where traditional predictive tools prove insufficient. In this view, collaboration becomes a dynamic, sensemaking process that allows actors to co-navigate volatile and ambiguous situations through iterative framing and real-time feedback (Thomson & Perry, 2006; Kurtz & Snowden, 2003; Snowden & Boone, 2007; Repko & Szostak, 2017).

However, collaboration in VUCA contexts is not automatic. It requires intentional design: trust-building, epistemic humility, and institutional mechanisms that enable horizontal communication and collective learning (Berkes & Ross, 2012; Elwy *et al.*, 2022; Lee & Kim, 2021). When reduced to instrumental coordination or symbolic inclusion, collaboration risks reproducing the very asymmetries it seeks to overcome (Fuks *et al.*, 2007).

This first strategic domain of the framework highlights the performative and adaptive function of collaboration—not merely as a structural feature of governance, but as an active process for navigating volatility, embracing uncertainty, engaging with complexity, and co-producing meaning under conditions of ambiguity. The following section examines the theoretical foundations that underpin and inform this strategic orientation. *Figure 1.4* illustrates the strategic core of the conceptual framework, emphasizing the link between the VUCA lens and interdisciplinary collaboration. It highlights the four VUCA dimensions (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity), their role as entry points for interpreting environmental upheavals, and their interaction with the limits of traditional predictive models. It also shows how interdisciplinary collaboration functions as an adaptive response to disciplinary fragmentation and enables concept clarification and co-construction. The red arrow indicates a cross-domain implication: the reduction of inequities and vulnerabilities as a key normative outcome.

Figure 1.4 - Zoom 1 - VUCA & interdisciplinary collaboration



1.5.7 Systems thinking and integrative methodology: a foundational convergence

Figure 1.5 presents the second conceptual cluster of the framework, highlighting the interplay between systems thinking and integrative methodology as mutually reinforcing foundations for the governance of environmental upheavals. These two components bridge epistemological and strategic considerations, offering both a theoretical orientation and a pragmatic posture for navigating complexity.

Systems thinking is represented here through three key dimensions: feedback loops, interdependencies across social, ecological, and institutional systems, and the central role it plays in structuring the conceptual map. Systems thinking is not only a tool for modeling complexity, but a mindset that requires embracing non-linearity, delayed effects, and emergent behaviors

(Meadows 2008; Folke 2006). In the context of environmental upheavals, this orientation allows for the recognition of ripple effects and systemic vulnerabilities that escape linear causality.

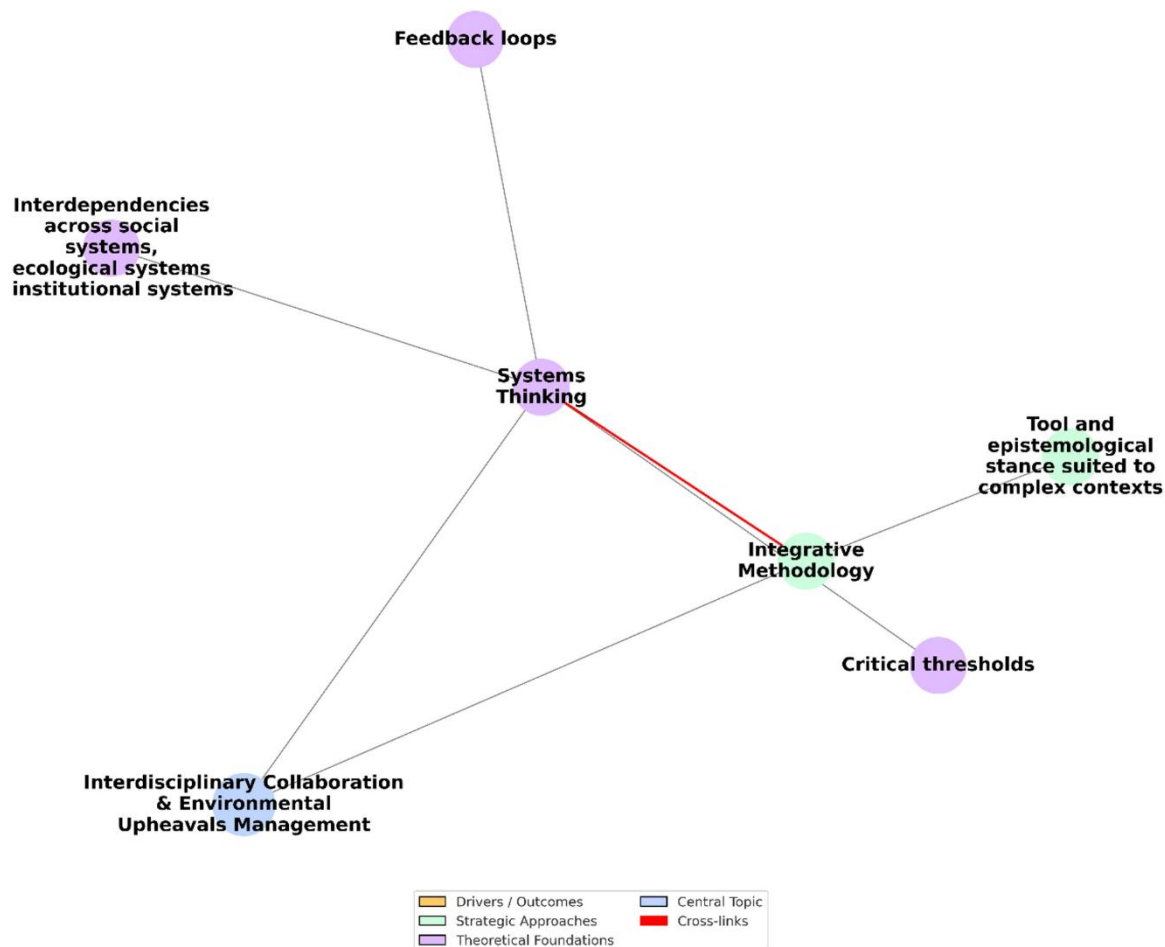
The map positions integrative methodology in direct connection with systems thinking, linked by a red line to signify conceptual resonance. This link suggests that methodological integration (drawing from multiple epistemologies, data sources, and analytical traditions), is not only compatible with systems thinking, but necessary for its operationalization. Rather than relying on disciplinary silos or reductionist protocols, integrative methods offer the flexibility and reflexivity needed to explore critical thresholds, engage with situated complexity, and support adaptive governance mechanisms (Torraco, 2016).

Importantly, this cluster also anchors a deeper epistemological commitment. The node “tool and epistemological stance suited to complex contexts” suggests that methodological choices are never neutral: they reflect assumptions about what constitutes valid knowledge, what counts as evidence, and who holds authority in governance processes. As argued by Beck (1992) and Helbing (2013), contemporary risk environments challenge the epistemic foundations of techno-scientific governance, revealing the limits of linear causality and predictive control. When informed by systems thinking, integrative methodologies make space for plural knowledge systems, reflexive adaptation, and the incorporation of uncertainty and ambiguity as constitutive features of decision-making (Leach *et al.* 2010; Aven & Renn 2010; Snowden & Boone, 2007; Engle, 2011). Rather than seeking control through precision, this perspective supports continuous learning and governance by exploration, in line with resilience-oriented thinking (Folke, 2006; Walker *et al.*, 2004; Holling, 1973).

Together, these elements form a second foundational axis of the conceptual framework. While VUCA management and interdisciplinary collaboration (*Figure 1.4*) framed the strategic entry points, this second cluster foregrounds the epistemic tools and methodological stance necessary to address the full complexity of environmental upheavals. It reminds us that interdisciplinary collaboration is not only a matter of governance design or institutional coordination: it is also a question of methodological ethics and theoretical pluralism.

This subnetwork (*Figure 1.5*) illustrates how systems thinking and integrative methodology form a foundational cluster for navigating complex, interdependent risk environments. Systems thinking emphasizes feedback loops and interdependencies across social, ecological, and institutional systems (Meadows, 2008; Levin, 1998), while integrative methodology calls for epistemological tools suited to complexity and uncertainty (Folke, 2006; Walker *et al.*, 2004; Aven & Renn, 2010). Their interconnection reflects the synergy between conceptual understanding and methodological adaptation, necessary for fostering continuous learning and plural knowledge integration. The red link indicates mutual reinforcement across paradigms. The prominence of this cluster underscores its centrality in enabling dynamic, adaptive governance responses in VUCA contexts.

Figure 1.5 – Zoom 2 - Systems thinking and integrative methodology in environmental risk governance



1.5.8 Complexity and resilience theories: anchoring adaptive capacity

Figure 1.6 illustrates the third conceptual cluster in our integrative model, focusing on complexity theory and resilience theory as interrelated theoretical foundations for managing environmental upheavals. This cluster contributes to the framework by articulating how systems behave under stress and by identifying conditions under which adaptive responses become possible.

Complexity theory emphasizes system-wide interdependencies, emergence, and non-linearity (Levin, 1998; Kurtz & Snowden, 2003). Environmental upheavals, as complex phenomena, are characterized by unpredictability, delayed feedback, and threshold effects. The inability to fully anticipate cascading consequences challenges the predictive assumptions of conventional governance models (Helbing, 2013; Beck, 1992). This calls for approaches that privilege feedback loops, unpredictable patterns, and emergent behaviors.

In parallel, resilience theory offers a complementary perspective focused on a system's ability to absorb shocks, adapt, and transform in response to systemic disruptions (Holling, 1973; Gunderson, 2000; Walker *et al.*, 2004; Folke *et al.*, 2005). Whereas complexity describes the nature of the environment, resilience focuses on the capacity to respond. In our framework, the red link between complexity and resilience theories underscores their mutual reinforcement: without an understanding of complex system dynamics, adaptive strategies risk being superficial or misaligned.

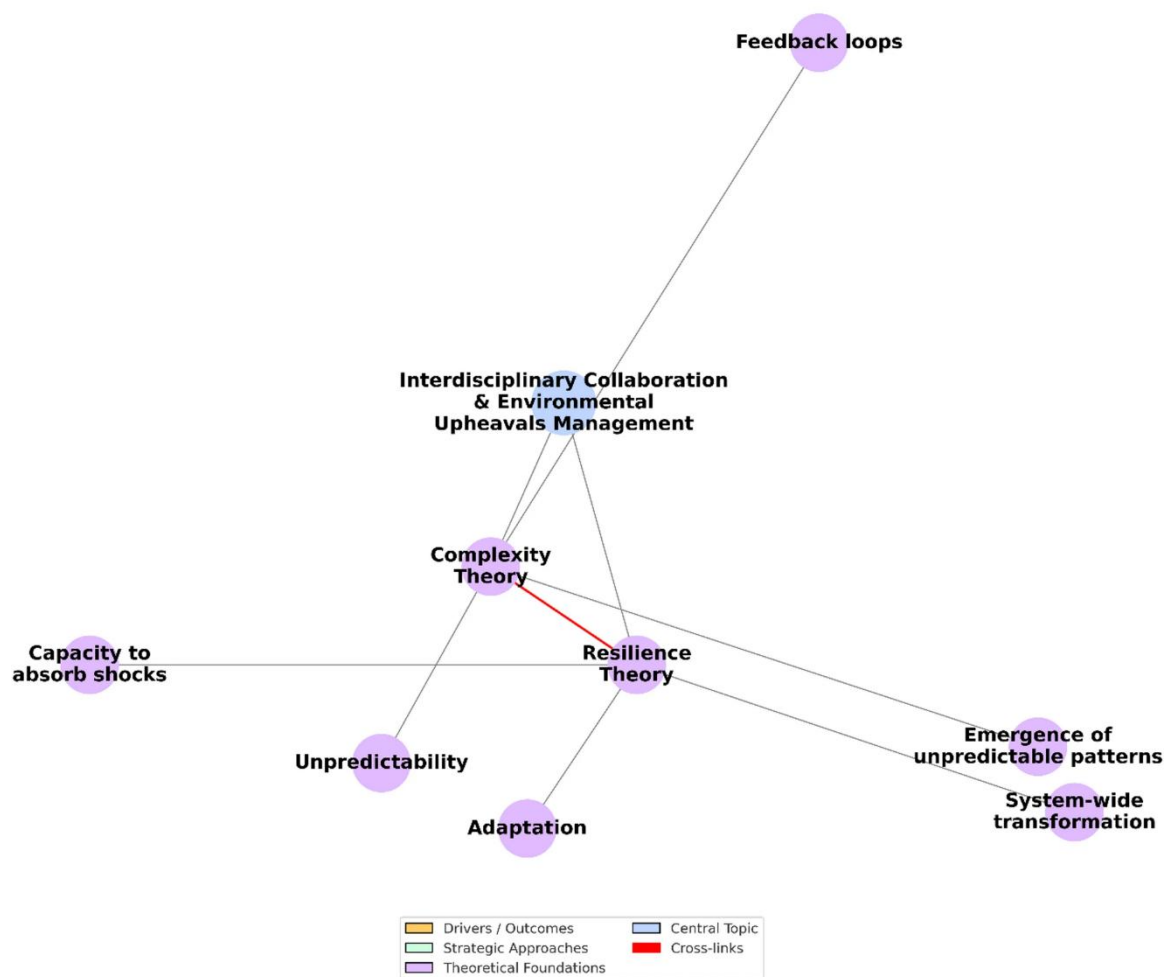
Importantly, this cluster also anchors the transformation dimension of resilience: the idea that governance systems may need to evolve structurally, not just recover, in order to remain effective in VUCA contexts (Folke, 2006; Nelson, Adger & Brown, 2007; Leach *et al.*, 2010; Millar, Groth & Mahon, 2018). It also reframes unpredictability not as a failure of foresight, but as a condition to be managed through flexibility, learning, and iterative sensemaking (Weick & Sutcliffe, 2007; Snowden & Boone, 2007; Aven & Renn, 2010; Armitage *et al.*, 2011).

Together, complexity and resilience theories complete the theoretical foundation of the model. They provide a robust conceptual anchor for the adaptive, plural, and interdisciplinary governance strategies advocated throughout this article. These foundations are not only theoretical: they inform

real shifts in practice by enabling actors to anticipate systemic fragility, engage in long-term learning, and create governance systems that are as dynamic as the environments they must manage.

This cluster (*Figure 1.6*) links theoretical foundations of unpredictability and adaptation to the framework’s central concern: enabling governance systems to respond to instability. The red line signifies the deep conceptual alignment between complexity and resilience, forming the theoretical axis of adaptive capacity in interdisciplinary risk governance.

Figure 1.6 - Zoom 3 - complexity and resilience theories



Together, the three clusters—strategic entry points, epistemological foundations, and adaptive theoretical anchors—form an integrated architecture for navigating environmental upheavals. The model not only clarifies conceptual relationships but also underscores the practical implications of interdisciplinary collaboration across fragmented knowledge systems. It demonstrates that

managing risk in VUCA environments requires more than technical tools: it demands systemic thinking, methodological reflexivity, and a commitment to bridging silos to co-create robust and context-sensitive solutions.

1.6 Key findings and implications

This section distills the core findings from our journey through the literature, revealing key patterns and insights about how we currently understand and manage environmental upheavals.

1.6.1 Key findings

1.6.1.1 The dominance of uncertainty and complexity: a double-edged sword

One of the most prominent themes in the literature is the focus on uncertainty and complexity as defining characteristics of environmental upheavals. While this emphasis has spurred valuable research and innovative risk management strategies (Renn, 2008; Bennet & Lemoine, 2014; Schweizer & Renn 2019), it has also inadvertently cast a shadow over other crucial aspects of the VUCA framework: volatility and ambiguity.

This dominance also shapes how the notion of collaboration is framed: as uncertainty and complexity are treated as the primary challenges, collaboration is often invoked as a universal remedy... without a clear definition of its depth, function, or operational requirements. Many frameworks fail to distinguish between coordination, cooperation, and genuine collaboration, each implying different levels of integration, trust, and co-responsibility (Fuks *et al.*, 2007). As a result, superficial or procedural partnerships may be mistaken for transformative collaborations capable of addressing the full VUCA spectrum.

This conceptual ambiguity is particularly problematic in volatile and ambiguous contexts, where consensus is fragile, interpretation is contested, and trust must be continually negotiated. Without a critical understanding of what true collaboration entails, institutions may reproduce the very fragmentation they aim to overcome (Snowden & Boone, 2007).

1.6.1.2 Multidisciplinary approaches: a necessary but insufficient condition

This review revealed a strong reliance on multidisciplinary approaches to tackling environmental upheavals. Experts from various fields—natural sciences, engineering, human and social sciences, public health, and more—converge to offer specialized insights. However, this convergence often falls short of genuine integration, resulting in a fragmented understanding of challenges that are inherently interconnected (Burke, 1984; Pigeon, 2007; Berry *et al.*, 2018; Gousse-Lessard *et al.*, 2022; Servigne *et al.*, 2018).

While multidisciplinary approaches involve parallel contributions from several disciplines working side by side, interdisciplinarity refers to a more integrated form of collaboration in which disciplinary boundaries are crossed to develop shared concepts, methodologies, and epistemological frameworks (Klein, 1990; Choi & Pak, 2006). This integrative capacity is crucial for addressing the complexity of environmental upheavals, which often exceed the explanatory scope of any single discipline. In this sense, interdisciplinarity enables the development of a common ground where ideas and tools from different fields can be meaningfully combined to generate novel insights (Repko & Szostak 2017).

Although the terms multidisciplinary, interdisciplinarity, and transdisciplinarity are sometimes used interchangeably in both academic literature and policy practice, they reflect distinct approaches to knowledge integration. As defined by Klein (1990) and further elaborated by Repko and Szostak (2017), multidisciplinary involves the juxtaposition of disciplinary perspectives without necessarily fostering interaction or conceptual alignment. In contrast, interdisciplinarity entails the synthesis of disciplinary insights to construct new, integrated frameworks for understanding and action.

In this manuscript, the term “interdisciplinary collaboration” is used in this specific sense: as a process of integrative knowledge production that enables actors to engage with complex and dynamic problems, especially in contexts marked by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity (VUCA). This approach differs from transdisciplinarity, which involves the co-construction of knowledge between academic and non-academic stakeholders (Choi & Pak, 2006; Reed, 2008). While transdisciplinary processes are essential for participatory governance and

inclusive decision-making, they extend beyond the scope of this review, which focuses on bridging disciplinary silos within academic and institutional domains.

By explicitly adopting an interdisciplinary perspective rooted in conceptual integration rather than simple coexistence, the present framework aims to foster shared language, joint sensemaking, and strategic collaboration among disciplines engaged in environmental risk governance.

1.6.2 Volatility and ambiguity: the neglected siblings of risk management

While uncertainty and complexity have been widely theorized in the literature on environmental risk (particularly through the lenses of adaptive management and institutional learning), volatility and ambiguity have received comparatively little attention. Yet the realities we face today are not only complex and uncertain. They are also marked by abrupt, destabilizing shifts and by a fragmentation of meaning that makes coordination—and even more so, collaboration—and consensus increasingly difficult (Fridgeirsson *et al.*, 2021a, b).

Volatility is often approached in operational terms, reduced to statistical instability or short-term variability. Rarely is it treated as a structural feature of socio-environmental systems undergoing transformation. However, the growing frequency of sudden, compounding disruptions undermines the assumption of gradual, linear change on which many governance models still rely (IPCC, 2021; UNDRR, 2022).

Ambiguity, for its part, is frequently conflated with uncertainty. Yet while uncertainty points to the limits of knowledge, ambiguity arises from the multiplicity of interpretations that circulate around a given issue. It reflects the tensions between epistemologies, institutional perspectives, and normative positions. In contemporary governance contexts saturated with information (and where expert consensus is often fragile), ambiguity becomes not a marginal concern, but a central obstacle to deliberation and collaborative action (Bennett & Lemoine, 2014; Schweizer & Renn, 2019; Johansen & Rausand, 2015).

Pointing to this asymmetry in the treatment of VUCA dimensions is not merely a matter of theoretical balance. It reveals a deeper bias in the way uncertainty and complexity have been absorbed into governance discourse, while volatility and ambiguity remain analytically

underdeveloped and often operationally ignored. By restoring their place within our framework, we argue that risk management must account not only for what we do not know, but for how rapid change and interpretive conflict shape our capacity to act.

This reframing invites a shift: from frameworks that accommodate complexity and uncertainty alone, to approaches capable of responding to the full spectrum of instability that defines environmental upheavals. In doing so, we open the door to new governance strategies that are not only adaptive, but also reflexive and pluralistic.

1.6.2.1 Collaboration: a buzzword in need of substance

Calls for “collaboration” are omnipresent in the literature on risk governance (Fuks *et al.*, 2007; Gulati *et al.*, 2012; Kretschmer & Vanneste, 2016). Yet the term is often used loosely, encompassing a wide spectrum of practices from superficial coordination to deep integration. Without conceptual clarity, collaboration becomes a buzzword: widely invoked but rarely interrogated or properly used.

Drawing on the 3C model proposed by Fuks *et al.* (2007), collaboration is not simply one level of collective engagement among others—it is a composite mode that emerges from the integration of three key components: coordination, cooperation, and communication. Each of these components contributes a distinct layer of interaction, and their convergence defines the depth and quality of collaborative processes. Communication, while not a separate level of integration, underpins both coordination and cooperation, becoming progressively more complex and intentional as collective engagement deepens (Simona, Taupo, & Antunes, 2023). As highlighted by Bennett and Lemoine (2014), ambiguity arises not only from lack of information but also from the coexistence of multiple interpretations, which can severely hinder coordination and decision-making. Effective communication allows actors to exchange information, negotiate meaning, and build shared understanding (Weick & Sutcliffe, 2007; Snowden & Boone, 2007), thereby reducing ambiguity and enabling joint sensemaking. This function is particularly critical in VUCA environments where divergent perspectives and fragmented knowledge systems often challenge coherence. As such, communication constitutes the connective tissue of all forms of collective engagement and a foundational condition for collaboration.

To further clarify these distinctions, coordination refers to the structured alignment of activities through predefined rules, processes, or schedules. It is useful in stable or predictable situations but lacks the flexibility to respond to dynamic change. Cooperation, for its part, involves actors working toward compatible goals with some degree of mutual adjustment, though each retains relative autonomy. Collaboration, finally, entails the co-construction of goals and meaning, continuous negotiation, and strong interdependencies. It is adaptive, generative, and reflexive. This distinction matters, because while coordination and cooperation may be sufficient in stable or complicated contexts, collaboration becomes indispensable in volatile, uncertain, complex, and ambiguous environments. Therefore, the critical need for collaboration in the management of environmental upheavals calls for genuine collaborative work—an approach that can only be effective if stakeholders involved in the process clearly understand how they must work together.

To clarify how these levels function in risk governance, we summarize their distinctions in *Table 1.3*:

Table 1.3 - Distinctions between coordination, cooperation, and collaboration, and their implications for risk governance in VUCA contexts

Type of Interaction	Core Features	Degree of Integration	Implications in VUCA Contexts
Coordination	Structured alignment of independent tasks based on predefined rules and timelines.	Low	Best suited for complicated but stable contexts. Insufficient in volatile or rapidly shifting environments, where predefined roles and plans quickly become obsolete (Bennett & Lemoine, 2014; Helbing, 2013).
Cooperation	Actors work jointly toward compatible goals, with occasional mutual adjustment.	Moderate	Allows partial responsiveness to complexity and uncertainty but remains fragile under conditions of ambiguity or rapid change. Tends to preserve disciplinary silos and limits adaptive governance (Leach <i>et al.</i> , 2010; Aven & Renn, 2010).
Collaboration	Co-construction of shared goals, continuous	High	Best suited to volatile, ambiguous, and interdependent situations. Fosters joint sensemaking, co-adaptation, and plural

negotiation, trust-building, and adaptive learning.	knowledge integration as key requirements for governance in VUCA environments (Fridgeirsson <i>et al.</i> , 2021a, b; Snowden & Boone, 2007; UNDRR, 2022).
---	--

In this context, true collaboration is not simply about working together: it is about cultivating environments where trust, flexibility, and pluralism are actively fostered. True collaboration must involve co-defining problems, integrating diverse knowledge systems, and sharing decision-making power (Sande, 2019; Elwy *et al.*, 2022; Berkes & Ross, 2012). It also necessitates roles that are clearly articulated yet flexible, allowing participants to adapt as conditions evolve (Folke *et al.*, 2005), iterative learning, and a willingness to incorporate new perspectives as conditions evolve. Only through this deeper engagement can governance frameworks respond adequately to the realities of VUCA environments.

1.6.3 Implications

This section delves into the implications of our findings, exploring how we can translate these insights into more effective and human-centered approaches to managing environmental upheavals.

1.6.3.1 Connecting the silos: reimagining expertise for a connected world

The persistence of disciplinary boundaries presents a significant obstacle to effective risk management and governance (Burke, 1984). We need to foster a new kind of expertise that transcends traditional divisions, encouraging professionals to adopt a more holistic and interconnected understanding of environmental challenges. Imagine a world where experts from different fields work not as isolated specialists, but as collaborative partners, co-creating solutions that address the root causes of environmental upheavals (Folke, 2006; Bodin, 2017). Disciplinary silos do have value, as they enable the development of deep knowledge within specific domains. However, the VUCA nature of environmental upheavals calls for integrated responses that reflect the complexity of real-world problems. Knowledge production remains a powerful tool—but it is often underutilized, as it continues to serve fragmented systems rather than collective problem-solving (Folke *et al.*, 2007; Bodin *et al.*, 2016; Bodin, 2017), thereby exacerbating vulnerabilities

(Smit & Wandel, 2006). The objective behind the call to “connect the silos” is not to diminish disciplinary expertise, but to ensure that its outcomes are shared, integrated, and mobilized across domains—so that actionable and impactful solutions can emerge.

1.6.3.2 Embracing the full spectrum of VUCA: beyond prediction and control

As outlined earlier, most risk governance frameworks have disproportionately emphasized uncertainty and complexity, often at the expense of volatility and ambiguity (Aven & Renn, 2010; Leach *et al.*, 2010). Yet, fully integrating all four dimensions of the VUCA framework is essential not only for conceptual completeness but also for developing governance strategies that are robust under pressure (Bennett & Lemoine, 2014; Fridgeirsson *et al.*, 2021a). Volatility disrupts assumptions of linear progression, while ambiguity destabilizes meaning itself, undermining not only what we know, but how we interpret and act upon that knowledge (Snowden & Boone, 2007, Carson, Wu & Moore, 2012). Their systematic neglect constrains anticipatory capacity and inhibits adaptive decision-making (Helbing, 2013; UNDRR, 2022). This tendency is well illustrated by Ellsberg’s (1961) seminal work, which showed that decision-makers tend to avoid situations involving ambiguous probabilities. This response to ambiguity has deeply influenced the logic of traditional risk management, rooted in predictive control and quantifiable uncertainty, and focused on the physical characteristics of hazards while overlooking the structural interdependencies and interpretive ambiguities that shape real-world crises (Kurtz & Snowden, 2003). While such models may offer temporary effectiveness, they are poorly suited to the volatility, non-linearity, and contested meanings that characterize VUCA environments.

To address this imbalance, risk governance must shift from predictive control to structural adaptability, which requires both conceptual reframing and methodological innovation. Operationalizing the four VUCA dimensions in assessment tools can help uncover hidden vulnerabilities and identify leverage points that conventional planning frameworks often overlook. Volatility and ambiguity, long treated as peripheral or residual categories, can and should be embedded at the heart of risk governance practices (Fridgeirsson *et al.*, 2021b).

For volatility, this means designing systems that are inherently flexible and responsive to rapid change. Governance strategies must be capable of iterative adjustment and real-time learning,

allowing them to evolve with changing conditions (Walker *et al.*, 2004; Holling, 1973; Gunderson, 2000). This requires moving beyond rigid, predefined plans and adopting adaptive management approaches grounded in feedback, experimentation, and continuous reassessment.

Addressing ambiguity, meanwhile, requires a shift in epistemic posture. It involves recognizing that multiple interpretations can coexist, that meaning is often contested, and that no single perspective can fully encompass the complexity of evolving crises. This calls for fostering environments where divergent viewpoints are valued, where assumptions are critically examined, and where knowledge is co-constructed through iterative sensemaking (Weick & Sutcliffe, 2007; Snowden & Boone, 2007; Kurtz & Snowden, 2003, Armitage *et al.*, 2011).

In practice, such transformations may take the form of participatory scenario planning that explicitly explores alternative futures and surfaces interpretive tensions (Bennett & Lemoine, 2014, Reed, 2008), or of assembling interdisciplinary teams that draw on plural epistemologies and experiential knowledges to build more comprehensive and responsive governance frameworks (Ellsberg, 1961; Kurtz & Snowden, 2003). These are not peripheral innovations. They represent foundational shifts in how we conceive, engage with, and govern environmental risk in volatile and ambiguous contexts.

1.6.3.3 Humanizing risk management: putting people at the center of the equation

The preceding sections have highlighted recurring blind spots in risk governance, particularly the persistent fragmentation of knowledge systems and the dominance of predictive, hazard-centered models. While such approaches have brought significant advances in anticipating environmental phenomena, they tend to isolate hazards from the vulnerabilities that ultimately determine the scale and distribution of their impacts. In doing so, they reduce the complexity of risk to its physical dimension, sidelining the social, political, and institutional processes through which vulnerability is produced and perpetuated (Beck, 1992; Cutter *et al.* 2003; Adger *et al.*, 2004; UNDRR, 2022).

This epistemic imbalance reinforces the separation of disciplines: those focused on modeling and forecasting physical hazards often remain disconnected from those examining vulnerability, resilience, or community agency (Adger *et al.*, 2004; Folke, 2006; Smit & Wandel, 2006; Leach *et al.*, 2010). As a result, governance frameworks grounded in predictive control overlook not only

structural inequalities, but also the relational, contextual, and interpretive dimensions of crisis (Kurtz & Snowden, 2003; Aven & Renn, 2010; Helbing, 2013). In other words, the dominant paradigm continues to manage hazards rather than risks—and even less so environmental upheavals, which are shaped by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity.

Reclaiming a more human-centered approach to risk governance requires reframing this epistemological foundation. Risk must be understood not solely as a physical threat to be modeled, but as a relational process shaped by interdependent vulnerabilities, asymmetries of power, and fragmented modes of knowledge production. In this light, interdisciplinarity is not merely a technical aspiration: it becomes a normative and strategic imperative to face contemporary systemic disruptions, such as environmental upheavals (Klein 1990; Repko & Szostak 2017; Morin, 1990).

This shift also calls for greater collaboration between disciplines focused on hazards and those addressing the structural dimensions of vulnerability. Bridging this divide means embracing forms of collaboration that go beyond instrumental coordination to enable shared understanding, reflexive learning, and co-construction of meaning across epistemic communities (Gray, 1989; Fuks *et al.* 2007; Elwy *et al.* 2022; Berkes & Ross, 2012; Mercer, Taranis & Suchet-Pearson, 2010). It also requires resisting the illusion of full predictability and embracing the uncertainty, ambiguity, and pluralism that define VUCA contexts (Bennett & Lemoine 2014; Fridgeirsson *et al.*, 2021a, b; Snowden & Boone, 2007).

Ultimately, risk governance that remains blind to vulnerability can only ever be partial. To reduce inequalities, build resilience, and develop responses that are both just and adaptive, the focus must shift from controlling nature to transforming systems of knowledge and power.

1.7 Discussion and conclusion: rethinking collaboration in the VUCA framework

This article offered a conceptual review of interdisciplinary collaboration as a strategic response to the governance challenges posed by environmental upheavals. Drawing on the VUCA framework, it critically examined how current approaches to risk and upheaval management tend to prioritize uncertainty and complexity, while neglecting volatility and ambiguity. This imbalance reinforces

predictive, control-oriented models that are ill-suited to systemic disruptions and ultimately undermine adaptive capacity.

Through an integrative literature review and structured conceptual synthesis, the article proposed a multidimensional framework linking strategic entry points (e.g., VUCA analysis and collaboration mechanisms), theoretical foundations (e.g., systems thinking, complexity theory, resilience), and critical perspectives (e.g., disciplinary fragmentation, hazard-centered governance, inequities). Interdisciplinary collaboration is thus repositioned not as a procedural fix or normative ideal, but as a reflexive, adaptive process embedded within governance strategies that must evolve with shifting conditions.

One of the key contributions of this work lies in clarifying what constitutes genuine collaboration in VUCA contexts. Drawing on established distinctions between coordination, cooperation, and collaboration (Fuks *et al.*, 2007; Gulati *et al.*, 2012; Kretschmer & Vanneste, 2016; Castañer & Oliveira, 2020), we emphasize that true interdisciplinary collaboration entails the intentional integration of diverse knowledge systems, the co-construction of problem definitions, and the use of collective experimentation—such as iterative scenario planning or adaptive solution design—to navigate volatile and ambiguous challenges. This clarification reveals that, in the field of environmental upheavals management, true collaboration is often not achieved—frequently misunderstood or substituted by cooperation or coordination, which, while valuable, remain insufficient to address systemic disruptions.

To help address the gaps identified in current approaches, the framework we propose articulates four interdependent functions of collaboration in VUCA environments:

1. Shared understanding, which reduces ambiguity by fostering dialogue and mutual sensemaking.
2. Knowledge integration, which addresses complexity through cross-disciplinary synthesis.
3. Co-creation of solutions, which embraces uncertainty via adaptive and inclusive experimentation.
4. Adaptation and sustainability, which reinforces resilience in the face of volatility and systemic shifts.

By reframing collaboration as a dynamic and iterative process, rather than a static institutional structure, this review lays the groundwork for more adaptive, integrative, and inclusive approaches to environmental governance. It challenges hazard-centered logics, highlights the need to bridge epistemic and institutional divides, and argues for a more pluralistic and human-centered approach to managing upheavals.

While this article focused on conceptual development, the proposed framework opens multiple avenues for empirical research. It may serve as an analytical lens for comparative case studies, participatory action research, or institutional evaluations. In particular, future studies could examine how interdisciplinary collaboration is operationalized in real-world governance settings—such as municipal climate adaptation plans, emergency preparedness strategies, or intersectoral coordination frameworks—where volatility and ambiguity are salient. Researchers may test the relevance of the four collaborative functions outlined here or explore how collaborative mechanisms shape decision-making within fragmented institutional landscapes. The conceptual map (*Figure 1.3*) and its detailed components (*Figs. 1.4, 1.5 and 1.6*) provide a foundation for such inquiries. Translating this framework into empirical contexts will help refine its propositions, assess its applicability, and contribute to the design of more robust and reflexive strategies for managing environmental upheavals.

1.8 Conclusion du Chapitre 1

Ce chapitre a permis d'établir les fondements théoriques et épistémologiques de la thèse en mettant en évidence l'inadéquation des approches traditionnelles de gestion des risques face à la complexité croissante des bouleversements environnementaux (Helbing, 2013 ; IPCC, 2021 ; UNDRR, 2022). L'analyse a montré que les modèles dominants, historiquement centrés sur la prédiction des aléas et le contrôle des risques, reposent sur une lecture partielle des environnements de risque, accordant une attention prédominante à l'incertitude et à la complexité (Aven & Renn, 2010 ; Leach *et al.*, 2010 ; Renn, 2008), au détriment de la volatilité et de l'ambiguïté (Bennett & Lemoine, 2014 ; Fridgeirsson *et al.*, 2021a ; Johansen & Rausand, 2015 ; Schweizer & Renn, 2019). Ainsi, cette asymétrie contribue à maintenir les systèmes dans des postures réactives, insuffisamment adaptées à la dynamique des risques systémiques (Ellsberg, 1961 ; Kurtz & Snowden, 2003).

Dans ce contexte, la clarification des formes d'interaction entre acteurs a permis de montrer que les approches simplement multidisciplinaires demeurent structurellement insuffisantes pour répondre à des environnements caractérisés par de fortes interdépendances (Choi & Pak, 2006 ; Klein, 1990 ; Repko & Szostak, 2017). La distinction entre coordination, coopération et collaboration a ainsi mis en évidence que seule une collaboration interdisciplinaire fondée sur une intégration effective des savoirs permet de dépasser la fragmentation en silos (Fuks *et al.*, 2007 ; Simona *et al.*, 2023). Dans les contextes VICA, cette collaboration repose sur un processus continu de construction de sens partagé, ou sensemaking, condition essentielle à l'action collective en situation d'ambiguïté (Snowden & Boone, 2007 ; Weick & Sutcliffe, 2007).

Par ailleurs, ce cadre conceptuel a permis de souligner les limites des approches centrées sur l'aléa, en mettant en évidence la nécessité de réintégrer les dimensions sociales, politiques et institutionnelles dans la compréhension des risques (Adger *et al.*, 2004 ; Beck, 1992 ; Cutter *et al.*, 2003). L'interdisciplinarité apparaît ainsi non seulement comme un levier analytique, mais comme une condition de transformation des systèmes de gestion vers des formes plus adaptatives et inclusives (Folke, 2006 ; Gray, 1989 ; UNDRR, 2022).

Toutefois, si ce chapitre a permis de clarifier les fondements conceptuels de la collaboration interdisciplinaire et d'en démontrer la nécessité théorique, il ne permet pas encore d'en apprécier les modalités concrètes d'intégration dans les dispositifs de gestion. Notamment, la manière dont ces principes sont traduits, ou non, dans les cadres normatifs qui structurent l'action publique demeure incertaine.

Dès lors, la question se pose de savoir si les difficultés observées dans l'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire trouvent leur origine dans les pratiques des acteurs, ou si elles s'inscrivent plus en amont, dans les référentiels normatifs qui orientent ces pratiques.

