



Gouvernance intégrée du risque dans la perspective d'adaptation des communautés côtières aux changements climatiques : une analyse empirique des représentations sociales de la résilience.

Idrissa Oumar Kane

► To cite this version:

Idrissa Oumar Kane. Gouvernance intégrée du risque dans la perspective d'adaptation des communautés côtières aux changements climatiques : une analyse empirique des représentations sociales de la résilience.. Sciences de l'Homme et Société. Université Paris Saclay; Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 2016. Français. NNT : . tel-02395768

HAL Id: tel-02395768

<https://shs.hal.science/tel-02395768>

Submitted on 5 Dec 2019

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

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

NNT : 2016 SACLV 098

THESE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY,
préparée à "l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines"

ÉCOLE DOCTORALE N°578 SHS
Science de l'Homme et de la Société

Spécialité : Aménagement, Architecture

Par

Idrissa Oumar KANE

Gouvernance intégrée du risque dans la perspective d'adaptation des communautés côtières aux changements climatiques : une analyse empirique des représentations sociales de la résilience.

Thèse présentée et soutenue à « l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines », le 05 Décembre 2016

Composition du Jury :

Monsieur Alioune Kane, Professeur à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Rapporteur

Monsieur Christian Gorini, Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, Rapporteur, Président du jury.

Monsieur Jean-Paul Vanderlinden, Professeur à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Directeur de thèse

Madame Julie Guillemot, Professeure à l'Université de Moncton, Campus de Shippagan, Examinatrice

Monsieur Yorghos Remvikos, Professeur à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, HDR, Examineur



NNT : 2016 SACLV 098

THESE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY,
préparée à "l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines"

ÉCOLE DOCTORALE N°578 SHS
Science de l'Homme et de la Société

Spécialité : Aménagement, Architecture

Par

Idrissa Oumar KANE

Gouvernance intégrée du risque dans la perspective d'adaptation des communautés côtières aux changements climatiques : une analyse empirique des représentations sociales de la résilience.

Thèse présentée et soutenue à « l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines », le 05 Décembre 2016

Avec le soutien financier de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines à travers le projet THESEUS du 7ème Programme Cadre de la Commission Européenne ("*Innovative technologies for safer European coasts in a changing climate*").



Titre : Gouvernance intégrée du risque dans la perspective d'adaptation des communautés côtières aux changements climatiques : une analyse empirique des représentations sociales de la résilience.

Mots clés : Gouvernance intégrée du risque – adaptation - changements climatiques - représentations sociales - résilience

Title : Integrated risk governance in the perspective of coastal communities' adaptation to climate change: an empirical analysis of social representations of resilience

Keywords : Integrated risk governance – adaptation - climate change - social representations -resilience

Dédicaces

Je dédie cette thèse à :

*Ma femme et ma fille,
Mes parents, mes frères et sœurs*

L'environnement scientifique de la thèse

Cette thèse a débuté en 2010. Elle s'est réalisée dans le cadre du projet Theseus du septième Programme-Cadre de l'Union Européenne (FP7-EU Theseus, FP7.2009-1, Contract 244104). L'objectif principal de ce projet est la mise en place des « *technologies innovantes pour la sécurisation des villes côtières européenne dans le contexte du changement climatique* ». ¹ Au cours de la rédaction de cette thèse, l'essentiel de nos activités de recherche s'articule autour de cet objectif. Et qui plus est, le projet a été, au-delà de l'appui financier, un cadre de collecte d'informations sur le processus, méthodes et modèles de production des connaissances. En effet, cette thèse a visé, en partie, les scientifiques, les autres acteurs (décideurs et public large) du projet. La recherche est essentiellement axée sur les problématiques d'aménagement du territoire en contexte de zones côtières liant diverses sciences : l'écologie côtière, les sciences sociales et humaines, les sciences du climat et l'ingénierie du risque. Ceci explique le caractère interdisciplinaire de cette thèse démontré dans les différents articles présentés. Elle (cette recherche) met en évidence le rôle joué par les scientifiques de différents horizons disciplinaires dans la constitution des corpus théoriques et empiriques.

Cette thèse s'est réalisée à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ). Cette dernière constitue l'un des partenaires institutionnels du projet à qui est confiée la tâche de recherche sur « *Risk communication and science for building resilience* ». Cette tâche s'insère dans le cadre du Workpackage « *Risk mitigation : economy and society* », en d'autres termes la contribution de l'économie et de la société dans l'objectif du projet (cité ci-dessus). Durant quatre années de recherche, l'UVSQ a constitué l'environnement académique ayant facilité nos travaux de recherche. Elle a mis à notre disposition un cadre scientifique pour la réalisation des travaux de recherche : mission d'études, participation à différentes rencontres internationales (conférences, colloques, etc) pour communiquer et valoriser nos résultats. Au sein de cette institution académique, le centre de recherche CEARC (Cultures-Environnement-Arctique-Représentations-Climat) sert, parmi d'autres, de laboratoire relais du projet. Ce centre est le premier laboratoire interdisciplinaire de l'institution où s'organisent les différents ateliers du projet Theseus, lieux d'échanges et de production des connaissances entre les scientifiques travaillant dans les différents workpackages.

¹ Pour plus d'informations, voir le site du projet : www.theseusproject.eu

Remerciements

Tout au long de cette thèse, des personnes de très hautes qualités humaines nous ont guidé, soutenu et encouragé dans l'assouvissement de ce désir intellectuel.

En premier lieu, mes remerciements accompagnés d'une grande reconnaissance et d'une profonde gratitude vont à l'endroit du professeur et superviseur principal, Vanderlinden Jean Paul. Mention spéciale à vous, cher professeur, frère et ami ! Le cadeau de votre femme pour la naissance de ma fille reste *ad vitam aeternam* un acte gravé dans mon cœur et pour cela, je la remercie beaucoup au passage. En second lieu, mes remerciements ainsi que ma grande reconnaissance et gratitude vont à l'endroit de Baztan Juan. En qualité de second superviseur, Juan n'a ménagé aucun effort pour apporter son expérience de chercheur dans la réalisation de cette thèse. A lui aussi, une mention spéciale. Grâce à ces personnes citées ci-dessus, j'ai cultivé en moi l'autonomie, la rigueur et la méthode dans le travail de recherche et dans d'autres tâches qui m'ont été confiées au sein de l'équipe TRACES (**T**ransition, **A**daptation, **C**limat, **E**nvironnement, **S**ociété) du laboratoire CEARC (**C**ultures-**E**nvironnement-**A**rctique-**R**éprésentations-**C**limat). Nous reconnaissons et apprécions le soutien constant et les capacités scientifiques de ces personnes. Et sachez qu'à mon niveau, des mots manquent pour vous qualifier humainement et intellectuellement.

Enfin, Mes sincères remerciements vont aussi à l'endroit de l'ensemble des membres et doctorants du laboratoire CEARC. La plus grande chance que nous avons eue aussi est le fait que cette thèse s'est réalisée dans une ambiance scientifique interculturelle et interdisciplinaire. Nous voulons particulièrement remercier le professeur Remvikos Yorghos, à qui nous avons toujours sollicité tout au long de nos recherches. Nous lui remercions par sa disponibilité et ses conseils scientifiques, mais aussi par sa passion et son intérêt qu'il a accordé à certains aspects théoriques, conceptuels de la thèse. Je remercie également les doctorants Thiaw Diatou et assistante d'enseignement à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Moustapha Sokhna Diop conseiller technique à l'Ambassade du Sénégal en Turquie, Touili Nabil, (co- auteur avec l'un des articles), avec qui j'ai partagé diverses expériences de recherche liée à nos thèses respectives. Avant de terminer, je voudrais adresser aussi mes sincères remerciements aux professeurs André d'Almeida, Omar Diop, Mouhamadou Maouloud Diakhaté de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis, Dieudonné Pandaré à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar et Abdoulaye Camara de l'IFAN. Ceux-ci ont participé dans ma formation académique raison pour laquelle je leur adresse ma grande reconnaissance.

Résumé de la thèse

Cette thèse pose et explore ici les possibilités de « dialogue des connaissances » entre scientifiques et communautés locales concernant la mise en place des stratégies de résilience en vue de l'adaptation aux risques côtiers attribués aux changements climatiques. Ce dialogue porte sur la question des représentations paradigmatiques, des valeurs et des enjeux matériels. Ce dialogue des connaissances, prôné au sein de la communauté scientifique et réclamé par le public large, s'impose de plus en plus vu la complexité des questions de sociétés liées au climat et aux visions du monde différentes. La rationalité technocentrée a toujours dominé dans les réponses aux défis liés à l'adaptation. Cependant, au nom de la gouvernance intégrée, cette approche est de plus en plus battue en brèche par les communautés locales du fait de leur fort engagement dans la proposition d'alternatives socialement co-construites.

Dans le premier article « Communicating risk through a DSS: a coastal risk centered empirical analysis », nos recherches portent sur le conflit de représentations opposant scientifiques et acteurs locaux à propos de la nature probabiliste du risque côtier et des options de mitigation des impacts. Ainsi, une communication dialogique, basée sur la prise en compte des heuristiques de valeurs des acteurs locaux, est nécessaire. Dans le deuxième article « L'utilisation du concept polysémique de résilience: une analyse empirique en milieu côtier », nos recherches portent sur le choix de sens à propos du mot résilience à travers les politiques publiques de gestion du risque côtier. Ce concept, eu égard à son histoire et son évolution à travers ses différents usages disciplinaires, a posé, outre le problème de polysémie liée à sa forte utilisation, un manque de consensus sur le sens adéquat. Dans le troisième article « Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins », il s'agit de questionner les choix de modèles et d'approches utilisés par les chercheurs pour analyser et intervenir sur les systèmes côtiers. Construisant sur les résultats des premiers articles, cet article constitue une proposition unique de basculement paradigmatique dans le traitement conceptuel et opérationnel de la gouvernance des socio-écosystèmes complexes.

La forme de présentation adoptée (thèse par articles) est faite dans le respect des principes et techniques rédactionnels requis, approuvée dans le monde académique (ici l'université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines). Les trois articles sont étroitement liés par leurs thématiques respectives. Ceci explique la cohérence de la recherche menée et des résultats obtenus.

Dans la méthodologie, la recherche s'appuie sur une démarche empirique en partant d'une démarche théorique ayant trait aux concepts étudiés. La méthode de collecte de données est les entretiens semi-directifs, focus groupe, muni de questionnaires thématiques. La méthode de traitement des corpus empiriques s'est effectuée par le codage dans ATLAS.ti. La méthode d'analyse des corpus est faite par l'approche théorisation ancrée itérative. Le public cible est les scientifiques du projet THESEUS et les communautés côtières de trois sites d'expérimentation du projet (Gironde en France, Santander en Espagne et Cesenatico en Italie).

Dans la conclusion, d'abord il a été admis que les tensions paradigmatiques compromettent l'efficacité des systèmes d'aide à la décision et la nécessité d'un consensus entre heuristiques sur le risque côtier ; ensuite, les mêmes conflits de paradigmes ont des conséquences dans le redéploiement opérationnel du concept de résilience et qu'un dialogue sur le sens du concept puisse être établi de façon épistémologiquement robuste ; enfin, il est primordial que soit établi une articulation fine entre choix de sens, déploiement opérationnel et représentations paradigmatiques sous-jacentes aux concepts déployés.

Summary of the thesis

This thesis sets and explores the possibilities of « dialogue of knowledge » between scientists and local communities about resilience strategies implementations for climate coastal risks adaptation. This dialogue focuses on questions of paradigmatic representations, values and materials issues. This dialogue of knowledge, advocated by scientific community and claimed by wide audience, is increasingly needed due to complex societal problems related to climate change and different world visions. The technocentered rationality has always been an approach which dominates in the responses to the challenge of adaptation. However, in the name of integrated governance, this approach is more and more contested by local communities due to their strong engagement in proposing socially co-constructed alternatives.

In the first paper « Communicating risk through a DSS: a coastal risk centered empirical analysis » our research focus on the conflict of representation between scientists and local stakeholders about the probabilistic nature of coastal risk and the impacts mitigation options. Thus, a dialogic communication, based on taking into account heuristic values of local actors, is necessary. In the second paper « L'utilisation du concept polysémique de résilience: une analyse empirique en milieu côtier » our research focus on the choice of meaning of resilience concept through public policy of coastal risk management. This concept, considering its history and evolution through its various disciplinary practices, has raised, in addition to problem of polysemy due to its high use, a lack of consensus on the suitable definition. In the third paper « Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins », it is to question the choice of models and approaches used by researchers to analyse and intervene on the coastal system. Building on the two first papers, this paper is an unique proposition of paradigmatic tilt in the conceptual and operational processing of socio-ecosystems governance.

This way of presentation (thesis structured by papers) is done in accordance with required principles and technics of redaction approved by academic world (here, the University of Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines). The three papers are closely linked in their respective thematic. This explains the coherence of the conducted research and the obtained results.

In the methodology, the research is built/base on an empirical approach starting from an theoretical approach related to the concepts studied. The method of datas collection is semi-structured

interviews, focus group, with a thematic questionnaire. The method of data processing is done by coding these latter in ATLAS.ti. The method of data analysis is done by iterative grounded theorisation. The targeted audience is the scientific involved in the THESEUS project and the coastal communities lived in three experimental coastal settings of the project (Gironde in France, Santander in Spain and Cesenatico in Italia).

In the conclusion, it is first admitted that paradigmatic tensions can compromise the efficacy of decision support system process and the need of consensus between heuristics on the coastal risk ; second, the same paradigmatic conflicts have some consequences in the operational deployment of resilience concept and it requires a dialogue about the signification of this concept in an epistemologically robust way. Finally, it is primordial to found a neat articulation between the choice of meaning, the operational deployment and the paradigmatic representations underlying the displayed concepts.

Liste des publications

Article 1: Kane, I.O. et al. (2014). Communication risk through a DSS: a coastal risk centred empirical analysis, publié dans “*Coastal Engineering, Elsevier*, Volume 87, pages 210-218.

Article 2 : Kane, I.O., et Vanderlinden, J.-P., 2015. « L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 23], mis en ligne le 25 novembre 2015.
URL : <http://vertigo.revues.org/16661> ; DOI: 10.4000/vertigo.16661

Article 3 : Kane, I.O. Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins ? Soumis en 2016 dans la revue « *Nature, Science Société* » pour publication.

Table des matières

<i>Dédicaces</i>	i
<i>L'environnement scientifique de la thèse</i>	ii
<i>Remerciements</i>	iii
<i>Résumé de la thèse</i>	iv
<i>Summary of the thesis</i>	vi
<i>Liste des publications</i>	viii
I. Introduction	1
1. Problématique générale, mise en contexte et éléments de justification	7
2. Présentation des articles, liens thématiques et discussions	10
2.1. Présentation de l'article 1 : Communicating risk through a DSS: a coastal risk centred empirical analysis.....	11
2.2. Présentation de l'article 2 : L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière.	41
2.3. Présentation de l'article 3 : Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins ?	48
II. Cadre méthodologique général	71
1. Processus et méthodes de recherche.....	71
1.1 Contexte de recherche.....	71
1.2. Exposition des corpus empiriques de recherche	73
2. Modèles conceptuels et outils d'analyse des corpus empiriques.....	77
2.1. Le modèle intégrateur de Renn (2008) sur les déterminants de perception du risque	77
2.2. Le modèle de Renn (2008) sur les typologies de revendications	78
2.3. Aller de la théorisation ancrée à la théorisation ancrée itérative des corpus.....	80
2.4. Apport de l'analyse documentaire	81
III. Conclusion	83
IV. Références bibliographiques	93
V. Résumé des articles.....	104
Liste des figures.....	111
Glossaire.....	112
Publications	113
Article 1 :	114
Article 2 :	126
Article 3 :	143

I. Introduction

Cette thèse est située au carrefour entre gouvernance du risque et l'aménagement du territoire. Eu égard au contexte d'étude, la gouvernance du risque est centrée sur les questions de (i) « *représentations sociales* » des socio-écosystèmes et des risques côtiers associés aux changements climatiques, de (ii) « *résilience* » en tant que concept clé de la gouvernance holistique du risque. Ce concept est ici principalement abordé sous l'angle de l'aménagement du territoire et de la géographie, notamment, et de (iii) « *méthodes* » d'analyse et d'approches d'intervention territoriale pour des réponses efficaces aux défis liés à l'adaptation des zones côtières dans le contexte des changements climatiques.

Ces trois catégories de questions invoquent, finalement, la problématique de la prise de décision dans un contexte de conflits multi-représentationnels des risques côtiers associés aux changements climatiques. Face à ces questions de représentation, de résilience et de méthodes d'intervention que pose la gouvernance des risques côtiers, l'aménagement du territoire s'interroge sur les dimensions scientifiques, techniques et politiques de l'organisation et l'utilisation de l'espace littoral affecté par des risques de submersion marine et ses effets collatéraux. De ce fait, il interpelle et se concentre sur le rôle de l'écologie et de l'ingénierie côtière dans la réduction de la vulnérabilité et le renforcement de la résilience des communautés. A travers ces centres d'intérêts, cette thèse s'adresse aux multiples défis et aux incertitudes liées aux changements climatiques dans les villes côtières. Elle est l'assouvissement d'un désir intellectuel concernant l'étude et l'analyse des processus et modes opératoires de déploiement du paradigme de résilience dans ces systèmes complexes qui demeurent, toutefois, appréhendés par des discours et des actions simplificatrices. En parallèle de cette thématique majeure, cette thèse explore le concept de vulnérabilité dont les paradigmes ou le mode opératoire sur le terrain semble entrer en dissonance avec le paradigme de la résilience. Dans une perspective de gouvernance inclusive des risques côtiers, ce rapprochement conceptuel consiste à promouvoir un dialogue entre différentes représentations du risque qui freinent ou ralentissent la prise de décision². En substance, cette thèse est une contribution aux recherches sur ces systèmes côtiers et les risques associés, sur la manière dont ces derniers sont

² L'autre concept abordé dans cette thèse, notamment dans l'article 2, est le concept « adaptation ». Celui-ci n'a pas véritablement posé un problème de paradigmes autrement de conflit de représentations sur le terrain. En effet, le concept d'adaptation est appréhendé dans notre analyse comme étant un concept neutre dans le conflit de représentations qui opposent les approches de vulnérabilité et les approches de résilience. Et eu égard à ces deux types d'approche de mitigation du risque, l'adaptation en constitue une finalité. Toutefois, ce concept se rapproche, en théorie comme en pratique, beaucoup plus du concept de résilience car, dans une optique de fertilisation croisée des actions, le second constitue un moyen de parvenir au premier.

communiqués, sur les décisions et les conflits paradigmatiques dont ils font l'objet. Nos investigations se sont déroulées dans un cadre essentiellement interdisciplinaire. En effet, dans cette thèse, ces connaissances sont produites à travers une navigation entre le conceptuel et l'empirique impliquant diverses représentations du risque dans l'interface tridimensionnelle science-société-décision. Le conceptuel s'articule autour d'une réflexion sur la dimension épistémologique des concepts à travers l'analyse des discours. Quant à l'empirique, celui-ci porte la réflexion sur la dimension pratique des concepts à travers les expériences issues des acteurs du terrain. Ainsi, cette thèse interpelle la réflexivité de la science et la proactivité des politiques dans le processus de gouvernance du risque pour construire socialement la résilience. Elle interpelle, *in fine*, la transdisciplinarité dans le traitement des questions sociétales fourmillant d'incertitudes absolues et nécessitant un dialogue social constructif sur les procédures et les méthodes d'analyse et d'intervention sur les risques côtiers climatiques. Dans cette thèse, le processus de gouvernance du risque évoque quatre étapes itératives à savoir (i) pré-évaluation scientifiques des impacts, (ii) l'estimation des coûts et bénéfices (perceptions) et leur tolérabilité/acceptabilité sociale, (iii) la caractérisation/évaluation des options en fonction des enjeux et des scénarios, (iv) la gestion du risque par la décision politique ; chacune de ces étapes doit faire l'objet de communication qui est ici une étape transversale de ce processus.