C'est à cette interrogation que répond le chapitre suivant. En s'inscrivant dans la continuité de cette première phase analytique, le Chapitre 2 examinera l'architecture normative internationale de la sécurité civile afin d'évaluer dans quelle mesure les cadres directeurs intègrent les mécanismes nécessaires à la gestion des contextes VICA, notamment en matière de sensemaking, d'intégration des vulnérabilités et de collaboration interdisciplinaire.

CHAPITRE 2

Article 2 – Analyse de l’architecture normative encadrant la gouvernance de la collaboration interdisciplinaire et des contextes VICA.

Vermeulen, V., & Hémond, Y. (2026a). *Normative imbalances in risk governance and the challenge of collective sensemaking*. Manuscript submitted for publication.

2.1 Mise en contexte et présentation de l’Article 2

Nous avons vu que la littérature reconnaît largement la nécessité d’une collaboration interdisciplinaire pour faire face aux environnements caractérisés par la volatilité, l’incertitude, la complexité et l’ambiguïté. Pourtant, son opérationnalisation demeure limitée. Si les travaux scientifiques et la littérature grise ont permis d’identifier certaines explications à cette problématique, une question centrale subsiste: les difficultés observées sur le terrain relèvent-elles des pratiques des acteurs sur le terrain, ou trouvent-elles leur origine dans l’architecture normative qui oriente ces pratiques en amont?

Pour répondre à cette question, ce chapitre présente la deuxième phase méthodologique de la thèse et vise à examiner la manière dont la collaboration interdisciplinaire est formulée et traduite au sein de l’architecture normative internationale de la gouvernance des risques. À cette fin, une analyse textuelle assistée par ordinateur, combinée à une lecture qualitative mécanistique, a été menée sur un corpus de 31 documents directeurs internationaux structurants. Cette démarche permet d’appréhender à la fois les régularités discursives et les logiques sous-jacentes qui orientent la prescription de l’action collective, en articulant ses dimensions stratégiques, analytiques et procédurales.

Cette deuxième étape de la recherche a permis de mettre en évidence certains déséquilibres entre les besoins collaboratifs identifiés dans la littérature, et les cadres normatifs visant à encadrer leur gouvernance effective. En effet, ce chapitre présente comment cette architecture normative accorde une place importante aux enjeux de coordination, de gestion des vulnérabilités et de structuration de l’action collective. Il identifie néanmoins que les processus dynamiques nécessaires à l’adaptation des systèmes, notamment en matière de construction de sens partagé, demeurent peu

explicités et faiblement intégrés. Or, cette dissociation contribue à limiter la capacité des systèmes et des acteurs à faire face à des environnements marqués par l’ambiguïté, en privilégiant une logique de traitement de l’information au détriment de la coconstruction de sens.

Au-delà de ce constat, ce chapitre propose une relecture de l’architecture normative existante afin d’identifier les conditions nécessaires à une opérationnalisation effective de la collaboration interdisciplinaire. En réintégrant la création de sens partagé (*sensemaking*) comme dimension centrale de l’action collaborative, il conceptualise la nécessité d’articuler l’architecture normative de la gouvernance des environnements VICA à des dynamiques opérationnelles fondées sur l’apprentissage, l’interaction et l’intégration des savoirs, afin de soutenir une gouvernance réellement adaptative.

Ainsi, l’article présenté dans ce chapitre relie les fondements conceptuels établis au Chapitre 1 à une analyse critique de l’architecture normative internationale de la gestion des risques, et prépare à l’examen empirique des pratiques collaboratives développé dans les chapitres suivants.

2.2 Abstract

Environmental upheavals expose contemporary societies to VUCA (Volatile, Uncertain, Complex, Ambiguous) contexts requiring enhanced interdisciplinary collaboration. Yet its operationalization remains problematic. This study examines how this principle is normatively translated within international risk governance architecture. Using a mixed methodology combining Computer-Aided Text Analysis (CATA) and qualitative mechanistic analysis on a corpus of 31 guiding documents (Sendai Framework, GAR reports, ISO standards), it tests the hypothesis of a structural imbalance limiting effectiveness. Results reveal a paradox: while Governance and Vulnerability injunctions saturate the prescriptive space, Sensemaking mechanisms—essential for managing ambiguity—constitute a statistical and functional blind spot. Dynamic processes (Learning, Interaction, Integration, Participation) appear subordinated to procedural compliance. The article proposes a systemic operational architecture reintegrating sensemaking as a central pivot, articulating adaptive governance with iterative learning loops to transform rhetorical calls for collaboration into effective collective action capacities.

Keywords: Interdisciplinary collaboration; Risk governance; Volatility; Uncertainty, Complexity; Ambiguity; Sensemaking.

2.3 Introduction

Contemporary environmental upheavals generate systemic risks that expose societies to contexts characterized by Volatility, Uncertainty, Complexity, and Ambiguity (VUCA). These configurations, defined by non-linear interdependencies and cascading effects, exceed the capacities of traditional planning frameworks based on sectoral specialization and linear hierarchization (Naz *et al.*, 2021; Snowden & Boone, 2007). In this context, the literature agrees on a paradigm shift: resilience depends less on the ability to predict the hazard than on the collective capacity to integrate multiple forms of knowledge to navigate instability (Bennett & Lemoine, 2014; Weick & Sutcliffe, 2007).

While interdisciplinary collaboration is widely invoked as the sine qua non condition of adaptive governance (Bodin, 2017; Folke, 2006), its operationalization remains problematic (Vermeulen & Hémond, 2025). The main difficulty lies not only in the lack of data making it operable, but in the fragmentation of interpretative frameworks: faced with contradictory signals, actors struggle to co-construct meaning (sensemaking) beyond their disciplinary silos (Weick, 1995).

This collaborative imperative is explicitly enshrined in Principle 19(d) of the Sendai Framework, which defines risk reduction as a shared responsibility *requiring "all-of- society engagement and partnership."* By transcending centralized state management, this principle demands inclusive, accessible, and non-discriminatory participation from all stakeholders (civil society, private sector, scientific community), while paying specific attention to vulnerable groups (United Nations, 2015).

However, there is a potential tension, still largely unexplored empirically, between this rhetorical injunction and the reality of the normative mechanisms made available to actors to manage complex environments. This article proposes to examine this tension by analyzing the normative translation of interdisciplinary collaboration within the international risk management architecture. The objective is to identify the concrete mechanisms through which this principle is operationalized within an international governance architecture structured around three complementary pillars: the strategic pillar (Sendai Framework), the epistemic pillar (GAR Reports), and the procedural pillar (ISO Standards).

By deploying a mixed methodology coupling lexical analysis (Computer-Aided Text Analysis [CATA]) and qualitative mechanistic analysis on an integrated corpus of 31 guiding documents, this study tests the hypothesis that the current architecture suffers from a structural imbalance limiting its effectiveness in VUCA contexts. This corpus is structured around three pillars which, together, frame collective action:

1. A strategic pillar (Political): Constituted by the Sendai Framework (2015) and its midterm review (2023), it defines the political mandate and guiding principles of governance (N=2).

2. An analytical pillar (Epistemic): Composed of a post-2015 selection of GAR (Global Assessment Reports), it provides the systemic diagnosis and valid frameworks of thought (N=7).

3. A procedural pillar (Technical): Formed by a functional selection of ISO standards, it translates principles into operational routines of coordination and continuity (N=22).

It is the alignment of these three levels of prescription—from political mandate to technical procedure—that constitutes the object of analysis here.

The results highlight a major paradox: while governance and vulnerability saturate the normative space, sensemaking mechanisms constitute a statistical and functional blind spot that severely limits the operationalization of collaboration. To grasp the concrete mechanisms of this operationalization, this study relies on the analysis of a corpus of 31 founding documents, selected for their functional complementarity within the international risk architecture.

2.4 Materials and Methods

2.4.1 Context and justification of the analyzed normative corpus

Since the adoption of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030, international risk governance has undergone a major inflection, moving from hazard-centric management to systemic approaches, recognizing the need to link expertise and knowledge regarding both physical events and their connections to vulnerabilities. This founding document recognizes that disasters result from endogenous development processes generating structural vulnerabilities and cascading effects (United Nations, 2015). By institutionalizing "*all-of-society*" governance principles, the

Sendai Framework imposes interdisciplinary collaboration as a sine qua non condition for grasping the systemic nature of environmental upheavals. This study aims to examine how these principles are operationalized within the governance architecture, through our set of 31 selected guiding documents. The selection process and functional justification for this corpus are detailed in the following sections.

2.4.2 The strategic framework: The Sendai normative cycle

The constitution of the corpus begins with the strategic framework, composed of two documents defining the international political mandate. The Sendai Framework (United Nations, 2015) was retained as it constitutes the strategic backbone of environmental upheavals management, formalizing the rupture with the previous Hyogo paradigm and introducing systemic risk management. It opened risk management to broader perspectives, including dimensions of volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity.

This initial document is complemented in the studied corpus by the Report of the Midterm Review (United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR], 2023b).

The inclusion of this second document is justified by its corrective function: it does not merely evaluate progress but recalibrates normative expectations in the face of the emergence of crisis contexts unanticipated in 2015, such as the COVID-19 pandemic and accelerating climate impacts. The joint analysis of these two texts allows for capturing the evolution of collaboration prescriptions over a full decade.

2.4.3 The analytical framework: A post-Sendai selection of GAR report

The second component of the analyzed corpus concerns the analytical and diagnostic dimension, carried by the Global Assessment Reports (GAR). The selection (N=7) focused exclusively on editions published concurrently with or subsequent to the adoption of the Sendai Framework, integrating reports from 2015, 2019, 2021, 2022, 2023a, 2024, and 2025. This temporal inclusion criterion follows strict epistemological coherence: reports prior to 2015, focused more on physical hazard modeling, reflect a previous normative regime less relevant to the analysis of collaborative governance mechanisms targeted by this study. Conversely, the post-2015 series specifically

documents the failures of siloed governance and the need for integrated approaches, providing the essential factual basis for analyzing mechanisms of interdisciplinarity.

2.4.4 The procedural framework: A functional selection of ISO standards

The third framework of the corpus is constituted by standards from the International Organization for Standardization (ISO) (N = 22). The selection of ISO standards is justified by their role as the procedural dimension within the normative architecture.

Unlike strategic frameworks developed at the United Nations level, ISO standards provide internationally standardized prescriptions that translate high-level principles into operational mechanisms, including roles, routines, and coordination protocols.

Within this corpus, only standards prescribing mechanisms for inter-organizational coordination, collective action, or systemic adaptation were retained for analysis. Consequently, the ISO 22300 family—which provides shared terminology, principles, and requirements to help organizations anticipate, prevent, respond to, and recover from disruptions through security and business continuity management—was not included in its entirety. Standards focused exclusively on internal organizational processes, technical product specifications, or sector-specific continuity management were excluded in order to maintain a clear analytical focus on collective and inter-organizational action.

The retained standards fall into four coherent categories: the first group establishes the semantic and managerial foundations necessary for a common understanding of risk. The second codifies mechanisms for organizational resilience and climate adaptation, ensuring continuity across varying time scales. The third structure focuses on operational crisis coordination, defining protocols for incident command and information exchange.

Finally, the fourth family addresses societal engagement, offering specific guidelines for including civil society and managing complexity in VUCA environments. *Table 2.1* synthesizes the structure of the selected corpus and explicates the analytical justification for each of them:

Table 2.1 - Synthesis and justification of the analyzed corpus (N=31)

Level and function of each corpus (N=31)	Specific documents selected	Justification of selection and contribution to analysis
STRATEGIC FRAMEWORK (N=2)	United Nations (2015). <i>Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030</i> .	Political Mandate: Founding document marking the rupture towards systemic risk management and imposing "all-of-society" governance.
	UNDRR (2023b). <i>Report of the Midterm Review of the Implementation of the Sendai Framework</i> .	Recalibration: Identifies persistent obstacles at midterm and adapts normative expectations to new crisis contexts.
ANALYTICAL FRAMEWORK (N=7)	UNISDR/UNDRR (2015, 2019, 2021, 2022, 2023a, 2024, 2025). <i>Global Assessment Reports (GAR) & Special Reports</i> .	Factual Basis: Provides the diagnosis on the link between development and risk, documenting the failure of siloed governance and systemic complexity.
	ISO 31000:2018 ; ISO 22300:2021	Foundations: Establish common semantics (cooperation, coordination) and guiding principles of risk.
PROCEDURAL FRAMEWORK (N=22)	ISO 22301:2019 ; ISO 22313:2020 ; ISO 22316:2017 ; ISO 22393:2023	Continuity and Resilience: Codify structural requirements for maintaining critical functions and organizational resilience.
	ISO 14090:2019 ; ISO 14091:2021	Adaptation: Integrate mechanisms for climate change adaptation and vulnerability assessment.
	ISO 22320:2018; ISO 22322:2022; ISO 22361:2022; ISO 22325:2016; ISO 22327:2025; ISO 22332:2020	Crisis Coordination: Define operational interfaces, command mechanisms, and emergency information exchange.
	ISO 22315:2014; ISO 22319:2017; ISO 22395:2018; ISO 22396:2020; ISO	Societal Engagement: Structure interactions with civil society

22392:2020; ISO 22397:2014; ISO 22398:2013	(volunteers, vulnerable persons) and partnerships.
ISO/TS 22375:2018	Complexity: Specific methodology retained for its analysis of non- linear interdependencies in VUCA context.

This documentary structure relies on a logic of functional complementarity of the retained sources: the selection was operated to isolate prescriptive mechanisms of collective action and inter-organizational coordination, while discarding purely internal processes or those focused on hazard management without considering the context of risk occurrence. *Table 2.2* explicates the inclusion and exclusion criteria for each of our three documentary pillars.

Table 2.2 - Inclusion and exclusion criteria of the analyzed documentary corpus

Functional pillar	Inclusion criteria	Exclusion criteria	Justification
Strategic (N=2) Sendai Framework (2015) + Midterm Review (2023)	Paradigmatic cohesion criteria: Documents defining the post-2015 global political mandate; Texts formalizing the paradigm shift towards systemic risk; Documents with an "All-of-Society" scope.	Paradigmatic rupture: Previous frameworks (Hyogo Framework 2005-2015) relying on hazard-centric management; Non-global regional declarations (to maintain the global strategic level).	To capture the evolution of political prescriptions over a full decade and analyze the collaboration "mandate".
Analytical (N=7) GAR Reports (Selection 2015-2025)	Temporal cohesion criterion: Only editions published concurrently with or subsequent to the adoption of Sendai (Post-2015); Reports documenting siloed governance failures and systemic complexity.	Temporal cohesion criterion: Pre-2015 GAR reports: Excluded because focused more on physical hazard modeling and reflecting the previous normative regime. Epistemic cohesion criterion: Purely technical reports without a	To ensure epistemological coherence with the Sendai paradigm (shift from hazard to systemic risk).

		diagnostic dimension on governance.	
Procedural (N=22) ISO Standards (Families 223xx, 31000, 1409x)	Functional criterion: Standards explicitly prescribing mechanisms for inter-organizational coordination, collective action, or systemic adaptation; Standards establishing common semantics.	Epistemic coherence criterion: "Intra-organizational" standards (Focused exclusively on internal processes); Isolated sectoral continuity standards without external collaboration interfaces; Purely technical specifications.	To maintain focus on collaboration and interaction mechanisms, and not on the internal robustness of entities.

Beyond criteria specific to each functional pillar, two transversal rules structure the constitution of the corpus: (1) Formal normative status: Only documents possessing international institutional legitimacy (UN frameworks and ISO standards) are included; (2) Prescriptive nature of documents: The proposed analysis concerns only documents having a prescriptive function. Consequently, sources from scientific literature cited in the article were mobilized solely to propose an objective conceptual framing and define the analytical grids of the study.

Based on this integrated corpus, the study adopts a specific epistemological posture: it does not apprehend these guiding documents as simple reference knowledge, but as active prescriptive devices designed to structure the conditions of collective action.

2.4.5 Analytic and epistemological positioning

This study adopts an empirical-analytical posture that apprehends the international governance architecture (the documentary corpus) relative to environmental upheavals (considered as VUCA contexts) as empirical objects. It was conducted starting from observable data (systematic study of normative documents) and proposes a structured analysis based on the identification of mechanisms, action logics, or relations between different analytical pillars necessary for implementing true concrete interdisciplinary collaboration compatible with VUCA management.

Following the tradition of systematic document analysis, this approach considers documents as devices for producing and structuring collective action, capable of translating scientific and political orientations into concrete organizational and institutional mechanisms (Bowen, 2009; Power, 2007; Suchman, 1995). The analysis does not seek to evaluate the field effectiveness of these frameworks, but to understand how they configure the conditions for operationalizing interdisciplinary collaboration, identified as a necessary lever for VUCA management (Vermeulen & Hémond, 2025).

Consequently, the approach aims rather to identify prescribed action chains and functional relations between actors, to understand how general principles are translated into roles and routines (Hedström & Ylikoski, 2010; Machamer *et al.*, 2000). Building on this perspective, prescriptions are treated as "explanatory bricks" linking global objectives to coordination mechanisms required in environments marked by volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity (VUCA) (Bennett & Lemoine, 2014; Snowden & Boone, 2007).

A central epistemological pivot of this research lies in the importance accorded to absences, under-determinations, and normative silences. Indeed, in a sensemaking perspective, what is not explicitly formulated is here considered an analytical result in itself, revealing blind spots likely to hinder the operationalization of collaboration (Weick, 1995; Weick *et al.*, 2005). Finally, the study sits at the interface between science and normativity: by jointly analyzing strategic (Sendai), analytical (GAR), and procedural (ISO) instruments, it interrogates the capacity of these frameworks to support adaptive governance of VUCA risks (Pawson & Tilley, 1997).

Table 2.3 synthesizes this analytic positioning by crossing the finalities of each family of selected documentary corpus with the collaboration mechanisms they privilege:

Table 2.3 - Analysis framework of collaboration functions according to the analyzed functional pillars

Normative register	Nature of the framework	Main identified function	Dominant mechanism
Sendai	Strategic	Political commitment / Governance	« All-of-society » coordination
GAR	Analytical	Systemic diagnosis	Vulnerability analysis
ISO	Procedural	Technical operationalization	Clear routines and roles

2.5 Methodology

This section details the mixed-method protocol deployed for analyzing the corpus, articulating quantitative treatments and deep qualitative reading. Assisted by specialized text analysis software, the process follows an iterative progression structured in four levels, from conceptual framing (Phase 0) to mechanistic analysis (Phase 4), after intermediate steps of relational profiling and data stabilization.

2.5.1 Phase 0 – Conceptual framing and construction of analytical pillars

Prior to empirical analysis, a conceptual framing phase (Phase 0) was conducted to define the foundational dimensions of interdisciplinary collaboration. This structural step aims to ensure coherence between the theoretical framework and the subsequent qualitative mechanistic analysis. Based on a literature review dedicated to VUCA management (Vermeulen & Hémond, 2025), seven (7) analytical pillars were identified as necessary conditions for successful interdisciplinary collaboration: (1) Governance; (2) Vulnerability; (3) Learning; (4) Interaction; (5) Integration; (6) Participation; and (7) Sensemaking.

These pillars are not mobilized here as simple descriptive themes, but as analytical dimensions of operationalization, marking the rupture with traditional and siloed risk management and the passage to true interdisciplinary collaboration—characterized by high degrees of coordination, cooperation, and communication (Fuks *et al.*, 2007), as prescribed for VUCA risk management (Vermeulen & Hémond, 2025). The detailed theoretical justification for the choice of each pillar,

as well as the key authors mobilized to justify their definition and integration into the study, are presented in *Table 2.4* synthesizes the operational functions to which each analytical pillar refers and explicates their specific function in managing volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity.

Table 2.4 - Analytical pillars of interdisciplinary collaboration

Analytical pillar	Operational role in VUCA context management	Key authors mobilized
Governance	Shift from predictive control to structural adaptability and adaptive governance capable of managing systemic risks.	Aven & Renn (2010); Renn (2008); UNDRR (2022); IPCC (2021).
Vulnerability	Move beyond hazard-centric approaches to integrate social and institutional vulnerabilities into crisis management.	Adger <i>et al.</i> (2004); Cutter <i>et al.</i> (2003); Smit & Wandel (2006); Leach <i>et al.</i> (2010).
Learning	Foster "governance by exploration" based on feedback loops and continuous collective learning.	Berkes & Ross (2012); Breneol <i>et al.</i> (2022); Armitage <i>et al.</i> (2011).
Interaction	Distinguish true collaboration (strong interdependence) from simple coordination or cooperation.	Fuks <i>et al.</i> (2007); Castañer & Oliveira (2020); Gulati <i>et al.</i> (2012); Kretschmer & Vanneste (2016).
Integration	Synthesize knowledge to create common ground and shared methodological frameworks across disciplines.	Klein (1990); Repko & Szostak (2017); Morin (1990).
Participation	Include plural knowledge and manage interpretive tensions via participatory and inclusive processes.	Reed (2008); Mercer <i>et al.</i> (2010); Folke <i>et al.</i> (2005).
Sensemaking	Negotiate collective meaning to reduce ambiguity and enable action despite divergent interpretations.	Weick & Sutcliffe (2007); Snowden & Boone (2007); Kurtz & Snowden (2003).

2.5.2 Phase 1 – Exploratory quantitative analysis (CATA)

This step aims to objectify the distribution of the seven (7) analytical pillars within the selected corpus. To systematically treat document heterogeneity, the protocol mobilizes a Computer-Aided

Text Analysis (CATA) approach, implemented using MAXQDA Analytics Pro 2026. This method ensures coding reproducibility while minimizing reading biases (Grimmer & Stewart, 2013; Krippendorff, 2019). Data treatment follows three (3) sequential operations:

1. **Reduction of lexical complexity (lemmatization):** A lemmatization procedure was enabled within MAXQDA quantitative tools to group morphological variants (plurals, conjugations) under a single root. This normalization reduced artificial fragmentation of lexical indicators and supported coherent identification of occurrences across heterogeneous documents, without altering the original textual material.
2. **Contextual validation (KWIC):** Raw lexical occurrences were examined through concordance-based inspection (*Key Word In Context*). Occurrences were systematically interpreted within their immediate textual environment to distinguish analytically relevant usages from generic, ambiguous, or metaphorical ones (McEnery & Hardie, 2012; Sinclair, 1991). This step functioned as a contextual validation procedure, limiting false positives and reducing interpretive noise prior to subsequent qualitative analysis (Baker, 2006).
3. **Diagnosis of absences:** Frequencies are analyzed to identify "structuring absences."

Unlike a classic frequency approach, low occurrences are not discarded but treated as indicators of normative blind spots, revealing a gap between the theoretical necessity of a mechanism and its marginality in prescriptions (Neuendorf, 2017).

2.5.3 Phase 2 – Relational quantitative analysis

Phase 2 of the research is dedicated to a relational quantitative analysis, aiming to move beyond the isolated examination of lexical occurrences (Phase 1) to interrogate how the identified analytical pillars are articulated among themselves within the selected corpus.

This phase relies on the postulate that the prescriptive structuring of interdisciplinary collaboration manifests not solely through the presence of concepts, but through their relational configurations, co-occurrences, and recurrent associations in the prescriptions, recommendations, and action devices stated in the analyzed documents.

Particularly, this step allowed modeling the normative interdependencies between the strategic orientations of the Sendai Framework, the systemic diagnostics carried by the Global Assessment Reports (GAR), and the procedural requirements formulated in ISO standards. It constitutes a pivotal phase between lexical exploration (Phase 1) and mechanistic qualitative analysis (Phase 4). Recourse to relational quantitative analysis aligns with text-as-data approaches, which underscore the value of treating texts as structured sets of relations rather than simple aggregates of words (Grimmer & Stewart, 2013). This type of analysis is particularly useful for fueling systemic reflections and evolving the interpretation of our seven (7) analytical pillars. In this perspective, quantitative indicators are not mobilized to produce direct causal or interpretive inferences, but as intermediate devices for analytic structuring, allowing identification of patterns, discursive architectures, and dominant or marginal relations (Danowski, 1993; Diesner & Carley, 2005).

In sum, this second quantitative methodological phase fits into a profiling approach (profile reading) (Kuckartz & Rädiker, 2019): it does not limit itself to a simple lexical count but serves as a heuristic tool to reveal internal normative architectures and action chains prescribed by the texts (Miles *et al.*, 2014). By mobilizing comparative matrices, this phase allows understanding how our seven (7) analytical pillars are articulated or polarized.

2.5.4 Phase 3 – Inter-corpus normalization and stabilization (Quantitative)

Phase 3 aims to stabilize and empirically confirm the thematic hierarchies highlighted in previous phases, by rendering data comparable between selected documentary corpora heterogeneous in terms of volume, structure, and prescriptive density. This is explained by the fact that the heterogeneity of selected sources, while conceptually rich, constituted a potential source of interpretive biases.

Indeed, without normalization, the analysis risked confusing prescriptive density with corpus size effect. Thus, this step consists of transforming raw occurrences into relative shares (%) within each corpus. It constitutes an indispensable methodological step to ensure that observed relational profiles reflect substantive logics and not artifacts linked to text granularity (Neuendorf, 2017; Schreier, 2012).

This stabilization of occurrences allows, by extension, validating the robustness of nodes structuring the relations identified in Phase 2, prior to engaging in qualitative analysis.

Normalization answers here three complementary analytic objectives: (1) Neutralize size effects: the studied corpora (Sendai, GAR, ISO) differ strongly in length and normative density. Expressing occurrences and relations in relative shares allows comparing normative architectures independently of these differences; (2) Confirm observed relational configurations: phase 3 allows verifying if privileged relations identified in Phase 2 retain significant relative weight once normalized, or if certain relations disappear when volume effects are neutralized. (3) Provide a rigorous empirical basis for analytic prioritization: by prioritizing pillars and relations based on comparable proportions, this phase limits interpretive arbitrariness and empirically justifies the selection of configurations analyzed qualitatively in Phase 4 (Grimmer & Stewart, 2013).

Figure 2.1 and *Figure 2.2* allow visualizing the effect of normalization on the analysis.

Figure 2.2 shows the result of normalization, which allows adjusting observations made from data derived from our exploratory quantitative phase. The juxtaposition of these two visual representations thus renders visible the analytic progression of the research: from raw data observed without correction (Phase 1, *Figure 2.1*) toward thematic distributions comparable and interpretable between corpora (Phase 3, *Figure 2.2*). This graphic progression intentionally reflects the methodological progression and contributes to the transparency and traceability of the analysis.

Figure 2.1 - Occurrences of the seven analytical pillars within the three documentary

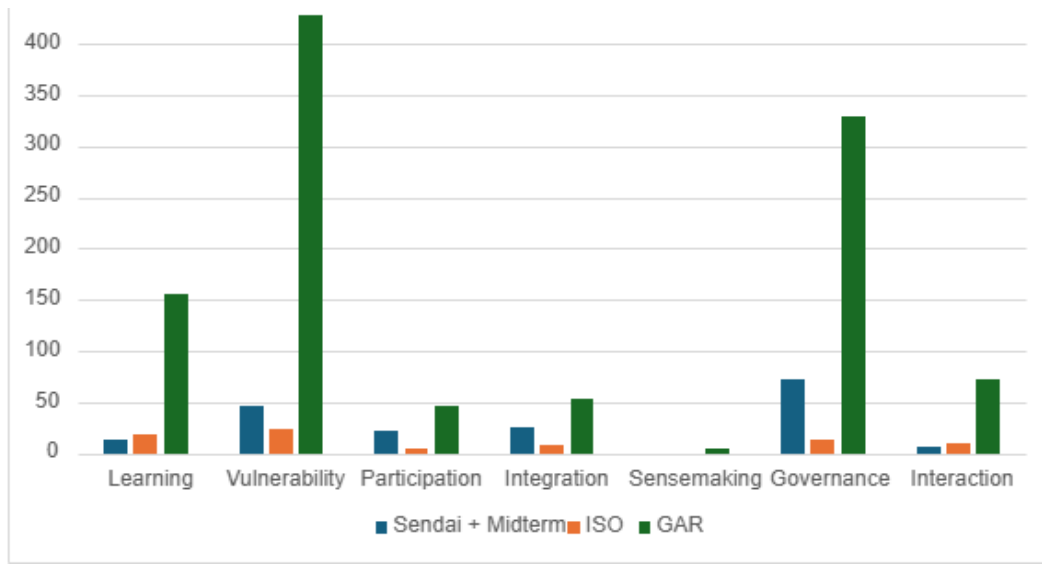
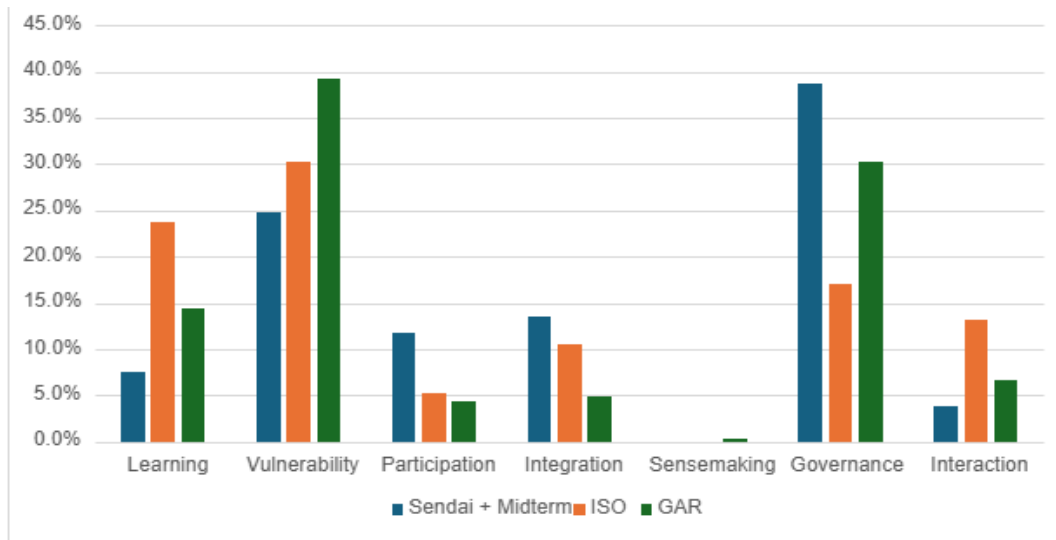


Figure 2.2 - Normalized Distribution of the Seven Analytical Pillars Across the Three Documentary Corpora



It is important to underscore that normalization was not introduced upstream of the relational analysis (Phase 2), but after it (Phase 3), in a voluntary and methodologically assumed manner: indeed, Phase 2 had the primary objective of empirically identifying the existence and structure of relations between analytical pillars, as they appear in normative texts, without prior data transformation. Introducing normalization at this stage would have risked altering the detection of relational configurations by artificially correcting relations even before they were observed.

Normalization thus intervenes as a validation and stabilization device for relational results, and not as a discovery tool. This operation allows establishing a stabilized empirical hierarchy of pillars (dominant, intermediate, or marginal), thus providing a rigorous ordering protocol to conduct the subsequent qualitative analysis, independently of the researcher's intuitions.

2.5.5 Phase 4 – Qualitative mechanistic analysis

Following the normalization phase, this fourth step aims to move beyond quantitative analysis of the documentary corpus through a qualitative mechanistic analysis of its architecture, to draw inferences on the international risk governance architecture.

2.5.5.1 Principle of mechanistic reading

This analysis aims to identify prescribed action chains, expected functional relations between actors, as well as organizational and procedural devices by which the international governance architecture seeks to structure collective action. More specifically, the choice of this mechanistic reading consists of describing entities, activities, and organized relations that produce regular or expected effects in a given system (Machamer *et al.*, 2001; Glennan, 2002). Consequently, this perspective considers prescriptions not as simple statements of principles, but as normative mechanisms linking general strategic orientations to concrete implementation modalities (Hedström & Swedberg, 1998).

2.5.5.2 Protocol for conducting qualitative mechanistic analysis

Guided by profiles stabilized in Phase 3, the qualitative analysis was conducted segment by segment according to an explicit ordering, ranging from dominant mechanisms (governance and vulnerability) toward marginal or absent mechanisms (sensemaking). This progression ensures that the reconstruction of action logics relies on empirically objectified priorities rather than solely on the discursive salience of texts.

For each pillar, reading was supported by a functional extraction grid (see *Table 2.5*). This was constructed deductively based on the writings of different authors on mechanistic analysis. This approach consisted of identifying the invariant ontological components of a mechanism in

philosophy of science and analytical sociology, to transpose them into six operational text coding variables.

The grid first retains the cardinal distinction between Actors (causal entities) and Prescribed Action (activities producing change) (Machamer *et al.*, 2000). This framework is enriched by Devices, a dimension borrowed from analytical sociology to capture concrete institutional arrangements supporting action (Craver, 2001; Mayntz, 2003). Finally, to reconstruct the complete trajectory of the mechanism, the analysis integrates its temporal bounds: conditions necessary for its triggering and the Intended Purpose (Hedström & Ylikoski, 2010).

Table 2.5 - Functional extraction grid used for mechanistic analysis

Analytical dimension	Justification of the analytical dimension	Reference sources
Actor(s)	Identifies entities (components, individuals, or groups) possessing specific properties necessary to engage in actions. Determines if the structure is centralized, distributed, or multi-level.	Machamer <i>et al.</i> (2000); Mayntz (2003); Hedström & Ylikoski (2010)
Prescribed Action (Action / Verb)	Represents the activity, designated by a verb, which is the true "producer of change" and ensures the productive continuity of the mechanism. Reveals the degree of normative constraint (e.g., ensure vs. encourage).	Machamer <i>et al.</i> (2000); Hedström & Ylikoski (2010)
Object of Action	Defines the concrete target of the activity (coordination, data, capacities). Corresponds to the organization of interactions to produce the effect of interest.	Machamer <i>et al.</i> (2000); Hedström & Ylikoski (2010)
Device / Modality	Describes the spatial and temporal organization or institutional arrangements (platforms, routines) supporting the mechanism. Indicates if action relies on concrete tools or abstract commitments.	Machamer <i>et al.</i> (2000); Craver (2001); Mayntz (2003)
Intended Purpose	Corresponds to termination conditions or the privileged final state produced by the mechanism. A mechanism is always defined "for" something (an effect or phenomenon).	Machamer <i>et al.</i> (2000); Hedström & Ylikoski (2010)

Conditions / Scope	Identifies initial conditions (set-up conditions) or the specific context (e.g., VUCA) necessary for the triggering and regularity of the mechanism.	Machamer <i>et al.</i> (2000); Mayntz (2003); Elster (1989)
---------------------------	--	---

To conclude this methodology part, *Table 2.6* synthesizes the four (4) successive methodological steps having led to the mechanistic reading and results that will be presented in the next section:

Table 2.6 - Presentation of the levels of analysis pursued

Analytical level	Approach	Tools / Features	Main objective	Methodological role	Status of results
Level 1 – Exploratory	Quantitative (lexical)	Word Explorer / word matrices (MAXQDA)	Identify dominant lexical fields and guide the construction of conceptual codes.	Corpus exploration, initial analytical framing.	No direct interpretive results.
Level 2 – Relational	Quantitative (relational)	Segment Matrix (relations between codes) (MAXQDA)	Highlight the most frequent and structuring relations between analytical dimensions.	Global mapping of dominant configurations; hierarchy of codes.	Intermediate results (relational patterns).
Level 3 – Stabilization	Quantitative (confirmatory)	Normalization of segment matrices (Excel, based on relational matrices from MAXQDA)	Confirm and stabilize the dominant configurations identified at Level 2.	Bridge between relational analysis and qualitative analysis; reduction of arbitrariness.	Structuring step (non-interpretive).

Level 4 – In-depth Analysis	Qualitative (mechanistic)	Manual analysis of selected segments	Reconstruct the normative mechanisms by which action is structured.	Fine-grained interpretation of prescriptions (actors, actions, devices, purposes).	Central analytical results (mechanisms).
------------------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---	--	--

2.6 Results

This section articulates the empirical diagnosis derived from the mixed-method analysis, laying the foundation for an architecture to operationalize interdisciplinary collaboration.

Building on the findings presented herein, it starts from the observation of the structural imbalance revealed by the data to propose a reconfiguration of collaboration mechanisms adapted to VUCA contexts.

2.6.1 Normative imbalance

The quantitative analysis (Phases 1 to 3) objectified a strict hierarchy in the mobilization of collaboration mechanisms. As illustrated in *Table 2.7*, the international normative architecture does not treat the pillars of collaboration equally. The analysis reveals a hegemony of the Governance-Vulnerability binomial, which retains massive overrepresentation even after data normalization, cumulatively accounting for 60.1% of the global normative weight (28.7% and 31.4% respectively). In stark contrast, the process of Sensemaking suffers from near-total marginalization (0.1%), constituting a major statistical and conceptual blind spot. Between these extremes, the cognitive and relational mechanisms identified in the literature as the core of interdisciplinary collaboration—Learning, Integration, Interaction, Participation—remain underrepresented, forming only a secondary fabric of the normative architecture (39.8% of the normative weight for the four combined).

Moreover, the marginalization of the pillar Sensemaking (2 occurrences out of 1800 coded segments) contrasts radically with recommendations from scientific literature on complexity (Weick & Sutcliffe, 2007; Snowden & Boone, 2007) and collaborative dynamics (Fuks *et al.*, 2007),

which define it as the critical competence for managing ambiguity (Bennett & Lemoine, 2014; Vermeulen & Hémond, 2025).