Cette introduction comporte les parties suivantes : la problématique et la mise en contexte de la recherche et la présentation des différents articles de la thèse. La problématique et la mise en contexte de la recherche fait l'état des lieux de l'importance des risques côtiers attribués ces dernières décennies (et ceux à venir) aux changements climatiques. Cette partie met en exergue l'évolution des théories scientifiques et les formations de certains concepts et discours à l'aune de ce qui est désigné aujourd'hui une *nouvelle* « *société du risque* » où les dangers technologiques se conjuguent, s'imbriquent avec ceux liés aux changements globaux, notamment environnementaux et climatiques. Cette *nouvelle* « *société du risque* » évolue dans un monde de plus en plus complexe dont le fonctionnement et la dynamique échappent parfois complètement au contrôle de la (techno)science. En contexte de zones côtières, toute la problématique liée à ces dangers et changements s'articule, comme nous le soulignons, autour de la question d'aménagement du territoire et de gouvernance du risque. Au sens métaphorique, le premier constitue ici le levier pour soutenir ou contenir les différentes synergies et actions pour construire ou renforcer la résilience et le second en est le point d'appui pour impulser ces synergies et actions. En ce sens, il faut admettre que les erreurs et les défaillances dans l'aménagement du territoire découlent souvent d'un processus non stable ou non intégrée de la gouvernance du risque. En revanche, l'aménagement du

territoire ne devient efficace que si elle s'appuie sur une gouvernance concertée, partagée et holistique du risque. La définition de Renn (2008: 374) de la gouvernance du risque sert de fondation à nos développements :

“Risk governance includes the totality of actors, rules, conventions, process and mechanisms concerned with how relevant risk information is collected, analysed and communicated, and how management decision is taken. Encompassing the combined risk-relevant decisions and actions of both governmental and private actors, risk governance is of particular importance in (but not restricted to) situations where there is no single authority to take a binding risk management decision, but where, instead, the nature of the risk requires cooperation and coordination between a range of different stakeholders. Risk governance, however, not only includes a multifaceted, multi-actor risk process, but also calls for the consideration of contextual factors, such as institutional arrangements (e.g. the regulatory and legal framework that determines the relationship, roles and responsibilities of the actors, and coordination mechanisms such as markets, incentives or self-imposed norms) and political culture, including different perceptions of risk.”.

Dans le processus de gouvernance du risque (en référence aux quatre étapes citées plus haut), l'aménagement du territoire implique, selon les échelles de décision, la notion de complexité. Celle-ci se décrit à deux niveaux. D'une part, il y a la complexité spatiale qui s'explique par l'imbrication des territoires faisant office de support d'exécution des politiques publiques de mitigation des risques. De l'autre, il y a la complexité des acteurs intervenant sur le/les territoire(s) s'expliquant par les interactions multiformes et multidimensionnelles avec des valeurs et des intérêts contradictoires. Ces deux niveaux de complexité complexifient le risque aussi bien au plan des mécanismes causaux que de la perception et représentation par les acteurs. D'autant plus, dans notre contexte d'étude, cette complexité s'accroît du fait que le risque sévit dans des territoires dits d'interface subissant une double influence (la mer et le continent). Ici, le risque et l'espace littoral (avec ses composantes) obéissent tous les deux aux lois de la complexité qui caractérise et transcende même cette interface terre-mer et les dynamiques qui s'y opèrent. C'est pourquoi les tentatives de simplification de la réalité complexe de ces systèmes, si elles sont admises nécessaires à des fins de mitigation du risque, doivent reposer de prime abord sur une démarche dialogique élargie à tous les acteurs. Car, cette complexité s'avère parfois difficilement maîtrisable à l'échelle territoriale, par les pouvoirs publics, vu qu'elle porte en elle les éléments d'incertitudes et d'ambiguïté souvent irréductibles. Ce qui nécessite, ainsi, une analyse prospective des impacts potentiels des décisions et une évaluation continue de leurs effets. Une telle approche s'inscrit dans

une optique d'appréhension de la complexité socio-écosystémique par les acteurs scientifiques et institutionnels à travers leurs modes opératoires. Ces acteurs doivent prendre en considération la dynamique des éléments ou forces naturels exogènes au système dans lequel ils s'activent. Kirchsteiger, (1999), essaie de l'expliquer en ces termes :

“Risk to human beings arise an inherent characteristic to make plans and try to make them happen, while external forces resist and tend to move our endeavours away from the plan. Any such “endeavour” is a complex ensemble of a bewildering variety of interacting element which together form something “whole”, usually called a system...”

Dans le projet Theseus, l'aménagement du territoire constitue l'un des axes clés d'intervention pour réduire la vulnérabilité et renforcer la résilience des villes côtières. Cet axe s'adresse essentiellement aux problèmes d'urbanisation et de planification de l'occupation du sol engendrés par la dynamique des espaces, des activités et des sociétés côtiers. Dans les travaux de modélisation des risques, ces facteurs sont considérés comme les paramètres ou forces de contrôles (*driving forces*, en anglais) qui participent (directement ou indirectement) à l'augmentation des pressions environnementales sur ces espaces. Ces pressions, notamment l'aménagement linéaire et irréfléchi marqué par une forte emprise foncière, provoquent une altération des conditions initiales et accentuent, en termes d'impacts, l'intensité des risques climatiques (inondation et érosion). Les acteurs au sein du projet Theseus ont saisi et intégré ces paramètres pour en faire une piste de réflexion et de réponse, en d'autres mots, des axes d'application des stratégies de résilience face aux risques inondation. Par ailleurs, les enjeux que soulèvent cet axe de résilience supposent au préalable une gouvernance à la fois verticale (du global au local ou inversement) et horizontale (du public large aux autorités/décideurs) dans l'intervention. Il doit prendre en compte différents facteurs connexes afférents à l'aménagement du territoire qui, en théorie et en pratique, implique plusieurs domaines d'expertise ou secteurs d'activités (urbanisme, écologie, sociologie, économie, démographie, architecture, pédologie, géomorphologie, hydrogéologie, etc). Ainsi, l'interdisciplinarité est requise pour éviter une gestion partielle ou sectorielle de ces phénomènes qui, par essence, demeurent complexes/interreliés. Car « *c'est souvent aux intersections entre disciplines, à l'occasion de la convergence entre voies d'approches séparées, que sont ressuscités des problèmes que l'on pensait réglés, qu'ont pu insister, sous une forme renouvelée, des questions anciennes, antérieures au cloisonnement disciplinaire.* » (Prigogine et Stengers, 1979 : 387). L'objectif du projet à travers cet axe est de repenser l'espace urbain côtier et son utilisation en mettant en place des mesures (structurelles et non structurelles) qui facilitent le retour rapide à la

normale et l'adaptation du système en temps de crises/risques. Dans une optique de résilience, l'aménagement du territoire implique les enjeux de durabilité des territoires et d'éco-innovation sociale dans les pratiques des acteurs à travers différentes échelles de représentations et de gestion du risque.

La présentation des articles, comme son nom l'indique, est une exposition détaillée des étapes processuelles de l'exploration et de la production des connaissances sur cette notion d'aménagement du territoire ainsi que les concepts qui s'y greffent. Dans cette partie de l'introduction, nous montrerons aussi les liens thématiques entre les articles et leurs contenus conceptuels et méthodologiques.

L'objectif principal de la thèse est d'*analyser les représentations sociales de la résilience dans un contexte de basculement paradigmatique, en articulant différentes heuristiques du risque et différentes conceptions du système côtier.*

Les objectifs spécifiques sont :

- Promouvoir l'apprentissage dans les systèmes d'aide à la décision sur le risque par la confrontation dialogique des heuristiques, déterministes ou non, considérant les différentes revendications des acteurs intéressés.
- Valoriser, dans le cadre de la complexité, le concept polysémique de résilience par un usage non compromettant sa dimension opérationnelle sur le terrain, considérant les différentes revendications des acteurs intéressés.
- Contribuer, par une relecture critique des modèles d'intervention sur le risque, au changement de paradigme : de la pensée linéaire vers la pensée complexe dans l'analyse des systèmes (côtiers).

Les aspects évoqués dans les différents objectifs sont interreliés. Ces aspects sont explorées et exploitées chacune et de façon itérative à travers une méthodologie de recherche qui répond aux objectifs du projet Theseus.

Ce travail s'est inscrit dans le cadre du projet THESEUS, du septième Programme cadre de l'Union Européenne (2009-2013). L'objectif principal de ce projet s'inscrit dans une perspective de

croisement entre les sciences sociales, l'écologie et l'ingénierie. La recherche portait sur la mise en place des *technologies innovantes pour la sécurisation des côtes européennes dans le contexte du changement climatique* (*Innovative technologies for safer European coasts in a changing climate*, en anglais). Au regard des scénarios climatiques (élévation du niveau des océans, augmentation des températures, augmentation de la fréquence des risques de tempêtes, etc) ainsi que de la vulnérabilité des populations et des infrastructures critiques, le projet Theseus porte sur la conception d'un portfolio d'outils pour la résilience des villes côtières européennes face aux risques inondation et d'érosion. Par ailleurs, ce projet, s'inscrit dans les recommandations de la Directive Européenne (2007/60/CE) relative à « l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation ». Sur le volet scientifique (production des connaissances), Theseus mobilise l'expertise, la recherche et l'ingénierie afin d'apporter des réponses (ou des pistes de solutions à moyen et long terme) aux enjeux soulevés par les risques climatiques et leurs conséquences sur les communautés, les économies et la biodiversité côtières. Sur le volet politico-institutionnel, les acteurs de la gouvernance -du global au local- (Commission Européenne, douze (12) Etats, collectivités, partenaires au développement) constituent les principaux utilisateurs des connaissances devant être appliquées par ceux-là.³

L'esprit du projet est de mettre l'ensemble des deux catégories d'acteurs dans un processus de collaboration et une approche systémique et transdisciplinaire dans la façon d'aborder ces risques. Le projet comporte sept principaux workpackages. Le Workpackage n°4 (*Impact mitigation : society and economy*) sur lequel porte nos recherches est axée sur la « *contribution des sciences sociales et économiques dans l'atténuation des impacts des risques côtiers liés aux changements climatiques*. Les défis majeurs pour toutes les zones d'étude du projet, consistent à concevoir des outils et des approches intégrés tenant compte de la dimension transfrontalière du risque, l'équité sociale, l'efficacité économique et la soutenabilité écologique. A travers nos études de cas (Gironde, Santander et Cesenatico), les populations côtières des pays respectifs expérimentent pratiquement les mêmes risques (inondation et érosion).

³ Pour plus d'information : www.theseusproject.eu

1. Problématique générale, mise en contexte et éléments de justification

Les risques (inondation et érosion) attribués aux changements climatiques et les incertitudes en termes de conséquences sont de plus en plus devenus un casse-tête pour les pouvoirs publics. Cet état de fait s'expliquerait non seulement par leur fréquence⁴, leur intensité et la complexité de leur origine causale (élévation du niveau de la mer), mais aussi par les dommages/enjeux (économiques, financiers, environnementaux et politiques) qu'il inflige à la société. Les systèmes ou territoires côtiers de façon générale et les communautés côtières en particuliers restent plus exposés à ces risques. Les facteurs explicatifs de cette situation de vulnérabilité s'avèrent, à tout point de vue, complexes. Mais, force est de constater que le contexte socio-environnemental (urbanisation linéaire par occupation de basses terres et voies de passage des eaux, par la destruction des habitats naturels, les phénomènes de subsidences) y ont beaucoup contribué, soit en termes de provocation ou d'aggravation des impacts.