Table 2.7 highlights the underrepresentation of Sensemaking and the dominance of the Governance- Vulnerability binomial:

Table 2.7 - Empirical density and representativeness of the 7 analytical pillars before and after normalization

Analytical pillar	Rank (Phase 1)	Raw mentions (Frequency)	Rank (Phase 3)	Average normalized Weight (%)	Status identified in the corpus
Vulnerability	2	663	1	31.4 %	Dominant (Object of action) - Central in GAR and ISO.
Governance	1	718	2	28.7 %	Dominant (Structure) - Omnipresent.
Learning	3	224	3	15.2 %	Intermediate - Often reduced to post-crisis lessons learned. Mainly in GAR.
Integration	5	95	4	9.6 %	Intermediate - Principle of policy coherence (mainstreaming).
Interaction	4	104	5	7.9 %	Weak - Often implicit or limited to administrative coordination.
Participation	6	91	6	7.1 %	Weak - Often conditional or consultative.
Sensemaking	7	2	7	0.1 %	Marginal / Absent - Quasi-non-existent, constituting the critical blind spot.

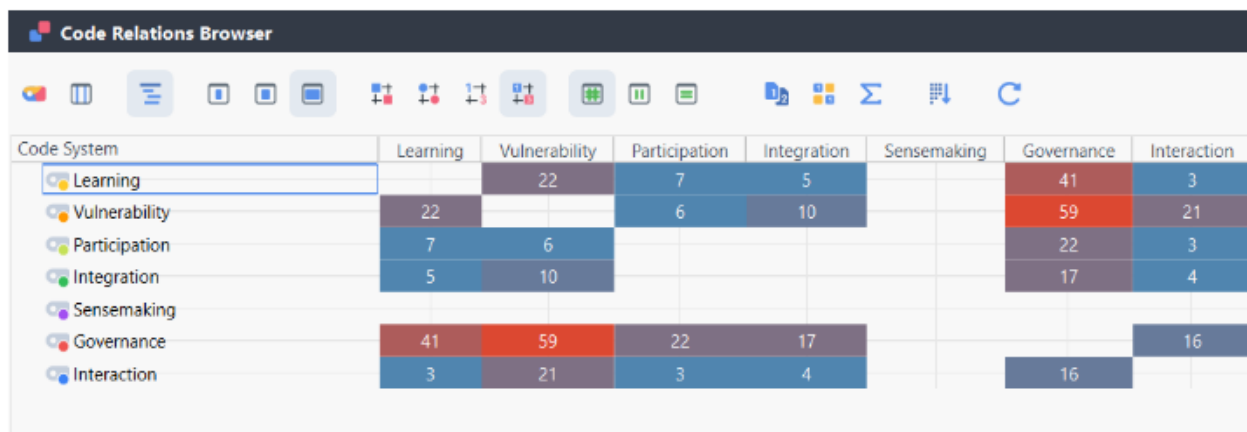
This imbalance (Sensemaking representing 0.1% of normative discourse versus nearly 60% for the Governance-Vulnerability binomial) reveals an intrinsic vulnerability of current frameworks: they are designed to structure action (Governance) on known objects (Vulnerability) but lack mechanisms to navigate ambiguity (Sensemaking). However, lexical scarcity does not necessarily imply functional irrelevance.

To confirm if this quantitative marginalization translates into a structural isolation, it is necessary to examine how these pillars connect—or fail to connect—within the texts. The following relational analysis addresses this question.

2.6.2 Unequal relational architecture

Beyond isolated frequencies, the analysis of co-occurrences (Phase 2) mapped the internal structure of the normative discourse. By treating texts as networks of relations (*text-as-data*), the relational matrix (see *Figure 2.3*) confirms that collaboration is not a uniform mesh but is organized around inequitable axes of force.

Figure 2.3 - Relational matrix



The relational matrix was interpreted using profile reading, where each analytical pillar was examined as a relational profile defined by its co-occurrence patterns with other pillars. Rather than focusing on isolated relations, the analysis compared the global configuration and relative density of these profiles to identify dominant, secondary, and peripheral mechanisms within the normative corpus (Miles *et al.*, 2014; Kuckartz & Rädiker, 2019). The analysis of this matrix highlights that

Governance displays the highest connectivity, acting as the central "node" connecting other dimensions. The densest link in the corpus unites Governance to Vulnerability, confirming that the primary purpose of prescribed governance is the reduction of vulnerabilities. Conversely, the most critical result is the confirmation of the topological isolation of Sensemaking, even within the relational matrix, confirming its marginalization observed in Phase 1. Unlike Learning or Interaction, which benefit from secondary links, sensemaking connects to nothing in the current architecture, confirming it constitutes not only a quantitative but also a functional blind spot.

2.6.3 *Functional subordination of intermediate pillars*

The analysis of the relational matrix (*Figure 2.3*) allows moving beyond simple frequencies to interrogate the actual function of intermediate pillars. Theoretically, Learning, Integration, Interaction, and Participation constitute the engines of adaptability in VUCA contexts (as highlighted in Phase 0). However, the mechanistic analysis (Phase 4) reveals that these pillars do not function as autonomous strategic levers. Data indicate they undergo a functional subordination, being systematically codified to serve the compliance imperatives of the dominant Governance-Vulnerability binomial.

2.6.3.1 Integration and Interaction: Administrative coordination without synthesis

While Integration (9.6%) and Interaction (7.9%) occupy an honorable statistical place within the studied corpora, their qualitative nature differs radically from theoretical expectations. Examination of prescribed action chains shows they are rarely defined as spaces for cognitive synthesis or fertile friction between disciplines. In most analyzed documents, these concepts are translated into imperatives of "policy coherence" and technical interoperability. The primary function assigned to interaction is not to co-construct new solutions in the face of VUCA contexts, but to fluidify standardized information exchanges to avoid administrative duplication (International Organization for Standardization, 2018c, 2020c).

Interaction is thus reduced to a flow management mechanism rather than a facilitator of collaboration. Consequently, these mechanisms operate as tools for static alignment rather than as engines for the dynamic adaptation required by systemic risks (Snowden & Boone, 2007; Vermeulen & Hémond, 2025).

2.6.3.2 Participation: A utilitarian and consultative role

A similar instrumental logic constrains Participation (7.1%): although the "all-of-society" principle saturates the rhetoric of the Sendai Framework, identified operational mechanisms tend to reduce stakeholders to utilitarian roles. Text analysis reveals that Participation is mobilized primarily for two purposes: (1) ensuring the social legitimacy of decisions made upstream; or (2) providing supplementary logistical resources (such as spontaneous volunteers described in ISO 22319) during crisis response. Strategic co-construction spaces, where participation would allow redefining problems (United Nations, 2015), are absent from identified prescriptive mechanisms, thus reduced to vertical governance. This instrumentalization deprives the system of the epistemic diversity necessary to apprehend complex risks, effectively trading the social learning required for agile adaptation for a static institutional legitimacy (Berkes & Ross, 2013; Reed, 2008).

2.6.3.3 Learning: Confinement to single-loop

Finally, the treatment of Learning (15.2%) perfectly illustrates this subordination dynamic. Although it is the best-represented intermediate pillar, qualitative analysis demonstrates it remains confined to a "single-loop learning" logic. In other words, mechanisms for feedback (lessons learned) and exercises (e.g. ISO 22398) are designed to detect performance gaps and correct existing procedures. They aim to optimize the system in place ("doing things better") without instituting the reflexive processes necessary to question underlying paradigms ("asking if we are doing the right things").

Face to radical uncertainty, this form of learning also reinforces procedural robustness but limits cognitive agility (International Organization for Standardization, 2013; UNDRR, 2023b).

2.6.3.4 Results of the mechanistic analysis

This final analysis step aims to reconstruct prescribed action logics. This section decomposes normative prescriptions into causal units—actors, actions, objects, devices, and purposes—to understand how the international risk governance architecture (and by extension, VUCA risk management) concretely attempts to organize collaboration.

2.6.3.5 Vulnerability and Governance: The structural backbone of the system

The mechanistic analysis confirms that Vulnerability (31.4%) is not treated as a simple contextual variable, but as the central object of transformation around which action is organized. In GAR reports and the Sendai Framework, it is defined as a dynamic property endogenous to development processes.

The prescribed mechanism to manage it relies on a logic of "disaggregation": actors (States, scientific communities) are enjoined to assess risk by decomposing data by gender, age, disability, and socio-economic status (United Nations, 2015; UNDRR, 2022). The central technical device identified takes the form of a Data Tracking System, whose purpose is to make vulnerability factors visible to enable targeted interventions. Thus, interdisciplinary collaboration is prescribed here not for itself, but as a necessary means to grasp this factorial complexity.

Mirroring this, Governance (28.7%) does not appear as a fluid interaction modality, but as an architecture of responsibility and vertical coordination. Analysis of Sendai Framework segments reveals that the governance mechanism relies on a dialectical tension: on one hand, it reaffirms the "primary responsibility" of the State in prevention and risk reduction; on the other, it institutes an "all-of-society" approach distributing execution toward stakeholders (private sector, civil society) (United Nations, 2015).

Concretely, the action of governing is translated by structuring verbs such as "coordinate," "align," and "ensure coherence." Privileged devices are institutional— national and regional platforms, legislative frameworks, accountability mechanisms—and aim to ensure compliance of sectoral actions with the prevailing national strategy. The analysis shows that governance is designed to guarantee stability and institutional order, favoring procedural compliance over the agile adaptation recommended in VUCA contexts (Bennett & Lemoine, 2014; Weick & Sutcliffe, 2007; Snowden & Boone, 2007; Vermeulen & Hémond, 2025).

2.6.3.6 Mechanistic subordination of intermediate pillars

Examination of mechanisms associated with intermediate pillars—Learning, Interaction, Integration, and Participation—reveals they do not function as autonomous strategic levers, but as execution modalities subordinated to the governance architecture.

Regarding Learning (15.2%), analysis of ISO standards and UN texts shows it is mostly codified under the angle of continuous improvement and lessons learned. The temporal mechanism is retrospective: it involves analyzing gaps between the prescribed and the real after an event or exercise to correct existing procedures. This type of learning corresponds to a "single-loop" logic, aiming at optimizing the system in place without questioning its founding paradigms (Armitage *et al.*, 2011). Associated devices (audits, management reviews, post-disaster reports) serve procedural performance rather than the exploration of new knowledge in the face of uncertainty.

Similarly, Interaction (7.9%) and Integration (9.6%) are rarely defined as processes of cognitive synthesis across heterogeneous forms of knowledge. In ISO standards in particular, interaction is predominantly operationalized as a technical process of information exchange and semantic interoperability between systems and organizations (International Organization for Standardization, 2018c, 2020c). The emphasis lies less on fostering productive friction between disciplines than on ensuring fluid data transmission between agencies in order to support the construction of a Common Operational Picture (International Organization for Standardization, 2018c).

Participation (7.1%), while strongly valued at a rhetorical level, is primarily framed as a consultative function or as the mobilization of supplementary operational resources— such as spontaneous volunteers in ISO 22319—within clearly delimited roles designed to preserve the integrity of established command-and-control structures (International Organization for Standardization, 2017a).

2.6.3.7 Structuring absence of an interpretation mechanism

The most critical result of the qualitative analysis lies in the absence of formal mechanisms for Sensemaking (0.1%). Except for two isolated mentions in GAR reports, the analyzed corpora prescribe no device to negotiate meaning in situations of ambiguity.

The analysis of silence reveals that texts operate a conceptual substitution: they treat ambiguity (lack of clarity of meaning) as uncertainty (lack of data).

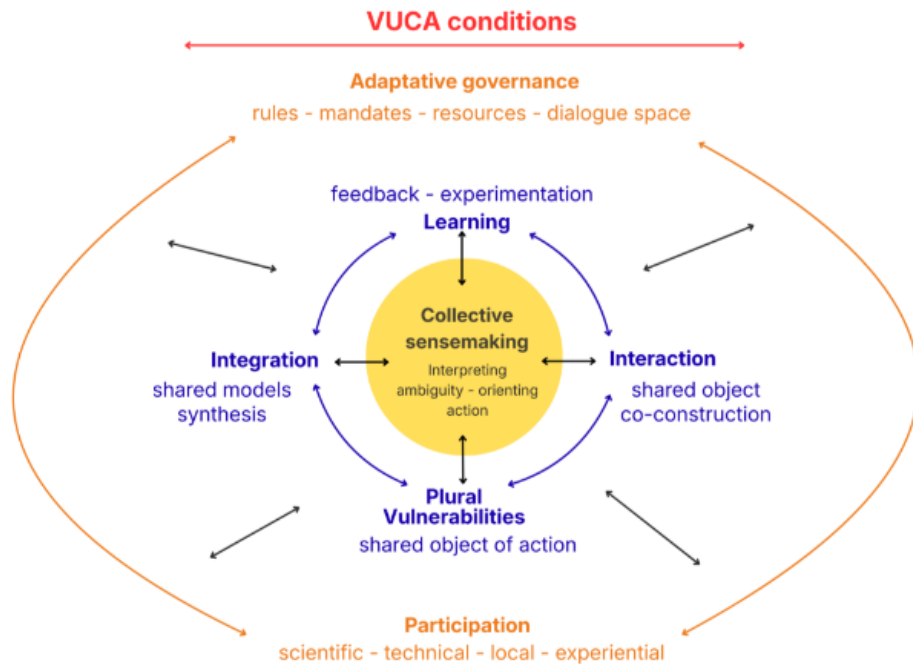
Consequently, prescribed mechanisms focus exclusively on information accumulation, but no protocols exist to manage conflicting interpretations or the collapse of reference frameworks, which are nonetheless characteristics of systemic crises (GAR, 2022) and VUCA environments (Bennett & Lemoine, 2014; Vermeulen & Hémond, 2025). This "structuring absence" means the current normative architecture is designed to function as long as reality matches pre-established models but is devoid of the cognitive function necessary to reinvent these models when reality diverges or to cope with dynamic contexts.

2.7 Discussion: An architecture for operationalizing interdisciplinary collaboration in VUCA contexts

The mechanistic analysis revealed a structural paradox: while the injunction to collaborate is omnipresent in the literature encompassing the management of VUCA environments (e.g., environmental upheavals) (Vermeulen & Hémond, 2025), the guiding documents that currently orient it rely on an unbalanced architecture. This architecture privileges procedural compliance (Governance) and static measurement (Vulnerability) to the detriment of adjustment and adaptation capacities (Sensemaking, Learning, Participation, Interaction, Integration).

To bridge these "structuring absences" and make collaboration operational in the face of VUCA contexts, this section proposes an integrated framework (see *Fig 2.4*). This model does not add to existing norms but re-articulates the seven identified pillars around a central cognitive pivot: Collective sensemaking. It places the four intermediate pillars back at the center of the management process, positioning them within a dynamic and iterative system structured by feedback loops, where learning, interaction, and integration mutually fuel one another to transform vulnerability continuously.

Figure 2.4 - Framework guiding the operationalization of interdisciplinary collaboration in VUCA contexts



The following sections present the different levels of the proposed framework, which reorganizes the central dimensions of VUCA environment management.

2.7.1 *The Strategic envelope: polycentric governance and transversal participation*

In the proposed model, Governance and Participation constitute the external strategic envelope that secures and legitimizes collective action. Unlike the dominant hierarchical vision, governance is here reconfigured as a polycentric architecture. Its primary function is the creation of "enabling conditions" (resources, mandates) that allow for the emergence of autonomous local responses while ensuring global coherence (Ostrom, 2010; UNDRR, 2022). In parallel, Participation becomes a transversal condition of validity. In accordance with the Sendai "all-of-society" principle, it ensures the continuous integration of local and experiential knowledge, guaranteeing that the sense constructed at the center of the system reflects field reality (Reed, 2008).

2.7.2 *The cognitive pivot: Institutionalizing sensemaking*

The core of the model addresses the major statistical blind spot of the study (0.1% of occurrences) by positioning Sensemaking as the integrating pivot. Faced with ambiguity, this pivot acts as a

central processor transforming weak signals into a shared "strategic compass." Its operationalization relies on mechanisms of cross-interpretation (e.g., constructive dissensus workshops) and scenario planning, allowing for navigation of uncertainty where predictive models fail (Weick & Sutcliffe, 2007; Bennett & Lemoine, 2014).

2.7.3 Dynamic operational loops: Learning, Interaction, Integration, and Vulnerability

The cognitive core pulses energy toward a unique operational cycle composed of four interdependent elements. In this loop, Vulnerability is not a static finality, but an active component that is continually re-evaluated and transformed by collective action. The operational loops function iteratively via multiple feedback mechanisms:

- **Learning (Engine):** Shifts from a corrective logic (*single-loop*) to an adaptive engine (*double-loop*). Via methodologies inspired by forensic sciences (GAR, 2021), it interrogates the root causes of failures and favors experimentation (*learning by doing*) to adjust trajectories in real-time (Armitage *et al.*, 2011).
- **Integration and Interaction (Binders):** Ensure the synthesis of models and break sectoral silos. Interaction moves beyond simple administrative coordination to aim for strong interdependence where resources are co-constructed (Klein, 1990).
- **Plural Vulnerabilities (Dynamic object):** Integrated into the heart of the loop, Vulnerability is treated as a relational and evolving variable. It is monitored by integrated data systems (*Data Tracking Systems*) that continuously cross-reference disaggregated statistical indicators (e.g., gender, disability, socio-economic). In the proposed model, data on vulnerability has notably been pluralized to contrast with the idea of a global vulnerability devoid of granularity and contextual depth, in order to better grasp specific risk configurations (Cutter *et al.*, 2003; United Nations, 2015; UNDRR, 2022, 2024).
- To summarize this architecture, *Table 2.8* provides a synthesis of the proposed systemic model, detailing the analytical pillars associated with each level of operationalization and their key operational roles.

Table 2.8 - Synthesis of the proposed systemic model for operationalization

Level of operationalization	Associated analytical pillars	Key operational role in the model
1. Strategic envelope	Governance & Participation	Provide the architecture of legitimacy and resources: Secure the conditions for collective action through a polycentric and inclusive (<i>"all-of society"</i>) approach.
2. Integrative pivot	Sensemaking	Filling the blind spot: Act as the central processor interpreting the ambiguity of VUCA signals to transform uncertainty into a common strategic orientation.
3. Operational loops	Learning, Integration, Interaction & Plural Vulnerabilities	Dynamic action cycle: Learning through experimentation and interdisciplinary interaction continuously transform vulnerability, which feeds back into the system via dynamic data (<i>Data Tracking</i>).

The proposed framework illustrates this systemic dynamic: the Governance envelope protects a rapid operational cycle where Learning, Interaction, and Vulnerability mutually feed each other, all piloted by the central pivot of sensemaking. This central core is powered by an operational cycle where continuous learning, founded on experimentation, allows for correcting trajectories (Berkes & Ross, 2012; Lempert *et al.*, 2018). Interaction between actors constitutes the relational substrate necessary for the co-construction of solutions (Bodin, 2017), while Integration ensures the synthesis of models and the rupture with hyper-specialization (Klein, 1990; Repko & Szostak, 2017). In this model, partially inspired by recommendations from GAR 2022, vulnerabilities are no longer treated in silos but as a shared object of action, whose structural transformation becomes the finality of the system. The entire framework is supported by inclusive participation (scientific,

technical, local, and experiential), identified as the condition of legitimacy and effectiveness of collective action (Reed, 2008; Mercer *et al.*, 2010).

Finally, the robustness of this framework depends on iterative feedback loops that allow for constant adjustment of development trajectories in the face of systemic risks (GAR, 2021).

2.8 Conclusions

This work highlights a fundamental paradox at the heart of contemporary risk governance: while interdisciplinary collaboration is widely invoked as the *sine qua non* condition of collective action in VUCA contexts (such as environmental upheavals), the international frameworks supposed to operationalize it rely on a structurally unbalanced architecture. By privileging institutional stability, procedural formalization, and organizational coordination, these frameworks prove effective for dealing with "complicated" systems (where cause-and-effect relations are knowable), but remain fragile in the face of the complexity, uncertainty, and ambiguity characterizing current environmental upheavals (Snowden & Boone, 2007). The efficiency of collective action depends, therefore, less on the perfection of compliance devices than on the capacity of actors to collectively interpret unstable situations (Weick & Sutcliffe, 2007).

The mechanistic analysis deployed in this study allowed moving beyond a declarative reading to reconstruct actual logic of action. It demonstrates that while Governance and Vulnerability saturate the framework of existing texts (more than 60% of the normative weight), dynamic processes—Learning, Integration, Interaction, and Participation—undergo a functional subordination, being reduced to administrative coordination tasks rather than true levers of adaptation (Armitage *et al.*, 2011). Even more critically, the analysis highlighted Sensemaking as a quasi-total statistical and conceptual "blind spot" (0.1%), revealing that current norms prescribe information processing (*data processing*) but ignore meaning construction (*meaning making*). This deficit drastically limits the system's resilience when habitual frames of reference become inoperative (Weick, 1995).

The proposed operationalization architecture aims to correct this imbalance by re-articulating the seven (7) existing pillars within an integrated systemic model. Structurally, this framework is organized around three functional levels: (1) a strategic envelope where Adaptive governance and Participation ensure institutional legitimacy and resource allocation; (2) dynamic operational loops

in which Learning, Interaction, and Integration actively collaborate to transform Plural vulnerabilities; and (3) a central cognitive pivot relying on explicit mechanisms of Collective sensemaking. By placing the co-construction of meaning at the heart of this device, this model offers a roadmap to transform the normative injunction to collaborate into effective capacities for navigation in uncertainty (Klein, 1990).

By focusing the analysis on the supranational normative architecture (Sendai, ISO, GAR), this study deliberately excluded local variations and informal community initiatives. This macroscopic focus nevertheless allows formulating a critical observation: if major international frameworks fail to equip territorial and operational echelons with explicit mechanisms for sensemaking, they create a "doctrinal void" that weakens the entire governance chain of VUCA environment management. The potential inability of local bodies to operationalize interdisciplinary collaboration must therefore not be read as an execution failure, but as the logical consequence of a structural deficiency at the summit of the normative edifice. Future research should therefore explore the local level to determine if forms of *Sensemaking* emerge spontaneously "despite" the norm, or if this supranational deficit lastingly inhibits adaptive innovation on the ground.

Transcending simple technical engineering or procedural adjustment, the adoption of this operationalization architecture demands a cultural reconfiguration of risk governance. It postulates a necessary "epistemic humility," acknowledging that no entity—whether sectoral, disciplinary, or institutional—holds the monopoly on solutions to systemic dynamics (Ostrom, 2010; Bodin, 2017). This paradigm shift invites, therefore, the cultivation of distributed collective intelligence, where processes of learning, interaction, and sensemaking no longer aim to artificially reduce uncertainty through control, but to navigate effectively in its presence, at the heart of environmental upheavals (Weick & Sutcliffe, 2007; Snowden & Boone, 2007).

2.9 Conclusion du Chapitre 2

Ce chapitre a permis de prolonger les fondements conceptuels établis au Chapitre 1 en examinant leur traduction au sein de l'architecture normative internationale de la gouvernance des risques. Il apparaît ainsi que, malgré une reconnaissance largement partagée de la collaboration interdisciplinaire comme levier central dans les environnements de type VUCA (Bennett & Lemoine,

2014 ; Weick & Sutcliffe, 2007 ; UNDRR, 2022), sa mise en œuvre demeure partielle. Afin de mieux comprendre cet écart entre les apports théoriques et leur mise en pratique, ce chapitre analyse la manière dont les principes issus de la littérature sur l'action collaborative sont traduits (ou partiellement traduits) au sein des cadres normatifs internationaux.

L'analyse conduite a permis de montrer un biais vers certaines dimensions de l'action collaborative, notamment en matière de structuration institutionnelle et de gestion des vulnérabilités (United Nations, 2015 ; UNDRR, 2022). En revanche, elle a mis en évidence un sous-investissement dans les mécanismes permettant de soutenir la construction de sens partagé (*sensemaking*), pourtant identifiés comme essentiels dans la littérature (Weick, 1995 ; Snowden & Boone, 2007).

Dans cette perspective, les résultats de ce deuxième chapitre suggèrent que les limites observées dans l'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire ne relèvent pas d'un décalage entre théorie et pratique imputable aux acteurs, mais s'inscrivent dans un espace intermédiaire, celui de l'architecture normative, qui conditionne la manière dont les principes théoriques sont traduits et mis en œuvre. Ainsi, loin d'incriminer les pratiques de terrain, cette analyse met en évidence le rôle structurant des cadres normatifs dans l'orientation des dynamiques collaboratives (Power, 2007; Suchman, 1995).

Toutefois, si cette analyse met en lumière certaines limites structurelles à l'échelle des cadres internationaux, elle ne permet pas, à ce stade, de saisir pleinement la manière dont ces prescriptions sont appropriées ou adaptées dans la pratique.

En effet, comme le suggèrent plusieurs travaux, les acteurs évoluant dans des contextes complexes développent fréquemment des formes d'ajustement situées, fondées sur des dynamiques relationnelles, des mécanismes informels de coordination et des processus de construction de sens en situation (Bodin, 2017 ; Weick & Sutcliffe, 2007). Dès lors, la compréhension des dynamiques collaboratives en contextes VICA ne peut être complète sans une analyse empirique des pratiques. C'est précisément l'objectif du chapitre suivant. En mobilisant des entretiens réalisés auprès d'acteurs de la sécurité civile, le Chapitre 3 vise à examiner la manière dont la collaboration interdisciplinaire est concrètement mise en œuvre sur le terrain, ainsi que les obstacles et les leviers qui structurent ces pratiques.

Ainsi, ce chapitre marque une étape charnière dans la démarche de recherche, en opérant la transition entre une analyse conceptuelle et normative, et une investigation empirique ancrée dans les réalités opérationnelles, dans la perspective de mieux comprendre les conditions de mise en œuvre de la collaboration interdisciplinaire en contextes VICA.

CHAPITRE 3

Article 3 - De la prescription à l'action: cartographie des leviers à la collaboration interdisciplinaire en sécurité civile.

Vermeulen, V., & Hémond, Y. (2026c). *Rethinking the ecosystem of collaboration in civil security: a mapping of collaborative levers in VUCA contexts*. Manuscript submitted for publication.

3.1 Mise en contexte et présentation de l'Article 3

Comme l'a mis en évidence la conclusion du Chapitre 2, l'architecture normative internationale de la gestion des risques présente certains déséquilibres dans la manière dont elle intègre les mécanismes nécessaires à l'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire. En particulier, la place accordée aux processus de construction de sens partagé (*sensemaking*) apparaît limitée au regard de leur rôle dans la gestion de l'ambiguïté et de la volatilité des contextes VICA (Weick & Sutcliffe, 2007 ; Snowden & Boone, 2007).

Dans cette perspective, une question se pose pour la suite de la recherche: si les dispositifs prescriptifs n'intègrent que partiellement ces mécanismes, comment les acteurs de la sécurité civile s'organisent-ils concrètement sur le terrain lorsqu'ils sont confrontés à ces contextes?

Ce troisième chapitre, qui constitue la troisième phase méthodologique de la thèse, répond à cette interrogation en introduisant une investigation empirique des dynamiques collaboratives en sécurité civile. Il vise à confronter les analyses conceptuelles et normatives développées dans les chapitres précédents aux réalités opérationnelles. Pour ce faire, cet article s'appuie sur un devis qualitatif exploratoire et compréhensif, enrichi d'une quantification descriptive, basé sur 26 entretiens semi-dirigés menés auprès de professionnels de la gestion des risques et de la sécurité civile au Québec (Creswell, 2009 ; Miles *et al.*, 2014).

Dans cette perspective, l'objectif de cet article est d'analyser la manière dont la collaboration interdisciplinaire est concrètement mise en œuvre dans la pratique, en identifiant les obstacles rencontrés par les acteurs, ainsi que les leviers et les formes d'adaptation qu'ils mobilisent pour

faire face aux contraintes des environnements VICA. Il s'agit ainsi de mieux comprendre comment les dynamiques collaboratives se construisent dans des contextes marqués à la fois par des prescriptions formelles et par des ajustements situés.

En articulant ces résultats empiriques aux analyses précédentes, ce chapitre vise à éclairer les conditions effectives de mise en œuvre de la collaboration interdisciplinaire, et à contribuer à une compréhension plus fine des mécanismes permettant de soutenir l'action collective en contextes complexes.

3.2 Abstract

This article examines interdisciplinary collaboration in the volatile, uncertain, complex, and ambiguous (VUCA) environments that characterize contemporary crises. As traditional siloed models reach their limits during systemic disruptions, this research identifies the needs, collaborative levers, and adaptive mechanisms of civil security practitioners.

Based on 26 semi-structured interviews in Quebec (Canada), the study employs qualitative analysis supported by descriptive quantification, combining hybrid coding and pattern recognition.

Findings show that hyper-structuring within traditional institutional systems leads to operational paralysis and accountability dilution. In response, practitioners rely on informal networks to bypass rigid structures, while communication barriers highlight the need to institutionalize shared sensemaking. Results also underscore a necessary shift toward citizen agency, positioning the social fabric as a critical first line of response supporting formal institutional capacities.

Ultimately, the study proposes a conceptual map of an “organic ecosystem of facilitation,” emphasizing non-fragmented governance, institutionalized sensemaking, and community integration.

Keywords: Interdisciplinary collaboration; Civil security; VUCA environments; Citizen agency; Non-fragmented governance; Facilitation; Shared Meaning; Institutional rigidity

3.3 Introduction

Risk management related to the environment in civil security has profoundly changed in recent years. Today, climate hazards are generally no longer isolated events. Indeed, they are now most often embedded in large-scale cascading disruptions. These, moreover, originate in the entanglement between physical hazards and social vulnerabilities, simultaneously destabilizing infrastructures, institutions, and decision-making processes (Helbing, 2013; Leach *et al.*, 2010; UNDRR, 2022; Weick & Sutcliffe, 2007). To respond to this new reality, traditional predictive models are now insufficient. Indeed, the classical approach, in which each discipline works in isolation, appears to have reached its limits (Aven, 2020; UNDRR, 2022). Thus, the consequences of a crisis are now so extensive that no single actor or organization possesses all the resources, legal authority, and technical knowledge required to address them, making interdisciplinary collaboration an operational imperative to anticipate hazards, manage the unexpected, and avoid exceeding organizational capacities (Bennett & Lemoine, 2014; Weick & Sutcliffe, 2007; Vermeulen & Hémond, 2025).

To be able to manage these volatile, uncertain, complex, and ambiguous (VUCA) contexts (Bennett & Lemoine, 2014), the governance of interdisciplinary collaboration nevertheless appears to suffer from a profound structural imbalance limiting its concrete operationalization (Bodin, 2017; Folke, 2006). Indeed, relying heavily on procedural and institutional compliance, the normative architecture governing the field of civil security seems to marginalize the mechanisms of collective sensemaking that are nevertheless essential to support collaborative processes (Kurtz & Snowden, 2003; Weick, 1995; Weick & Sutcliffe, 2007; Weick, Sutcliffe & Obstfeld, 2005; Fuks *et al.*, 2007; Vermeulen & Hémond, 2025; 2026a). While the scientific consensus around the need to break down disciplinary silos and promote interdisciplinary collaboration is gaining visibility, significant gaps therefore remain in understanding the dynamics that actually unfold in practice. To address these gaps, this study identifies the mechanisms of interdisciplinary collaboration based on the discourse of civil security professionals. The contribution of the study is threefold: (1) to show how actors currently bypass formal mechanisms to cope with VUCA contexts; (2) to identify how to overcome the obstacle of shared sensemaking, which paralyzes decision-making and leads to a dilution of accountability, or even to operational failure; and (3) to analyze how risk education and

the strengthening of the social fabric can enhance institutional management capacities in order to prevent them from being exceeded.

Understanding these empirical dynamics can prove useful for multiple audiences (Creswell, 2009). First, for policymakers and managers, the findings invite a rethinking of the normative architecture to adapt it to the new realities on the ground (Aven & Renn, 2010; UNDRR, 2022). Second, for practitioners, it offers concrete avenues to activate adaptive levers of action in the face of unpredictability (Snowden & Boone, 2007; Weick & Sutcliffe, 2007). Finally, for communities, it proposes a transition toward greater citizen agency, by restoring an active role for the community level within the civil security ecosystem (Berkes & Ross, 2012; Reed, 2008).

Finally, in order to consolidate and visually represent the results of this interpretive approach (Miles *et al.*, 2014), the analysis proposes a conceptual map illustrating a genuine “organic ecosystem of facilitation,” as it emerges from the discourse of professionals in the field. More specifically, this map aims to conceptualize how a facilitation capacity in civil security can help overcome the main obstacles identified in order to collaborate interdisciplinarily and respond to the new imperatives brought about by VUCA contexts.

3.4 Methodology

3.4.1 Epistemological positioning and general approach

From an epistemological standpoint, this study adopts an exploratory and interpretive approach, grounded in the interpretive paradigm (Creswell, 2009). The methodological objective of this research is to understand and map the complexity of collaborative dynamics as they are experienced in practice. Methodologically, the study employs a qualitative design, enriched by a descriptive quantification of qualitative data. The quantitative component here acts as a technique for transforming qualitative data (*quantitizing*), aiming to objectify the structure of the corpus, enhance the transparency of the analysis, and support the descriptive interpretation of the results (Miles *et al.*, 2014). This descriptive quantification notably makes it possible to ensure the internal generalizability of the study by demonstrating that the identified themes are representative of the entire sample.

3.4.2 *Corpus and data collection*

The empirical corpus consists of 26 semi-structured interviews (N=26) conducted with actors involved in risk management and civil security in Quebec (Canada). The selection of participants was based on purposeful sampling. This approach aims to deliberately recruit individuals specifically because they have direct experience with the phenomenon under study and are therefore best positioned to help understand it (Creswell, 2022).

More specifically, the study relies on a maximal variation sampling strategy, so that the sample reflects a wide diversity of organizational and professional profiles. The objective is to capture multiple perspectives and to examine interdisciplinary collaboration across a maximum range of facets and realities experienced by professionals (Creswell & Plano Clark, 2018). In order to ensure the relevance of the selected profiles and to delimit the analytical scope of the study (bounding the case), this strategy was guided by explicit selection criteria (Miles *et al.*, 2014). Thus, to be eligible, participants had to meet the following criteria: (1) be directly involved in risk management or civil security activities; (2) hold positions involving interactions with multiple disciplines; (3) have professional experience enabling them to describe concrete situations of collaboration they have experienced.

Conversely, profiles with no direct connection to collaborative dynamics—particularly actors whose roles did not provide access to frequent interdisciplinary interactions—were excluded from the sample.

The sample size was determined based on recommendations associated with the selected qualitative approach. In this perspective, a number of participants between 20 and 30 is generally suggested for studies grounded in a grounded theory logic (Creswell, 2022). The final sample size (N = 26) is justified by the attainment of data saturation, that is, the analytical stage at which additional data collection no longer provided substantively new information for the development of the analysis (Creswell, 2022).

3.4.3 Coding strategy and analytical structuring

In order to take into account as much data as possible from the interviews, the development of the coding framework was based on a hybrid approach: first, a deductive coding was applied, relying on a “start list of codes,” corresponding to the axes of the interview guide used to structure the meetings with respondents (Timmermans & Tavory, 2012; Miles *et al.*, 2014). This interview guide made it possible to classify the interview transcripts according to six (6) main themes (*Table 3.1*).

3.4.3.1 First coding phase

Table 3.1 - Main themes for deductive coding

Main Theme	Objective of the Theme
1. Defining interdisciplinary collaboration	Group all data from the interviews that refer to the definition given to the notion of “interdisciplinary collaboration in civil security” according to the respondents.
2. Perceiving and situating collaboration in professional practice	Understand how interdisciplinary collaboration is approached in the daily practice of civil security professionals (e.g., obligation, constraint, necessity...).
3. Collaborating across the phases of the civil security cycle	Identify at which point(s) in the risk management cycle collaboration is perceived by civil security professionals as being the most useful (prevention–preparedness–response–recovery).
4. Identifying disciplines to be involved	Identify the disciplines that, according to professionals, should be included in the interdisciplinary collaboration process in VUCA contexts.
5. Addressing obstacles and challenges of collaboration	Gather the obstacles/challenges to interdisciplinary collaboration as reported by civil security professionals.
6. Activating the levers of collaboration	Identify all the levers reported by professionals to overcome obstacles to interdisciplinary collaboration

3.4.3.2 Second coding phase

Based on the reading of the segments coded during the first coding phase, a seventh theme was included in the analysis. This inclusion is justified by its strong thematic recurrence in the

respondents' discourse (Creswell, 2009). This theme is the "Citizen and community dimension." Its inclusion in the study also made it possible to capture the importance of citizen involvement in civil security, already documented in both the grey and scientific literature framing complex risk management (Berkes & Ross, 2012; Reed, 2008). Moreover, this seventh theme encompasses how the population understands risks, the dynamics of dependence on or autonomy from the State, the strength of local mutual aid, and the role of the community sector.

3.4.4 Data analysis transformation

3.4.4.1 Quantitative approach

After finalizing the coding process for the main themes, the data underwent a subcoding process. This additional step made it possible to analyze more precisely the themes with the highest discursive volume (Miles *et al.*, 2014; Saldaña, 2021).

To begin with, the quantitative approach consisted of converting textual code occurrences into numerical indicators using computer-assisted qualitative data analysis software [CAQDAS] (Miles *et al.*, 2014). This descriptive quantification (*quantitizing*) first involved extracting raw frequencies to visually objectify the architecture of the corpus. Next, a binarization step [presence = 1; absence = 0] was applied to measure the thematic distribution across participants and neutralize potential repetition effects, making it possible to confirm the most salient themes in the respondents' discourse (Miles *et al.*, 2014). Finally, by normalizing raw frequencies into percentages (relative frequencies), a final quantitative step made it possible to neutralize any potential elite bias² and ensure the internal generalizability of the study (Maxwell, 2010).

3.4.4.2 Two-step qualitative approach

Once the quantitative approach was completed, two specific qualitative analytical tactics were applied: clustering and pattern recognition (Miles *et al.*, 2014).