La vulnérabilité et la résilience face aux extrêmes climatiques sont et resteront contrastées d'un continent à un autre, d'une région à une autre, et d'un individu à un autre. Selon les pays, les coûts, autant dans la réparation des dommages que dans les mesures de mitigation restent énormes. En d'autres termes, les coûts sociaux, économiques et écologiques des dégâts engendrés par les inondations, ainsi que les ressources investies dans les stratégies de résilience et d'adaptation constituent des dépenses budgétaires considérables pour les pouvoirs publics. Ce constat justifie toute l'urgence de s'attaquer au problème à la source –aménagement du territoire et gouvernance inclusive- en vue d'apporter des solutions acceptables au vu des enjeux multiples souvent en dispute concernant la prise de décision sur le risque. Le risque, à l'instar des autres concepts, est devenu multidisciplinaire. Le paradigme de la *sociologie du risque* s'est beaucoup développé dans les années 80 grâce aux travaux de Niklas Luhmann et d'Ulrich Beck concernant les risques technologiques (Encéphalopathie bovine spongiforme, nucléaire). Leurs travaux s'insèrent dans ce qu'ils appellent la *société du risque* post-moderne. Douglas, (1970)⁵ marque son empreinte sur la *Théorie Culturaliste* du risque surtout dans le domaine de l'anthropologie. Cet auteur étudie l'importance des notions de 'groupes et réseaux d'acteurs et les facteurs et biais socio-culturels qui

⁴ Dans son rapport annuel de 2011, le groupe allemand de réassurance, *Munich Re*, affirme qu'au total, neuf cent cinquante (950) catastrophes naturelles ont été enregistrées en 2010, dix-neuf (19) d'entre elles ont été des événements météorologiques comme les tempêtes et les inondations (*Munich Re*, 2011). D'après plusieurs études réalisées par différentes institutions internationales, les risques météorologiques connaîtront une hausse constante dans les décennies à venir (rapports GIEC, 2007, Agence Européenne de l'Environnement, 2005 et 2010, UN-Habitat, 2011).

⁵ Voir aussi dans Douglas M. and Wildavsky, A. (1982). *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers*, Berkeley, University of California Press.

influencent la perception et la représentation à travers les processus d'évaluation, de communication et de gouvernance du risque. D'autres disciplines, des plus abstraites aux plus expérimentales, ont intégré la notion de *risque* dans leurs activités (psychologie, biologie, géographie, pour ne citer que celles-ci).

Aujourd'hui, plus que jamais, les inondations sont devenues des risques naturels sérieux pour l'humanité dans le sens où ils sont désignés comme des facteurs de désorganisation de la société. Les transformations induites par la dynamique des systèmes ainsi que les conséquences liées à ces transformations n'ont pas épargné les zones côtières. Depuis des décennies, celles-ci attirent de plus en plus les populations et la totalité des secteurs économiques. Ceci est dû au fait des diverses et nombreuses fonctions environnementales (bien être, support de vie et d'activité) et services écosystémiques (ressources consommables et non consommables) que les zones côtières fournissent quotidiennement aux humains. Plusieurs discours scientifiques ont été, de facto, consacrés à la notion de *littoralisation* ou de *surlittoralisation du peuplement* dans ces territoires d'interface terre-mer. Ces notions restent toujours une réalité en raison des difficultés, voir de l'impossibilité d'inverser cette tendance. Les risques naturels, surtout le cas des inondations, semblent, ou sont, parfois des risques pris volontairement par la société dans les zones urbaines côtières où la pression démographique réduit les réserves foncières. Il s'ensuit l'occupation des voies traditionnelles de passage des eaux et des espaces naturels sans respect de leurs fonctions environnementales et des normes d'occupation du sol dans le domaine public maritime. Dans les deux cas de risque, ce constat montre comment la société moderne post industrielle, au fur et à mesure de son évolution, se fabrique de manière systématique le risque en voulant satisfaire ses besoins.

De nos jours, l'augmentation des risques et des incertitudes générés par les changements climatiques sont en train de provoquer un changement de paradigme dans la gestion des risques côtiers. En effet, la voix des heuristiques profanes se prononce et souvent se soulève de plus en plus contre certaines approches scientifiques essentiellement technocentrées de la gestion du risque et certaines méthodes d'intervention politique mises en place par les pouvoirs publics. Sur le plan de l'intervention sur le risque, les systèmes les plus usités de défense contre les inondations et l'érosion côtières ont, en effet, montré leurs limites. Premièrement, les stratégies traditionnelles de défenses (les digues ou autres) sont victimes de leur contexte environnemental et socio-économique qui amenuisent leur efficacité : bétonnage à outrance éliminant ou réduisant la perméabilité du sol, déviation ou obstruction des cours d'eau par l'aménagement urbain irréfléchi. Ce contexte se traduit par une perte des fonctionnalités des écosystèmes -servant historiquement de remparts naturels

contre les risques naturels- et par des coûts importants de réparation et de mitigation des impacts. En outre, la modification dans la conception des technologies traditionnelles de défense contre les risques inondation et d'érosion constitue une des attentes explicite des communautés côtières. Les solutions techniques résultant de l'expertise scientifique ou de l'ingénierie s'avèrent, à l'état actuel, insuffisantes et largement controversées par les populations côtières exposées à ou victimes des risques d'érosion et d'inondation. En outre, les stratégies de mitigation se caractérisent par des lourdeurs ou rigidités institutionnelles et souvent inadaptées au risque et à la vulnérabilité des résidents. L'analyse des perceptions, des représentations et de l'implication de ces communautés dans la prise de décision sur le risque devra permettre de nourrir la réflexion sur ce changement de paradigme en cours.

Dans beaucoup de contextes, la gestion des risques relève très souvent des compétences scientifiques pour concevoir des options de mitigation, et ensuite, de l'autorité gouvernementale concernant l'élaboration des plans et l'application des directives ad hoc. Les pratiques sociales de la gestion du risque demeurent insuffisamment prises en compte ou souvent ignorés ou intentionnellement négligés dans la prise de décision. Ortwin Renn (2008) propose une alternative, en adaptant les approches multi-acteurs pour la gouvernance du risque. Il étend l'analyse technique du risque sur ce qui relève du construit social pour gérer les arbitrages et atténuer les conflits de légitimité. Ce qui peut, en conséquence, instaurer la confiance du public envers l'expertise et les décideurs. L'analyse des risques, en particuliers les inondations, ne requiert pas seulement le modèle expert mais aussi elle doit, par souci de congruence et d'efficacité, intégrer le modèle de perception dite intuitive ou profane. Ces dernières décennies, les acteurs sociaux s'investissent de plus en plus, par leurs propres manières et stratégies, dans la proposition de nouveaux modèles de gestion des risques plus souples et adaptables à l'évolution des scénarios climatiques et socio-économiques. Divers facteurs l'expliquent : la fréquence et l'ampleur des dégâts des risques climatiques, les limites des modèles scientifiques conjuguées aux défaillances de la gouvernance politique des risques. C'est en ce sens que Duff (2009) affirme que *« la dynamique vers la gestion du risque est devenue non seulement une caractéristique importante de la fonction des gouvernements, des bureaucraties, des entreprises et des organisations non gouvernementales, mais aussi cela relève de nos jours une conduite des 'gens ordinaires' »*. La désapprobation de la part de l'expertise de l'immixtion de la perception et des modèles profanes dans l'analyse du risque peut produire « l'effet d'iceberg » du côté du public. En d'autres termes, les options de mitigation auront une chance infime d'être appropriées par le public si elles ne s'articulent pas avec la perception et les pratiques sociales.

Dans le contexte du Projet Theseus, cette problématique de gouvernance des risques côtiers associés au climat changeant s'est posée, précisément en termes (a) d'heuristiques différentes sur les liens de causes à effets du risque évoquant différentes représentations paradigmatiques du système côtier, (b) de compréhensions différentes des concepts (résilience) mobilisés à travers les politiques du risque axées sur l'aménagement du territoire évoquant différentes rationalité d'acteurs à enjeux multi-échelles, et (c) de conceptions ou visions du monde différentes suite au basculement paradigmatique au sujet de l'analyse des systèmes côtiers évoquant une relecture critiques des modèles et approches d'intervention qui ne traitent pas ou ne tiennent pas compte dans leurs développement la question de l'indétermination des futurs climatiques. Donc, sur la base de ces observations (a, b et c), des hypothèses de recherche ont été respectivement élaborées, utilisées et traitées, à travers une démarche empirique, dans les différents articles de la thèse :

- Les divergences de représentations du risque entre scientifiques et acteurs locaux découlent des enjeux sous-jacents aux paradigmes.
- Le conflit entre enjeux et paradigmes engendrent des dissonances de sens donné aux concepts (ici la résilience) dans les discours des différents acteurs sur le terrain.
- Face à la complexité et à l'incertitude climatique, les modèles déterministes sont de plus en plus reconsidérés par les acteurs locaux.

Ces trois hypothèses principales de recherche sont étudiées, traitées et développées dans les trois articles de la thèse.

2. Présentation des articles, liens thématiques et discussions

La forme de présentation adoptée (thèse par articles) est faite dans le respect des principes et techniques rédactionnels requis, approuvée dans le monde académique (ici l'université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines). Les trois articles sont étroitement liés par leurs thématiques respectives. Ceci explique la cohérence de la recherche menée et des résultats obtenus.