² Elite bias refers to assigning disproportionate importance to data from participants who are particularly articulate, well-informed, or of higher social status, while underrepresenting information from participants who are less talkative or of lower status (Miles *et al.*, 2014).

Concretely, clustering consisted of inductively grouping the identified themes into descriptive and processual subcodes sharing similar characteristics.

Once these groupings were established, pattern recognition was used to identify and describe the overarching themes (gestalts) and the recurring relationships linking these categories to one another (Miles *et al.*, 2014).

3.4.5 *Visual modeling as a final analytical technique*

To conclude the qualitative data processing, the final methodological step consisted of modeling the data in the form of a conceptual map. This step made it possible to map the core findings obtained. In line with the importance of visual displays (data displays) (Miles *et al.*, 2014) in qualitative analysis, the recurring relationships identified in the previous step (pattern recognition) were translated into a conceptual network, presented as an “ecosystem of facilitation.” The development of this map was not approached as a simple end-of-process illustration, but rather as a fully-fledged analytical tool. Indeed, it served to visually structure the results derived from the analysis of the data collected from the professionals interviewed. To synthesize this overall approach, *Table 3.2* outlines the four sequential steps of the data analysis and transformation process, detailing the specific analytical tactics and objectives associated with each.

Table 3.2 - Synthesis of the data analysis and transformation process

Sequential approach	Analytical tactic employed	Objective(s)	Reference author(s)
1. Descriptive quantitative step	Raw frequency analysis; Binarization; Normalization	The extraction of raw frequencies made it possible to objectify the architecture of the corpus; binarization [0–1] made it possible to isolate the distribution of themes by neutralizing repetition; normalization (relative frequencies) made it possible to neutralize elite bias and validate internal generalizability.	Maxwell (2010); Miles <i>et al.</i> (2014); Saldaña, 2021
2. Interpretive	Clustering	The inductive grouping of similar descriptive and processual subcodes aimed to condense information and raise	Miles <i>et al.</i> (2014)

qualitative step		the level of abstraction by creating broader conceptual categories from isolated actions.	
3. Interpretive qualitative step	Pattern recognition	The identification of overarching themes (gestalts) and recurring relationships between categories made it possible to highlight action logics, bring out fundamental tensions, and compare actors' discourses to reveal patterns.	Miles <i>et al.</i> (2014)
4. Visual modeling	Data displays / Conceptual mapping	This step aims to avoid fragmentation of the results, structure actors' informal strategies, and objectify the overall architecture of the system.	Miles <i>et al.</i> (2014)

3.5 Results of the analysis

3.5.1 Results of the descriptive (quantitative) analysis

To begin the data analysis, this first step presents the overall architecture of the corpus through the extraction of three levels of descriptive quantitative indicators aimed at objectifying the structure of the data: (1) a matrix of raw occurrences to identify the main themes that generated the most data, and which were therefore retained for the interpretive analysis; (2) a dichotomous matrix, through which the distribution of raw occurrences was verified; and (3) a normalized matrix, through which the data were converted into relative frequencies in order to neutralize individual overrepresentation bias (elite bias) (Maxwell, 2010).

3.5.1.1 Discursive intensity: Global descriptive matrix (raw frequencies)

The observation of the raw frequency matrix (*Figure 3.1*) objectifies the distribution of discursive volume across the 26 interviews analyzed (Kuckartz & Rädiker, 2019).

Figure 3.1 - Distribution of the seven main themes across the 26 interviews analyzed (raw frequencies). Note: This matrix is presented as a heatmap illustrating coding intensity. [Light blue = low representation; Bright red = high representation]

The initial visual examination (squint analysis) of this matrix (Miles *et al.*, 2014) allows for the formulation of three (3) main observations:

- 1. Discursive polarization around the “Obstacles-Levers” dialectic, and strong representation of the citizen and community dimension:** At this stage, the data indicate that the corpus is heavily dominated by categories related to the identification of obstacles to interdisciplinary collaboration (Theme 5, 363 coded segments) and the search for levers to overcome them (Theme 6, 255 coded segments). The raw data show that these two dimensions account for the majority of discursive intensity (in red in *Figure 3.1*). The emerging theme (Theme 7), addressing the citizen and community dimension, also shows a high frequency, which appears to confirm the relevance of its inclusion in the analysis. It ranks third among the most discussed themes, with 164 coded segments.
- 2. Identification of dispersed dimensions:** Conversely, reflective consideration of the definition of interdisciplinary collaboration (Theme 1), its perception within professional practice (Theme 2), its operationalization across the phases of the civil security cycle (Theme 3), as well as the inventory of disciplines to be included (Theme 4), display a lower overall level of discursive intensity. Purely descriptive categories therefore appear to receive less elaboration from respondents than more action-oriented themes.
- 3. Variability in discursive volume:** Finally, the raw frequency matrix reveals strong imbalances in the verbosity of the 26 participants. For example, Participant 8 alone produces 41 coded segments for Theme 5, 29 coded segments for Theme 6, and 20 coded segments for Theme 7. This concentration confirms the risk of elite bias and justifies the need for subsequent normalization to isolate the actual distribution of themes beyond mere volume of speech (Miles *et al.*, 2014).

3.5.1.2 Cross-participant distribution: Dichotomous matrix (binarized)

The transformation of the raw frequency matrix into dichotomous values [presence = 1; absence = 0] helps mitigate repetition bias by enabling a shift in analytical focus: moving from a logic of discursive volume to a logic of cross-participant distribution of the analyzed themes (Miles *et al.*, 2014) (*Figure 3.2*).

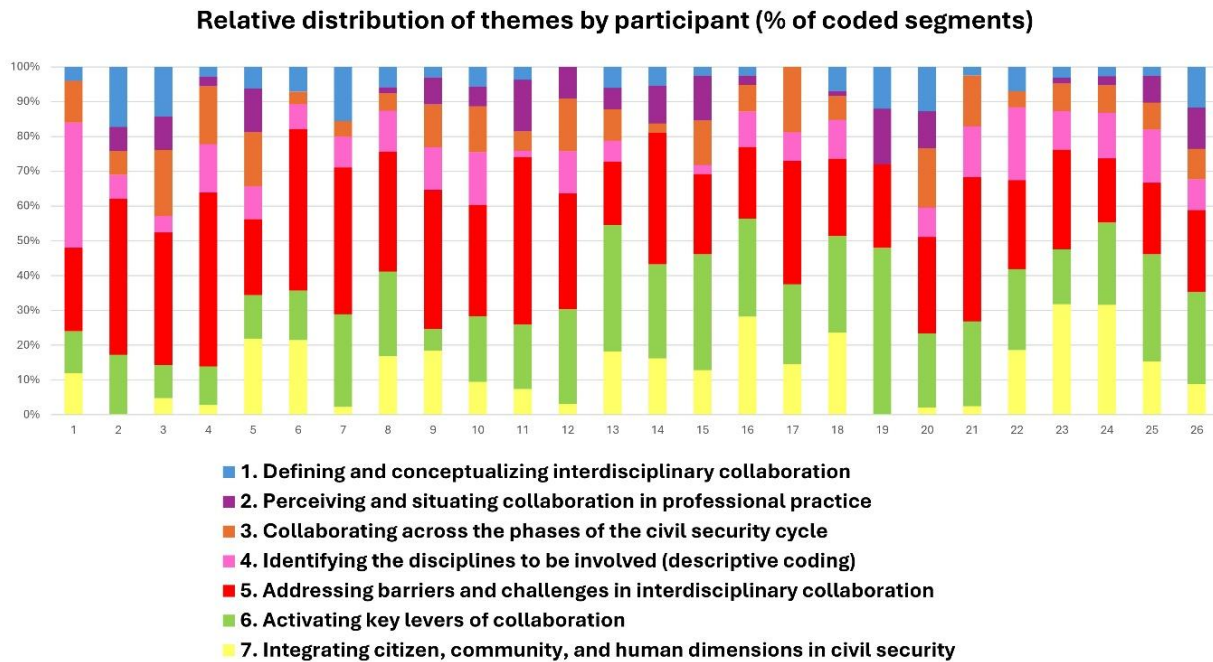
Figure 3.2 - Distribution of parent codes in binarized form (dichotomous matrix)

Respondent IDs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Main Themes																										
1. Defining and conceptualizing interdisciplinary collaboration	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Perceiving and situating collaboration in professional practice	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
3. Collaborating across the phases of the civil security cycle	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
4. Identifying the disciplines to be involved (descriptive coding)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5. Addressing barriers and challenges in interdisciplinary collaboration	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. Activating the key levers of collaboration	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7. Integrating the citizen, community, and human dimensions in civil security	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1

3.5.1.3 Internal structure of discourse: Normalization into relative frequencies

To complete the quantitative processing of the data, normalization into relative frequencies makes it possible to capture the internal structuring of the discourse and to identify the themes related to interdisciplinary collaboration that are most mobilized by the civil security professionals interviewed. Moreover, this normalization helps reduce overrepresentation effects linked to variability in discursive volume across participants (often associated with elite bias), in order to ensure more equitable comparability of the data (*Figure 3.3*).

Figure 3.3 - Relative (%) distribution of themes in coded segments for each participant (N=26)



This analytical approach made it possible to highlight three fundamental observations:

- 1. Marked predominance of operational dimensions (Themes 5 and 6):** The analysis confirms the results obtained previously. Indeed, it appears that professionals' discourse is predominantly structured around themes related to obstacles hindering interdisciplinary collaboration in VUCA contexts (Theme 5, 32%) and the levers enabling it (Theme 6, 22%). These two themes account for more than half (54%) of the total discursive volume, even after normalization. This suggests that collaboration is primarily conceptualized by respondents through the lens of its field constraints and facilitating conditions.
- 2. Heterogeneous but significant integration of the citizen dimension (Theme 7):** Although citizen participation and community actions are almost unanimously acknowledged within the corpus, normalization of the data highlights significant variation in its centrality within the conceptualization of interdisciplinary collaboration. For some professionals, the citizen dimension constitutes a major structuring axis, representing more than 30% of their discourse. Conversely, this dimension remains peripheral for other actors. Despite these disparities, Theme 7 confirms its position in third place, with 14% of the overall discursive volume. This confirms the importance of integrating it into the analysis.

3. Limited mobilization of conceptual and theoretical foundations (Themes 1 and 2): The normalization results show that efforts to formally define collaboration (Theme 1) or to situate it within professional practice (Theme 2) consistently present marginal relative frequencies compared to themes related to identifying obstacles and levers guiding collaborative practice in civil security. For most respondents, these themes represent between 5% and 10% of discursive volume and may range between only 0% and 2% for others.

These results suggest that civil security professionals make limited use of explicit conceptual or theoretical references to think about collaboration, instead favoring a more pragmatic approach oriented toward its operationalization in practice. Therefore, in order to limit analytical overload linked to the abundance of textual data (Miles *et al.*, 2014), this article focuses its interpretive analysis on the most dense and structuring themes, which concentrate the bulk of the discourse (Themes 5, 6, and 7).

To synthesize these three levels of quantitative analysis, *Table 3.3* provides an overview of the analytical logic, key findings, and objectives associated with each indicator:

Table 3.3 - Synthesis of Descriptive indicators and their specific analytical contributions

Quantitative indicator	Analytical logic	Main observations	Objective
1. Raw frequencies	Intensity (overall volume)	Polarization around obstacles and levers to interdisciplinary collaboration. Strong variability in individual discursive volume.	Identify salient themes and highlight any potential elite bias or repetition bias.
2. Binarized matrix	Distribution (cross-participant)	Confirms the importance of the citizen/community dimension for the analysis. Highlights the lack of data concerning more conceptual and descriptive themes (Themes 1 to 4).	Confirmation of the main themes and neutralization of repetition bias.
3. Relative frequencies	Structural weight	Confirms the marked importance of obstacles/levers and validates the	Neutralization of elite bias and confirmation of the

	(proportional speaking time)	importance of the citizen dimension.	most important themes.
--	------------------------------	--------------------------------------	------------------------

3.5.2 *Interpretive qualitative analysis of collaboration mechanisms*

Building directly on the identification of the main categories above, this qualitative stage focuses specifically on the themes that generated the highest discursive volume. From a methodological standpoint, this transition from a matrix-based reading to a targeted exploration helps avoid analytical overload (data overload) and focuses the analysis on the themes previously identified as the most empirically rich (Miles *et al.*, 2014). By relying on numerical indicators to justify and guide the qualitative effort (Maxwell, 2010), this section deconstructs the logics of action around the two main axes that structure practitioners' concerns in the field: (1) the dialectic of obstacles and levers in interdisciplinary collaboration (Themes 5 and 6); and (2) the integration of the citizen and community dimension at the core of civil security issues (Theme 7).

3.5.2.1 **The dialectic of action: tensions between structural obstacles and informal levers**

Clustering and pattern recognition (Miles *et al.*, 2014), applied to the coded interview segments, made it possible to identify the tensions between the obstacles and levers reported by respondents. They thus make it possible to visualize what hinders interdisciplinary collaboration in practice, and what solutions practitioners put forward to overcome these barriers. The underlying interpretive analysis shows that professionals operate in an environment where rigid institutional frameworks often constitute the primary barrier to collaborative action. To cope with this institutional rigidity, however, the deployment of compensatory levers based on human relationships appears to exist in practice.

Concretely, this dynamic can be explained by two recurring patterns:

Model 1: Hyper-structuring as a vector of paralysis and dilution of accountability

The discursive analysis highlights that the obstacles to interdisciplinary collaboration reported by respondents do not appear as isolated constraints, but rather as the expression of a broader organizational rigidity, characterized by strong segmentation of mandates and responsibilities

within civil security teams. Indeed, this configuration reflects forms of institutional fragmentation, where the multiplication of actors and mechanisms established to manage risks (e.g., special committees, project offices) may complicate the collaborative process rather than facilitate it. These findings align with the literature on the subject, which notably criticizes traditional governance models that are highly compartmentalized into disciplinary silos. Such models appear increasingly obsolete in the face of systemic crises and may even exacerbate certain vulnerabilities rather than resolve them (Helbing, 2013; Leach *et al.*, 2010; Bodin, 2017). Respondents notably criticized the complexity and burden of administrative procedures, which slow down the management of affected populations. They also highlighted the emergence of new risks in urban contexts, associated with a lack of flexibility in operational procedures in response to ongoing dynamics of urban densification and sprawl.

At the metropolitan scale, the coexistence of multiple services, boroughs, and municipalities within the same agglomeration leads to overburdening of actors as well as overlapping responsibilities. This organizational configuration fosters role confusion among institutions and contributes to a form of inertia in decision-making and the implementation of solutions. For example, a recurring confusion is observed between bodies involved in mandates related to ecological transition, resilience, and civil security, which frequently mobilize the same partners in an uncoordinated manner to address similar issues.

Furthermore, the analysis highlights significant misalignments between disciplines. Several respondents mention, in this regard, resilience offices encroaching on the mandates of social equity services, or urban planning departments planning densification in certain areas without consulting civil security or fire services, despite increased exposure risks and constraints related to operational response times.

At the regional scale, existing structures struggle to support effective collaborative dynamics. The circulation of information itself appears hindered, or even restricted in emergency contexts, which exacerbates interorganizational discontinuities.

This hyper-structuring produces a paradoxical effect: although grounded in administrative logics deemed legitimate, it leads to a dispersion of initiatives and a dilution of accountability. Civil

security, conceived as a cross-cutting responsibility, thus becomes *de facto* a diffuse responsibility (Bennett & Lemoine, 2014; Snowden & Boone, 2007; Weick & Sutcliffe, 2007).

Empirically, this dynamic manifests in mechanisms that fall more within coordination than collaboration, insofar as they ensure the connection of actors without enabling co-construction or joint decision-making (Fuks *et al.*, 2007). This results in a form of organizational participation devoid of effective decision-making capacity, which can be described as the “liaison officer syndrome”: representatives are mandated to ensure the circulation of information, without having the formal authority to commit their organization or arbitrate decisions.

This configuration introduces a decoupling between formal presence and capacity for action, transforming so-called “collaborative” spaces into essentially informational devices, marked by constant referrals to higher hierarchical levels and, ultimately, by a dilution of accountability. This mechanism limits the operational scope of collaborative dynamics, particularly in VUCA contexts, where uncertainties related to the distribution of costs between organizations contribute to paralyzing interministerial action.

The data also show that this rigidity is reinforced by the inadequacy of the legal, regulatory, and normative frameworks governing civil security at different levels. For example, it was reported that in some sectors, confidentiality constraints frequently limit the real-time cross-referencing of critical data (e.g., emergency calls) during events such as heatwaves, hindering the pooling of information necessary for coordinated action with municipal and regional actors. These dynamics extend to the regional scale, where confidentiality may be invoked to restrict the circulation of essential information between partners.

Finally, the analysis highlights marked interprofessional divergences in problem framing and in the responses proposed, observable between health authorities, project offices, and territorial planning mechanisms. These gaps result in prescriptions that are sometimes disconnected from local operational constraints (for example, health requirements aimed at strictly segmenting public spaces according to epidemiological status, which are difficult to implement in municipal contexts) or in tensions between sectoral objectives, such as the promotion of urban densification near railway infrastructure and the imperative to reduce exposure to technological risks advocated by

civil security. At the operational level, these differentiated logics may produce counterproductive effects, particularly during exercises or interventions, where the strict application of sectoral guidelines compromises the actual response capacity of specialized infrastructures.

Model 2: Reliance on interpersonal relationships and informal competencies as compensatory levers

In response to these structural constraints, the findings highlight the development of compensatory strategies based on interpersonal relationships and so-called “informal” competencies (soft skills). As summarized in the following excerpt, in practice, some practitioners tend to deliberately bypass established structures and hierarchy to directly contact relevant operational actors at the local level and facilitate their action:

“To achieve this, we have to bypass established structures. [...] We have people in the field, so I can allow myself to go directly to a municipality and talk to a municipal coordinator to, for example, deploy [psychosocial] responders [...] There is absolutely no support at the regional level. So, at the strategic and tactical levels, nothing is happening at all. It is really at the operational level where we manage, I think, to work interdisciplinarily.” (Participant 11, Pos. 50).

Thus, according to the data collected, having built an informal network with other professionals in the field prior to an event significantly accelerates collaborative processes during response. However, it was specified that activating this informal network requires professionals to demonstrate humility, openness, and emotional intelligence in order to defuse confrontational stances (“ego wars”) and prioritize collective action. Their participation in events (e.g., conferences, multi-stakeholder workshops, tabletop exercises, or simulation exercises) was also frequently mentioned to emphasize the need to maintain networks and remain engaged beyond formal structures.

Finally, the analysis identifies the creation of a “common language” as a fundamental driver of interdisciplinary collaboration. When diverse areas of expertise mobilize around a shared issue, differences in acronyms, terminology, and the use of buzzwords or professional jargon constitute one of the most recurrent barriers in the discourse of the professionals interviewed. The data thus

illustrate the need to implement efforts to translate and harmonize terminology (particularly for disciplines considered more “niche,” such as cybersecurity or infrastructure assessment). This process of shared sensemaking directly relates to communication challenges in VUCA environments, confirming that the development of a shared interpretive framework constitutes the essential condition for collaborative action to take place (Kurtz & Snowden, 2003; Weick & Sutcliffe, 2007; Weick, 1995; Weick, Sutcliffe & Obstfeld, 2005; Vermeulen & Hémond, 2026a).

To support these findings, a co-occurrence analysis between the subcodes associated with the identification of obstacles (Theme 5) and levers (Theme 6) was conducted using qualitative data analysis software (*Figure 3.4*):

Figure 3.4 - Co-occurrences matrix between types of obstacles (5.x) and levers (6.x) reported by respondents. The color scale ranges from light blue, indicating the lowest frequency of occurrences, to dark red, indicating the highest concentration

Theme 6 - Levers	Theme 5 - Barriers				
	5.1 Coping with resource and capacity constraints	5.2 Addressing communication, collaboration, and information-sharing barriers	5.3 Overcoming the rigidity of institutional, political, and legal frameworks	5.4 Addressing the lack of a civil security culture	5.5 Managing human factors and vulnerabilities
6.1 Structuring governance and exercising leadership through interdisciplinary collaboration	6	4	2	3	0
6.2 Strengthening legal, financial, and territorial frameworks for interdisciplinary collaboration	4	1	5	2	1
6.3 Developing collaborative dynamics and facilitating information sharing	11	22	9	9	1
6.4 Educating, communicating, and raising awareness of the fundamentals of civil security	3	3	1	7	8
6.5 Engaging citizens and communities in civil security	1	1	0	1	5
6.6 Adapting operational practices to collaborative needs and promoting preparedness exercises	2	10	3	4	1

The analysis of the co-occurrence matrix confirms a fundamental dynamic: civil security actors are not passive in the face of system dysfunctions. Indeed, the strong correlations observed (in red) demonstrate that they have already identified and integrated certain organic workaround mechanisms (levers) to address the obstacles they encounter on a daily basis. This co-occurrence

analysis shows that professionals independently deploy two main compensatory strategies (levers) to overcome obstacles to interdisciplinary collaboration:

1. Bypassing formal structures through informal networks:

The relational matrix (*Figure 3.4*) highlights that the development of interpersonal collaborative dynamics constitutes a central lever for mitigating blockages associated with the formal civil security system. This lever is widely mobilized by respondents to overcome fragmented communication, lack of resources, and institutional rigidity.

Faced with the burden of protocols and the operational constraints imposed by official channels, practitioners report relying on informal coordination mechanisms. Aware of the limitations of formal structures, they notably emphasize the importance of networking events, which foster the development of interpersonal ties that can be mobilized in emergency contexts.

These findings suggest that, in certain situations, informal networks may prove more effective than formal hierarchical arrangements in supporting coordination of action.

2. Field-level adaptation and translation of jargon:

Aware that each domain has its own language, respondents highlight the barriers created by difficulties in mutual understanding across disciplines: *“All words are used according to the jargon specific to each discipline, and to each type of practitioner.”* (Participant 17, Pos. 38). To overcome this obstacle, respondents appear to advocate for tabletop and simulation exercises to promote the development of shared understanding during interventions, as well as information exchange.

In summary, this matrix tends to confirm that professionals have already partially mapped the weaknesses of their own system. To successfully collaborate interdisciplinarily, they report

routinely bypassing rigid normative frameworks in favor of greater flexibility of action, driven by emotional intelligence, networking, and the clarification of language.

3.5.2.2 Heterogeneous but significant integration of the citizen dimension

The integration of the citizen dimension (Theme 7) illustrates a particular dynamic within the corpus. Although the participation of the population and communities is recognized almost unanimously by respondents, normalization of the data highlights significant variation in its centrality within the conceptualization of interdisciplinary collaboration. The qualitative exploration of this dimension therefore makes it possible to understand how professionals concretely conceive the involvement of the population within the civil security ecosystem.

First, clustering made it possible to highlight a strong posture of institutional dependence of the population on civil security services. Then, pattern recognition revealed a recurring tension at the core of interventions: professionals operate on a daily basis with a gap between the individual responsibility expected from the population (civic responsibility) and citizens' expectations of rapid and comprehensive state intervention.

The interpretive analysis reveals two distinct models of integration reflecting the need for a profound paradigm shift:

Model 1: Managing institutional dependence and the need for civil security education

The data reveal that this dynamic of citizen dependence on civil security services is rooted in a history of public assistance, where *“the government has made citizens into kings over time”* (Participant 23, Pos. 42). For example, respondents point to the risk of having historically provided *“a turnkey service [...]”* (Participant 13, Pos. 96), which has fostered the belief that public services are available to populations at all times. However, in contexts marked by the multiplication of hazards, their increasing frequency, and their intensity, public services are more mobilized than ever, and capacities are regularly exceeded. By keeping citizens outside of action, the State has long reinforced the belief that they bear no responsibility in civil security: *“we’ve kind of dug our own grave somewhere”* (Participant 13, Pos. 96).

The analysis of the discourse shows that this citizen dependence on public services also complicates interventions by civil security professionals and contributes to the rapid exceeding of local capacities by diffusing demand and slowing down the process of prioritizing actions to be taken. Respondents add that this does not occur only during “major” and isolated disasters, but that the civil security system may sometimes become overburdened and paralyzed by minor incidents.

To address this dependence, pattern recognition identifies education and transparent communication as the primary logic of action. Actors emphasize the urgency of changing the communication paradigm to foster public responsibility and highlight the important role of autonomous community actions and of community organizations as essential actors bridging the population and civil security. In particular, through information and awareness-raising, these actors could alleviate the daily burden on civil security professionals and enable better prioritization of vulnerabilities at the local level: “*citizens could collaborate better if they were better informed*” (Participant 18, Pos. 142). These findings directly align with the scientific literature on the subject (Aven, 2020; Adger *et al.*, 2004; Berkes & Ross, 2012; Reed, 2008; Smit & Wandel, 2006).

Model 2: Transition toward citizen agency and mobilization of the social fabric

In this model, the data show that, in order to cope with VUCA contexts, the citizen is no longer apprehended as a mere beneficiary of civil security services, but as an essential component of management processes: “*The citizen is a resource, not a burden*” (Participant 18, Pos. 117). This agency is first embodied in the strengthening of the local social safety net, perceived as the first link in the collaborative chain. The analysis shows that simple informal acts of mutual aid can sometimes prove more effective than formal material arrangements. For example, “*being concerned about a neighbor who goes out every morning and then suddenly doesn’t—that’s a basic action*” (Participant 13, Pos. 172). One respondent even summarizes this raw effectiveness of proximity by stating that during a crisis, “[...] *knocking on your neighbor’s door saves lives [...]*” (Participant 18, Pos. 146).

The analysis reveals that the citizen dimension occupies a strategic function in professional representations, regardless of its current level of operational integration. On the one hand, discourse on citizen dependence reflects the tensions faced by actors in the face of institutional expectations

that are difficult to sustain. On the other hand, the valorization of citizen agency reflects an attempt to redistribute roles, aimed at integrating informal social dynamics more fully into response mechanisms.

Thus, the uneven discursive variability of the citizen dimension across respondents does not reflect a marginalization of the citizen and community dimension, but rather its ongoing structuring. Indeed, it appears as a relatively recent component, yet strongly mobilized by the majority of respondents, which reflects a gradual shift in civil security models toward more distributed and socially grounded approaches.

This cross-cutting presence suggests that, for professionals, interdisciplinary collaboration is not limited to interactions between organizations but tends to extend beyond institutional boundaries to include communities as full-fledged stakeholders in the risk management system. Once again, these findings corroborate the literature on the subject, emphasizing the need to move beyond traditional governance models that relegate the population to a mere beneficiary status (Aven, 2020; Schweizer & Renn, 2019; Aven & Renn, 2010; Leach *et al.*, 2010) and advocate for citizen agency as a means of strengthening institutional capacities (Berkes & Ross, 2012; Folke, 2006; UNDRR, 2022).

3.6 Discussion and recommendations

The analysis of empirical data from this study makes it possible to develop a conceptual mapping of collaboration in civil security in VUCA contexts. By exploring the logics of action of professionals, the results highlight a fundamental tension between systemic obstacles, characterized by strong institutional rigidity, and more organic adaptive mechanisms deployed in practice.

This dynamic highlights that interdisciplinary collaboration often operates at the margins of formal frameworks, requiring actors to develop compensatory strategies in order to act effectively in contexts of capacity exceedance. This section proposes redefining interdisciplinary collaboration in VUCA contexts around three (3) axes:

3.6.1 Establishing non-fragmented governance

Although actors acknowledge the need to bypass formal protocols to directly engage with relevant resources and optimize their interventions in practice, the way these informal collaborative strategies are identified often relies on subjective preferences, which can lead to forms of closure, exclusion, or the reproduction of silos under the guise of affinity-based networks. The system thus becomes highly vulnerable to power dynamics, hidden agendas, and ego-driven behaviors, undermining the sustainability of collaboration. The following excerpts illustrate this phenomenon:

“There are many managers who will seek out people who know less than they do in order to ensure they are not challenged and can maintain control.” (Participant 7, Pos. 102).

“There is a lot of ego, territoriality, and preconceived ideas. I see a lot of misunderstanding regarding what others are capable of doing.” (Participant 25, Pos. 63).

“I’ve had potential clashes with [XXXX] responders who had egos bigger than the room.” (Participant 14, Pos. 76).

To overcome this dual paralysis—linked both to the rigidity of formal structures and the subjective nature of informal dynamics—it may be recommended that organizations institutionalize a form of operational flexibility by establishing a framework dedicated to interdisciplinary facilitation. Moreover, in order for informal networks to consolidate into durable relationships of trust, respondents emphasize the importance of systematizing interorganizational preparedness exercises and crisis simulations as key levers of interdisciplinary collaboration:

“It highlights the importance of involving partners in exercises and not conducting them solely at one’s own level, because it is precisely at those moments that points of blockage become visible.” (Participant 17, Pos. 16).

3.6.2 Institutionalizing sensemaking

A second major issue emerging from the analysis lies in the communication barriers generated by siloed work. Faced with this semantic fragmentation, professionals are led to assume a translator role, striving to smooth language barriers in order to facilitate information sharing. This need to

simplify concepts and clarify mutual expectations directly relates to the process of collective sensemaking (Weick & Sutcliffe, 2007; Weick, 1995; Weick, Sutcliffe & Obstfeld, 2005), which appears as an essential condition for establishing effective collaborative practices.

Since interdisciplinary collaboration requires a substantial cognitive investment to negotiate the meaning of action (Weick & Sutcliffe, 2007), institutions would benefit from supporting these translation efforts. It is therefore recommended to formally integrate spaces and mechanisms for sensemaking within risk governance itself (Schweizer & Renn, 2019; Johansen & Rausand, 2015). Crucially, this process must occur upstream of action, during preparedness phases, rather than being improvised in real time under pressure:

“Decision-making is difficult, it happens extremely quickly, and we don’t always have the data. [...] Sometimes we do have the data, but we don’t all understand it in the same way. All of this means that we need to smooth out these difficulties. That’s why collaboration beforehand, during the preparedness phase, is so important, because that’s when we acquire that knowledge and those competencies. [...]” (Participant 26, Pos. 80).

This may involve deploying shared, real-time, and editable collaborative technological platforms to reduce information asymmetries. Furthermore, the formalization of shared lexicons and simplified communication protocols across disciplines considered more distant (such as cybersecurity, urban planning, and social intervention) would help reduce the cognitive load of practitioners who are currently required to decipher their colleagues’ frames of reference while managing complex situations.

3.6.2.1 Promoting citizen and community agency

In VUCA contexts, civil security professionals recognize that their response capacities are more frequently exceeded than before. The traditional “turnkey” model appears to have reached its limits, such that professionals now agree that citizens should no longer be confined to the role of vulnerable beneficiaries but should instead be considered as genuine operational resources. Indeed, the local social fabric and neighborhood mutual aid are often recognized as highly effective

mechanisms that save lives while alleviating the immediate pressure on formal material arrangements.

To operationalize this transition from a state-centered approach to genuine community resilience, a shift in institutional posture is required. On the one hand, it is recommended that public authorities adopt transparent and proactive communication regarding their capacity limits. On the other hand, a change in discourse—promoting risk education and a culture of civil security—is necessary. At the same time, the civil security system must extend beyond its administrative boundaries by formally integrating community organizations into the architecture of municipal civil security plans. Officially recognizing these local actors, and assigning them clear responsibilities, would help channel citizen solidarity effectively while alleviating the operational pressure currently borne by frontline professionals: *“We don’t work enough with them [community organizations]. And that’s really unfortunate, because these groups could take on quite a lot.”* (Participant 15, Pos. 62).

Finally, to sustain this cultural shift over the long term, the findings show that it is imperative to invest in the systemic education of future generations. Integrating prevention concepts directly into school curricula, for example through targeted talks and interventions in primary and secondary schools, constitutes a major strategic lever. The professionals interviewed emphasize that raising awareness among youth in school settings acts as a powerful transmission vector within the family unit; children bringing these notions home directly influence their parents’ behavior, thereby fostering the emergence of a genuine culture of civil security at the household level:

“[...] this needs to be introduced into curricula starting in primary school.” (Participant 24, Pos. 64).

“[...] I’m currently working on a project to bring civil security into schools, starting with secondary level. [...] If we can integrate it into education, into the school curriculum, that would be wonderful.” (Participant 16, Pos. 101).

3.6.3 Conceptual mapping of interdisciplinary collaboration in civil security

In order to visually synthesize the logics of action derived from the findings, the analysis results in the modeling of a conceptual map in the form of a network display (Miles *et al.*, 2014). This format

was selected because it makes it possible to illustrate the complexity, cross-cutting nature, and interdependence of the collaboration mechanisms required in VUCA contexts, as demonstrated by the civil security professionals interviewed (*Figure 3.5*).

Figure 3.5 - From organic adaptation to institutionalization: a conceptual network of interdisciplinary collaboration in VUCA contexts



The proposed model visually distinguishes informal adaptive strategies, organically deployed by practitioners (empirical findings), from institutionalization levers aimed at sustaining these practices (formal recommendations). This network is structured around a dynamic triptych, in which the relationships between the components illustrate their complementarity: (1) non-fragmented governance; (2) shared sensemaking; (3) the institutionalization of citizen and community involvement.

This network is anchored in the role of a “civil security coordinator,” here redefined as a “distributed facilitation capacity.” This term is preferred insofar as it emphasizes not a hierarchical or control function, but rather the capacity to orchestrate interactions among actors, support sensemaking processes, and ensure coherent and inclusive mobilization of expertise. It thus reflects

a shift from a logic of administrative coordination to a logic of distributed facilitation dynamics in VUCA contexts.

3.7 Conclusion

Based on an empirical corpus grounded in civil security practice, this study highlights a structural gap between formal institutional frameworks and the operational realities experienced in the field. In the face of increasingly volatile, uncertain, complex, and ambiguous contexts (Bennett & Lemoine, 2014), professionals converge on the obsolescence of traditional approaches based on disciplinary fragmentation, procedural rigidity, and limited citizen agency.

As their capacities are more frequently exceeded, the study shows that civil security actors are already developing adaptive strategies based on informal networks, the translation of jargon, and the activation of the social fabric. These dynamics reveal a form of collaboration that often operates at the margins of institutional structures, following a logic of continuous adjustment to field constraints.

The proposed conceptual mapping structures these dynamics around three interdependent levers, reflecting a complementary structure at the conceptual level: facilitation to overcome institutional rigidity; sensemaking to support the construction of shared meaning (Weick, 1995; Weick & Sutcliffe, 2007); and the integration of the social fabric to expand governmental capacities for action. In this model, the facilitator occupies a central role. This role goes beyond coordinating interventions and instead acts as a mediator of interpretations, actively supporting collective sensemaking processes and ensuring the inclusion of relevant stakeholders, including upstream of intervention phases. In VUCA contexts, this function becomes essential to align frames of reference, reduce misunderstandings across disciplines, and optimize collective action.

These findings show that interdisciplinary collaboration is above all an adaptive process, based on the joint activation of relational, cognitive, and social levers, continuously shaped by organizational constraints. The main contribution of this research lies in the formalization of an empirically grounded conceptual model that makes visible the actual mechanisms of collaborative action as mobilized by civil security professionals.

From this perspective, a subsequent step would consist in translating this model into an operationalization framework and empirically testing its components in real-world contexts, in order to assess its robustness, transferability, and conditions of implementation.

3.8 Conclusion du Chapitre 3

Ce troisième chapitre a permis d'ancrer les réflexions théoriques et normatives développées au fil des chapitres précédents dans la réalité opérationnelle de la sécurité civile. En s'appuyant sur l'analyse d'entretiens menés auprès de professionnels du domaine, cette investigation empirique a mis en évidence que les modèles de gouvernance actuels, marqués par la fragmentation institutionnelle et le travail en silos, tendent à engendrer une paralysie opérationnelle et une dilution de l'imputabilité. Face à ces dysfonctionnements, les données de terrain révèlent toutefois que les acteurs déploient de manière organique des stratégies compensatoires, notamment en contournant les structures formelles via des réseaux collaboratifs interpersonnels et en assumant un rôle de traducteur pour négocier le sens de l'action.

Il semble ainsi que ces constats empiriques viennent directement corroborer les déductions des étapes précédentes de cette recherche. D'une part, les pratiques informelles de traduction et de concertation déployées par les intervenants valident la nécessité vitale du *sensemaking* pour naviguer dans l'ambiguïté des contextes VICA, tel que théorisé dans le cadre conceptuel de l'article 1 (Snowden & Boone, 2007 ; Weick & Sutcliffe, 2007). D'autre part, le fait que ces professionnels soient contraints de développer ces mécanismes en marge des protocoles officiels illustre de manière empirique les conséquences du « vide doctrinal » identifié dans l'Article 2.

Parallèlement, cette phase empirique a souligné l'urgence d'une transition paradigmatique concernant la place de la population. Face à l'épuisement du modèle de prise en charge étatique « clé en main », les professionnels plaident pour une véritable agentivité citoyenne, confirmant que l'activation du tissu communautaire s'impose comme une première ligne de réponse indispensable pour soutenir les institutions formelles et prévenir le dépassement de leurs capacités (Adger *et al.*, 2004; Aven, 2020; Aven & Renn, 2010; Leach *et al.*, 2010; Reed, 2008; Smit & Wandel, 2006; Schweizer & Renn, 2019).

Toutefois, s'il apparaît que ces adaptations organiques permettent à court terme de maintenir une capacité d'intervention, les résultats de ce chapitre démontrent que ces mécanismes informels demeurent profondément vulnérables. En reposant quasi exclusivement sur des affinités interpersonnelles et la bonne volonté des individus, ce système de contournement s'expose aux rapports de force, aux « jeux d'ego » et à une importante perte de mémoire institutionnelle. De plus, le surinvestissement constant qu'exige le maintien de ces réseaux non officiels fait peser un risque critique d'épuisement sur les professionnels, fragilisant à terme l'ensemble de l'architecture de sécurité civile (Aven, 2020 ; Bodin, 2017 ; Renn, 2016).