2.1. Présentation de l'article 1 : Communicating risk through a DSS: a coastal risk centred empirical analysis

Cet article porte sur une question cruciale du projet Theseus dans lequel s'inscrit cette thèse : *comment communiquer le risque entre les acteurs à travers un outil d'aide à la décision ?* La communication des risques côtiers climatiques dans le *TheseusDSS* pose la problématique du '*deficit model*' dans la production et la transmission de l'information des scientifiques vers le public et vice versa. Dans notre contexte, le « *deficit model* » se définit sous l'angle de déficit de communication entre les scientifiques et les parties prenantes à la gestion des risques inondation et érosion côtières dans les sites opérationnels du projet. Devant cette problématique liée à la recevabilité/réception du message scientifique par le public, d'importants travaux d'investigation ont été menés dans ce sens. Sturgis et Allum (2004) pose le débat en termes de déficit de connaissances (ignorance) et de l'attitude biaisée du public à propos de la science que celle-ci est tenue d'en expliquer les raisons. Mooney (2010), quant à lui, s'inscrit dans le sens inverse c'est-à-dire l'attitude biaisée du scientifique vis-à-vis du public. En effet, à travers son interrogation « *Do scientists understand the public ?* », l'auteur soutient que le déficit de communication est lié au fait que la confiance du public aux scientifiques n'est jamais réciproque. Selon lui, les scientifiques ont souvent une fausse image du public et méconnaissent toute forme de connaissances dites non scientifiques. Selon, Boykoff (2008), le déficit de connaissances, au-delà de l'aspect communicationnel (production, canevas et modes de transmission de l'information), implique des jeux et enjeux de pouvoirs, de valeurs et des discours souvent stéréotypés entre les acteurs. Funtowicz et Ravetz, (2003) soutiennent que le déficit de communication est principalement dû à la manière dont le processus de production des connaissances a été mis en place, restreignant la participation effective du public dès le début du processus décisionnel. Pour résorber ce problème de communication et de participation élargie aux acteurs non scientifiques, Boykoff (2009) suggère la création d'un climat qui facilite le changement social et permet l'intégration entre les savoirs dits profanes et les savoirs dits rationnels toujours réservés à ce cercle fermé des gens de science.

Dans le *TheseusDSS*, le *deficit model*, de façon générale, ne se pose pas nécessairement en termes de déficit de connaissances ou de prise de conscience du risque côtier par le public. Mais, il se pose en termes d'antagonismes entre la manière dont les scientifiques (individuellement ou collectivement) et le public perçoivent et représentent chacun le système côtier. En d'autres termes, le problème de communication du risque est lié aux tensions paradigmatiques et aux revendications

(pertinence, causalité, valeurs) sous-jacentes. Le *deficit model* s'explique par l'échec d'un modèle de communication du risque qui, au cours de la conception du *TheseusDSS*, était technocentré.

Ainsi, cet article s'inscrit dans une optique de réduire l'impact social (conflit de représentations et frein à l'action) du déficit de communication entre les acteurs sur la gestion des risques (côtiers) liés aux changements climatiques. L'article présente des résultats associés à des terrains conduits dans trois (3) pays européens : France (étude de cas : Gironde), Espagne (étude de cas : Santander) et Italie (étude de cas : Cesenatico). A ce titre, et avant publication, ces résultats dont il est question ont fait l'objet de présentations lors de réunion de travail du projet, et également lors de conférences internationales. L'innovation centrale de cette contribution est d'avoir permis d'identifier empiriquement les tensions paradigmatiques qui peuvent venir réduire l'efficacité des systèmes d'aide à la décision. En outre, nous proposons un cadre de communication permettant l'opérationnalisation de concepts centraux en sciences sociales dans le cadre du déploiement de technologies générées par les ingénieurs.⁶ Cette contribution constitue à ce titre une expérience assez unique de construction de pont interdisciplinaire dans le cadre de l'étude des risques. L'intérêt de cet article est qu'il a permis, par itération, d'ouvrir les pistes de recherche/réflexion sur les autres thématiques traitées dans les autres articles (articles 2 et 3). Les différents éléments de réflexion brossés dans cet article s'articule autour de ces points :

- La communication du risque dans le *TheseusDSS*
- Le système d'aide à la décision : historique et usages dans le cadre des risques côtiers
- La conception du *TheseusDSS* et la nécessité d'une communication dialogique du risque
- La problématique de la prise de décision dans le *TheseusDSS* dans un contexte d'incertitudes absolues et multidimensionnelles
- Le modèle conceptuel S-P-R-C, base de communication du risque dans le *TheseusDSS* : recherche de flexibilité et de réflexivité eu regard aux différentes heuristiques exprimées.

⁶ Cette question est aussi largement explorée dans l'article Touili et al., (2014). Public perception of engineered solutions to coastal flooding and erosion risks: Lessons from three European coastal settings, *Journal of Coastal Engineering*, volume 87, 205-209.

2.1.1. La communication du risque dans le *TheseusDSS*

Dans le système d'aide à la décision du projet Theseus (*TheseusDSS*), les propositions d'options technologiques innovantes de mitigation des risques d'inondation et d'érosion côtière sont orientées vers une rupture avec l'approche classique de management de ces risques. En effet, il s'agit d'aborder ces risques par une approche qui ne se focalise plus sur l'aléa et sa nature probabiliste comme point d'appui d'élaboration et d'application de mesures structurelles. Mais, dans l'esprit du projet, rendre les villes durablement moins vulnérables et plus résilientes passe nécessairement par l'assouplissement et la flexibilité des technologies qui reflètent la dimension sociale ou sociétale du risque. Cela doit être effectué dans un processus de délibération et de décision multi-acteurs et multi-critères sur la collecte et l'agrégation de l'information ou des indicateurs définis par les usagers finaux. En plus, cette approche doit ou peut guider ces derniers à l'appréhension et l'analyse de l'incertitude liés à la robustesse des options technologiques proposées lors de ce processus. Sur ce dernier point, nous allons adopter, respectueusement à nos objectifs fixés, un certain nombre d'outils nous permettant d'explorer la question de l'incertitude dans le cadre de la Gestion Intégrée des Risques côtiers climatiques pour la Gouvernance (GIRG).

Pour le projet Theseus, la communication des risques côtiers pour la résilience exige un travail d'innovation des techniques/approches de collecte, d'acquisition et de gestion de l'information. En plus de cela, la démarche à suivre doit, effectivement, se fonder sur l'analyse des typologies d'acteurs, des perceptions et des représentations. Dans cette optique, la confection d'une matrice de support de communication et de décision élargie, autrement dit le DSS s'avère incontournable. Cette matrice requiert une amélioration qualitative de l'information sur le risque et les options technologiques ad hoc. Ceci implique une démarche délibérative concernant l'identification du risque et la définition de ces frontières, et, à la conception de modèles, à la proposition, au choix et à l'application des options (Shim et al, 2002). Parallèlement, l'assurance de la qualité de l'information (voir van der Sluijs, 2008) fait appel, comme le suggère Renn, (op.cit., 2008) à un travail itératif de pré-évaluation des impacts (*pre-assessment*), d'estimation des coûts et bénéfices et leur acceptabilité (*appraisal*), de caractérisation/évaluation des options en rapport avec les enjeux et scénarios afin de faciliter la gestion par la décision et l'action politique (*management*). Ces processus de gouvernance mettent en jeu les enjeux de performance des options de résilience dans les sites d'intervention en tenant compte les dynamiques socio-spatiales et l'évolution des besoins et des perceptions. Ainsi, le Système Support de Décision du projet THESEUS (*TheseusDSS*), en tant que outil de communication du risque, donne un grand crédit et un poids important aux différentes

perceptions du risque. Par ailleurs, vu la complexité de la gouvernance des risques côtiers et des incertitudes inhérentes, un certain nombre de questions-cadre intéresse nos recherches quant à la conception du *TheseusDSS* : *quelles informations ont besoin les parties prenantes situées sur les sites exposés aux risques côtiers ? Quelles en seront les options à prendre ? Comment les appliquer et dans quel contexte social, politique ou environnemental ?*

Ce questionnement évoque, en effet, les enjeux de performance sur le plan social, économique, environnemental, technique et politique des options alternatives définies dans le cadre de la construction sociale du risque. Par ailleurs, considérant notre cas d'étude, l'autre difficulté résidera surtout sur la conception du modèle DSS lui-même car, selon Wang (2007 :3), cette étape jouera un rôle important sur la prise de décision des options pratiques. En ce sens, cet auteur estime qu'un DSS bien conçus et développés peut améliorer l'efficacité de la prévision et de l'alerte des crues dans le cas des risques inondation. Le volet communication du risque, c'est-à-dire la manière dont l'information a été produite, canalisée, et partagée entre les acteurs concernés, constitue un enjeu de taille pouvant influencer le processus. La question de la crédibilité et de la fiabilité/agrégation des données collectées dans la base *TheseusDSS* est susceptible de paraître problématique. En effet, au regard des dichotomies de perceptions et de représentations entre différents acteurs, plusieurs scénarios peuvent être observés : chercheurs *versus* ingénieurs, chercheurs et ingénieurs *versus* politiques, politiques *versus* public, public *versus* chercheurs et/ou ingénieurs).

Lors de la conception d'un DSS, la crédibilité est une des notions indispensables de la communication du risque. Elle détermine la nature et le degré des (inter)relations entre les acteurs tant que celles-ci perdurent dans le temps et dans l'espace. Renn, (op.cit, 2008 :223) considère que : *"credibility is the degree of shared and generalized expectancy that the communication efforts of an organization match to the objective and/or socially shared expectations in terms of honesty, openness, responsiveness and professionalism."* Par ailleurs, la crédibilité dans la communication du risque peut varier selon le contexte politique (crédibilité liée à la culture institutionnelle de la transmission de l'information), et social -groupes sociaux- (crédibilité liée à la culture socio-organisationnelle d'acquisition de l'information). En amont de ces contextes, la crédibilité varie aussi selon le contexte scientifique (crédibilité liée à la culture scientifique de la production des savoirs). Ainsi, l'application du DSS doit au préalable prendre en compte tous ces facteurs *a fortiori* la présence des disparités en matière de gouvernance entre les pays concernés par le projet THESEUS.

a) Le système d'aide à la décision : historique et usages d'un outil de délibération

L'usage de l'outil DSS (Système d'aide à la Décision - SSD) dans la résolution des problèmes de société varient du type de problème lui-même et d'un auteur à un autre, selon les objectifs de ce dernier. Selon Shim, et al. (2002), Power, (2003), entre autres, c'est à partir des années 1950 aux Etats-Unis que cet outil d'aide à la décision prend ses racines, dès ses débuts, dans *les études théoriques de la prise de décision organisationnelle* à l'Institut Carnegie de technologie (*Carnegie Institute of Technology*). Puis à partir des années 1970, l'outil fait l'objet de *travail technico-pratique- sur les systèmes informatiques interactifs* à l'Institut de technologie de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology-MIT*). Depuis lors et surtout, dans les années 80 et 90, le DSS a pris une dimension multidisciplinaire et multifonctionnelle.