Dès lors, pour éviter que le système ne s'effondre sous le poids de sa propre informalité et pour prévenir le dépassement chronique des capacités institutionnelles (Aven, 2020), il devient évident qu'il faille pérenniser ces leviers collaboratifs. La question n'est plus seulement de savoir *pourquoi* collaborer, mais *comment* traduire ces dynamiques organiques en un véritable dispositif formel, capable de protéger les acteurs tout en garantissant l'imputabilité des actions. C'est précisément l'objectif du chapitre suivant (Article 4), qui s'appuiera sur ces constats de terrain pour proposer un cadre d'opérationnalisation systémique, structuré autour d'une capacité distribuée de facilitation, afin de répondre de manière pragmatique aux défis des environnements VICA et, *in fine*, d'accroître les capacités de gestion des risques systémiques.

3.9 Transition vers l'Article 4 : Évolution de l'écosystème de sécurité civile québécois et validation pragmatique du cadre d'opérationnalisation

3.9.1 Introduction et mise en contexte

Bien que le cadre d'opérationnalisation proposé au chapitre suivant (Article 4) constitue l'aboutissement d'une démarche scientifique formalisée, sa mise en œuvre effective n'a pas encore été testée. Bien que ceci constitue une limite de la présente recherche, il est à noter qu'au-delà de l'étude poursuivie et de l'élaboration de ce cadre, mon implication en recherche a permis de confirmer de manière secondaire le bien fondé des résultats présentés dans le cadre de cette thèse. En effet, j'ai eu la chance, en parallèle de ce doctorat, de pouvoir m'impliquer régulièrement en tant qu'observatrice ou chercheuse dans diverses initiatives en sécurité civile.

Cette section de transition vise à expliciter comment cette implication au sein de projets de recherche parallèles a permis de rester connectée à l'évolution du milieu et d'alimenter une réflexion secondaire venant entériner les constats de la thèse. L'objectif est de démontrer, par souci de transparence scientifique, que les dynamiques observées *in situ* confirment les limites identifiées durant le travail de recherche. Ainsi, en exposant comment les besoins d'intégration, de facilitation et d'agentivité citoyenne se manifestent et évoluent concrètement, cette section permet de mettre en perspective la valeur heuristique et la pertinence pragmatique du cadre d'opérationnalisation proposé pour y répondre (Creswell, 2022).

En effet, au cours des cinq années qu'a duré cette recherche doctorale, l'écosystème québécois de la sécurité civile a connu de profondes mutations. De plus, les symptômes associés aux environnements VICA (volatilité, incertitude, complexité, ambiguïté) se sont manifestés avec une fréquence et une intensité accrue sur le terrain (Bennett & Lemoine, 2014 ; UNDRR, 2022). Le cheminement de cette thèse a ainsi été ponctué par la survenue de multiples événements systémiques, tels que les records de chaleur de 2021, les inondations majeures et récurrentes (notamment en 2023), les tempêtes de verglas de 2023 et 2025, ainsi que les feux de forêt historiques de l'été 2023, pour ne citer que ceux-là. Loin de fragiliser les assises de cette recherche, cette accélération brutale du rythme des catastrophes survenue pendant la réalisation de cette dernière vient en valider le constat théorique fondamental : la sécurité civile évolue dans un monde en mutation constante, exigeant de passer d'une planification rigide à une véritable gouvernance adaptative (Aven & Renn, 2020 ; Renn, 2016 ; Folke, 2006 ; UNDRR, 2022).

C'est précisément pour s'assurer que les réflexions théoriques menées dans le cadre de cette thèse demeurent valides, ancrées dans la réalité et toujours d'actualité face à cet écosystème changeant, que j'ai été invitée à prendre part à divers projets de recherche appliquée en parallèle de mon cursus doctoral. Mon implication en tant qu'observatrice ou chercheuse dans de multiples initiatives de terrain (exercices de simulation, implication bénévole, participation à des ateliers de formation) a agi comme un mécanisme de confirmation complémentaire, sans constituer une validation empirique formelle. En effet, ces événements m'ont permis de constater à quel point la sécurité civile est en constante évolution, et ce qui est fait en réponse aux bouleversements contemporains. L'appel fait dans cette thèse, à une meilleure formalisation de la collaboration interdisciplinaire, semble donc trouver écho au sein des pratiques des professionnels. Cependant, de mes observations

émergent également le constat que cette formalisation ne s'accompagne pas encore d'un mécanisme d'opérationnalisation. De même, ils confirment de manière secondaire certaines carences développées dans le cadre de la recherche, tel que l'absence de mécanismes de création de sens partagé entre instances, le manque d'agentivité citoyenne et la sous-mobilisation des organismes communautaires, qui, pourtant, pourraient soulager les systèmes institutionnels s'ils étaient intégrés pleinement aux systèmes de sécurité civile, particulièrement au niveau local.

3.9.1.1 Loi 50 et exercices intermunicipaux

En 2024, l'architecture normative québécoise a connu une mutation structurelle avec l'adoption de la Loi sur la sécurité civile visant à favoriser la résilience aux sinistres (Loi 50). En effet, ce nouveau cadre législatif marque une rupture paradigmatique en exigeant formellement une démarche continue de gestion des risques à l'échelle régionale. Plus spécifiquement, l'analyse de cette législation révèle qu'elle dépasse la simple injonction normative de mutualisation. En effet, son article 31 prévoit expressément que le ministre peut accorder un soutien financier, technique ou informationnel aux autorités municipales pour la réalisation de ces démarches. Suite à l'adoption de cette nouvelle loi, diverses initiatives intermunicipales prometteuses ont émergé sur le terrain. Ainsi, plusieurs municipalités ont récemment entrepris de conclure des ententes intermunicipales ou de créer des systèmes partenariaux visant à mettre en commun leurs ressources pour renforcer leurs capacités respectives. Ce faisant, ces démarches tendent à répondre partiellement aux constats de cette thèse, notamment quant au dépassement chronique des capacités institutionnelles, et à l'impératif de décloisonnement pour prévenir le dépassement des capacités locales face aux aléas systémiques (Aven, 2020 ; UNDRR, 2022).

Toutefois, si la Loi 50 fournit désormais une armature administrative et de potentiels leviers de financement à la collaboration, l'opérationnalisation celle-ci demeure un défi entier. Autrement dit, l'apport de ressources financières ou l'obligation d'élaborer un plan n'indiquent pas comment articuler les ressources mobilisées. D'ailleurs, comme le souligne l'investigation empirique de cette recherche (Article 3), la mise en œuvre de ce type d'ententes repose encore massivement sur la proactivité individuelle de quelques coordonnateurs en sécurité civile, et manque encore de formalisation. Par conséquent, bien que l'architecture normative incite désormais les acteurs à s'allier, ces derniers continuent à s'auto-organiser en l'absence de mécanismes formalisés de

collaboration. C'est précisément dans cet interstice que le cadre d'opérationnalisation proposé (Article 4) trouve sa pertinence complémentaire. En somme, en modélisant l'intégration stratégique des disciplines et en institutionnalisant une fonction explicite de facilitation, il offre des balises susceptibles de soulager les coordonnateurs locaux, permettant de transformer ces ententes administratives en une véritable collaboration génératrice de sens partagé (*sensemaking*) (Weick & Sutcliffe, 2007).

3.9.1.2 Création de la réserve d'intervention d'urgence au niveau provincial

Parallèlement aux évolutions législatives décrites dans la section précédente, la création d'une réserve de volontaires au niveau provincial en 2025 constitue un second développement majeur au sein de l'écosystème québécois. Fondamentalement, ce dispositif vise à doter la province d'une force de renfort structurée, s'appuyant sur des volontaires et des organisations partenaires, en cas de dépassement capacitaire au niveau supra régional. À cet égard, l'analyse des consultations menées autour de ce projet a mis en évidence un constat crucial qui corrobore directement les résultats de cette thèse: de plus en plus de municipalités se retrouvent régulièrement en situation de dépassement capacitaire.

De surcroît, cette réserve a été conçue comme une mesure de stricte exception (dernier recours), mobilisable uniquement lorsque l'ensemble des ressources locales et régionales ont été épuisées. Conséquemment, les acteurs locaux et régionaux devront continuer à fournir un effort colossal pour maintenir leurs capacités à flot, et travailler à l'articulation de leurs efforts pour être en mesure de faire face à l'évolution des environnements VICA. Face à ce constat, l'urgence de réorganiser et d'optimiser les capacités locales et régionales devient indéniable. En effet, comme démontré dans le cadre de cette recherche, maintenir les acteurs de première ligne dans une posture de gestion réactive et fragmentée accélère la saturation de leurs ressources existantes, rendant cet épuisement inévitable et, à terme, insoutenable face à l'évolution des contextes VICA (Aven, 2020 ; Leach et al., 2010). De ce fait, l'existence même de cette réserve de dernier recours valorise indirectement l'urgence d'une réorganisation structurelle des écosystèmes locaux bien en amont de la crise.

C'est précisément ici que le cadre d'opérationnalisation proposé dans cette thèse (Article 4) pourrait démontrer sa pleine pertinence pragmatique. Plutôt que de laisser les professionnels locaux

s'épuiser à tenter de coordonner des silos disciplinaires en pleine urgence, le modèle suggère en effet une architecture méthodologique visant à optimiser leurs ressources limitées. Plus spécifiquement, en organisant l'intégration stratégique des disciplines selon un continuum temporel adaptatif (pré, péri et post-événement), il permettrait une mobilisation ciblée et efficiente des expertises, contribuant ainsi à prévenir les ruptures d'information. De plus, l'institutionnalisation d'une fonction locale de facilitation semble pouvoir agir comme un liant cognitif susceptible de fluidifier l'effort collectif et de limiter l'épuisement des décideurs (Bodin, 2017 ; Weick & Sutcliffe, 2007). En définitive, l'appropriation de ce cadre de facilitation pourrait permettre de réorganiser les capacités locales de manière adaptative, condition essentielle pour retarder le seuil de rupture structurelle et éviter une dépendance systémique aux ressources provinciales d'exception.

3.9.1.3 Crise du milieu communautaire

Enfin, l'observation d'ateliers de coconstruction, notamment animés par des organismes communautaires, a permis de relever une dynamique paradoxale qui recoupe plusieurs constats émergents dans ce travail de recherche doctorale.

Ainsi, l'expertise des organismes communautaires semble être reconnue pour leur connaissance fine des vulnérabilités locales et leur ancrage auprès des populations. Toutefois, les observations menées tendent à confirmer qu'ils demeurent largement cantonnés à la périphérie de l'action institutionnelle, étant principalement mobilisés en phase de rétablissement, au moment où les autres acteurs se désengagent. Cette mobilisation tardive contraste avec leur potentiel stratégique en amont, notamment en matière de prévention et de sensibilisation aux risques.

Cette marginalisation fonctionnelle s'accompagne de contraintes structurelles, en particulier en matière de financement, qui contribuent à maintenir ces organismes dans une position d'intervention réactive. Les revendications portées par le milieu communautaire font état d'une incapacité croissante à répondre à l'augmentation des besoins sociaux, en raison de ressources insuffisantes et d'une reconnaissance institutionnelle limitée.

En début d'année 2026, ces tensions ont culminé dans un événement marquant à l'échelle du Québec : une grève regroupant près de 2 000 organismes communautaires. Cette mobilisation, d'une étendue sans précédent, a mis en lumière l'épuisement généralisé des équipes de terrain et a

cristallisé des revendications de longue date en matière de financement, de reconnaissance et d'intégration structurelle au sein des dispositifs publics.

Ces constats empiriques viennent appuyer les propositions du cadre d'opérationnalisation développé dans l'Article 4. Celui-ci préconise en effet l'intégration formelle des organismes communautaires dès la phase pré-événement, notamment au sein des dispositifs locaux de planification tels que les plans municipaux de sécurité civile. Dans cette configuration, ils assument un rôle stratégique d'interface entre les institutions et les populations (Berkes & Ross, 2012 ; Reed, 2008), contribuant à la traduction des enjeux, à l'alignement des acteurs et au renforcement de l'agentivité citoyenne.

Une telle intégration permettrait, d'une part, de réduire les vulnérabilités à la source en favorisant la préparation des populations et, d'autre part, d'alléger la pression exercée sur les systèmes institutionnels en contexte de crise, limitant ainsi les risques de saturation dans des environnements VICA (Aven, 2020). Elle s'inscrit également dans une logique de collaboration mutuellement bénéfique : pour les autorités municipales, elle offre un relais opérationnel de proximité permettant de recentrer les efforts sur la coordination stratégique (Bodin, 2017) ; pour les organismes communautaires, elle constitue un levier de reconnaissance institutionnelle, ouvrant l'accès à des ressources, des formations et des mécanismes de concertation pérennes.

En ce sens, le cadre proposé pourrait aider à répondre au besoin de transformer une mobilisation réactive et ponctuelle en une intégration structurelle, contribuant à renforcer durablement la résilience du système dans son ensemble.

3.9.2 Conclusion et mise en perspective du cadre d'opérationnalisation proposé dans cette thèse

Pris dans leur ensemble, les éléments présentés dans les sections précédentes témoignent d'un changement de paradigme, accompagné de transformations rapides et profondes de l'écosystème québécois de la sécurité civile au cours même de la réalisation de cette thèse. L'adoption d'un nouveau cadre législatif, l'émergence de dispositifs organisationnels visant à pallier les dépassements capacitaires, ainsi que la grève d'ampleur nationale portée par le milieu communautaire traduisent une évolution tangible des pratiques et des représentations du risque.

Ces dynamiques confirment l'existence de mutations majeures en cours, marquées par un glissement progressif d'une logique de gestion des risques centrée sur la planification et le contrôle vers une approche davantage orientée vers l'adaptation, la collaboration et la résilience. En ce sens, les constats théoriques développés dans le cadre de cette thèse trouvent un écho direct dans les transformations observées sur le terrain.

Toutefois, ces évolutions, bien qu'indéniables, demeurent incomplètes. En effet, si les acteurs tendent désormais à reconnaître la nécessité de collaborer, de mutualiser les ressources et d'intégrer une pluralité d'expertises, les modalités concrètes permettant d'articuler ces dynamiques dans l'action restent largement sous-définies. Ainsi, l'analyse transversale des initiatives récentes met en évidence une tension persistante entre, d'une part, une volonté accrue de décloisonnement et, d'autre part, l'absence de mécanismes formalisés permettant d'opérationnaliser cette collaboration de manière cohérente et soutenable dans le temps.

C'est précisément en réponse à cette faille que s'inscrit le cadre d'opérationnalisation proposé dans l'Article 4. Plutôt que de constituer une proposition abstraite, celui-ci s'ancre dans les besoins émergents du terrain, en offrant une architecture permettant de structurer l'intégration des acteurs, de clarifier les rôles et de soutenir les processus de facilitation nécessaires à la création de sens partagé. En organisant la collaboration selon un continuum temporel adaptatif et en institutionnalisant une capacité distribuée de facilitation, chargée de traduire, articuler de coordonner diverses expertises et connaissances, il pourrait ainsi répondre directement aux limites observées dans les dispositifs actuels.

Ainsi, loin de se substituer aux transformations en cours, le modèle proposé vise à en accompagner la maturation. Il cherche à fournir les conditions nécessaires pour passer d'une reconnaissance diffuse des enjeux de collaboration à leur mise en œuvre effective, en outillant les acteurs pour agir dans des environnements caractérisés par l'incertitude, la complexité et la variabilité des aléas. En ce sens, il pourrait contribuer à transformer une évolution paradigmatique émergente en une capacité opérationnelle pleinement assumée, condition essentielle au renforcement durable de la résilience des systèmes de sécurité civile

CHAPITRE 4 Article 4 - Élaboration d'un cadre d'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire face aux contextes VICA.

Vermeulen, V., & Hémond, Y. (2026b). *Operationalizing Interdisciplinary Collaboration in Civil Security: A Framework for Addressing Volatile, Uncertain, Complex, and Ambiguous Environments*. Manuscript submitted for publication.

4.1 Mise en contexte et présentation de l'Article 4

Le chapitre précédent a permis d'ancrer cette recherche dans la réalité opérationnelle des professionnels de la sécurité civile. L'investigation empirique a mis en évidence que face à la rigidité des structures formelles et à la fragmentation institutionnelle, les acteurs déploient spontanément des stratégies adaptatives pour faire face aux environnements marqués par la volatilité, l'incertitude, la complexité et l'ambiguïté (VICA) (Bennett & Lemoine, 2014). En mobilisant des réseaux informels et en assumant organiquement un rôle de traduction, ces professionnels tentent de pallier les angles morts du système et de préserver une capacité d'action face au dépassement chronique de leurs ressources (Aven, 2020 ; Bodin, 2017). Toutefois, l'analyse a également démontré que ces mécanismes compensatoires demeurent profondément vulnérables. Reposant quasi exclusivement sur l'engagement individuel et des dynamiques relationnelles non formalisées, ils exposent les intervenants à un épuisement cognitif sévère, diluent l'imputabilité et fragilisent la mémoire institutionnelle (Renn, 2016 ; Weick & Sutcliffe, 2007).

Dès lors, il semble que le système de sécurité civile ne puisse durablement reposer sur la seule informalité de ses acteurs pour assurer sa résilience face aux bouleversements environnementaux contemporains (Helbing, 2013 ; UNDRR, 2022). La question centrale n'est donc plus d'établir le constat des dysfonctionnements ni de justifier le besoin théorique de décroisonner les expertises, mais bien de déterminer comment institutionnaliser ces pratiques organiques afin de rendre la collaboration interdisciplinaire viable, pérenne et protectrice pour les professionnels. C'est précisément à cet impératif de formalisation que répond ce quatrième chapitre, lequel constitue la phase ultime et résolument pragmatique de cette recherche (Creswell, 2022).

Dans la continuité des analyses amorcées dans l'Article 3, l'investigation présentée dans ce chapitre s'appuie sur les mêmes données empiriques obtenues lors des entretiens avec les

professionnels de la sécurité civile. Alors que la phase précédente a permis de cartographier les obstacles structurels à la collaboration interdisciplinaire et d'identifier les leviers informels mobilisés (ou réclamés) sur le terrain, ce quatrième article vient compléter cette démarche en offrant une véritable modélisation pragmatique visant à pérenniser ces acquis. Pour ce faire, cette nouvelle phase de recherche procède à un examen plus approfondi du corpus en recourant à un codage intra-code. Cette démarche analytique permet de capturer avec davantage de granularité toutes les dimensions des thématiques ayant émergé précédemment. C'est à partir de ce croisement itératif qu'est modélisé le cadre d'opérationnalisation systémique de la collaboration interdisciplinaire. Visant à dépasser l'obsolescence de la gestion en cycle cloisonnée, ce modèle en « nœud papillon » propose une réorganisation fondamentale de l'action collective. Il articule l'intégration stratégique des disciplines selon un continuum temporel adaptatif (pré-événement, péri-événement et post-événement), garantissant ainsi une véritable continuité des activités et limitant la perte d'informations d'une phase à l'autre (Armitage *et al.*, 2011 ; Aven & Renn, 2010).

Au cœur de cette architecture, ce chapitre introduit et formalise le rôle déterminant d'une capacité de facilitation. Conçue pour répondre au déficit de création de sens partagé (*sensemaking*) objectivé dans les phases précédentes de la recherche, cette fonction opère comme un filtre cognitif et un traducteur de jargons (Kurtz & Snowden, 2003 ; Weick, 1995). En remplaçant la logique de commandement hiérarchique par une logique de médiation, elle vise à réduire la paralysie décisionnelle et à structurer les interactions de la collaboration interdisciplinaire sans les rigidifier. Parallèlement, ce cadre consacre l'intégration formelle de l'agentivité citoyenne et du tissu communautaire non plus comme de simples bénéficiaires des services de l'État et de l'aide d'urgence, mais comme des ressources opérationnelles de première ligne, indispensables pour prévenir l'effondrement capacitaire des institutions (Berkes & Ross, 2012 ; Reed, 2008 ; Smit & Wandel, 2006).

En définitive, ce chapitre constitue l'aboutissement intégrateur de la démarche méthodologique. En fusionnant les fondements théoriques, les diagnostics normatifs et les stratégies empiriques des acteurs, il propose un outil pragmatique directement actionnable pour transformer l'injonction rhétorique à la collaboration interdisciplinaire en de véritables capacités de gestion face aux risques systémiques.

4.2 Abstract

Contemporary environmental upheavals expose civil security systems to increasingly volatile, uncertain, complex, and ambiguous (VUCA) conditions, challenging the operational limits of traditional risk management approaches. While interdisciplinary collaboration is widely promoted as a key response, its practical implementation remains limited. Drawing on 26 semi-structured interviews with civil security professionals, this study identifies the main obstacles and enabling mechanisms shaping collaboration in practice. Findings highlight persistent barriers, including rigid institutional structures, communication breakdowns, and chronic capacity overload, alongside the emergence of adaptive, informal strategies and decentralized coordination practices. Building on these insights, the study proposes an operationalization framework structured around three interdependent components: temporally organized disciplines (pre-, peri-, and post-event), a distributed facilitation capacity, and key operational levers. By integrating citizen and community dimensions and emphasizing continuous, adaptive collaboration, the framework offers a pragmatic pathway to strengthen system resilience in VUCA contexts.

Keywords: Interdisciplinary collaboration; Disaster risk management; Civil security; VUCA contexts; Adaptive governance; Community resilience; Sensemaking; Capacity overload.

4.3 Methodology

4.3.1 *Epistemological Positioning : Pragmatic Paradigm*

The grounding of this research in the pragmatic paradigm is reflected in a focus on actions, situations, and their consequences (Creswell, 2009), with the objective of identifying “what works” in real-world contexts in order to produce operational solutions (Creswell, 2009, 2022). This positioning is based on a dual observation: on the one hand, the chronic exceedance of institutional capacities in civil security (Aven, 2020); on the other hand, the existence of a substantial body of literature on interdisciplinary collaboration that has yet to be widely translated into concrete operational mechanisms. In this sense, the present study aims to address this operationalization gap by proposing a framework that enables a shift from prescribed collaboration to effectively implemented collaboration.

4.3.2 *Construction of the Empirical Corpus*

To support this pragmatic approach and its grounding in practice, data collection is based on the textual transcripts of 26 semi-structured interviews (N=26) conducted with professionals from the civil security ecosystem. In order to capture the lived experiences and needs of these actors regarding interdisciplinary collaboration, a purposeful sampling strategy was adopted (Creswell, 2022), allowing for the selection of professionals directly concerned with the subject of the study.

The study thus targets practitioners with concrete experience in collaborative dynamics, in order to capture their manifestations in depth. The selection was guided by inclusion criteria requiring, in particular, field experience as well as roles involving interdisciplinary interactions (Miles *et al.*, 2014). *Table 4.1* summarizes the inclusion and exclusion criteria of the study participants:

Table 4.1 - Inclusion and Exclusion Criteria of Study Participants

Inclusion Criteria	Exclusion Criteria
Active involvement in the field of civil security, with field experience.	Actors without field experience.

Concrete experience of situations involving interdisciplinary collaboration.	Exclusively theoretical or indirect experience of collaborative dynamics.
Roles requiring regular interdisciplinary interactions (e.g., coordinator).	Exclusively single-discipline roles without interaction with other sectors.
Ability to report lived experiences (anecdotes) in a professional context related to interdisciplinary collaboration.	Speculative discourse not grounded in lived operational practices.

In this way, the data collected originate directly from civil security practitioners with concrete experience of the subject under study, that is, the very actors to whom the proposed operationalization framework is ultimately intended.

4.3.3 Coding Strategy and Analytical Exploration

Data processing was structured around a systematic multi-cycle process aimed at extracting the maximum amount of usable data (Saldaña, 2021). First, a hybrid First Cycle coding approach combined deductive and abductive strategies to identify the fundamental themes emerging from the interview transcripts (Miles *et al.*, 2014; Timmermans & Tavory, 2012). Second, the analysis focused on a more detailed intra-code exploration to examine in depth all the main themes previously identified. This step made it possible to break down each main theme into subcomponents (sub-nodes) in order to allow for a more thorough reading of participants' discourse. Finally, an interpretive analysis was conducted on the coded segments (Saldaña, 2021). The analysis thus operated as an analytical funnel, making it possible to isolate and articulate the needs, expectations, and perceptions of professionals, in order to propose an operationalization framework aligned with their reality.

4.3.4 Objectification through Descriptive Quantification (Quantitizing)

The entire coding process was supported by word processing software (Miles *et al.*, 2014). This computational support facilitated the application of the quantitizing technique, which consists of transforming qualitative textual data into concrete numerical indicators (Maxwell, 2010).

Concretely, this step aimed to measure the recurrence of the themes addressed across the 26 interviews. The software made it possible to count the exact number of times each code and sub-code was mentioned by participants (Miles *et al.*, 2014). This numerical extraction enabled a visual objectification of the corpus architecture and allowed for precise determination of the discursive weight attributed to each code.

Finally, a normalization step was systematically applied to the resulting numerical data. This step made it possible to neutralize any potential interpretive bias induced by heterogeneity in speech volume (Maxwell, 2010). Consequently, it ensures that the analyzed segments faithfully represent the overall practices of the ecosystem under study, thereby supporting the internal generalizability of the approach (Maxwell, 2010; Miles *et al.*, 2014).

4.3.5 Structural Modeling of the Operationalization Framework

Finally, the iterative cross-referencing of data derived from the analysis of codes (main themes) and sub-nodes (in-depth analysis of each main theme) made it possible to identify the empirical foundations necessary for structuring a systemic model, represented in the form of a “bow-tie” diagram.

The use of this type of visual representation is indeed a recognized tool in risk assessment (Renn, 2016). The literature emphasizes that traditional approaches, often based on linear causality models, present significant limitations for understanding complex systems (Renn, 2016; Leveson, 2004, 2011). In this regard, in order to avoid reducing the model to a rigid schematic, the “bow-tie” format makes it possible to represent an adaptive chain of action, a necessary condition for managing VUCA-type environments.

Thus, the proposed operational framework aims to functionally orchestrate the disciplines involved by embedding them within a continuous temporality (pre-event, peri-event, and post-event). This temporal integration aligns with systemic approaches, which call for moving beyond strictly reactive crisis management (Hollnagel, 2004; Leveson, 2004, 2011) in order to maintain system functionality in the face of surprises and deep uncertainty (Aven & Renn, 2020; Aven, 2020; Renn, 2016).

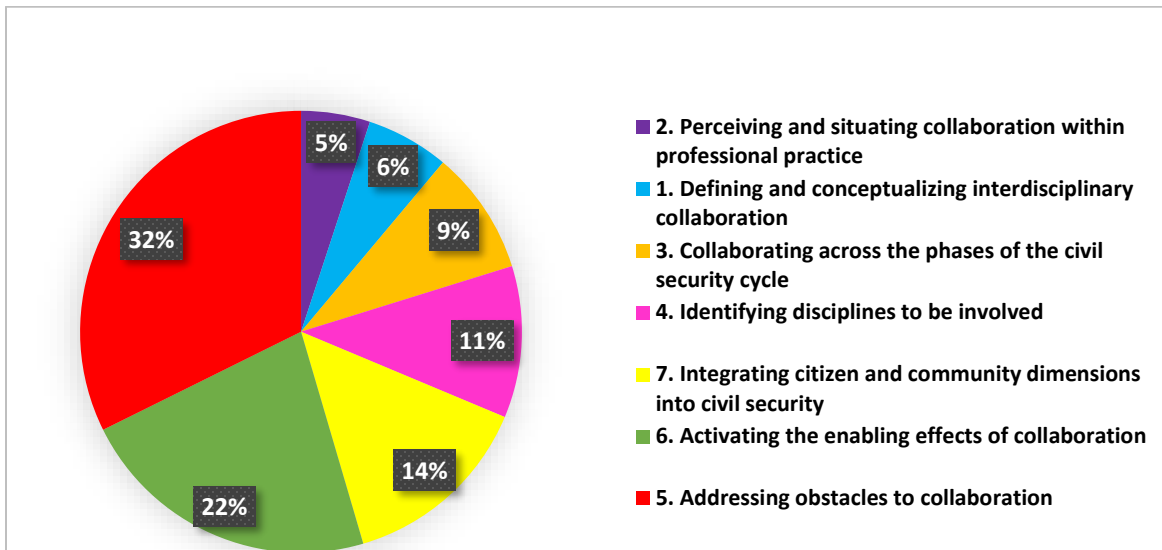
4.4 Results of the analysis

In line with the adopted pragmatic stance, the results present how interdisciplinary collaboration is understood by the civil security professionals interviewed. First, this section outlines the inventory of obstacles and levers to interdisciplinary collaboration, as reported by participants, in order to understand what, in their view, explains why it remains non-operational in VUCA contexts, and how to address this. Next, this section identifies the disciplines to be involved in the interdisciplinary collaborative process (*who?*) and the temporal dynamics within which these disciplines are expected to collaborate (*when?*). This makes it possible to extract and deconstruct the underlying logics of action capable of supporting the resilience of the civil security system (Aven, 2020; Miles *et al.*, 2014). Finally, the results present how interdisciplinary collaboration is defined and perceived by the professionals interviewed, in order to understand how they approach it in their daily practice. This structured progression makes it possible to introduce, step by step, the tangible elements that make up the final modeling of the proposed operationalization framework.

4.4.1 Overall Dynamics of the Corpus

The overall thematic distribution resulting from the coding of the corpus (*Figure 4.1*) tends to reveal a marked asymmetry in discursive weight. The graph indeed shows a highly concentrated volume of discourse for themes related to the identification of obstacles (Theme 5) and levers (Theme 6) of interdisciplinary collaboration, as well as for the integration of citizen and community dimensions in civil security (Theme 7). It therefore appears that professionals prioritize action-oriented themes rather than the conceptualization of interdisciplinary collaboration.

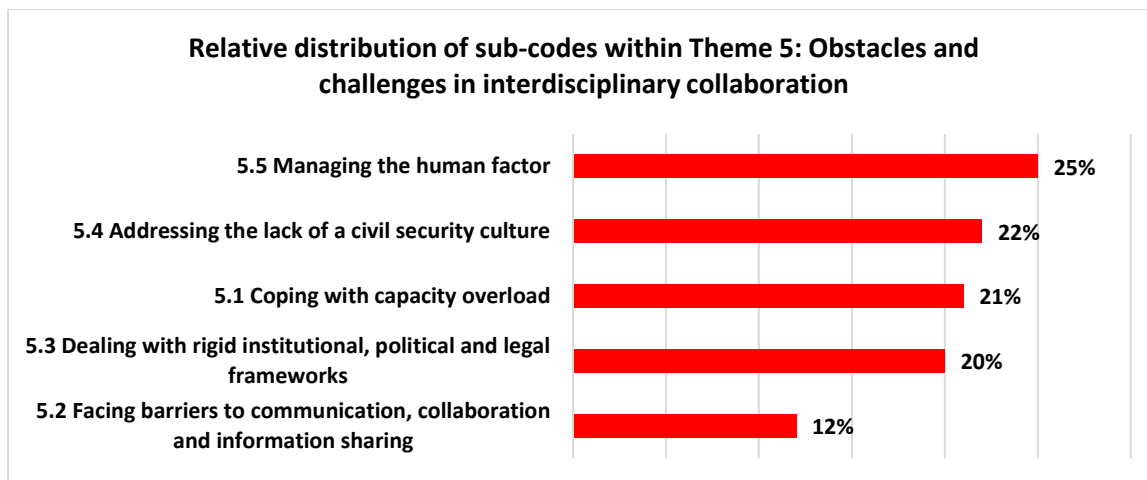
Figure 4.1 - Distribution of Interdisciplinary Collaboration Themes in the Interview Corpus



4.4.2 *Fragmentation of Expertise, Decision-Making Paralysis, and Dilution of Accountability*

The intra-code analysis of obstacles to interdisciplinary collaboration (*Figure 4.2*) objectifies that barriers to collaboration are not reported as isolated constraints, but rather appear to be organized into a chain of five (5) interdependent mechanisms:

Figure 4.2 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 5, in Descending Order of Discursive Weight



4.4.2.1 Communication Barriers

As shown by the relative distribution of sub-nodes, the empirical data converge to indicate that the primary source of paralysis in interdisciplinary collaboration appears to lie in the interaction between communication barriers and the rigidity of institutional frameworks, which hinder the exchange of information between entities and disciplines in civil security. More specifically, professionals describe structures “*so large [that they are] no longer able to streamline them*” (Participant 8, Pos. 253), within which information circulates poorly and seems unable to translate into concrete action: “*Information exchange always takes place. It’s just that nothing is done with it*” (Participant 11, Pos. 95).

Respondents identify two main obstacles to collaboration: first, communication becomes impossible within fragmented institutional systems where it ultimately gets lost; second, the same information can be understood and processed differently depending on the referential frameworks specific to each type of actor involved in the action. In both cases, respondents report a loss of information, often leading to decision-making paralysis and failure of collaboration.

The analysis of the interviews thus illustrates that this institutional compartmentalization generates critical desynchronizations in the field, often reinforced by conflicts in information management (e.g., confidentiality of certain data). For example, one practitioner mentions an incompatibility in the indicators used to assess a seismic situation, which led to delays in managing evacuations: “*We [fire services], in our post-earthquake rapid inspection procedures, trigger the alert based on the Mercalli scale³. The problem is that Mercalli comes late. What we get quickly is Richter⁴. But Richter doesn’t mean anything to structural engineers*” (Participant 12, Pos. 63). This excerpt illustrates a desynchronization between interpretive frameworks of emergency levels, reported by the respondent as a source of temporary paralysis in decision-making.

This phenomenon was observed by several other respondents and reported as critical in emergency situations where rapid intervention can significantly influence outcomes. To reinforce this

³ The Mercalli scale measures the intensity of an earthquake based on observed damage and human perception at specific locations, from I (not felt) to XII (total destruction) (Wood & Neumann, 1931).

⁴ The Richter scale measures the magnitude (between 1 and 9) of an earthquake based on the energy released and the amplitude of ground motion at the earthquake’s point of origin (Quebec Office of the French Language, 2012).

observation, another excerpt illustrates both the importance of rapid response and how deficient communication between disciplines can lead to delayed decision-making:

“The lack of coordination between urban planners and fire safety services sometimes results in areas being developed that are unreachable within these critical timeframes: ‘the target is an intervention within 15 minutes by eight firefighters. [...] And in some locations, even within urban perimeters, this is not achieved’” (Participant 4, Pos. 52).

This excerpt illustrates how the absence of communication between urban planning and fire services led to the development of a residential area in a sector that is not rapidly accessible to fire services in case of need. It thus highlights the importance of initiating the collaborative process as early as the pre-event phase, in order to avoid potential issues during intervention.

4.4.2.2 Lack of Civil Security Education and Exceedance of Institutional Resources

Beyond these communication-related obstacles, data analysis also highlights a deficit in civil security culture. Respondents consistently emphasize the lack of training dedicated to the acquisition of fundamental concepts in this field. However, this gap extends to disciplines that are called upon to make decisions likely to affect the proper conduct of interventions. In the absence of sufficient integration of civil security principles within these fields of expertise, certain decisions may therefore be made in misalignment with operational constraints.

Finally, the coding suggests that these shortcomings are exacerbated by institutional capacity exceedance (including human, material, and financial resources) (Helbing, 2013; Leach *et al.*, 2010). In the context of escalating risks and increasing frequency and intensity of hazards (UNDRR, 2022), actors appear to experience a stagnation of their resources, which are therefore more and more frequently exceeded in the event of a crisis: *“needs are unlimited, [but] resources are limited”* (Participant 12, Pos. 39). Consequently, the institutional civil security system would often rely on the repeated mobilization of the same resources, leading to their generalized exhaustion. For example, it is reported that the same individuals are often required to take on multiple mandates and roles: *“The danger is that it’s always the same people [...] There are individuals who are heavily impacted psychologically”* (Participant 23, Pos. 91).

4.4.2.3 Dilution of Accountability

Contemporary environmental upheavals exert increasing pressure on civil security services. The VUCA conditions that characterize them generate more frequent and prolonged needs (Renn, 2016; UNDRR, 2022). To address these demands, civil security mandates have multiplied in recent years. However, this accumulation, in the absence of a clearly structured collaborative framework, has produced a major side effect: a dilution of accountability. In the absence of explicit role clarification, responsibilities tend to fragment and disperse among actors, multiplying zones of shared responsibility.