Aujourd'hui, le DSS est utilisé, grâce aux TIC (Technologie de l'Information de la communication), pour des objectifs d'égalité à l'accès aux savoirs pour les citoyens, le partenariat des connaissances et le transfert de technologies. Il est appliqué dans divers domaines (économique, finance, social, environnemental, etc) aussi complexes que les systèmes sur lesquels s'opèrent les problèmes et les acteurs. En effet, il peut s'agir des contextes où des ressources, des risques, ou des ratios coûts-bénéfices des investissements restent partagés entre plusieurs territoires (communes, pays, ou continents) et susceptibles d'engendrer des conflits. A titre illustratif, nous citons un exemple, parmi tant d'autres, portant sur la conception et l'application d'un DSS participatif dans le bassin méditerranéen dans l'optique de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) au regard de la forte convoitise de ladite ressource et des conflits qu'elle génère. (Sgobbi et Giupponi, 2004). Selon ces auteurs, dans cette optique de GIRE, le DSS doit se baser sur une modélisation participative des besoins, des enjeux et des intérêts des utilisateurs finaux, en l'occurrence tous les acteurs politiques, sociaux, et économiques situés de part et d'autre du bassin. Par ailleurs, c'est à partir des années 2000 que débute l'application du DSS aux risques côtiers à travers différents projets internationaux. A titre d'exemple, on peut citer, entre autres, le projet DINA-COAST (2002-2004): FP5 CE, "*Dynamic and Interactive Assessment of National, Regional and Global Vulnerability of Coastal Zones to Climate Change and Sea-Level Rise*", le projet CLAMER: 2010-2011: FP7 EU, "*Climate Change and Marine Ecosystem Research*" (<http://www.clamer.eu>) et le projet FP7-Theseus (2009-2013), "*Innovative technologies for safer European coasts in a changing climate*". En outre, le DSS a aussi fait l'objet d'application à travers la Directive Cadre sur l'eau de la Commission Européenne

dans les Projets MULINO⁷, et Wincoms⁸, entre autres. Malgré la forte utilisation de ce type d'outil d'aide à la décision dans différents projets internationaux, son application dans les stratégies de contrôle et de prévention des risques inondations reste peu développée dans la littérature (Wang, op.cit., 2007 : 3), encore moins dans les stratégies de communication pour la résilience face à ces risques en zone côtière. L'application du DSS dans les systèmes complexes tant côtiers qu'urbains est aujourd'hui un véritable défi. Celui-ci s'impose aux acteurs non pas seulement en raison des incertitudes qui caractérisent ces risques, mais celles liées au processus de prise de décision à travers lequel se télescopent différentes perceptions et représentation. (Nous y reviendrons plus tard). Nos recherches sur le concept DSS révèlent que toutes les définitions relevant des disciplines scientifiques se convergent vers la notion d'amélioration de la qualité du processus de prise de décision. Ceci s'explique par la reconnaissance du contexte de prise de décision en rapport aux incertitudes précitées. À travers notre analyse, nous nous adoptons largement la définition donnée par Power (1999). Dans le glossaire consacré à l'ensemble des notions se référant à l'outil DSS, cet auteur propose cette définition : *"A Decision Support System is an interactive computer-based system or subsystem intended to help decision makers use communications technologies, data, documents, knowledge and/or models to identify and solve problems, complete decision process tasks, and make decisions."*

A travers cette définition, l'outil DSS sur le risque implique un processus itératif impliquant les différents éléments de base de cognition, les observations (aspects factuels) ou les scénarios (futurs possibles), le modèle référentiel de décision et la robustesse de la décision finale. Par ailleurs, vu l'importance de la participation du public dans ce processus, l'enjeu serait d'inclure dans le modèle critères de jugements portant sur les choix des utilisateurs finaux (*end users*). Sur ce point de vue, Bruen, et Nasr, (2006), affirment qu'un système de support pour la prise de décision est un système qui sert de base de communication des options, des bénéfices et des dommages qui auront affecté les parties prenantes et permet la prise en considération des attitudes et des préférences de ces dernières. Au demeurant, Sgobbi et Giupponi (op.cit, 2004) définissent le DSS en mettant l'accent sur l'efficacité et l'acceptation du choix final. L'application du DSS est multidimensionnelle et multidisciplinaire et, *de facto*, le concept reste polysémique et à caractère multi-usages. Dans notre

⁷ MULINO (MULTi-sectoral, INtegrated and Operational decision support system) est un projet de recherche européen conçu pour une utilisation durable des ressources en eau à l'échelle d'un bassin versant fluvial à travers cinq pays Européens. Ici l'outil DSS est appliqué à travers le modèle DPSIR pour la gestion des problèmes liés à l'utilisation des ressources en eau partagée entre plusieurs Etats Européens.

⁸ Le projet Wincoms (Water Framework Directive –InteGration, negotiation and Communication of optimal Measures with Stakeholders) où le SSD a servi de support à la prise de décision complexe relative à la gestion des ressources en eau en Ireland dans un contexte de conflit entre le nord et le sud.

cas d'étude du projet FP7-THESEUS, cet outil est adopté dans le cadre du Worktask 4.5 « *Communication du risque et science pour la construction de la résilience* » face aux risques inondation dans les villes côtières européennes. La dimension transfrontalière des impacts de ces risques fait appel à des actions/solutions communes et intégrées. Pour Most (2002)⁹, le DSS est un outil les plus utiles dans le développement de stratégies alternatives pour la gestion des inondations (cité par Dahm, 2006). Et étant donné la différence de perceptions et de représentations du risque entre le public et les experts, cet outil aide à résoudre des problèmes de décision *semi-structurés ou non structurés*. (Giupponi, 2007, Giupponi et al. 2004, Carlsson et Turban, 2002, Mysiak, et al. 2002, Shim et al, op.cit. 2002). Du point de schématique, Shim et al. (ibid., 2002) structurent le DSS à travers le modèle suivant sept (7) étapes séquentielles successives. A travers ce processus décisionnel concernant le risque, une délibération interactive multi-acteurs et multi-critères semble nécessaire au vu de la robustesse du problème en question.

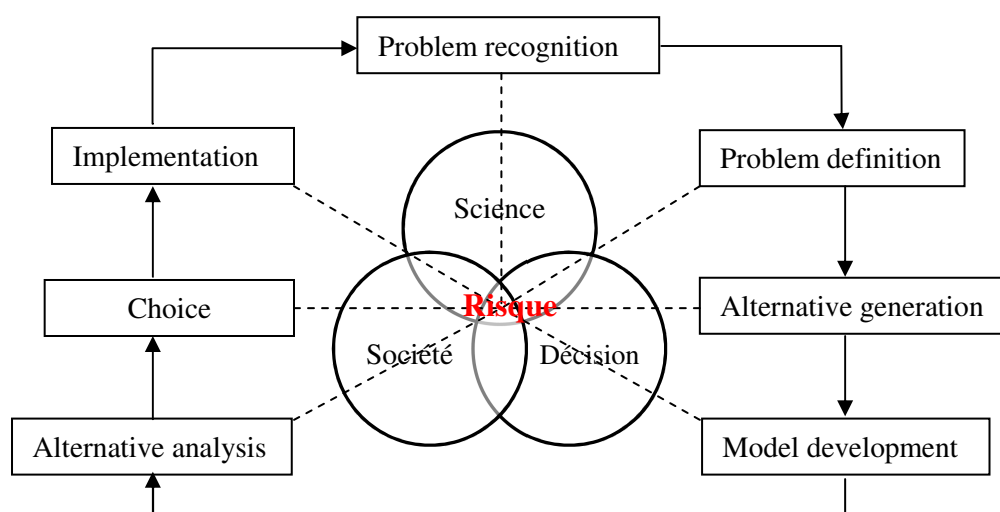


Figure 1 : Les étapes processuelles de la prise de décision dans un DSS, réadaptée
(Source : Shim, J. et al. (2002), Fig. 1.)

- De la communication du risque à la prise de décision

L'analyse du processus allant de la communication à la prise de décision est fort intéressant dans le sens où entre ces deux étapes de gouvernance du risque, plusieurs éléments entrent en ligne de compte de ce processus. Dans un premier temps, nous essayerons d'explorer quelques définitions consacrées à la notion de communication. Dans un deuxième temps, nous allons nous focaliser

⁹ Most, van der, Gijsbers, and Dijkman, 2002. Flood management along the River Rhine: Decision Support Systems in a participatory context, in: Dahm, R., (2006).

plus spécifiquement sur la communication du risque et replacer celle-ci dans le contexte des risques côtiers climatiques pour la résilience. Nous tenons à préciser que l'objet de définition du terme communication n'est pas ici de prétendre étudier le concept en tous ses aspects et contours. En revanche, cette démarche constitue une porte d'entrée pour aborder la question de la communication du risque et les incertitudes inhérentes (robustesse, télescopages entre valeurs, intérêts et revendications). La définition de la notion de communication n'est alors facile, malgré que cela constitue une activité au quotidien.

Du point de vue étymologique, le mot communication provient du latin « *communicare* » qui signifie « *mettre en commun* ». Ainsi donc, le fait de communiquer est, autrement, une action d'établir une relation avec autrui, de transmettre quelque chose (une information, une connaissance) à quelqu'un, à une audience plus ou moins vaste et hétérogène. Fiske (1990 : 6), dans son ouvrage intitulé « *Introduction to communication studies* » renseigne que la théorie sur la communication débute avec les travaux de Claude Shannon et de Warren Weaver (1949) à travers leur article « *The Mathematical Theory of Communication* ». Cet article est consacré à l'identification de certains biais d'ordre technique, sémantique et d'influence de la communication (de la source à la réception).