This configuration fosters avoidance dynamics, not due to voluntary disengagement, but rather to uncertainty regarding responsibility for action. Respondents thus emphasize that the absence of clearly assigned responsibilities leads to a situation where coordination is limited to organizing exchanges, without resulting in concrete action:

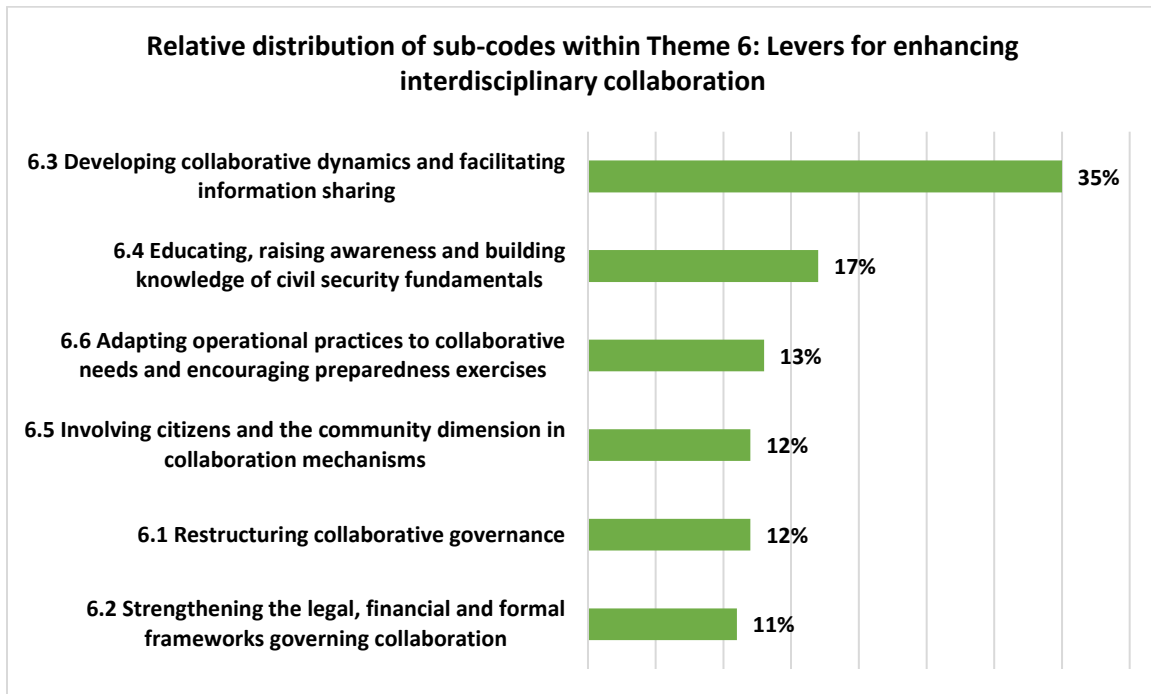
“It's always the phrase in our meetings: ‘We are here to coordinate.’ [...] But who is going to take action? Who is going to carry out the task? [...] The fact that no one is identified, it seems that many people engage in avoidance” (Participant 11, Pos. 105).

“Everyone thinks that someone is supposed to be in charge, and then we realize that no one is” (Participant 26, Pos. 96).

4.4.3 Organic Strategies and Decentralized Leadership in Response to VUCA Contexts

Despite the obstacles extensively reported by respondents (nearly one-third of the overall discursive volume), they appear to have begun organizing themselves to circumvent them. The results notably show that actors spontaneously deploy organic compensatory strategies, that is, decentralized and adapted to changing and uncertain environments (Leveson, 2004; Aven, 2020) (*Figure 4.3*):

Figure 4.3 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 6, in Descending Order of Discursive Weight



4.4.3.1 Informal Collaboration Networks and the Need for a Facilitation Capacity

The analysis of the relative distribution for the theme associated with levers of interdisciplinary collaboration first tends to identify the activation of informal collaboration networks as the dominant lever. Thus, in the face of urgency, respondents indeed consider that “*the [interpersonal] connection will be stronger than any [formal] agreement*” (Participant 12, Pos. 59). Nevertheless, the cross-analysis of codes shows that, for professionals, the orchestration of these informal collaborative networks can no longer rely solely on goodwill; it would require a genuine restructuring of governance (Bodin, 2017; Folke, 2006). The corpus therefore indicates a strong demand for the institutionalization of a dedicated facilitation capacity, often spontaneously described by respondents as a “*coordinator or some kind of mediator [for collaboration]*” (Participant 10, Pos. 4), with actors arguing that “*it’s not just about sitting around a table [...] there needs to be a structure*” (Participant 2, Pos. 18). Rather than resting on a single individual, this facilitation capacity would notably be responsible for fostering the development of a shared language across disciplines, as well as clarifying each party’s responsibilities, from prevention to recovery. In doing so, this distributed capacity would help mitigate communication barriers while limiting the dilution of accountability highlighted in the previous section.

4.4.3.2 Incentivization and Formalisation

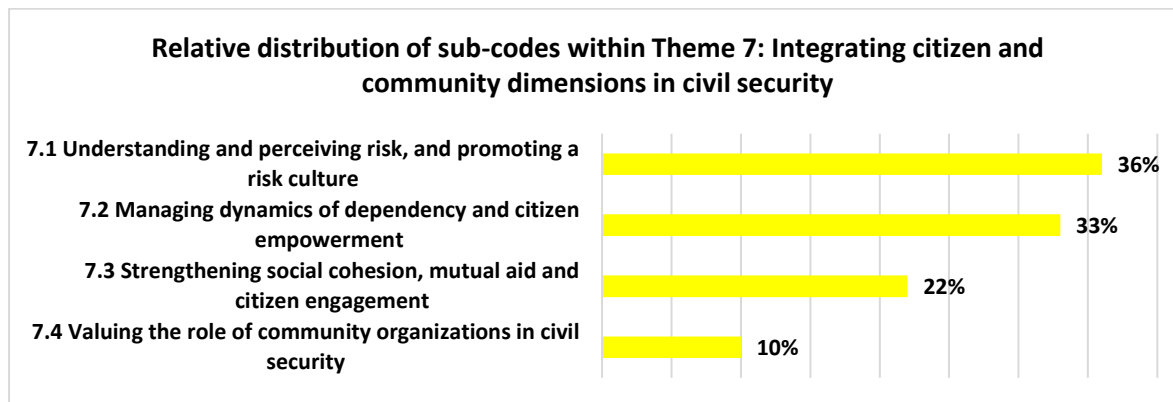
Moreover, the corpus indicates that the collaborative process should be formally supported, notably through incentivizing legal and financial frameworks, suggesting that the normative apparatus can and should act as a driver of action: *“law is not an obstacle, it is a tool”* (Participant 8, Pos. 225). Indeed, actors emphasize the need for a co-construction process oriented toward action, without coercion. The data on this point are unequivocal: *“you cannot force collaboration. It must be encouraged, it must be nurtured”* (Participant 18, Pos. 64).

For example, to illustrate how he overcame the obstacle of incompatible measurement scales (Richter vs. Mercalli) discussed in the previous section, one participant explains that he mobilized his informal network. Moving away from his traditional plans, he chose to identify specialized actors with whom he had previously worked, in order to collaborate on the development of a Richter–Mercalli conversion measure, thereby overcoming the blockage. The informal collaborative development of this tool helped break decision-making paralysis, providing practitioners with the agility needed to issue early warnings without having to wait for official data. Although this initiative was undertaken spontaneously, the participant specified that he subsequently formalized this new conversion method within his official emergency management plans. In doing so, he ensured the sustainability of the tool and enabled its use in future situations.

4.4.4 Integration of the Citizen and Community Dimension in Civil Security

In response to the limitations of traditional civil security systems in VUCA contexts, the integration of citizens and community organizations (*Figure 4.4*) is considered, according to the professionals interviewed, to be a key lever of resilience (Berkes & Ross, 2012; Reed, 2008; Smit & Wandel, 2006). Indeed, an informed and engaged population would help reduce the operational burden on services, while fostering an active role for individuals in their own recovery, and even limiting post-crisis psychosocial impacts (Adger *et al.*, 2004; Gousse-Lessard *et al.*, 2022).

Figure 4.4 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 7, in Descending Order of Discursive Weight



The integration of citizen and community dimensions in civil security responds to both an operational and systemic necessity in the face of contemporary VUCA-type crises (Bennett & Lemoine, 2014). It is first situated within a context of chronic exceedance of institutional capacities, where the multiplication and intensification of needs contrast with limited resources, rendering the state apparatus insufficient to respond to crisis situations on its own (Helbing, 2013; Leach *et al.*, 2010; UNDRR, 2022). In this context, the activation of the social fabric acts as an essential safety net, helping to prevent systemic exhaustion and the paralysis of emergency services (Berkes & Ross, 2012; Folke, 2006).

Beyond this compensatory function, citizen integration contributes to a paradigm shift by transforming the population—historically confined to a passive beneficiary role—into a fully-fledged operational resource (Aven & Renn, 2010; Schweizer & Renn, 2019). Empirical data indeed show that local mutual aid dynamics constitute an immediate lever of effectiveness, with certain informal actions sometimes proving faster and more decisive for saving lives than institutional mechanisms, particularly in diffuse contexts. To structure this agency, professionals advocate for the recognition and formal integration of community organizations (and NGOs) into the civil security architecture. By acting as essential intermediaries between the population and the state, the delegation of clearly defined responsibilities to these organizations would help channel citizen solidarity, relieve pressure on frontline services, and more effectively target vulnerabilities at the local level (Adger *et al.*, 2004; Reed, 2008; Smit & Wandel, 2006).

Furthermore, strengthening citizen autonomy helps alleviate the burden on frontline services by facilitating the prioritization of interventions toward the most critical situations and the most vulnerable populations (Adger *et al.*, 2004; Reed, 2008; Smit & Wandel, 2006).

4.4.5 Mapping of Expertise and Temporal Dynamics

The cross-analysis of data from the inventory of disciplines to be integrated into the collaborative process (Theme 4; *Figure 4.5*) and their distribution across the risk management cycle (Theme 3; *Figure 4.6*) highlights that collaboration would benefit from moving beyond a reactive emergency logic, primarily centered on the intervention phase, toward institutionalization along a three-stage sequence: pre-event, peri-event, and post-event (Aven & Renn, 2010; UNDRR, 2022; Bodin, 2017; Vermeulen & Hémond, 2025).

This cross-reading further reveals that the effectiveness of collaboration relies on the integration of diverse disciplines, mobilized in a differentiated manner according to the specific needs of each phase. Rather than a uniform mobilization of actors, this structuring makes it possible to articulate complementary contributions, aligned with the missions specific to each temporality of the risk management cycle.

Figure 4.5 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 4, in Descending Order of Discursive Weight

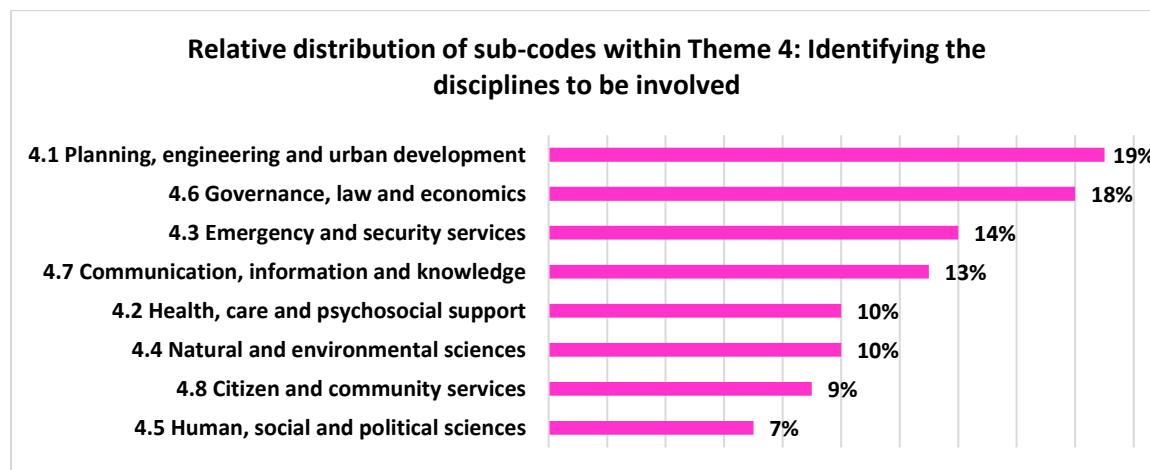
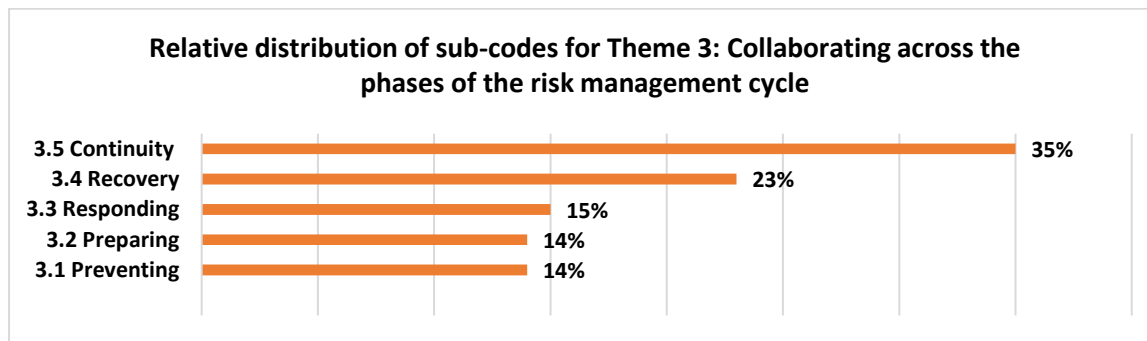


Figure 4.6 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 3, in Descending Order of Discursive Weight



4.4.5.1 Prevention and Preparedness (Pre-event): Acting at the Source

Accounting for nearly 60% of the discursive volume associated with the phases of the civil security cycle, the data tend to show that it is before the event that true interdisciplinary collaboration must emerge and take shape: *“it is not at the time of intervention that it will be created”* (Participant 13, Pos. 12). The pre-event phase would also require alignment between environmental sciences (meteorologists, hydrologists) and professionals in planning, engineering, and governance (Ostrom, 2010; UNDRR, 2022). Participants also emphasize that *“urban planning is a political act [...] those who decide are elected officials”* (Participant 6, Pos. 16), highlighting that disciplines involved in the collaborative process in civil security remain largely dependent on political decisions and existing governance structures (Aven & Renn, 2010; Ostrom, 2010).

Therefore, the success of interdisciplinary action requires strong political commitment in order to legitimize and orchestrate the management of VUCA environments (Renn, 2016; UNDRR, 2022). The coding also suggests integrating the education sector to instill a culture of risk early on, from a young age within the population, in order to embed as early as possible the reflexes necessary for citizen agency in the face of risks. Finally, the integration of professionals in the social sciences and humanities in the pre-event phase emerges as essential, as they represent a valuable source of information regarding social vulnerabilities to be incorporated into prevention and preparedness plans (Adger *et al.*, 2004; Gousse-Lessard *et al.*, 2022; Smit & Wandel, 2006).

4.4.5.2 Intervention (Peri-event): Agility and Shared Meaning

The analysis of the corpus indicates that while the traditional emergency core (firefighters, police officers, paramedics) remains perceived as the backbone of response in VUCA contexts during the

intervention phase, they could better mobilize their resources and preserve their teams by operating in symbiosis with other disciplines, such as public works services (e.g., road technicians) to physically secure the territory.

Above all, discursive recurrences objectify the critical need to integrate information technology (IT) and communication experts (e.g., data specialists, tactical drone pilots, communicators, public relations professionals) during the intervention phase, in order to reduce ambiguity (Bennet & Lemoine, 2014; Vermeulen & Hémond, 2025), counter misinformation, and translate technical data into intelligible directives (Kurtz & Snowden, 2003) for all professionals involved in the response.

In addition, the direct activation of citizens and community and social services (e.g., for neighborhood mutual aid and emotional support) is described as an essential logistical asset, helping to relieve pressure on emergency services and enabling them to appropriately prioritize their interventions, particularly for the most vulnerable populations.

4.4.5.3 Recovery and Continuity (Post-Event): Repair, Relief, and Learning

Often identified as a blind spot, the recovery phase nevertheless constitutes a pivotal moment in the civil security cycle according to the professionals interviewed. They indeed recognize its essential role, both in supporting affected populations and in improving risk management systems. Unlike the intervention phase, which is centered on immediate urgency, the post-event phase unfolds over the long term and aims to address the complex needs of those affected, whether in terms of relocation, socio-economic stabilization, or access to financial assistance mechanisms. This extended temporality is also accompanied by major psychosocial challenges, as the impacts of disasters often manifest in a delayed manner.

At the same time, recovery constitutes a key lever for activating citizen agency, by enabling individuals to actively engage in their own reconstruction and move beyond a position of dependency. However, this phase is characterized by a marked paradox: even as needs persist, or even intensify, human and organizational resources tend to disengage rapidly after the intervention phase, leaving recovery under-supported.

Finally, it plays a central role in the production of collective and institutional intelligence, acting as a learning loop that makes it possible to capitalize on feedback from experience, adjust practices, and guide prevention strategies.

4.4.6 Conceptualization and perception of interdisciplinary collaboration

Although these two themes generated little discursive volume, the analysis also made it possible to understand how professionals define interdisciplinary collaboration (Figure 4.7) and how they integrate it into their practice (Figure 4.8).

Figure 4.7 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 1, in Descending Order of Discursive Weight

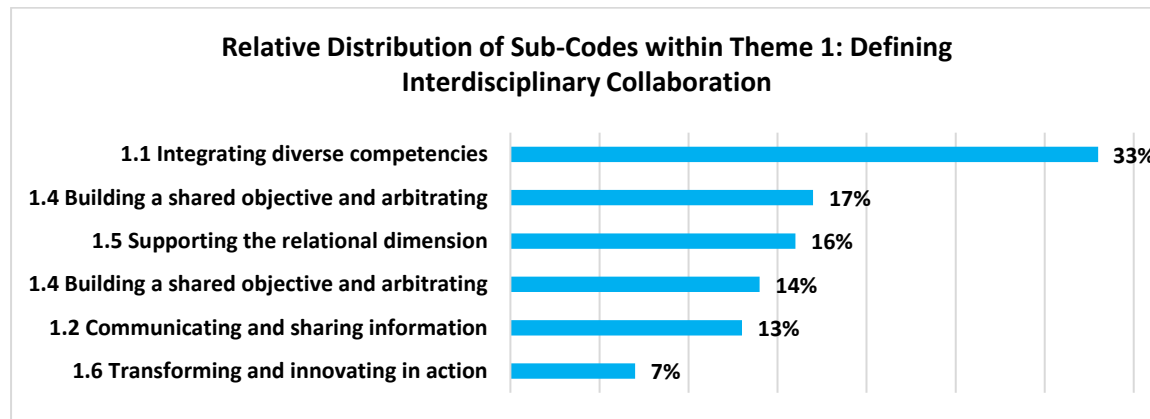
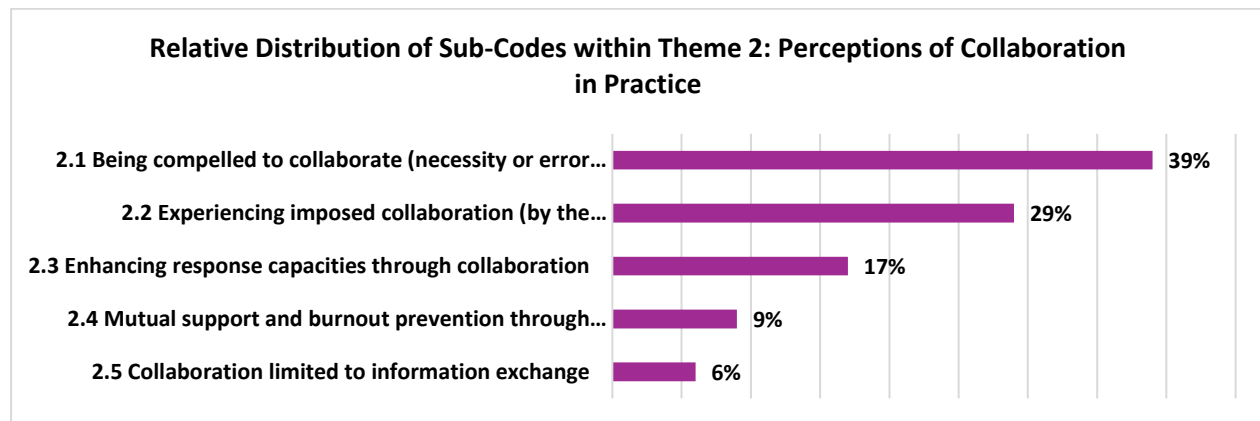


Figure 4.8 - Relative Distribution of Sub-Nodes Associated with Theme 2, in Descending Order of Discursive Weight



4.4.6.1 Ensuring the Complementarity of Expertise

First, the analysis of discursive occurrences dedicated to defining and conceptualizing interdisciplinary collaboration (Theme 1) objectifies that actors' primary definitional reflex is

grounded in the integration of complementary expertise. The data indeed tend to show that collaboration is conceptualized as the vital necessity of bringing together diverse competencies in order to obtain a “360-degree view” (Participant 26, Pos. 4) of needs in a VUCA-type context. The analysis of the corpus thus suggests that breaking down disciplinary silos is perceived as an essential condition for reducing decision-making blind spots: *“The more different types of expertise you have [...], the more it allows you to have different perspectives that you otherwise wouldn’t have”* (Participant 7, Pos. 5).

Next, the data converge to show that this integration would require rigorous orchestration, based on shared responsibility. Indeed, respondents indicate that involving various disciplines in the same project can lead to phenomena of appropriation or overlap of expertise. In such cases, collaborative action becomes hindered, or even ineffective (Castañer & Oliveira, 2020; Fuks *et al.*, 2007).

4.4.6.2 Moving Beyond Information Exchange and Facilitating Synergy

Regarding the perception of collaboration in professional practice, discursive recurrences highlight that respondents unanimously perceive collaboration not as an optional asset, but as an absolute necessity in the face of the growing complexity of the risks they must manage. In doing so, the empirical data corroborate the postulates of modern risk governance, according to which the breaking down of silos and collaborative effort emerge as key levers for addressing VUCA-type environments (Aven, 2020; Bennett & Lemoine, 2014; Renn, 2016; Vermeulen & Hémond, 2025). The corpus indeed objectifies that remaining isolated within disciplinary silos prevents the detection of potential blind spots at the time of decision-making: *“Clearly, we cannot work alone if we want to better manage these situations [...]. We even risk making mistakes that will set us back by working alone. Because we do not see [all] the consequences, we do not see [all] the impacts”* (Participant 5, Pos. 8).

However, it should be noted that an empirical tension emerges from the cross-analysis of the data: indeed, the testimonies collected tend to confirm that, constrained by urgency or the rigidity of the organizational structures previously analyzed, many actors observe an absence of true synergy, where presumed collaborative action is often reduced to a simple passive transmission of data: *“I think that at the strategic level, at the moment, in the organizations that exist [...], there is no*

interdisciplinary work. There is simply none. There is information exchange, privileged partners. That's it. It stops there" (Participant 11, Pos. 46).

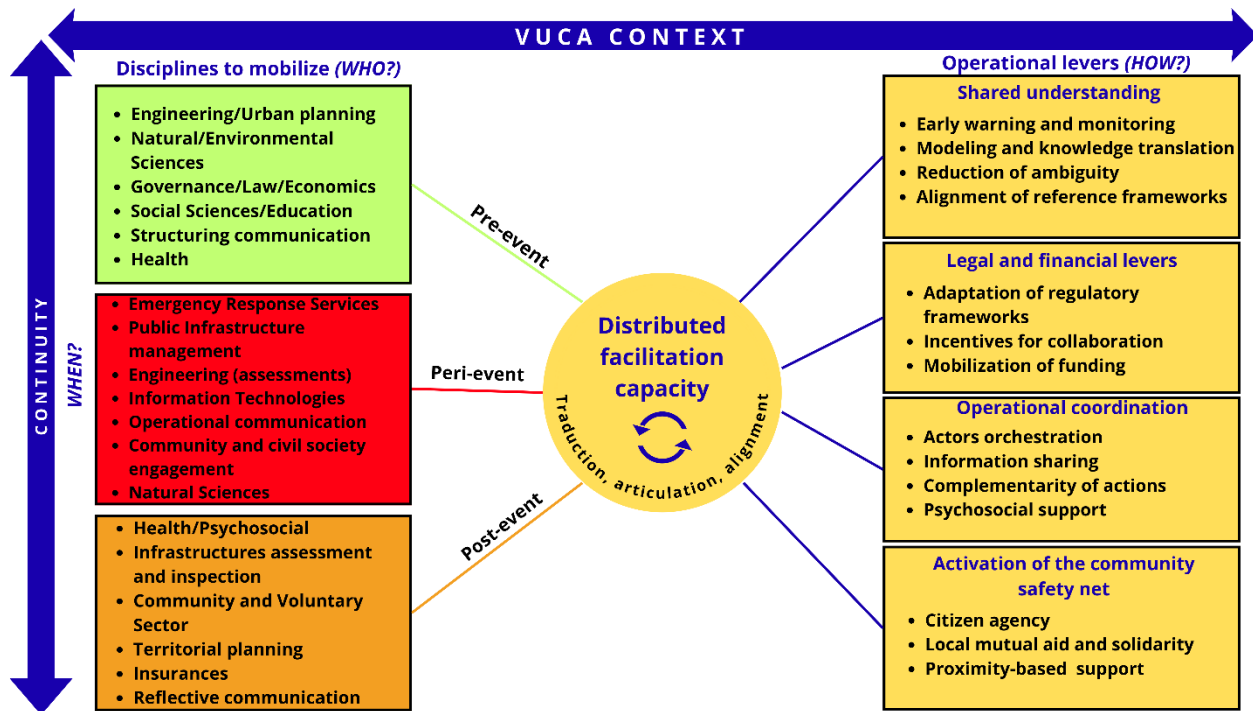
This finding ultimately confirms that the mere injunction to collaborate is no longer sufficient, thereby justifying the urgency of moving beyond a descriptive approach to propose a truly pragmatic operationalization framework for intersectoral action.

4.5 Discussion and Proposal of an Operationalization Framework for Interdisciplinary Collaboration

In line with the scientific literature addressing the management of complex systems, the analysis of empirical data objectifies that collaboration constitutes a preferred pathway to support civil security professionals. Indeed, in the face of unpredictability and the interconnected nature of risks in VUCA contexts, the breaking down of disciplinary silos and cooperative effort now emerge as sine qua non conditions for maintaining the capacities of civil security systems (Aven, 2020; Bennett & Lemoine, 2014; Bodin, 2017; Folke, 2006; Renn, 2016; UNDRR, 2022; Vermeulen & Hémond, 2025).

However, for this approach to be viable, it appears imperative to move beyond theoretical injunctions and provide institutions with a genuine operational "recipe." This is precisely the objective of the pragmatic operationalization framework proposed in this discussion, designed to act as a tool directly usable by civil security professionals (*Figure 4.9*).

Figure 4.9 - Operationalization Framework for Interdisciplinary Collaboration in VUCA Contexts



This model aims to overcome the observed fragmentation of roles and responsibilities by structuring collaboration around three interdependent components: the disciplines mobilized according to the temporality of action, a distributed facilitation capacity, and the operational levers that enable responses to the constraints of VUCA environments, with the objective of optimizing the contributions of actors within the civil security ecosystem.

Ultimately, this framework embodies the central proposition of this thesis: the necessity to shift from a rigid, siloed civil security model centered on administrative coordination and “predict and control” logic, to a flexible, adaptive, and inclusive orchestration of systemic risks (Aven & Renn, 2010; Bodin, 2017; Folke, 2006). Concretely, the “who does what” in this distributed facilitation capacity marks a radical departure from traditional command-and-control structures. Rather than relying on a single hierarchical decision-maker or conventional coordination, this capacity acts as a collective epistemic mediator. Its daily operational task consists of translating disciplinary jargons, aligning disparate reference frameworks, and orchestrating interactions to support continuous collective sensemaking in VUCA environments (Weick, 1995; Weick & Sutcliffe, 2007). However, institutionalizing this capacity also introduces specific potential points of failure that must be anticipated. First, by placing this facilitation capacity at the core of the informational

flow, there is a structural risk of creating a cognitive and operational bottleneck if the volume of interactions exceeds the team's processing abilities. Second, the effectiveness of this distributed role relies heavily on recognized legitimacy; if the facilitation capacity lacks institutional backing or interpersonal trust, its mediation may be bypassed by traditional silos or informal networks. Finally, it is crucial that this function remains truly distributed; reverting to an over-reliance on a single facilitation node would generate a new systemic vulnerability, where the absence or burnout of one individual could paralyze the entire collaborative ecosystem.

On the left side of the diagram, the disciplines and professions identified empirically are organized according to a simplified temporal structure in three phases: pre-event (prevention and preparedness), peri-event (intervention), and post-event (recovery). The choice of this structuring, combined with a transversal continuity component, makes it possible to move beyond the limitations of a strictly sequential reading (prevention–preparedness–intervention–recovery), which has become obsolete in the face of the non-linear and evolving interactions of contemporary crises (Bennett & Lemoine, 2014; Renn, 2016; UNDRR, 2022). By moving away from a purely reactive emergency logic centered on intervention, this model compels interdisciplinary collaboration to be articulated in a coherent and continuous manner over time (Aven & Renn, 2010; Bodin, 2017; Fuks *et al.*, 2007). Finally, this transversal dimension ensures that the model adjusts in real time by acting as a genuine adaptive learning loop: it ensures that feedback is continuously reinvested into anticipation, which proves strategic for avoiding the reproduction of vulnerabilities and strengthening the overall robustness of the civil security system (Renn, 2016; Aven, 2020).

Disciplines have been assigned to each phase. Their identification and distribution stem exclusively from the results of coding the interviews conducted with civil security professionals. However, the results partially corroborate those of other studies in the field of collaboration in civil security (Aven, 2020; Berry *et al.*, 2018; Gousse-Lessard *et al.*; Renn, 2016, 2022; UNDRR, 2022; Vermeulen & Hémond, 2025). These findings suggest that the resilience of the civil security system depends directly on the ability to mobilize traditionally peripheral disciplines, notably territorial planning, environmental sciences, social sciences, and education, in order to address structural vulnerabilities even before events occur.

At the core of the framework, the diagram replaces the traditional role of a civil security coordinator with a distributed facilitation capacity. This shift is fundamental: it illustrates the necessary transition from a rigid civil security model based on administrative coordination toward a flexible, adaptive orchestration of systemic risks. Unlike conventional hierarchical models, this distributed facilitation does not rely on coercive authority, but on the collective ability to connect actors, translate disciplinary frameworks, and structure interactions. Empirical results thus show that this capacity constitutes a key lever for overcoming barriers linked to organizational silos and language incompatibilities, particularly in situations where divergent technical indicators may slow down decision-making. In this sense, facilitation emerges as a central function of adaptive governance, supporting the continuous creation of shared meaning (sensemaking) among actors.

On the right side of the diagram, the orchestration of these interactions leads to the activation of concrete operational levers. Among these is the construction of shared meaning, aimed at translating complex data into actionable information and reducing the ambiguity inherent to VUCA contexts. This dynamic is closely linked to the development of operational coordination mechanisms, relying both on formal structures and informal networks, whose importance was widely emphasized by respondents. Furthermore, the results highlight the role of legal and financial levers as instruments for incentivizing collaboration, confirming that the normative apparatus can act as a driver of transformation rather than a constraint. Finally, the activation of the community safety net emerges as an essential element for addressing institutional capacity limitations, by mobilizing citizen agency and local mutual aid dynamics.

In this sense, interdisciplinary collaboration as modeled here cannot be reduced to a simple juxtaposition of expertise but must be understood as a process of collective transformation, supported by continuous mechanisms of facilitation, translation, and learning. In doing so, the framework proposes a solution to overcome the obsolescence of traditional approaches that struggle to respond to the needs generated by VUCA contexts.

4.6 Conclusion

This study aimed to move beyond a predominantly theoretical and normative understanding of interdisciplinary collaboration in VUCA contexts (Bennett & Lemoine, 2014) by anchoring it in

the operational realities of civil security. Based on the discourse of field professionals, it proposes an operationalization framework centered on action, flexibility, and continuous adaptation (Creswell, 2009, 2022), enabling a dynamic articulation of the disciplines involved and the conditions required for their collaboration.

The empirical analysis highlights a critical reality: collaborative action remains deeply hindered by the rigidity of formal structures, the absence of shared referential frameworks (Kurtz & Snowden, 2003; Weick & Sutcliffe, 2007), communication deficits, and the chronic exceedance of institutional capacities (Helbing, 2013; Leach *et al.*, 2010; UNDRR, 2022). These constraints lead to an increased reliance on informal collaboration networks and the over-engagement of certain actors, generating a risk of systemic exhaustion and dilution of accountability. While these dynamics act as compensatory levers, their formalization appears necessary in order to stabilize their effects and strengthen their sustainability.

To address the limitations of traditional civil security systems, the results highlight the need for a dual shift: on the one hand, the resilience of civil security systems should rely on a decentralization of action that fully integrates citizen agency and the community fabric as operational resources (Berkes & Ross, 2012; Folke, 2006; UNDRR, 2022). On the other hand, collaboration must be embedded in a continuous, organic, and decentralized dynamic, moving beyond the sole timeframe of emergency to mobilize complementary disciplines in response to evolving situations (Aven & Renn, 2010; Bodin, 2017; Vermeulen & Hémond, 2025).

One of the major contributions of this research lies in the formalization of these transformations through an operationalization framework structured as a “bow-tie” model. This model connects the disciplines involved, a central facilitation capacity, and the operational levers activated to respond to the constraints posed by VUCA contexts. By positioning facilitation as a distributed capacity of adaptive governance, grounded in the translation, articulation, and coordination of expertise (Weick, 1995; Weick & Sutcliffe, 2007), it offers a renewed understanding of interdisciplinary collaboration, oriented toward orchestration rather than command (Bodin, 2017).

However, certain limitations must be acknowledged. The study is based on a corpus rooted in the Quebec context, which may limit the generalizability of the results. In addition, the concrete

operationalization of the proposed framework remains to be tested across varied contexts. Future research could therefore assess its applicability through case studies or longitudinal approaches in real-world settings.

Ultimately, this study highlights the need to structure interdisciplinary collaboration as a function in its own right in order to address VUCA contexts that are expected to intensify (Bennett & Lemoine, 2014; IPCC, 2021; UNDRR, 2022). The operational integration of the proposed framework appears, in this regard, to be a promising pathway for strengthening system capacities to respond to increasingly complex, uncertain, volatile, and ambiguous crises, while limiting the exhaustion of human and organizational resources.

4.7 Conclusion du Chapitre 4

Ce quatrième chapitre a permis de concevoir un cadre d'opérationnalisation formel et pragmatique (Creswell, 2009, 2022), directement issu de l'analyse des propos des professionnels de la sécurité civile. En effet, en s'appuyant sur l'investigation empirique du Chapitre 3, laquelle avait permis d'analyser en profondeur les obstacles structurels paralysant les acteurs et les leviers informels qu'ils déploient au quotidien pour y faire face, cette étape a transformé le vécu de ces intervenants en une véritable architecture systémique. De cette manière, ce chapitre a permis d'objectiver leurs besoins réels afin de formaliser ces stratégies organiques, de stabiliser leurs effets et d'en assurer la pérennité.

L'élaboration du cadre d'opérationnalisation de la collaboration proposé dans ce chapitre vient clore le cheminement analytique de la thèse, en ancrant les résultats dans une modélisation empirique structurée. Il permet ainsi d'achever le processus de recherche en articulant les différentes étapes qui l'ont jalonné, de la littérature à l'investigation empirique, en une proposition intégrative traduisant les résultats analytiques en mécanismes opérationnels visant à soutenir la mise en œuvre de la collaboration interdisciplinaire en contextes VICA.

Concrètement, le modèle en « nœud papillon » proposé ici, qui orchestre la collaboration selon une temporalité continue articulée autour des phases pré-événement, péri-événement et post-événement, concrétise la transition exigée dès l'introduction générale et théorisée au Chapitre 3. Il s'agit en effet de passer d'une approche traditionnelle, purement réactive et cloisonnée en silos (Aven, 2020 ;

Renn, 2016), à une véritable gouvernance adaptative capable de faire face à la complexité des risques systémiques (Bodin, 2017 ; Folke, 2006 ; UNDRR, 2022).

Au cœur de cette architecture, et pour répondre directement aux failles de communication rapportées par les professionnels, ce cadre institue par ailleurs une fonction centrale de « facilitation ». Dès lors, cette composante vient corriger les lacunes identifiées au Chapitre 2 au sein de l'architecture normative encadrant la gestion des risques. Ainsi, là où l'analyse des cadres directeurs révélait un « vide doctrinal » réduisant trop souvent l'action à une simple coordination administrative (Castañer & Oliveira, 2020 ; Fuks *et al.*, 2007), ce cadre d'opérationnalisation réintègre formellement la création de sens partagé (*sensemaking*) comme pivot central. Ainsi, cette capacité agit comme un médiateur et un traducteur de cadres de référence, soutenant activement la négociation de sens pour réduire l'ambiguïté des situations VICA, telle que prescrite conceptuellement dès le Chapitre 4 (Bennett & Lemoine, 2014 ; Snowden & Boone, 2007 ; Weick & Sutcliffe, 2007).

Parallèlement, ce cadre d'opérationnalisation répond aux besoins des professionnels confrontés à un dépassement chronique de leurs capacités de gestion (Helbing, 2013 ; Leach *et al.*, 2010), en consacrant une transition vers l'agentivité citoyenne. Mis en évidence au Chapitre 4, le besoin de valorisation du rôle du citoyen, du tissu social de proximité et des organismes communautaires se trouve ici formalisée au sein du modèle proposé. Au-delà d'une simple mobilisation des individus, celui-ci reconnaît le rôle structurant des organismes communautaires comme relais, médiateurs et interfaces entre les institutions et les populations, facilitant la coordination, la circulation de l'information et l'ancrage local de l'action collective. Ces acteurs sont ainsi intégrés à l'écosystème de la sécurité civile, les positionnant non plus comme de simples bénéficiaires de l'aide étatique, mais comme des ressources stratégiques et logistiques de première ligne, indispensables pour prévenir la saturation des institutions formelles (Adger *et al.*, 2004 ; Berkes & Ross, 2012 ; Reed, 2008 ; Smit & Wandel, 2006).

En somme, ce chapitre vient clôturer un cheminement progressif, depuis le diagnostic théorique du besoin de collaboration interdisciplinaire pour faire face aux environnements VICA, en passant par sa conceptualisation normative, pour finalement intégrer les réalités du terrain et proposer un cadre

d'opérationnalisation basé sur ces trois sources de données. Ce faisant, il permet d'articuler trois dimensions complémentaires de la collaboration interdisciplinaire face aux contextes VICA.

Il convient désormais de mettre en dialogue ces dimensions au sein du prochain et dernier chapitre, consacré à la discussion générale. Cette étape finale visera à synthétiser les contributions de la recherche, à en évaluer la portée et les limites, et à apporter une réponse à la question directrice posée au début de ces travaux : la collaboration interdisciplinaire constitue-t-elle une voie pertinente pour renforcer les capacités de gestion des risques systémiques?

DISCUSSION GÉNÉRALE

Introduction à la discussion générale

L'investigation de la collaboration interdisciplinaire poursuivie dans le cadre de cette recherche a permis d'identifier, d'analyser et de modéliser certaines dynamiques fondamentalement nécessaires pour faire face à la complexité croissante engendrée par les risques systémiques. En effet, la progression des quatre phases méthodologiques déployées mène au constat que les systèmes de sécurité civile actuels, tels qu'ils sont théorisés, prescrits et appliqués, demeurent profondément vulnérables et inadaptés face à l'exacerbation des contextes VICA (volatilité, incertitude, complexité, ambiguïté) (Aven & Renn, 2020; Bennett & Lemoine, 2014 ; Renn, 2016; UNDRR, 2022). Ainsi, cette recherche met en exergue un décalage structurel majeur entre les idéaux collaboratifs prescrits et les réalités opérationnelles.

Comme l'a démontré l'examen critique de la littérature (Article 1), ce décalage s'explique d'abord par une faille conceptuelle. Les modèles théoriques dominants tendent, en effet, à surinvestir l'incertitude et la complexité, tout en marginalisant l'ambiguïté (Aven & Renn, 2010 ; Bennett & Lemoine, 2014). Conséquemment, bien que les acteurs estiment souvent collaborer, leur compréhension de la notion fait en sorte que leurs interactions se limitent en pratique à de la coordination administrative, dénuée de création de sens partagé et d'intégration des savoirs interdisciplinaires. Or, ce mode d'interaction s'avère insuffisant pour générer la véritable coconstruction de sens requise face aux perturbations systémiques, telle qu'elle se présente dans la définition-même de la collaboration (Fuks *et al.*, 2007 ; Repko & Szostak, 2017).

L'investigation de l'architecture normative de la gouvernance des risques (Article 2) permet de prolonger et d'ancrer empiriquement les limites conceptuelles identifiées dans l'Article 1. En effet, là où l'examen critique de la littérature a mis en évidence une marginalisation de l'ambiguïté dans les modèles théoriques dominants, l'analyse des cadres normatifs internationaux révèle que cette lacune est non seulement reproduite, mais également institutionnalisée.

Plus précisément, l'analyse proposée au Chapitre 2 montre que les prescriptions institutionnelles privilégient une logique de conformité procédurale, tout en omettant une composante fondamentale

de la dynamique collaborative : la communication continue et la création de sens partagé, ou *sensemaking* (Snowden & Boone, 2007 ; Weick & Sutcliffe, 2007). Ce faisant, ces dispositifs contribuent à structurer des pratiques collaboratives réduites à des formes de coordination administrative, déjà identifiées comme insuffisantes dans l'Article 1.

Cette absence de mécanismes dédiés à la réduction de l'ambiguïté engendre un véritable vide doctrinal, privant les acteurs des ressources cognitives nécessaires pour faire face aux situations de crise. Ainsi, loin de corriger les limites des modèles théoriques, l'architecture normative actuelle tend à les renforcer, contribuant à la persistance d'interactions interdisciplinaires confinées aux stades de coopération ou de coordination, pourtant inadaptés aux environnements de type VICA.

Les entretiens menés auprès des professionnels en sécurité civile (Article 3) ont non seulement validé ces diagnostics, mais ont également mis en lumière la pression croissante exercée sur le terrain. En effet, au-delà des enjeux de sens partagé, la réalité opérationnelle révèle un écosystème entravé par une hyper-fragmentation institutionnelle, un surinvestissement des ressources et un manque capacitaire chronique (Aven, 2020 ; Renn, 2016). Cette situation se traduit par une fatigue des professionnels en sécurité civile, tant sur le plan cognitif qu'opérationnel, dans des contextes où les exigences dépassent durablement les capacités disponibles. Cette fatigue ne relève pas uniquement d'une surcharge individuelle, mais est plutôt symptomatique d'un désalignement structurel entre les exigences d'un système qui peine désormais à s'adapter aux nouvelles réalités (Aven, 2020) et les capacités réelles des organisations.

Dans ce contexte, les professionnels en sécurité civile sont contraints de s'auto-organiser pour pallier les limites des dispositifs existants, en mobilisant des stratégies adaptatives et des réseaux informels afin de maintenir un minimum d'agilité (Bodin, 2017 ; Helbing, 2013). Toutefois, ces mécanismes compensatoires, bien qu'efficaces à court terme, contribuent à renforcer la pression sur des ressources déjà sur-sollicitées, accentuant ainsi la vulnérabilité du système dans son ensemble. Ces résultats conduisent ainsi à un renversement analytique: les systèmes de sécurité civile, historiquement conçus pour gérer les vulnérabilités, apparaissent eux-mêmes comme vulnérables face à l'intensification des contextes VICA.

Cette vulnérabilité est d'autant plus marquée que les systèmes actuels reposent encore largement sur une approche de gestion en cycle, séquentielle et cloisonnée (prévention, préparation, intervention, rétablissement). Or, cette structuration s'avère aujourd'hui inadaptée aux dynamiques non linéaires des crises contemporaines, en fragmentant l'action et en limitant la continuité des dynamiques collaboratives (Aven & Renn, 2010). Par conséquent, l'analyse des entretiens menés auprès des professionnels invite à mobiliser des disciplines variées de manière transversale et adaptée aux temporalités d'action.

Dans cette perspective, et à partir de la triangulation des données issues des différentes étapes du processus méthodologique, cette thèse défend l'idée que la mobilisation des disciplines ne peut être envisagée de manière sectorielle ou cloisonnée, mais doit être pensée comme une contribution différenciée et complémentaire au sein d'un même système d'action.

Plus précisément, la compréhension des aléas, portée par les sciences naturelles et environnementales, permet de caractériser les dynamiques physiques et d'éclairer les trajectoires possibles de risque, notamment dans une perspective de veille et d'alerte précoce. Toutefois, dans des contextes marqués par une forte incertitude, des interactions complexes et des dynamiques non linéaires, ces apports ne peuvent être considérés comme pleinement prédictifs ni suffire à orienter l'action à eux seuls. Leur portée opérationnelle dépend dès lors de leur articulation avec d'autres formes de savoirs et de leur intégration dans des processus décisionnels plus larges.

À cet égard, les disciplines de l'aménagement, telles que l'urbanisme, jouent un rôle déterminant en traduisant ces connaissances en choix concrets d'organisation territoriale, agissant sur l'exposition et la vulnérabilité des milieux. Néanmoins, ces interventions demeurent limitées non seulement par leur dépendance aux conditions sociales et institutionnelles dans lesquelles elles s'inscrivent, mais également par un manque de synchronisation avec les besoins opérationnels de la sécurité civile. En particulier, les résultats empiriques de cette recherche mettent en évidence un décalage persistant entre les logiques de planification territoriale et les exigences de la gestion des risques en phase pré-événement, ce qui entrave l'intégration effective des enjeux de sécurité civile dans les outils d'aménagement et en limite la portée préventive.

C'est dans cette perspective que les sciences sociales interviennent, en analysant les vulnérabilités, les comportements et les dynamiques organisationnelles, et en éclairant les conditions d'appropriation des mesures ainsi que les capacités d'adaptation des populations (Adger *et al.*, 2004). Toutefois, les données analysées tendent à montrer une marginalisation persistante de ces disciplines au sein des processus décisionnels, se traduisant par un cantonnement à des phases spécifiques, principalement en rétablissement et en prévention. Cette implication tardive et partielle, souvent dépourvue de pouvoir décisionnel réel et de consultation en amont, limite leur capacité à influencer la définition des priorités et à orienter les choix structurants. En conséquence, les connaissances produites peinent à être intégrées de manière effective dans l'action, ce qui contribue à maintenir des réponses fragmentées et insuffisamment adaptées à la complexité des situations.

Ainsi, loin de constituer des apports juxtaposés, ces contributions s'inscrivent dans une logique d'interdépendance: la compréhension des aléas ne prend sens que si elle est traduite dans des choix d'aménagement, lesquels ne peuvent produire d'effets durables sans être socialement appropriés et institutionnellement soutenus. C'est précisément dans cette articulation que réside le potentiel de la collaboration interdisciplinaire, dont l'efficacité dépend moins de la mobilisation des disciplines en tant que telles que de leur capacité à être intégrées au sein de dynamiques cohérentes, continues et orientées vers l'action.

Les professionnels interrogés ont également permis de dégager l'idée qu'en situation d'intervention, les disciplines liées à la communication et aux données deviennent essentielles pour interpréter les informations disponibles, réduire l'ambiguïté décisionnelle et faciliter la coordination entre acteurs. Toutefois, pour être pleinement intégrée à un processus collaboratif véritable, ces contributions ne peuvent s'inscrire pas dans une logique séquentielle stricte, mais doit plutôt s'insérer dans une dynamique continue d'interdépendance, où chaque discipline participe à la compréhension, à l'action et à l'ajustement des réponses. Ainsi, la collaboration interdisciplinaire ne repose pas sur la juxtaposition de compétences, mais sur leur articulation en fonction des besoins évolutifs du système, dans un contexte marqué par l'incertitude et la complexité (UNDRR, 2022).

Par ailleurs, le croisement des données issues de la littérature, de l'architecture normative et des données empiriques issues des entretiens met en évidence un besoin accru de renforcement des mécanismes de communication, d'éducation et d'intégration des citoyens dans les dynamiques de

gestion des risques. En effet, si les dispositifs normatifs internationaux reconnaissent l'importance d'une approche dite « *all-of-society* », la place effective des citoyens demeure souvent limitée à une logique de sensibilisation ou de réception de l'information (UNDRR, 2015; UNDRR, 2022). Cette approche, en ne favorisant ni une réelle appropriation des enjeux ni le développement d'un sentiment de responsabilité face aux risques, tend à entretenir une faible perception de ces dernières et, par conséquent, un niveau de préparation insuffisant chez les citoyens. Or, une telle configuration fragilise la capacité des systèmes à faire face aux situations critiques, en limitant l'autonomie des populations et en accentuant leur dépendance aux dispositifs institutionnels.

Dans ce contexte d'accroissement des risques, il apparaît que la sécurité civile ne peut plus être envisagée uniquement comme une responsabilité institutionnelle exclusive (Aven, 2020 ; Helbing, 2013 ; UNDRR, 2022). Elle doit au contraire être appréhendée comme un processus partagé, impliquant une participation accrue des citoyens dans la réduction de leur propre vulnérabilité (Adger *et al.*, 2004 ; Berkes & Ross, 2012 ; Reed, 2008). Cette évolution ne suppose toutefois pas un désengagement des institutions, ni une responsabilisation isolée des individus. Elle repose, au contraire, sur le développement structuré d'une culture du risque, fondée sur des démarches d'éducation, de sensibilisation et d'appropriation des enjeux, afin de stimuler l'agentivité citoyenne (Smit & Wandel, 2006).

Dans cette perspective, l'implication des citoyens s'inscrit dans un cadre collectif, où les institutions conservent un rôle central d'accompagnement, de transmission des connaissances et de structuration des capacités d'action (Folke, 2006 ; Renn, 2016). Il ne s'agit donc pas de demander aux individus d'assurer seuls leur sécurité, mais de leur permettre de comprendre les risques, d'anticiper les situations critiques et d'adopter des comportements adaptés, en articulation avec les dispositifs existants (Leach *et al.*, 2010 ; Schweizer & Renn, 2019). Ainsi, les citoyens sont appelés à devenir des acteurs à part entière de leur sécurité, non pas en substitution de l'action publique, mais en complémentarité avec celle-ci, contribuant à prévenir la saturation des ressources institutionnelles et à renforcer la résilience globale du système (Aven & Renn, 2010, 2020; Renn, 2016 ; Gousse-Lessard *et al.*, 2022).

Cette évolution repose toutefois sur un travail structuré de communication et de sensibilisation, entendu non seulement comme transmission d'information, mais comme processus d'appropriation et de compréhension des risques. À cet égard, les organismes communautaires apparaissent comme

des acteurs intermédiaires essentiels, capables de faciliter l'articulation entre institutions et citoyens. Leur ancrage territorial et leur capacité de mobilisation en font des leviers privilégiés pour soutenir la préparation collective et contribuer à alléger la pression exercée sur les dispositifs institutionnels (Berkes, 2007 ; Dynes, 2006).

C'est précisément dans cet écart, entre conceptualisation théorique, lacunes normatives et contraintes opérationnelles, que se joue la portée effective de la collaboration interdisciplinaire en gestion des risques. La présente discussion générale vise ainsi à mettre en dialogue les constats issus des différentes phases de l'analyse afin de répondre à la question directrice de cette thèse : la collaboration interdisciplinaire constitue-t-elle une voie susceptible de développer les capacités de gestion des risques systémiques ?

Dans cette perspective, l'enjeu n'est pas uniquement d'évaluer la pertinence de la collaboration interdisciplinaire, mais d'examiner dans quelle mesure le cadre d'opérationnalisation proposé permet de dépasser les limites identifiées, en intégrant notamment la facilitation et l'agentivité citoyenne comme mécanismes structurants de la résilience systémique.

Constats transversaux issus des quatre phases de la recherche

Afin de fonder la synthèse intégrative développée dans les sections suivantes, il convient de rappeler les résultats principaux issus des quatre articles composant cette thèse. Toutefois, cet enchaînement ne constitue pas une simple juxtaposition de résultats. En effet, il s'inscrit plutôt dans une progression analytique continue, dans laquelle chaque phase répond directement aux limites identifiées dans la précédente, contribuant ainsi à une compréhension graduelle et structurée du phénomène étudié, depuis son ancrage théorique, en passant par l'analyse critique des normes qui l'encadrent, pour finalement se nourrir des expériences concrètes des acteurs qui le mobilisent.

Afin d'objectiver cette progression analytique globale, cette section présente une synthèse intégrative des résultats obtenus via les quatre phases du processus de recherche. Cette dernière croise ainsi dix constats transversaux ayant émergé de la recherche, à différentes phases d'investigation (Articles 1 à 4). En regroupant l'ensemble des constats, elle illustre visuellement la manière dont chaque problématique évolue du diagnostic théorique jusqu'à sa résolution opérationnelle.

Ainsi, le *Tableau 16* devient la véritable colonne vertébrale de cette discussion. Il synthétise les dix constats transversaux ayant émergé de la triangulation méthodologique effectuée.

Tableau 16 - Synthèse intégrative globale: évolution des axes transversaux à travers les phases de la recherche

Constats transversaux	Phase 1 – Diagnostic conceptuel	Phase 2 – Analyse normative	Phase 3 – Réalité empirique	Phase 4 – Réponse opérationnelle proposée
1. Décalage structurel entre théorie, prescription et pratique	Conceptualisation floue de la collaboration, réduite à de la coordination/coopération.	Traduction partielle et déséquilibrée des principes collaboratifs dans les prescriptions normatives.	Difficulté à appliquer concrètement des processus collaboratifs et du sens partagé.	Articulation explicite des niveaux conceptuel, normatif et opérationnel dans un dispositif intégré.
2. Fragmentation systémique et incapacité à gérer l'ambiguïté	Cloisonnement disciplinaire, absence de collaboration comme outil cognitif de création de sens partagé.	Prescriptions sectorielles peu articulées, absence de mécanismes de <i>sensemaking</i> .	Silos, conflits de rôles, incompréhension entre acteurs, paralysie décisionnelle.	Structuration collaborative visant l'alignement des acteurs et la réduction collective de l'ambiguïté.
3. Pression sur les ressources, fatigue et dépassement des capacités	Sous-estimation des contraintes humaines dans les modèles théoriques dominants.	Sous-estimation du facteur humain dans les dispositifs normatifs.	Surinvestissement des ressources, fatigue des professionnels, dépassement capacitaire chronique.	Réduction de la pression sur les acteurs par structuration des interactions et redistribution des rôles.
4. Tension entre dispositifs formels et pratiques adaptatives	Collaboration idéalisée, centrée sur des dispositifs formels et cloisonnés.	Procédures rigides, centrées sur la conformité et la performance.	Contournement par réseaux informels pour maintenir l'agilité.	Intégration de l'adaptabilité et des interactions humaines dans

				un dispositif formalisé.
5. Absence de mécanismes explicites de facilitation	Rôle de médiation sous-estimé ou absent.	Vide institutionnel concernant la traduction entre disciplines.	Besoin constant de médiation assumé informellement par les acteurs.	Institutionnalisation d'une capacité de facilitation distribuée et dynamique.
6. Limites de la gestion en cycle et discontinuité des actions	Vision réactive et séquentielle des risques. Absence de processus transversal de continuité. Intérêt essentiellement pour la prévention et l'intervention.	Organisation cloisonnée en phases distinctes. Focus sur le pré-événement et le péri-événement. Absence de mécanismes de rétroaction formalisés.	Ruptures opérationnelles et incohérences en situation de crise. Manque d'investissement dans le post-événement et absence fréquente de formalisation de la continuité.	Passage à une logique continue assurant la continuité des activités. Remplacement du cycle en quatre phases cloisonnées par un processus continu, itératif et dynamique avec focus sur rétroaction.
7. Mauvaise articulation des disciplines dans le temps	Absence de réflexion sur le rôle différencié et complémentaire des disciplines. Prolifération de contenus mono-disciplinaires ou multidisciplinaires sans articulation pratique.	Peu de précisions sur les disciplines à mobiliser et le moment où les mobiliser.	Mobilisation inadéquate des expertises selon les situations. Sous-investissement de disciplines liées aux vulnérabilités sociales au profit des sciences centrées sur les aléas.	Intégration stratégique des disciplines selon les temporalités d'action. Perméabilité temporelle.

8. Invisibilisation de la dimension citoyenne et dépendance institutionnelle	Marginalisation des capacités sociales locales.	Discours inclusif peu opérationnalisé (<i>all-of-society</i>).	Faible culture du risque, dépendance aux institutions.	Intégration des citoyens et des organismes communautaires comme leviers structurants.
9. Communication comme angle mort structurel	Communication peu conceptualisée comme processus central.	Communication réduite à une fonction informationnelle.	Difficultés de compréhension, jargons incompatibles, coordination limitée.	Facilitation comme vecteur de traduction, d'appropriation et d'alignement.
10. Nécessité d'un système adaptable mais structuré	Opposition implicite entre rigidité et flexibilité.	Dominance des logiques de conformité procédurale.	Besoin d'agilité non soutenu par les structures existantes.	Structuration sans rigidification adaptée aux contextes VICA.

Comme l'illustre cette synthèse, la difficulté à opérationnaliser la collaboration interdisciplinaire s'inscrit dans un ensemble de contraintes structurelles, qui se manifestent de manière différenciée aux niveaux conceptuel, normatif et opérationnel. Toutefois, ces constats étant profondément interdépendants dans la pratique, ils ne sauraient être examinés de manière isolée. Par souci de fluidité et de cohérence démonstrative, les dix constats identifiés dans le tableau précédent ont été regroupés et articulés autour de six grands axes analytiques qui structurent la suite de cette discussion. Ainsi, les sous-sections suivantes proposent d'examiner ces tensions de manière détaillée, afin d'offrir une vision générale et intégrative des résultats des quatre phases d'analyse constituant cette thèse. Chaque sous-section détaillera donc un obstacle à la collaboration, tel qu'il ressort de l'analyse transversale des données, ainsi que la solution proposée via le cadre d'opérationnalisation pour y pallier.

Décalage structurel : arrimage entre théorie, prescriptions et pratiques

Lors de la première phase de la recherche (Article 1), l'investigation conceptuelle a révélé une ambiguïté persistante: la littérature appelle à la collaboration interdisciplinaire, mais la confond

fréquemment avec de simples logiques de coopération ou de coordination (Castañer & Oliveira, 2020 ; Fuks *et al.*, 2007 ; Gulati *et al.*, 2012). Cette confusion ne relève pas uniquement d'un problème de définition, mais traduit l'absence d'une formalisation claire des mécanismes permettant de produire une véritable coconstruction entre disciplines (Klein, 1990 ; Repko & Szostak, 2017). Par conséquent, en pratique, la collaboration est souvent envisagée comme une mise en relation d'acteurs, sans que soient précisés les processus permettant d'intégrer des savoirs hétérogènes, de gérer les divergences d'interprétation ou de construire un sens partagé en situation d'ambiguïté (Bennett & Lemoine, 2014 ; Snowden & Boone, 2007).

Ce flou conceptuel se traduit directement par un manque d'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire. En effet, il ressort des analyses que les professionnels en sécurité civile ne disposent pas d'indications concrètes sur la manière de structurer les interactions interdisciplinaires: les modalités de prise de décision collective, les mécanismes de résolution des désaccords ou encore les processus de traduction entre disciplines aux langages et référentiels distincts demeurent largement implicites (Bodin, 2017 ; Kurtz & Snowden, 2003). Par ailleurs, les dimensions cognitives de la collaboration, notamment la création de sens partagé (*sensemaking*), sont peu intégrées dans les modèles dominants, alors même qu'elles constituent un levier central pour agir en contexte d'ambiguïté (Weick & Sutcliffe, 2007).

L'analyse de l'architecture normative (Article 2) a ensuite démontré que ces lacunes conceptuelles ne sont pas compensées au niveau des dispositifs normatifs, même si ces derniers sont censés structurer les conditions mêmes de l'action collective. En effet, les documents prescriptifs analysés reposent sur une complémentarité structurée, au sein de laquelle les Nations Unies, à travers le Cadre de Sendai et les rapports GAR, définissent un mandat politique et stratégique en faveur d'une gestion inclusive des risques, tandis que les normes ISO ont pour fonction de traduire ces orientations en dispositifs opérationnels, en routines organisationnelles et en protocoles d'action.

Dans cette configuration, ces référentiels devraient logiquement constituer un vecteur d'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire. Pourtant, l'analyse met en évidence que la notion de collaboration interdisciplinaire y est abordée de manière très superficielle, ce qui ne permet pas aux acteurs qui s'y réfèrent de l'intégrer réellement au sein de leurs pratiques.

Plus précisément, ces dispositifs prescrivent des principes généraux tels que la coordination, la gouvernance multi-acteurs ou l'échange d'information, sans préciser comment ces interactions

doivent concrètement s'organiser entre des disciplines aux logiques, aux temporalités et aux langages différents (Armitage *et al.*, 2011 ; Vermeulen & Hémond, 2026a).

En pratique, ils définissent des objectifs à atteindre, sans fournir les mécanismes permettant de les rendre opérationnels. Ils n'indiquent ni comment organiser la prise de décision entre acteurs issus de disciplines hétérogènes, ni comment gérer les divergences d'interprétation en situation d'incertitude, ni comment assurer la traduction entre des cadres de référence incompatibles. De même, la communication y est majoritairement envisagée comme une simple transmission d'information, et non comme un processus de construction de sens partagé (Weick, 1995 ; Weick *et al.*, 2005).

Sur le terrain (Article 3), ce double déficit, conceptuel et normatif, se matérialise par des impasses opérationnelles. Les professionnels en sécurité civile se trouvent ainsi confrontés à une injonction à collaborer, sans disposer des ressources cognitives, organisationnelles et méthodologiques nécessaires pour structurer cette collaboration dans l'action. Ils doivent composer avec des divergences de langage, des temporalités d'action incompatibles et des attentes institutionnelles parfois contradictoires, ce qui limite leur capacité à produire une action réellement intégrée et exacerbe le dépassement de leurs ressources (Aven, 2020 ; Helbing, 2013 ; Leach *et al.*, 2010).

L'apport principal du cadre d'opérationnalisation élaboré au terme de cette recherche (Article 4) réside dans la proposition d'une réponse pragmatique et architecturale à ce décalage structurel. La modélisation démontre en effet qu'aucun niveau d'intervention, qu'il soit conceptuel, normatif ou opérationnel, ne permet de soutenir l'action collective face aux exigences des contextes VICA s'il est opéré en vase clos. L'intégration multi-niveaux qu'il propose ne se limiterait donc pas à un simple alignement : elle permettrait d'articuler simultanément ces trois strates au sein d'un véritable continuum d'action adaptatif (Aven & Renn, 2010 ; UNDRR, 2022). En suggérant l'institutionnalisation d'une fonction centrale de facilitation, le modèle propose de combler le vide prescriptif et de soulager l'épuisement du terrain. Il permettrait ainsi de transformer la traduction interdisciplinaire et la création de sens partagé (Bodin, 2017 ; Folke, 2006) en mécanismes formels, illustrant que la réduction du décalage structurel passe inévitablement par une architecture liant la clarté conceptuelle, le soutien normatif et la viabilité des pratiques opérationnelles.

Fragmentation systémique : gestion de l'ambiguïté par le sensemaking

Le deuxième constat transversal souligne l'incapacité des systèmes actuels à gérer l'ambiguïté inhérente aux contextes VICA. L'Article 1 a posé le diagnostic théorique: la collaboration interdisciplinaire doit s'émanciper du simple échange de données pour devenir un véritable outil cognitif de création de sens partagé (*sensemaking*) (Snowden & Boone, 2007 ; Weick & Sutcliffe, 2007). Pourtant, l'analyse normative (Article 2) a objectivé une marginalisation de cette dimension.

Dans ce contexte, confrontés à des jargons incompatibles, à des interprétations disciplinaires divergentes des événements et à des référentiels discordants sur le terrain (ex : outils, acronymes) (Article 3), les professionnels en sécurité civile peinent à construire une compréhension commune de la situation. Cette absence de sens partagé ne se limite pas à des difficultés de coordination: elle engendre également une dilution de l'imputabilité, chaque acteur interprétant son rôle et ses responsabilités à partir de référentiels partiels ou non alignés. Il en résulte des prises de décision ralenties, des hésitations dans l'action et, dans certains cas, une paralysie opérationnelle, alors même que la rapidité d'intervention constitue un enjeu critique.

Pour pallier cet obstacle communicationnel, le cadre d'opérationnalisation proposé au terme de cette recherche (Article 4) suggère de structurer explicitement la collaboration autour de la création de sens partagé (*sensemaking*). Plutôt que de s'en remettre à la spontanéité des acteurs, ce modèle propose d'institutionnaliser ce processus par l'entremise d'une fonction centrale de facilitation. En agissant de manière continue comme un filtre cognitif et un traducteur de jargons entre les différentes disciplines, cette capacité de médiation permettrait d'aligner les cadres de référence et de réduire collectivement l'ambiguïté inhérente aux contextes VICA. Ce faisant, l'architecture modélisée propose de substituer la logique de commandement hiérarchique traditionnelle par une logique d'orchestration. Une telle approche permettrait non seulement d'atténuer la paralysie décisionnelle observée sur le terrain, mais également de transformer la diversité disciplinaire en un véritable moteur de compréhension plutôt qu'en une barrière sémantique.

Dépassement capacitaire : structuration formelle de l'agilité

Ensuite, la recherche a permis de souligner l'injonction paradoxale vécue par les professionnels en sécurité civile. En effet, la revue de la littérature (Article 1) a rappelé que l'interdisciplinarité exige une intégration profonde et non une simple juxtaposition de pratiques (Fuks *et al.*, 2007; Repko &

Szostak, 2017). Bien que les référentiels internationaux (Cadre de Sendai, normes ISO, rapports GAR) ne forcent pas obligatoirement les acteurs à s'y soumettre, ils orientent néanmoins fortement les pratiques en promouvant des procédures souvent rigides et verticalisées, davantage centrées sur la conformité procédurale que sur l'adaptation systémique (Article 2). Face à l'insuffisance de ces lignes directrices pour naviguer dans l'incertitude, les professionnels en sécurité civile expriment un besoin crucial d'agilité (Article 3). Pour y répondre et préserver leur capacité d'action, ils s'éloignent massivement de cette architecture procédurale via le déploiement de réseaux collaboratifs informels. Or, puisque ces réseaux de contournement ne bénéficient d'aucune formalisation, ils reposent quasi exclusivement sur des affinités interpersonnelles et la bonne volonté des intervenants. Si cette adaptation organique permet temporairement de retrouver une flexibilité opérationnelle, cette absence de dispositif formel exerce une pression insoutenable sur des ressources individuelles déjà largement débordées. Le maintien constant de ces dynamiques parallèles génère une profonde fatigue cognitive et favorise une prédominance des obstacles dans le discours des praticiens, tout en contribuant à la dilution de l'imputabilité (Aven, 2020 ; Helbing, 2013).

Afin de remédier à la précarité de ces pratiques palliatives, le cadre d'opérationnalisation en « nœud papillon » (Article 4) propose une résolution directe de cette tension. Son objectif n'est pas d'alourdir le système par l'ajout de nouvelles règles, mais d'offrir une véritable structuration de la flexibilité. En suggérant de positionner une fonction formelle de facilitation au cœur du dispositif, le cadre propose d'institutionnaliser l'adaptabilité que les acteurs déploient aujourd'hui de manière officieuse. Cette approche permettrait de sécuriser les interactions humaines et de maintenir la confiance au sein d'un espace légitime et orchestré, limitant ainsi considérablement l'épuisement des professionnels qui n'auraient plus à porter seuls le fardeau de cette agilité (Renn, 2016).

Fardeau de traduction : formalisation d'une capacité distribuée de facilitation

Le quatrième constat transversal découle directement de la tension précédente, mettant en exergue l'impératif d'orchestrer l'action collaborative par une structuration exempte de rigidification. En effet, lors de la première phase de cette recherche (Article 1), la revue de la littérature a mis en évidence que les approches classiques, historiquement centrées sur l'aléa, sous-estimaient largement l'importance de la médiation et de la traduction entre les disciplines (Aven & Renn, 2010). L'examen de l'architecture normative (Article 2) a ensuite confirmé que cette capacité de

facilitation n'est jamais formellement codifiée au sein des documents directeurs internationaux, engendrant ainsi un vide institutionnel majeur dans l'orchestration des interactions. Face à cette carence, l'investigation empirique (Article 3) révèle que les professionnels en sécurité civile se voient contraints d'assumer cette capacité de traduction de manière informelle et spontanée. Or, ce fardeau cognitif et relationnel ralentit la prise de décision, favorise la dilution de l'imputabilité et participe directement à l'épuisement des intervenants, exacerbant ainsi le dépassement capacitaire du système.

Pour pallier ces défaillances systémiques, le cadre d'opérationnalisation élaboré au terme de cette recherche (Article 4) propose d'instituer formellement la facilitation comme capacité distribuée. Empiriquement reconnue comme cruciale pour réduire les tensions interprofessionnelles et surmonter les barrières communicationnelles, cette capacité n'y est toutefois pas conceptualisée comme une finalité statique ou un rôle administratif figé. Au contraire, elle opérerait comme un processus itératif et continuellement dynamique visant à soutenir la création de sens partagé (*sensemaking*). En se substituant au commandement hiérarchique traditionnel, cette capacité de médiation permettrait ainsi d'offrir une « structuration sans rigidification », capable de s'ajuster en temps réel aux signaux faibles et aux exigences évolutives inhérentes aux contextes VICA (Bodin, 2017 ; Weick & Sutcliffe, 2007)

Obsolescence de la gestion en cycle : transition vers une continuité des activités

Le cinquième axe transversal révélé par cette recherche met en lumière une faille dans la manière dont la temporalité du cycle de gestion des risques en sécurité civile est actuellement abordée. En effet, les résultats des analyses menées critiquent le découpage séquentiel en phases successives (prévention, préparation, intervention et rétablissement) et principalement centré sur l'aléa physique (Aven & Renn, 2010 ; Helbing, 2013). En effet, cette approche héritée des façons de faire passées présuppose une linéarité des crises qui s'avère profondément inadaptée aux dynamiques complexes des environnements VICA. Qui plus est, l'analyse de l'architecture normative confirme que les cadres internationaux reproduisent, voire renforcent, cette dissociation temporelle, sans la remettre en question.

Pourtant, sur le terrain (Article 3), les données prouvent que ce cloisonnement temporel génère des incohérences et des ruptures opérationnelles critiques. Les professionnels en sécurité civile

constatent effectivement que la gestion en cycle isole les disciplines précisément au moment où elles devraient interagir pour faire face aux effets en cascade des crises non linéaires. À titre d'exemple, l'investigation a mis en évidence des déphasages majeurs où l'absence de concertation en amont entre les urbanistes et les services d'urgence conduit au développement de zones résidentielles inaccessibles dans les délais requis lors d'une intervention. Dès lors, ces situations illustrent de façon flagrante comment le maintien d'une logique purement séquentielle fragmente l'action et prive le système d'une anticipation adéquate. En outre, de telles impasses accentuent ce phénomène de vulnérabilité des territoires au moment même de la crise, alors que les ressources opérationnelles sont déjà saturées (Bennett & Lemoine, 2014 ; Leach *et al.*, 2010).

Face à de tels constats, l'apport de la modélisation systémique (Article 4) consiste à proposer une alternative pragmatique pour s'affranchir de ce cycle séquentiel rigide devenu inadapté pour faire face aux enjeux actuels. Pour ce faire, le cadre d'opérationnalisation suggère d'instaurer une véritable cohérence temporelle en articulant la collaboration autour d'un continuum adaptatif englobant les phases pré-événement, péri-événement et post-événement. Cette restructuration démontre qu'il devient non seulement pertinent, mais surtout impératif d'impliquer, dès l'amont de la crise, des disciplines traditionnellement perçues comme périphériques. L'objectif de ce décroisement temporel serait ainsi de soutenir un processus fluide, permettant de garantir la continuité des activités et de prévenir les ruptures opérationnelles ou les pertes d'informations d'une phase à l'autre (Armitage *et al.*, 2011 ; Aven & Renn, 2010).

Plus spécifiquement, l'intégration de l'urbanisme, de l'éducation et des sciences environnementales dès la phase pré-événement permet d'agir de manière proactive sur l'exposition physique et sociale des populations. Par la suite, la mobilisation de spécialistes des données et des communications lors du péri-événement permet de traduire l'information en temps réel et, par le fait même, de réduire l'ambiguïté décisionnelle. Enfin, l'implication continue des experts en sciences sociales jusqu'au post-événement garantit une prise en charge des vulnérabilités humaines favorisant un rétablissement durable (Adger *et al.*, 2004 ; Gousse-Lessard *et al.*, 2022 ; UNDRR, 2022). En définitive, l'instauration de ce continuum transforme véritablement la collaboration interdisciplinaire en une dynamique organique et continue, visant à protéger le système de sécurité civile d'éventuelles ruptures.

Exclusion du citoyen de l'action : repositionnement du milieu communautaire

Enfin, le dernier constat transversal confirme le besoin d'intégrer les dimensions citoyenne et communautaire dans les dispositifs de sécurité civile. En effet, la focalisation persistante sur les sciences entrées sur l'aléa, telle que mise en évidence dans la revue de la littérature (Article 1), contribue à l'invisibilisation des vulnérabilités sociales (Adger *et al.*, 2004). Bien que l'architecture normative, notamment le Cadre de Sendai et les rapports GAR prônent formellement l'engagement de toute la société (Article 2), l'analyse des données récoltées auprès des professionnels interrogés montre que ce discours contraste vivement avec le rôle réel et limité accordé aux citoyens (Reed, 2008). Ainsi, sur le terrain (Article 3), l'absence d'une véritable culture du risque maintient la population dans une dépendance institutionnelle. Or, ce manque d'agentivité contribue directement la pression sur des ressources déjà débordées et accélère la fatigue des services d'urgence (Leach *et al.*, 2010). En effet, en confinant les citoyens à un rôle de bénéficiaires en attente d'une prise en charge complète, le système contraint les professionnels à absorber l'entièreté d'une demande diffuse, ce qui ralentit la priorisation des situations critiques et les prive du filet de sécurité essentiel que représente l'entraide de proximité.

Par conséquent, le cadre d'opérationnalisation proposé (Article 4) suggère une indispensable transition vers une plus grande agentivité citoyenne et communautaire, en intégrant formellement ces dimensions au sein de son continuum temporel d'action. Concrètement, le modèle propose de positionner l'éducation et la sensibilisation dès la phase pré-événement, afin d'instaurer une culture du risque en amont et de développer très tôt les réflexes d'autonomie au sein de la population. En phase d'intervention (péri-événement), la communication serait quant à elle mobilisée non plus comme un simple canal de transmission, mais comme un mécanisme central de traduction visant à contrer la désinformation et à réduire l'ambiguïté décisionnelle. Enfin, les organismes communautaires ne seraient plus relégués à la seule phase de rétablissement. Le cadre suggère de les intégrer de manière transversale et formelle comme une véritable interface entre les institutions publiques et les citoyens. En canalisant la solidarité locale de proximité, leur fonctionnement opérationnel permettrait de filtrer les demandes non vitales et d'alléger directement la pression sur les intervenants de première ligne. Ainsi, l'éducation, la communication et le tissu communautaire n'y sont plus pensés de manière périphérique : ils sont repositionnés conjointement comme des ressources stratégiques indispensables pour prévenir l'effondrement capacitaire étatique en contexte VICA (Berkes & Ross, 2012 ; Smit & Wandel, 2006).