Du point de vue de la démarche, Fiske (ibid.) fait la distinction entre la communication en tant que *transmission de l'information* se référant au système émetteur-récepteur et la communication en tant que *production et échange de significations* où les individus, les groupes sociaux interagissent pour trouver des significations aux messages. Mais, Maxim et van der Sluijs (2011), soulignent que dans un processus d'interactions sociales à travers la communication, le choix du mot est aussi important que le contenu du message. En d'autres termes, chaque acteur se situant sur le processus s'efforce à comprendre la signification des termes qui structurent les messages transmis. Il réagit (favorablement ou non) en fonction du choix terminologique qui constitue l'essence même du contenu. Ce processus de compréhension de la signification de l'information transmise est influencé par nombre de facteurs mentaux, émotionnels, sociaux, normatifs et culturels. (Fiske, 1990). La signification de l'information est construite sur les notions de valeurs, d'intérêts/besoins, de conviction et de l'importance que chaque acteur ou l'audience donne au contenu de cette information. Ces mêmes sens, biais et contextes cités ci-dessus caractérisent la communication du risque ; seulement dans notre cas d'étude, le choix et le contenu du message porte sur des risques caractérisés par des incertitudes forte tant au niveau de leur causes que de leur effets. Le Conseil

américain de la Recherche (*United States National Research Council*), via son Comité sur la Perception du Risque et la Communication, définit la communication du risque en ces termes :

‘La communication des risques est un processus interactif d’échange d’informations et d’opinions entre individus, groupes et institutions. Il implique plusieurs messages au sujet de la nature du risque et d’autres messages qui ne portent pas strictement sur le risque, mais qui expriment des préoccupations, des opinions ou des réactions aux messages sur le risque ou à des arrangements juridiques et institutionnels pour la gestion des risques.’(US NRC, 1989, p.21)¹⁰.

Les auteurs Douglas (op.cit. 1970), Wildavsky et Dake (1990), Renn (2008, 2006), Slovic (1987), Fishhoff (2009), montrent que la communication du risque est étroitement liée à la perception et/ou à la représentation. Ces auteurs affirment que beaucoup de facteurs inhérents à ces théories conditionnent la perception et la représentation du risque et déterminent l’orientation (le sens) de la communication. Ainsi, la réussite ou l’échec de celle-ci dépend en grande partie de ces facteurs (sociocognitifs, socioculturels, psychosociaux, etc), véritables sources potentielles d’incertitudes. Ces dernières renvoient à l’ensemble de facteurs directs ou indirects qui peuvent dévier l’idéal de la communication du risque. Les incertitudes afférentes à celle-ci ne se réduisent pas seulement à l’aspect informationnel du risque (forme et contenu des messages). Loin de là, elles portent sur la difficulté de mise en place un cadre institutionnel durable de co-construction du risque et de d’établir un dialogue social itératif et interactif sur la conception, le choix, l’évaluation et l’applicabilité des options de management du risque. Dans ce contexte social conflictuel, le risque reste autant polarisé qu’il accentue le gap de la communication. Vogel et al. (op.cit. 2007) en identifient les causes et les effets sur la gestion du risque en ces termes : “...*policy-makers and managers often indicate that they do not receive the information they need, scientists are frustrated when their information is not being used, and ultimately, communities remain vulnerable in the face of extreme events and environmental changes.*” Toutefois, toute communication comporte divers biais tant au niveau de la source de l’information, au niveau de sa transmission qu’au niveau de sa réception. Dans le contexte d’un risque, la non considération des biais d’ordre socio-psycho-cognitif ou représentationnel peut réduire les chances de communiquer avec succès. Un autre aspect important de la communication porte sur le modèle choisi. Une multitude de modèles de communication existe et varie en fonction de la cible, des moyens, et selon le type de risque et des objectifs fixés. Le modèle de Shannon et de Weaver, théorisé et appliqué dans le contexte de la

¹⁰ Définition (traduite de l’anglais) tirée du rapport NRC (1989) : « *Improving Risk Communication* ». Consulté le 20/08/11, et disponible en format pdf. Pour la même définition, voir aussi Renn, (2008: 206).

Seconde Guerre mondiale, décrit de façon linéaire le processus cognitif de la communication (Fiske, 1990 : 6-7). Ce modèle est essentiellement à visée de transmission unidirectionnelle du message entre l'émetteur et le récepteur. Cependant, à la différence de Shannon et de Weaver, Renn (op.cit., 2008 : 209), conçoit un modèle de communication plus complexe (fig. 2). Dans ce modèle, l'information suit un processus continu et rétroactif, de la source au récepteur, en passant par les canaux de transmission, pour déboucher sur des décisions et des actions. Schématiquement, ce processus montre que la source (au départ émetteur) devient récepteur après retour de l'information qui est suivie (ou non) d'actions du fait des réactions inhérentes aux comportements des individus.

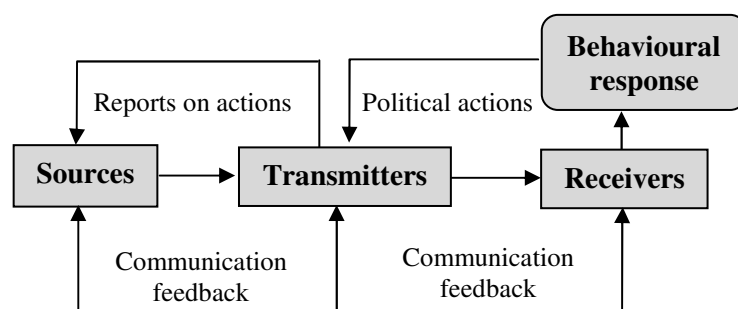


Figure 2 : Source-transmitter-receiver model

(Source : Renn, 2008 : 209, fig. 7.1)

b) Le *Theseus*DSS : nécessité d'une communication dialogique du risque

Les risques dépendent toujours des décisions- c'est-à-dire qu'ils présupposent des décisions. Cela émerge de la transformation de l'incertitude et des risques en décision ... (Beck cité par Lash et al., 1996)¹¹. L'enjeu de la prise de décision concernant les options alternatives ainsi que l'ensemble des aspects qui se greffent autour du processus, notamment la production de connaissances scientifiques et la communication, constituent les étapes primordiales de la gouvernance du risque. Pour *Theseus*, cela s'inscrit dans une optique de durabilité et de résilience des villes côtières européennes face aux événements climatiques extrêmes. Plusieurs facteurs contextuels expliquent cette assertion. En effet, le caractère multidimensionnel du risque, la complexité socio-écologique, les incertitudes inhérentes à cette complexité font qu'aujourd'hui on assiste à l'émergence d'un nouveau type de citoyen aspirant au droit à l'information et à la participation. Ce droit rentre dans le cadre (de l'application) de la convention d'Aarhus sur « *l'accès à l'information, la participation du public au*

¹¹ Beck, U., *Risk society and the Provident State*, translate by Martin Chalmers, in: Lash, et al. (1996).

processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement » au niveau international¹². Ceci doit se matérialiser, dans les normes de démocratie participative, par le désir d'être associé à la production de l'information, à la prise de décision, d'exprimer librement ses choix et positions par rapport aux options susceptibles d'influencer, d'affecter ou de changer sa perception du risque et son cadre de vie. Dans le contexte actuel, les méthodes de gestion et de communication du risque techno-scientifico-centristes ont été battues en brèche par certains acteurs de la société. Dans une perspective délibérative, l'emphasis est mise sur la communication dialogique et l'apprentissage social réciproque entre producteurs et utilisateurs de connaissances dans le processus de prise de décision (Janssen et al. 2005 ; Funtowicz et Ravetz, 2003). Dans ce processus, Chouinard et al., (2006 et 2002) valorise le concept de recherche-action à travers l'engagement des communautés (côtières) face aux changements climatiques. Plus explicitement, Vogel, et al., (2007) réfléchissent en termes d'approche de communication qui va au-delà de la simple transmission linéaire de l'information à caractère unidirectionnel. Pour cela, les auteurs suggèrent “..., *instead of needing 'bridges' or 'highways of connectivity,' it may be more appropriate to envision complex labyrinths of communication and engagement*”. Arguant dans le sens du management du risque inondation longtemps sous l'apanage de l'ingénierie du risque, (Plate, 2002) soulignent, qu'aujourd'hui il est évident qu'aucune solution technique aux inondations n'est absolument sûre. Dans ce cas, la règle d'or de l'interaction est, selon Kasperson, (2005), (cité par Vogel et al., op.cit. 2007) définie par ce principe : “*The interactions may more adequately be described as 'spider webs' of connectivity and exchange in which there are nodes and complex linkages, with old actors disappearing and new ones entering*”.

La participation des Stakeholders (parties prenantes) ne s'arrête pas seulement à la simple consultation. Mais, elle a trait à l'acquisition de pouvoir effectif de décision et de contrôle des actions gouvernementales à propos de l'élaboration et de l'application des options technologiques pour la gestion du risque. Cela facilitera l'intégration de leur perception cognitive du risque (fruit du construit social) dans la structuration du problème (incluant les types de revendications sociales), dans la proposition d'options alternatives applicables à travers l'analyse du risque, et cela dans un élan de communication interne (échanges entre experts scientifiques) et externe (experts vers le public large et vice versa). Dans ses recherches sur la communication du risque relative au domaine de la santé, Collins et Street, Jr, (2009) mettent en exergue quatre fonctions interdépendantes et

¹² La Convention d'Aarhus a été adoptée le 25 juin 1998 (par 39 États) sous les auspices de l'OCDE et est entrée en vigueur en 2001. Au niveau de l'UE, l'application des principes de cette convention date de 2005 à travers deux Directives (Directive 2003/4/EC relative à l'accès de l'information environnementale et la Directive 2003/35/EC portant sur la participation public dans le processus décisionnel) et puis à travers la régulation sur les OGM.

complémentaires de la communication dialogique pouvant faciliter une compréhension partagée du risque dans le processus de décision. L'application ou l'expérimentation de ces quatre fonctions de communication dialogique du risque peuvent s'effectuer à partir du DSS et/ou par un processus délibératif. Ainsi, la première fonction de la communication dialogique est d'abord la *définition de la nature du risque*. Celle-ci se fonde principalement sur la compréhension cognitive des acteurs impliqués dans le processus et demande de la part de l'expertise, plus de flexibilité et de réflexivité dans l'analyse et l'interprétation des données et de l'information. Par ailleurs, Renn, (2008, 2001 et 2004) et Slovic, (1999) soulignent que cette démarche contribue au renforcement de la légitimité des « pairs » et l'acceptabilité par ces derniers des décisions issues de l'analyse. De ce fait, l'étape de définition du risque constitue un véritable exercice de pouvoir (Slovic, ibid. 1999) et une grande responsabilité dans la mesure où des erreurs dans la définition du risque peuvent engendrer des effets négatifs découlant des décisions inappropriées. Sur ce point de vue, Fischhoff, et al., (1984) nous renseignent que "*celui qui maîtrise la définition du risque, maîtrise, à porter de la main, les solutions rationnelles au problème.*" Abordant la notion du point de vue sociologique, Borraz (2008 : 18) précise qu'« *un risque n'existe pas en soi : il n'a de sens qu'en tant que phénomène social et problème publique* ». Ceci met en exergue toute la dimension sociale de la notion de risque qui se définit en ce sens comme la rencontre (heureuse ou malencontreuse) entre l'aléa et la société. Toute la problématique réside ainsi sur ce point crucial de la gestion du risque, c'est-à-dire la ou les signification(s) donnée(s) par les acteurs à la notion de risque. La définition du risque reste fondamentale pour asseoir une communication dialogique axée sur le partage de l'information et la compréhension mutuelle du sens donné aux concepts et des valeurs et enjeux sous-jacents. Sur ce point de vue, les auteurs Maxim et van der Sluijs (2011), nous font savoir l'importance de la définition du problème d'ordre environnemental dans un contexte de prise de décision multi-critères et multi-acteurs : "*...the "winning definition" of an environmental problem will influence the policy-maker's decision, and will affect the distribution of the costs and benefits of the environmental problem among those concerned.*" Ensuite, la deuxième fonction de la communication dialogique mentionnée par Collins et Street (op.cit. 2009) porte sur la *clarification des objectifs*. A ce niveau de dialogue entre les acteurs, ces derniers doivent s'inscrire dans une optique de satisfaction réciproque sur la compréhension commune des enjeux portés par chaque acteur.