Limites et perspectives de la recherche

Bien que cette recherche ait permis de mettre en évidence des dynamiques essentielles à l'opérationnalisation de la collaboration interdisciplinaire en sécurité civile, elle comporte certaines limites inhérentes à ses choix méthodologiques et à son ancrage empirique. Ces limites ouvrent toutefois des perspectives de recherche stimulantes pour approfondir l'étude des contextes VICA.

Premièrement, l'ancrage géographique et contextuel de cette étude constitue une limite quant à la généralisation de ses résultats. En effet, le corpus empirique mobilisé lors de l'investigation des pratiques (Articles 3 et 4) se concentre spécifiquement sur l'écosystème de la sécurité civile du Québec. Si cette délimitation a permis une analyse fine et approfondie des réalités opérationnelles locales, elle implique que les constats soulevés et les dynamiques observées pourraient nécessiter des ajustements avant d'être transposés à d'autres contextes juridiques, culturels ou géographiques. Des travaux futurs gagneraient donc à explorer ces mécanismes dans d'autres juridictions afin d'évaluer la transférabilité internationale des résultats.

Deuxièmement, la nature des données empiriques recueillies influence la portée des conclusions. L'analyse s'appuie principalement sur les discours, les perceptions et les expériences rapportées par les professionnels du milieu, et non sur une observation *in situ* de leurs comportements en temps réel lors de la survenue de crises. Bien que cette posture compréhensive soit essentielle pour saisir les logiques d'action et les stratégies d'adaptation des acteurs, des recherches ultérieures fondées sur des méthodes d'observation directe – par exemple lors d'exercices de simulation ou d'événements réels – permettraient de confronter ces données perceptuelles à la réalité comportementale.

Troisièmement, concernant la portée du cadre d'opérationnalisation élaboré au terme de cette thèse, il importe de souligner qu'il constitue un modèle conceptuel et prospectif. L'architecture systémique proposée, bien qu'étroitement ancrée dans la littérature, l'analyse normative et les besoins exprimés sur le terrain, n'a pas encore fait l'objet d'une mise à l'épreuve empirique complète. Par conséquent, sa viabilité, son efficacité et ses conditions de mise en œuvre nécessitent d'être testées concrètement. Les perspectives de recherche futures devraient ainsi s'orienter vers des démarches de recherche-action ou des études de cas longitudinales visant à implanter ce modèle de facilitation au sein des

structures de sécurité civile. Cela permettrait d'en évaluer les retombées réelles sur l'atténuation de la fragmentation institutionnelle, sur la gestion de l'ambiguïté par la création de sens partagé (*sensemaking*), et ultimement, sur le renforcement des capacités de gestion des risques systémiques.

CONCLUSION GÉNÉRALE

De nos jours, les systèmes de sécurité civile font face à des environnements marqués par la volatilité, l'incertitude, la complexité et l'ambiguïté (VICA) (Bennett & Lemoine, 2014 ; Weick & Sutcliffe, 2007), dans lesquels les risques et leurs conséquences se multiplient, s'intensifient et s'entrecroisent (Helbing, 2013 ; UNDRR, 2022). Historiquement conçus pour prédire et mitiger les aléas physiques, ces systèmes reposent encore massivement sur des approches structurées, séquentielles et disciplinaires, qui montrent aujourd'hui leurs limites face aux dynamiques non linéaires des risques systémiques (Aven, 2020 ; Renn, 2016). En privilégiant la modélisation des aléas, la gestion des risques a profondément marginalisé les expertises permettant d'appréhender les vulnérabilités réelles des territoires et des populations (Adger *et al.*, 2004 ; Cutter *et al.*, 2003). De surcroît, en segmentant la sécurité civile en quatre phases cloisonnées (prévention, préparation, intervention, rétablissement), ce modèle traditionnel fragmente l'action collaborative et prive les systèmes d'une anticipation globale des crises (Armitage *et al.*, 2011).

Face à ces limites et confrontés à un dépassement chronique de leurs capacités (Folke, 2006), les professionnels de la sécurité civile tentent de s'auto-organiser pour maintenir une capacité d'intervention sur le terrain. Toutefois, en raison d'une profonde fragmentation institutionnelle et de l'absence de mécanismes formels dédiés à la création de sens partagé (*sensemaking*), leurs efforts se traduisent le plus souvent par une simple juxtaposition multidisciplinaire ou de la coordination administrative (Fuks *et al.*, 2007 ; Kurtz & Snowden, 2003). Pour survivre à cette rigidité procédurale et à l'incompatibilité des jargons professionnels, les intervenants se voient dès lors contraints de déployer des réseaux informels de contournement. Si ces stratégies organiques permettent de maintenir une agilité à court terme, elles exigent un surinvestissement cognitif insoutenable, diluent l'imputabilité et conduisent inévitablement à l'épuisement des ressources humaines (Aven, 2020 ; Bodin, 2017).

C'est précisément à partir de ces constats que cette recherche s'est construite. Elle visait à comprendre les mécanismes à l'origine du décalage entre les avancées théoriques en matière de collaboration interdisciplinaire, leur traduction partielle dans les dispositifs normatifs internationaux, et leur mise en œuvre laborieuse sur le terrain. Afin d'y répondre, un dispositif

méthodologique fondé sur la triangulation a été mobilisé dans une logique séquentielle (Creswell, 2022 ; Creswell & Plano Clark, 2018). Dans cette perspective, l'objectif central était de répondre à la question suivante : la collaboration interdisciplinaire constitue-t-elle une voie susceptible de développer les capacités de gestion des risques systémiques?

Les résultats de cette thèse permettent d'y apporter une réponse univoque: la collaboration interdisciplinaire constitue effectivement le levier central pour développer ces capacités, à la stricte condition d'être repensée dans son architecture. Pour générer une véritable résilience systémique, elle ne peut plus se limiter à une mise en commun d'expertises ; elle doit impérativement s'émanciper de la gestion en cycle réactive, s'ancrer dans un continuum temporel adaptatif et s'incarner à travers une fonction formelle de facilitation et de création de sens partagé.

En s'appuyant sur les connaissances produites aux niveaux conceptuel, normatif et empirique, cette recherche propose une lecture renouvelée de la gouvernance des risques (Renn, 2016). Sur le plan théorique, elle contribue à l'évolution du paradigme en démontrant que l'incapacité d'un système à répondre aux bouleversements ne découle pas d'un simple déficit d'information, mais bien d'une fragmentation épistémologique qui paralyse la gestion de l'ambiguïté. En repositionnant ainsi la création de sens partagé (*sensemaking*) comme la compétence centrale de la résilience systémique, ces travaux offrent une nouvelle grille d'analyse pour appréhender la gouvernance face aux risques non linéaires (Bennett & Lemoine, 2014 ; Levin, 1998 ; Meadows, 2008).

Sur le plan institutionnel et normatif, cette recherche objectivise le « vide doctrinal » des institutions mondiales et des cadres de la sécurité civile (Machamer *et al.*, 2000). En effet, plutôt que de s'en remettre à l'initiative individuelle des acteurs, elle apporte un argumentaire robuste pour que l'orchestration de la collaboration interdisciplinaire soit formellement structurée et prescrite au sein des référentiels directeurs. Elle justifie ainsi l'urgence d'y intégrer des mécanismes de *sensemaking* qui exigent des décideurs qu'ils dépassent la simple conformité procédurale pour adopter une véritable gouvernance adaptative (Ostrom, 2010 ; Renn, 2016).

Sur le plan pragmatique, le cadre d'opérationnalisation systémique modélisé en « nœud papillon » (Article 4) répond directement aux angles morts du système. Premièrement, il propose de s'affranchir de la gestion séquentielle en instaurant une continuité temporelle adaptative, favorisant

la mobilisation ciblée des disciplines et évitant les ruptures d'informations d'une phase à l'autre (Armitage *et al.*, 2011 ; Aven & Renn, 2010 ; UNDRR, 2022). Deuxièmement, le modèle suggère la formalisation d'une capacité distribuée de facilitation. En agissant comme un filtre cognitif et un traducteur de cadres de référence, celle-ci permettrait de dépasser les barrières sémantiques, d'atténuer la paralysie décisionnelle et de soutenir la création continue de sens partagé (Bennett & Lemoine, 2014 ; Bodin, 2017 ; Fuks *et al.*, 2007 ; Snowden & Boone, 2007 ; Kurtz & Snowden, 2003 ; Weick & Sutcliffe, 2007). Troisièmement, le cadre souligne l'importance décisive de rompre avec l'assignation à la marge des citoyens (Reed, 2008). Face à la dépendance historique envers l'État qui accentue le décalage entre les attentes de la population et les capacités institutionnelles réelles (Aven, 2020 ; Schweizer & Renn, 2019), il s'agit de restituer à la société son agentivité. Le modèle repositionne ainsi l'éducation aux risques et les organismes communautaires comme des ressources stratégiques de première ligne, agissant comme une interface vitale entre les institutions et le terrain pour alléger la pression sur le système (Berkes & Ross, 2012 ; Gousse-Lessard *et al.*, 2022 ; Smit & Wandel, 2006).

Enfin, cette recherche comporte certaines limites. Son ancrage empirique dans le contexte québécois restreint la généralisation directe de ses résultats (Creswell, 2022). De plus, le cadre proposé demeure, à ce stade, une construction analytique dont la viabilité nécessite d'être éprouvée dans des situations opérationnelles concrètes. Ces limites ouvrent toutefois des perspectives de recherche prometteuses, invitant à expérimenter cette architecture *in situ* pour en évaluer les effets quantitatifs et approfondir l'analyse des dynamiques de facilitation. Elles soulignent également la nécessité pressante d'investir massivement dans le développement d'une culture du risque dès le cursus scolaire.

En définitive, cette recherche apporte une contribution pragmatique en proposant une architecture permettant de structurer l'incertitude sans la rigidifier. Au-delà des modèles théoriques et des prescriptions normatives, elle rappelle que face à l'imprévisibilité des bouleversements environnementaux, la sécurité civile ne peut plus se concevoir comme une entreprise de contrôle solitaire, mais doit devenir une œuvre d'orchestration collective. C'est en redonnant du sens partagé, une pleine agentivité et une voix à toutes les parties prenantes du système que nous pourrons, face aux risques de demain, alléger le fardeau des intervenants et transformer l'inertie en capacité d'action.

ANNEXE A

Guide d'entretien

Cette section présente, à toutes fins utiles, le guide d'entretien utilisé dans le cadre de la recherche empirique ayant alimenté les articles 3 et 4 de cette recherche. Ce dernier a été rédigé en adéquation avec les critères du Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants (CERPE) et n'a pas été communiqué aux répondants avant leur entretien. Il a uniquement servi de support aux entrevues réalisées, ces dernières étant ancrées dans une démarche semi-dirigée, souple et adaptative (Creswell, 2009, 2022).

Dans cette perspective, le guide ne constituait pas un instrument normatif ou prescriptif, mais plutôt un cadre structurant visant à orienter les échanges tout en laissant une latitude suffisante pour suivre les logiques discursives propres aux répondants (Miles *et al.*, 2014). Ce choix méthodologique visait un double objectif : (1) respecter les contraintes temporelles associées à la participation des personnes interrogées; et (2) maximiser la richesse et la profondeur des données recueillies en vue de leur traitement ultérieur.

Ainsi, bien que les questions présentées ici aient structuré le recueil des données et alimenté leur traitement selon une logique déductive, la richesse du matériel empirique recueilli a également permis d'engager un traitement inductif de certaines dimensions, comme le démontrent les analyses développées dans les articles 3 et 4 de cette thèse (Miles *et al.*, 2014; Saldaña, 2021; Timmermans & Tavort, 2012).

AVANT DE COMMENCER

Bonjour,

Je m'appelle Valérie Vermeulen et j'effectue présentement un travail de recherche sur la question de la collaboration interdisciplinaire en gestion des risques, dans ce contexte de bouleversements environnementaux et de systématisation de ces derniers.

Durant cette rencontre, j'aimerais que nous abordions les thèmes suivants : la définition de la collaboration interdisciplinaire, la place qu'elle tient dans votre pratique professionnelle et l'appréciation que vous en faites. Ensuite, j'aimerais comprendre si la collaboration interdisciplinaire tient une place importante à tous les moments de la gestion des risques (prévention, préparation, intervention et rétablissement), comment et pourquoi. Enfin, je souhaiterais identifier les obstacles et leviers éventuels qui peuvent en influencer la mise en place.

PARTIE 1 – Définition et perception de la notion de collaboration pour les répondants, et place accordée dans la pratique professionnelle.

Questions principales	Questions complémentaires	Questions de clarification (optionnelles)
• Pouvez-vous me donner la définition que vous donnez à la notion de « collaboration interdisciplinaire » • La collaboration interdisciplinaire tient-elle une place importante dans les interventions professionnelles en	• Quelle place tient-elle dans votre pratique professionnelle? • Dans le déroulement du cycle de gestion des risques (prévention-préparation-intervention-suivi), à quel(s) moment(s) estimez-vous que la collaboration interdisciplinaire soit la plus importante	• Pouvez-vous m'en dire un peu plus? • Avez-vous quelque(s) anecdote(s) à ce sujet?

gestion des risques?	(plusieurs options possibles)
-----------------------------	-------------------------------

PARTIE 2 - Obstacles et effets leviers potentiels à la collaboration interdisciplinaire dans la pratique professionnelle.

Questions principales	Questions complémentaires	Questions de clarification (optionnelles).
• Quels sont selon vous les obstacles à la collaboration interdisciplinaire dans vos interventions? • Selon vous, quelles disciplines devraient être intégrées dans les pratiques de sécurité civile?	• À quelle étape du cycle de gestion des risques (prévention-préparation-intervention-rétablissement) ces obstacles se font le plus ressentir? <u>OU</u> Pensez-vous qu'il faudrait se concentrer sur la collaboration interdisciplinaire à un moment précis du cycle de gestion des risques?	• Pouvez-vous donner quelques pistes qui selon vous pourraient aider à une meilleure collaboration interdisciplinaire? • Avez-vous quelque(s) anecdote(s) à ce sujet?

RÉFÉRENCES

- Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., & Eriksen, S. (2004). New indicators of vulnerability and adaptive capacity (Technical Report No. 7). Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Armitage, D., Berkes, F., Dale, A., Kocho-Schellenberg, E., & Patton, E. (2011). Co- management and the co-production of knowledge: Learning to adapt in Canada's Arctic. *Global Environmental Change*, 21(3), 995–1004. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.006>
- Aven, T. (2020). *The science of risk analysis: Foundation and practice*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429029189>
- Aven, T., & Renn, O. (2010). *Risk management and governance: Concepts, guidelines and applications*. Springer.
- Aven, T., & Renn, O. (2020). Some foundational issues related to risk governance and different types of risks. *Journal of Risk Research*, 23(9), 1121–1134. <https://doi.org/10.1080/13669877.2019.1569099>
- Baker, P. (2006). *Using corpora in discourse analysis*. Continuum. <https://doi.org/10.1093/applin/amm006>
- Beck, U. (1992). *Risk society: towards a new modernity* (M. Ritter, Trans). SAGE.
- Bennett, N., & Lemoine, G. J. (2014). What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. *Business Horizons*, 57(3), 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.01.001>
- Berkes, F., & Ross, H. (2012). Community resilience: Toward an integrated approach. *Society & Natural Resources*, 26(1), 5–20. <https://doi.org/10.1080/08941920.2012.736605>

- Berry, H. L., Waite, T. D., Dear, K. B. G., Capon, A. G., & Murray, V. (2018). The case for systems thinking about climate change and mental health. *Nature Climate Change*, 8(4), 282–290. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0102-4>
- Bodin, Ö. (2017). Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science*, 357(6352), eaan1114. <https://doi.org/10.1126/science.aan1114>
- Bodin, Ö., Robins, G., McAllister, R. R. J., Guerrero, A. M., Crona, B., Tengö, M., & Lubell, M. (2016). Theorizing benefits and constraints in collaborative environmental governance: A transdisciplinary social-ecological network approach for empirical investigations. *Ecology and Society*, 21(1), 40. <https://doi.org/10.5751/ES-08368-210140>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Bréneol, S., Curran, J. A., Marten, R., Albrecht, L., Sadarangani, T., & Scott, S. D. (2022). Strategies to adapt and implement health system guidelines and recommendations: A scoping review. *Health Research Policy and Systems*, 20, 64. <https://doi.org/10.1186/s12961-022-00865-8>
- Burke, K. (1984). *Permanence and Change: An Anatomy of Purpose* (3rd ed.). University of California Press.
- Carson, S. J., Wu, T., & Moore, W. L. (2012). Managing the trade-off between ambiguity and volatility in new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 29(6), 1061–1081. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00950.x>
- Castañer, X., & Oliveira, N. (2020). Collaboration, coordination, and cooperation among organizations: Establishing the distinctive meanings of these terms through a systematic literature review. *Journal of Management*, 46(6), 965–1001. <https://doi.org/10.1177/0149206320901565>

- Choi, B. C., & Pak, A. W. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and investigative medicine. Medecine clinique et experimentale*, 29(6), 351–364.
- Craver, C. F. (2001). Role functions, mechanisms, and hierarchy. *Philosophy of Science*, 68(1), 31–55. <http://www.jstor.org/stable/3081024>
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). SAGE.
- Creswell, J. W. (2022). *A concise introduction to mixed methods research* (2e ed.). SAGE.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242–261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- Danowski, J. A. (1993). Network analysis of message content. In W. D. Richards Jr. & G. A. Barnett (Eds.), *Progress in communication sciences* (Vol. 12, pp. 197–221). Ablex.
- Diesner, J., & Carley, K. M. (2005). Revealing social structure from texts: Meta-matrix text analysis as a novel method for network text analysis. In V. K. Narayanan & D. J. Armstrong (Eds.), *Causal mapping for research in information technology* (pp. 81– 108). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-59140-396-8.ch004>
- Ellsberg, D. (1961). Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms. *The Quarterly Journal of Economics*, 75(4), 643–669. <https://doi.org/10.2307/1884324>
- Elster, J. (1989). *Nuts and bolts for the social sciences*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511812255>
- Elwy, A. R., Maguire, E. M., Kim, B., & West, G. S. (2022). Involving stakeholders as communication partners in research dissemination efforts. *Journal of General Internal Medicine*, 37(Suppl 1), 123–127. <https://doi.org/10.1007/s11606-021-07127-3>

- Engle, N. L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change*, 21(2), 647–656.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019>
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441–473.
<https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Folke, C., Pritchard, L., Berkes, F., Colding, J., & Svedin, U. (2007). The problem of fit between ecosystems and institutions: Ten years later. *Ecology and Society*, 12(1), 30.
<https://doi.org/10.5751/ES-02064-120130>
- Fridgeirsson, T. V., Ingason, H. T., Jonasson, H. I., & Kristjansdottir, B. H. (2021a). Can the “VUCA Meter” Augment the Traditional Project Risk Identification Process? *Sustainability*, 13(22), 12769.
<https://doi.org/10.3390/su132212769>
- Fridgeirsson, T. V., Ingason, H. T., Jonasson, H. I., & Kristjansdottir, B. H. (2021b). The VUCAlity of Projects: A New Approach to Assess a Project Risk in a Complex World. *Sustainability*, 13(7), 3808. <https://doi.org/10.3390/su13073808>
- Fuks, H., Raposo, A., Gerosa, M. A., Pimentel, M., & Lucena, C. (2007). The 3C collaboration model. In J. Khosrow-Pour (Ed.), *Encyclopedia of portal technologies and applications* (pp. 188–193). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-59904-000-4.ch097>
- Glennan, S. (2002). Rethinking mechanistic explanation. *Philosophy of Science*, 69(S3), S342–S353.
<https://doi.org/10.1086/341857>
- Godard, O., Henry, C., & Lagadec, P. (2002). *Traité des nouveaux risques: précaution, crise, assurance*. Gallimard.

- Gousse-Lessard, A.-S., Gachon, P., Lessard, L., Vermeulen, V., Boivin, M., Maltais, D., Landaverde, E., Généreux, M., Motulsky, B. & Le Beller, J. (2022), *Intersectoral Research and Multi-Risk Approaches in Québec: Systemic Risk Management and its Psychosocial Consequences*, GAR2022 Contributing Paper, United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, available at: www.undrr.org/GAR2022.
- Gouvernement du Québec. (2024). *Loi sur la sécurité civile visant à favoriser la résilience aux sinistres* (RLRQ, c. S-2.4). Éditeur officiel du Québec. À jour au 23 février 2026.
<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/S-2.4>
- Gray, B. (1989). *Collaborating: Finding common ground for multiparty problems*. Jossey-Bass.
- Grimmer, J., & Stewart, B. M. (2013). Text as data: The promise and pitfalls of automatic content analysis methods for political texts. *Political Analysis*, 21(3), 267–297. <https://doi.org/10.1093/pan/mps028>
- Gulati, R., Puranam, P., & Tushman, M. (2012). Meta-organization design: Rethinking design in interorganizational and community contexts. *Strategic Management Journal*, 33(6), 571–586. <https://doi.org/10.1002/smj.1975>
- Gunderson, L. H. (2000). Ecological resilience—in theory and application. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31(1), 425–439. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425>
- Hedström, P., & Swedberg, R. (1998). *Social mechanisms: An analytical approach to social theory*. Cambridge University Press.
- Hedström, P., & Ylikoski, P. (2010). Causal mechanisms in the social sciences. *Annual Review of Sociology*, 36, 49–67. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.012809.102632>
- Helbing, D. (2013). Globally networked risks and how to respond. *Nature*, 497(7447), 51–59. <https://doi.org/10.1038/nature12047>

- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1-23. <https://www.jstor.org/stable/2096802>
- Hollnagel, E. (2004). *Barriers and accident prevention*. Ashgate. <https://doi.org/10.4324/9781315261737>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- International Organization for Standardization. (2013). *Societal security—Emergency management—Guidelines for exercises (ISO 22398:2013)*.
- International Organization for Standardization. (2014a). *Societal security—Mass evacuation—Guidelines for planning (ISO 22315:2014)*.
- International Organization for Standardization. (2014b). *Societal security—Guidelines for establishing partnering arrangements (ISO 22397:2014)*.
- International Organization for Standardization. (2016). *Security and resilience—Emergency management—Guidelines for capability assessment (ISO 22325:2016)*.
- International Organization for Standardization. (2017a). *Security and resilience—Organizational resilience—Principles and attributes (ISO 22316:2017)*.
- International Organization for Standardization. (2017b). *Security and resilience—Community resilience—Guidelines for planning the involvement of spontaneous volunteers (ISO 22319:2017)*.
- International Organization for Standardization. (2018a). *Risk management—Guidelines (ISO 31000:2018)*.
- International Organization for Standardization. (2018b). *Security and resilience—Emergency management—Guidelines for incident management (ISO 22320:2018)*.
- International Organization for Standardization. (2018c). *Security and resilience—Community resilience—Guidelines for supporting vulnerable persons in an emergency (ISO 22395:2018)*.
- International Organization for Standardization. (2018d). *Security and resilience—Guidelines for complexity assessment process (ISO/TS 22375:2018)*.

- International Organization for Standardization. (2019a). *Adaptation to climate change—Principles, requirements and guidelines (ISO 14090:2019)*.
- International Organization for Standardization. (2019b). *Security and resilience—Business continuity management systems—Requirements (ISO 22301:2019)*.
- International Organization for Standardization. (2020a). *Security and resilience—Business continuity management systems—Guidance on the use of ISO 22301 (ISO 22313:2020)*.
- International Organization for Standardization. (2020b). *Security and resilience—Community resilience—Guidelines for information exchange between organizations (ISO 22396:2020)*.
- International Organization for Standardization. (2020c). *Security and resilience—Community resilience—Guidelines for conducting peer reviews (ISO 22392:2020)*.
- International Organization for Standardization. (2021a). *Adaptation to climate change—Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment (ISO 14091:2021)*.
- International Organization for Standardization. (2021b). *Security and resilience—Vocabulary (ISO 22300:2021)*.
- International Organization for Standardization. (2021c). *Security and resilience—Emergency management—Guidelines for planning and execution of student reunification (ISO 22332:2021)*.
- International Organization for Standardization. (2022a). *Security and resilience—Emergency management—Guidelines for public warning (ISO 22322:2022)*.
- International Organization for Standardization. (2022b). *Security and resilience—Crisis management—Guidelines (ISO 22361:2022)*.
- International Organization for Standardization. (2023). *Security and resilience—Guidelines for strategic crisis management and recovery (ISO 22393:2023)*.

- International Organization for Standardization. (2025). *Security and resilience—Emergency management—Guidelines for implementation of a community-based disaster risk reduction (ISO 22327:2025)*.
- Jabareen, Y. (2009). Building a Conceptual Framework: Philosophy, Definitions, and Procedure. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(4), 49-62. <https://doi.org/10.1177/160940690900800406>
- Johansen, I. L., & Rausand, M. (2015). Ambiguity in risk assessment. *Safety Science*, 80, 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.028>
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Wayne State University Press.
- Kretschmer, T., & Vanneste, B. S. (2016). Collaboration in strategic alliances: Cooperation and coordination. In R. S. Burt, D. Lazer, & M. W. Macy (Eds.), *Advances in strategic management* (Vol. 35, pp. 1–28). Emerald Group Publishing.
- Krippendorff, K. (2019). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). SAGE.
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2019). *Analyzing qualitative data with MAXQDA*. Springer.
- Kurtz, C. F., & Snowden, D. J. (2003). The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world. *IBM Systems Journal*, 42(3), 462–483. <https://doi.org/10.1147/sj.423.0462>
- Leach, M., Scoones, I., & Stirling, A. (2010). *Dynamic sustainabilities: Technology, environment, social justice*. Earthscan. <https://doi.org/10.4324/9781849775069>
- Lee, D. W., & Kim, H. Y. (2021). The effect of social capital on disaster conflicts in local communities: Focusing on disaster victims. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 63, 102445. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102445>
- Leveson, N. (2004). A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*, 42(4), 237–270. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(03\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(03)00047-X)

- Leveson, N. G. (2011). *Engineering a safer world: Systems thinking applied to safety*. MIT Press.
- Levin, S. A. (1998). Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems*, 1(5), 431–436. <https://doi.org/10.1007/s100219900037>
- Machamer, P., Darden, L., & Craver, C. F. (2000). Thinking about mechanisms. *Philosophy of Science*, 67(1), 1–25. <https://doi.org/10.1086/392759>
- Maxwell, J. A. (2010). Using numbers in qualitative research. *Qualitative Inquiry*, 16(6), 475–482. <https://doi.org/10.1177/1077800410364740>
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design: An interactive approach* (3rd ed.).
- Mayntz, R. (2003). Mechanisms in the analysis of social macro-phenomena. *Philosophy of the Social Sciences*, 34(2), 237–259. <https://doi.org/10.1177/0048393103262552>
- McEnery, T., & Hardie, A. (2012). *Corpus linguistics: Method, theory and practice*. Cambridge University Press.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea Green Publishing
- Mercer, J., Kelman, I., Taranis, L., & Suchet-Pearson, S. (2010). Framework for integrating indigenous and scientific knowledge for disaster risk reduction. *Disasters*, 34(1), 214–239. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2009.01126.x>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE.
- Millar, C. C. J. M., Groth, O., & Mahon, J. F. (2018). Management innovation in a VUCA world: Challenges and recommendations. *California Management Review*, 61(1), 5-14. <https://doi.org/10.1177/0008125618805111>
- Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Seuil.

- Naz, M., Iqbal, M. A., Islam, M. S., & Hossain, A. (2021). Environmental upheaval: Consequences and management strategies. In M. S. Islam & A. Hossain (Eds.), *Environmental stress and climate change in plants* (pp. 55–72). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003160717-3>
- Nelson, D. R., Adger, W. N., & Brown, K. (2007). Adaptation to environmental change: Contributions of a resilience framework. *Annual Review of Environment and Resources*, 32(1), 395–419. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.051807.090348>
- Neuendorf, K. A. (2017). *The content analysis guidebook* (2nd ed.). SAGE.
- Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 550–557. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.07.004>
- Paré, G., Trudel, M.-C., Jaana, M., & Kitsiou, S. (2015). Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. *Information & Management*, 52(2), 183–199. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.08.008>
- Pawson, R., & Tilley, N. (1997). *Realistic evaluation*. Sage.
- Pigeon, P. (2007). Les plans de prévention des risques (PPR): Essai d'interprétation géographique. *Géocarrefour*, 82(1–2), 27–35. <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.1426>
- Power, M. (2007). *Organized uncertainty: Designing a world of risk management*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199253944.001.0001>
- Quebec Office of the French Language [Office québécois de la langue française]. (n.d.). *Échelle de Richter [Richter scale]*. Vitrine linguistique. Retrieved April 10, 2026, from <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8410345/echelle-de-richter#en>
- Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417–2431. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>
- Renn, O. (2008). *Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world*. Earthscan. <https://doi.org/10.4324/9781849772440>

- Renn, O. (2016). Systemic risks: The new kid on the block. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 58(2), 26-36. <https://doi.org/10.1080/00139157.2016.1134019>
- Repko, A. F., & Szostak, R. (2017). *Interdisciplinary research: Process and theory* (3rd ed.). SAGE.
- Rodgers, B. L. (2000). Concept analysis: An evolutionary view. In B. L. Rodgers & K. A. Knafl (Eds.), *Concept development in nursing: Foundations, techniques, and applications* (2nd ed., pp. 77–102). Saunders.
- Ruelle, D. (1991). *Hasard et chaos*. Poches Odile Jacob.
- Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Saldaña, J. (2021). *The coding manual for qualitative researchers*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.29333/ajqr/12085>
- Sande, B. (2019). Collaborative continuous improvement practices. *International Journal for Talent Development and Creativity*, 7(1-2), 79–90. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1297225.pdf>
- Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. SAGE.
- Schwartz-Shea, P., & Yanow, D. (2012). *Interpretive research design: Concepts and processes*. Routledge.
- Schweizer, P.-J., & Renn, O. (2019). Governance of systemic risks for disaster prevention and mitigation. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*. ahead-of-print. <https://10.1108/DPM-09-2019-0282>
- Servigne, P., Stevens, R., & Chapelle, G. (2018). *Une autre fin du monde est possible*. Éditions du Seuil.
- Simona, T., Taupo, T., & Antunes, P. (2023). A scoping review on agency collaboration in emergency management based on the 3C model. *Information Systems Frontiers*, 25, 291–302. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10099-0>

- Sinclair, J. (1991). *Corpus, concordance, collocation*. Oxford University Press.
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- Smith, J. E. (1981). *A selection of the correspondence of Linnaeus and other naturalists from the original manuscripts*. Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown.
- Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard Business Review*, 85(11), 68–76, 149. <https://hbr.org/2007/11/a-leaders-framework-for-decision-making>
- Snyder, H. (2019). Literature reviews as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*, 20(3), 571–610. <https://doi.org/10.5465/amr.1995.9508080331>
- Thomson, A. M., & Perry, J. L. (2006). Collaboration processes: Inside the black box. *Public Administration Review*, 66(s1), 20-32. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2006.00663.x>
- Timmermans, S., & Tavory, I. (2012). Theory construction in qualitative research: From grounded theory to abductive analysis. *Sociological Theory*, 30(3), 167–186. <https://doi.org/10.1177/0735275112457914>
- Torraco, R. J. (2016). Writing integrative reviews of the literature: Methods and purposes. *International Journal of Adult Vocational Education and Technology*, 7(3), 62–70. <https://doi.org/10.4018/IJAVET.2016070106>
- UNDRR. (2019). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2019>

- UNDRR. (2021). GAR Special Report on Drought 2021. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/gar-special-report-drought-2021>
- UNDRR. (2022). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/gar2022-our-world-risk>
- UNDRR. (2023a). GAR Special Report: Mapping Resilience for the Sustainable Development Goals. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://digitallibrary.un.org/record/4022485>
- UNDRR. (2023b). Report of the Midterm Review of the Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (A/77/640). United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/report-midterm-review-implementation-sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- UNDRR. (2024). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2024 (Special Report): Forensic Insights for Future Resilience. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/gar/gar2024-special-report>
- UNDRR. (2025). Global Assessment Report (GAR) 2025: Resilience pays: Financing and investing for our future. <https://www.undrr.org/gar/gar2025>
- UNISDR. (2015). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2015: Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/media/14914>
- United Nations. (2005). Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters (Extract from the Final Report of the World Conference on Disaster Reduction, A/CONF.206/6). United Nations. https://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf

- United Nations. (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- Vermeulen, V., & Hémond, Y. (2025). Interdisciplinary collaboration in VUCA contexts: A conceptual review for environmental upheavals management. *Environmental Systems Research*, 14, Article 16. <https://doi.org/10.1186/s40068-025-00406-6>
- Vermeulen, V., & Hémond, Y. (2026a). *Normative imbalances in risk governance and the challenge of collective sensemaking*. Manuscrit soumis pour publication.
- Vermeulen, V., & Hémond, Y. (2026b). *Operationalizing interdisciplinary collaboration in civil security: A framework for addressing volatile, uncertain, complex, and ambiguous environments*. Manuscrit soumis pour publication.
- Vermeulen, V., & Hémond, Y. (2026c). *Rethinking the ecosystem of collaboration in civil security: A mapping of collaborative levers in VUCA contexts*. Manuscrit soumis pour publication.
- Waldeck, R., Le Bris, S., & Rouvrais, S. (2019). Interdisciplinarité et VUCA. In R. Waldeck (Ed.), *Méthodes et interdisciplinarité* (pp. 91–105). ISTE.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., and Kinzig, A. P. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2). <https://doi.org/10.5751/es-00650-090205>
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations*. SAGE.
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2007). *Managing the unexpected: Resilient performance in an age of uncertainty* (2nd ed.). Jossey-Bass.
- Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (2005). Organizing and the process of sensemaking. *Organization Science*, 16(4), 409–421. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0133>

Wood, H. O., & Neumann, F. (1931). Modified Mercalli Intensity Scale of 1931.
Bulletin of the Seismological Society of America, 21, 277-283.

BIBLIOGRAPHIE

Introduction à la bibliographie

Cette bibliographie regroupe des travaux ayant nourri la réflexion générale de cette recherche, au-delà des seules références mobilisées explicitement dans le corps du texte. Elle inclut notamment des auteurs dont les apports ont contribué à structurer le positionnement épistémologique de la thèse, en particulier dans l'élaboration de l'avant-propos. Ces influences, progressivement constituées au fil des années, ont participé à orienter l'intérêt pour la problématique étudiée et à façonner la manière dont celle-ci a été appréhendée et formalisée. À ce titre, certaines notions associées à Michel Foucault, notamment en lien avec les modes de structuration et de régulation de l'action collective, ont informé la réflexion critique proposée. Dans le prolongement de cet héritage, les travaux de Pierre Lascoumes sur l'instrumentation de l'action publique ont contribué à ancrer cette réflexion dans une perspective pragmatique, en incitant à interroger la manière dont les outils de gestion et les cadres normatifs formatent l'action sur le terrain. De même, les perspectives développées par Albert Camus invitent à penser l'engagement dans des contextes marqués par une absence de certitudes et de maîtrise. Dans une perspective complémentaire, les travaux de Carl Jung, notamment ses réflexions sur l'individuation face à la société de masse, offrent un éclairage précieux pour penser la reconquête de l'agentivité humaine et la nécessité d'un sens partagé face à l'imprévisibilité des systèmes complexes. Par ailleurs, les travaux d'Edgar Morin et d'Isabelle Stengers ont contribué à éclairer les enjeux liés à la complexité, à l'incertitude et à l'interdépendance des systèmes, tandis que ceux de Nassim Nicholas Taleb ont permis de penser les dynamiques d'instabilité et les potentialités qu'elles recèlent. Enfin, les approches de Donna Haraway et de Judith Butler, ainsi que celles de Boris Cyrulnik, résonnent avec les dimensions situées, relationnelles, humaines et adaptatives abordées en filigrane dans cette recherche. Ces références, mobilisées de manière implicite, participent ainsi à expliciter l'arrière-plan intellectuel dans lequel s'inscrit la présente thèse.

Liste bibliographique

- Butler, J. (2006). *Precarious life: The powers of mourning and violence*. Verso.
- Camus, A. (1985). *Le mythe de Sisyphe*. Gallimard.
- Cyrulnik, B. (2001). *Les vilains petits canards*. Odile Jacob.
- Foucault, M. (2004a). *Naissance de la biopolitique*. Seuil.
- Foucault, M. (2004b). *Sécurité, territoire, population*. Seuil.
- Haraway, D. (2007). *Manifeste cyborg et autres essais*. Exils.
- Haraway, D. (2016). *Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene*. Duke University Press.
- Jung, C. G. (1962). *Présent et avenir* (R. Cahen, Trans.). Buchet/Chastel. (Ouvrage original publié en 1957).
- Jung, C. G. (1964). *L'homme et ses symboles* (M. d'Astier de la Vigerie, Trans.). Robert Laffont.
- Jung, C. G. (1988). *La synchronicité : Principe de connexions acausales* (C. Maillard & S. Rochet, Trans.). Albin Michel. (Ouvrage original publié en 1952)
- Jung, C. G. (1993). *Types psychologiques* (Y. Le Lay, Trans.). Georg. (Ouvrage original publié en 1921).
- Lascoumes, P. (2004). La gouvernementalité : De la critique de l'État aux technologies du pouvoir. *Le Portique. Revue de philosophie et de sciences humaines*, (13-14), 1-15.
- Lascoumes, P., & Le Galès, P. (2004). *Gouverner par les instruments*. Presses de Sciences Po.
- Stengers, I. (2009). *Au temps des catastrophes : Résister à la barbarie qui vient*. La Découverte.

Taleb, N. N. (2013). *Antifragile : Les bienfaits du désordre*. Les Belles Lettres.