En outre, la troisième fonction de la communication dialogique définie par les mêmes auteurs est le *partage des perspectives du risque*. Une fois les objectifs sont clarifiés, les acteurs déclinent les aspects du risque sous lesquels ils envisagent des options en fonctions de leurs préférences

respectives et les revendications (de pertinence, de causalité et normatives) qui sous-tendent ces préférences. Enfin, la quatrième fonction porte sur la *gestion des différences et la priorisation/hierarchisation des perspectives du risque*. Selon ces auteurs, la gestion des différences renvoie à l'idée de reconnaître que chaque acteur a une perception, des objectifs, des perspectives qui ne sont pas les mêmes que ceux des autres mais que ceci ne soit pas une entrave pour la communication. En d'autres termes, malgré ces différences qui caractérisent les différentes parties, celles-ci demeurent cependant complémentaires sur le plan de la compréhension mutuelle du risque que préconise la communication dialogique. Par ailleurs, en ce qui concerne la priorisation/hierarchisation des perspectives du risque, cette phase s'effectue par référence à la primauté des différentes revendications collectives jugées convenables et désirables par l'ensemble des parties impliquées dans le processus de prise de décision. La prise de décision vient après avoir réussi toutes ces étapes de la communication dialogique une fois que l'information est partagée, le risque mutuellement compris, accepté et défini sous tous ses aspects et dimensions.

2.1.2. Elément d'analyse du processus décisionnel dans le *Theseus*DSS

Cette thèse donne une grande importance à la question de la prise de décision sur les options de mitigation du risque dans le contexte *Theseus*. A la lumière de l'étude des enjeux de la communication du risque, il s'est avéré, en effet, pertinent, de brosser une grille d'analyse sur l'enjeu de la prise de décision. Ce dernier constitue l'ultime étape cruciale avant l'application des options envisagées par le projet. Au regard des conflits de perceptions et de représentations (contradictions entre heuristiques et différent parcours cognitifs) dans le DSS du projet, la prise de décision est susceptible d'achopper sur deux obstacles majeurs. D'une part, l'incertitude est liée au déroulement du processus (choix des approches participatives, des acteurs et du temps d'actions). Et d'autre part, l'incertitude porte même sur l'objet de décision (le risque, les scénarios inhérents, et les options alternatives).

a) L'incertitude de la prise décision et la prise de décision sur l'incertitude

i) Définir la notion de décision dans un contexte d'incertitudes absolues

A l'instar des autres disciplines, la scientificité de la notion de décision revêt une importance notable. Les sciences de la décision, pour ainsi dire, se fonde sur une démarche transversale des domaines de la connaissance scientifique en dépit des différences d'approches (de décision) qui

sont souvent propres à chaque discipline ou secteur d'activité. Slovic, Fischhoff et Lichtenstein ont consacré des travaux particulièrement importants dans les recherches axées sur les sciences de décision dans des domaines différents (risque environnemental, les finances, la politique, la santé, la médecine et le droit, etc).¹³ De Palma (2008), et Knight (2006) examinent la question de la prise de décision en termes de coûts et de bénéfices et invoquent les notions d'utilité (gains, satisfaction) et de désutilité (pertes, insatisfaction) espérée quand l'incertitude domine.¹⁴ Au regard des attentes et de l'urgence en termes de réduction des risques et de la vulnérabilité des individus, les instances de prise de décision doivent constituer des vitrines où s'expriment diverses perceptions du risque et valeurs véhiculées par la société. En d'autres termes, la décision prise et les résultats attendus doivent refléter les différentes plateformes revendicatives des acteurs impliqués ou des individus qui seront plus ou moins affectés (directement ou indirectement) par les décisions. Cependant, toute décision est simplement une question de choisir entre des alternatives. S'il n'y a pas d'alternatives, alors il n'y a aucune décision à prendre. (Bammer et Smithson 2008 : 221). Cette prise de décision devient complexe et compliquée quand l'individu ou l'acteur est face à une incertitude qui peut être de plusieurs natures, sources, formes, niveaux et d'amplitude. (Funtowicz et Ravetz, 1993 ; Refsgaard et al, 2001, Van der Sluijs, et al, 2004; Walker, et al., 2003). Abdellaoui et al, (2011) étudient la notion d'incertitude liée au risque dans le domaine économique. Ces auteurs utilisent trois composants pour décrire la décision dans une situation d'incertitude : l'utilité des résultats (question de rentabilité des choix)¹⁵, le choix basé sur les probabilités pour chaque source d'incertitude et la fonction de la source. Celle-ci, en définitive, conditionne les attitudes et permet de planifier les choix basés sur les probabilités dans la volonté de miser sur ceux qui semblent bénéfiques pour l'investissement sur le risque. Par ailleurs, l'effet majeur d'une situation d'incertitude dans un processus de prise de décision repose essentiellement sur l'ambiguïté du choix. Ceci peut en conséquence résulter même sur l'aversion si la décision d'investir sur le risque installe une situation de pessimisme au sein du public. L'aversion que le public pourrait avoir vis-à-vis du risque constitue un aspect non négligeable dans l'évaluation étant donné qu'elle peut achopper la participation (financière) du public dans les options de mitigation. (Bohnenblust et

¹³ Les efforts d'investigation scientifiques, consentis dans cette discipline par ces auteurs, ont permis, en effet, la création, dans les années 70 aux Etats-Unis, d'une organisation axée sur des recherches en Sciences de Décision. Cf. : <http://www.decisionresearch.org>.

¹⁴ Ces notions économiques relatives aux théories de décision ont été introduites dans les années 40 par John Von Neumann (mathématicien) et Oskar Morgenstern (économiste) et largement développées dans leur ouvrage intitulé "*Theory of Games and Economic Behavior*", publié en 1944.

¹⁵ Du point de vue de l'analyse coût-bénéfices, certains économistes fondent leur approche de l'incertitude sur la notion d'utilité espérée. Selon certaines économistes, cette notion « utilité espérée » détermine, dans la plus part des cas, l'aversion (ou non) du risque découlant de l'ambiguïté et la rentabilité (ou non) des choix de décision en cas d'incertitude. (Voir Geweke, Ed, 1992 ; Knight, 2006)

Slovic, 1998). En effet, selon, ces auteurs, l'aversion renvoie au fait que certains accidents soient perçus comme étant beaucoup plus dangereux que leurs conséquences directes pourrait l'indiquer. Ainsi, ils en donnent une illustration pertinente selon laquelle, un risque produisant en un temps donné d'énormes accidents mortels peut être jugé plus néfaste et dangereux que plusieurs accidents ne produisant en même temps que des effets marginaux (peu de dégâts) autant au sens individuel que collectif, dans les deux cas de figure. En résumé, Wakker Peter et al, (op.cit.), nous livrent à ce propos cette réflexion : *“The richness of ambiguity, with no probabilities of events specified, can be compared to the richness of outcomes with no monetary values specified.* La rationalité dans la prise de décision met en évidence les mobiles ou les motifs de la conduite et/ou de la réaction (positive ou négative) des individus. Lorsque l'on essaie de replacer l'ambiguïté des choix de décision dans le contexte des risques côtiers liés aux changements climatiques (inondation et érosion), l'approche d'analyse devient plus complexe en termes de coûts et bénéfices attendus par les contribuables en ce qui concerne les mesures de mitigation.

ii) *L'incertitude de la prise de décision : aspect délicat de la gouvernance du risque*

L'incertitude de la prise de décision porte sur le caractère formel du processus. Elle répond à l'idée selon laquelle la prise de décision (sur le risque) constitue elle-même une incertitude du fait de plusieurs facteurs ou contraintes caractérisant le système et le processus de décision. En effet, l'incertitude de la prise de décision implique les questions relatives à l'ossature des instances de gouvernance, à la démocratie représentative, aux choix et à la transparence des politiques publiques de mitigation du risque. Et qui plus est, le processus est, dans certaines situations, caractérisé soit par des retards dans l'application des options, soit par une prise décision précipitée et inappropriée. Cet état de fait est souvent remarqué dans la prise de décision sur les risques environnementaux et ceux liés aux changements climatiques (inondation et érosion). Ici la prise de décision est souvent achoppée par ces contraintes liées au temps de préparation *ex ante* à l'événement, et de réaction post crise. A ceux-là s'ajoutent, selon les contextes, des contraintes d'ordre organisationnel, politico-institutionnel ou technico-administratif. Dans leur approche d'évaluation de la qualité de la connaissance scientifique à propos de certains risques environnementaux, Maxim et van der Sluijs (2011) pensent que l'incertitude de la prise de décision peut ne pas seulement résider dans le manque de connaissances scientifiques sur le risque, mais plutôt dans l'absence d'une volonté politique sur la meilleure utilisation de ces connaissances mises à disposition aux décideurs. La figure ci-après résume le processus allant de la communication à la prise de décision finale. Ce processus se caractérise hiérarchiquement par différentes situations d'incertitude allant de la plus

importante à la moindre en termes d'impact sur la prise de décision finale. Elle montre les cadres dans lesquels s'affichent les différentes heuristiques sur le risque, les éléments de base de cognition, les scénarios découlant des divergences entre heuristiques, la phase de réconciliation, et la prise de décision des options de mitigation. Ces différentes phases processuelles renvoient à la gouvernance du risque impliquant la science, la société et la décision politique.

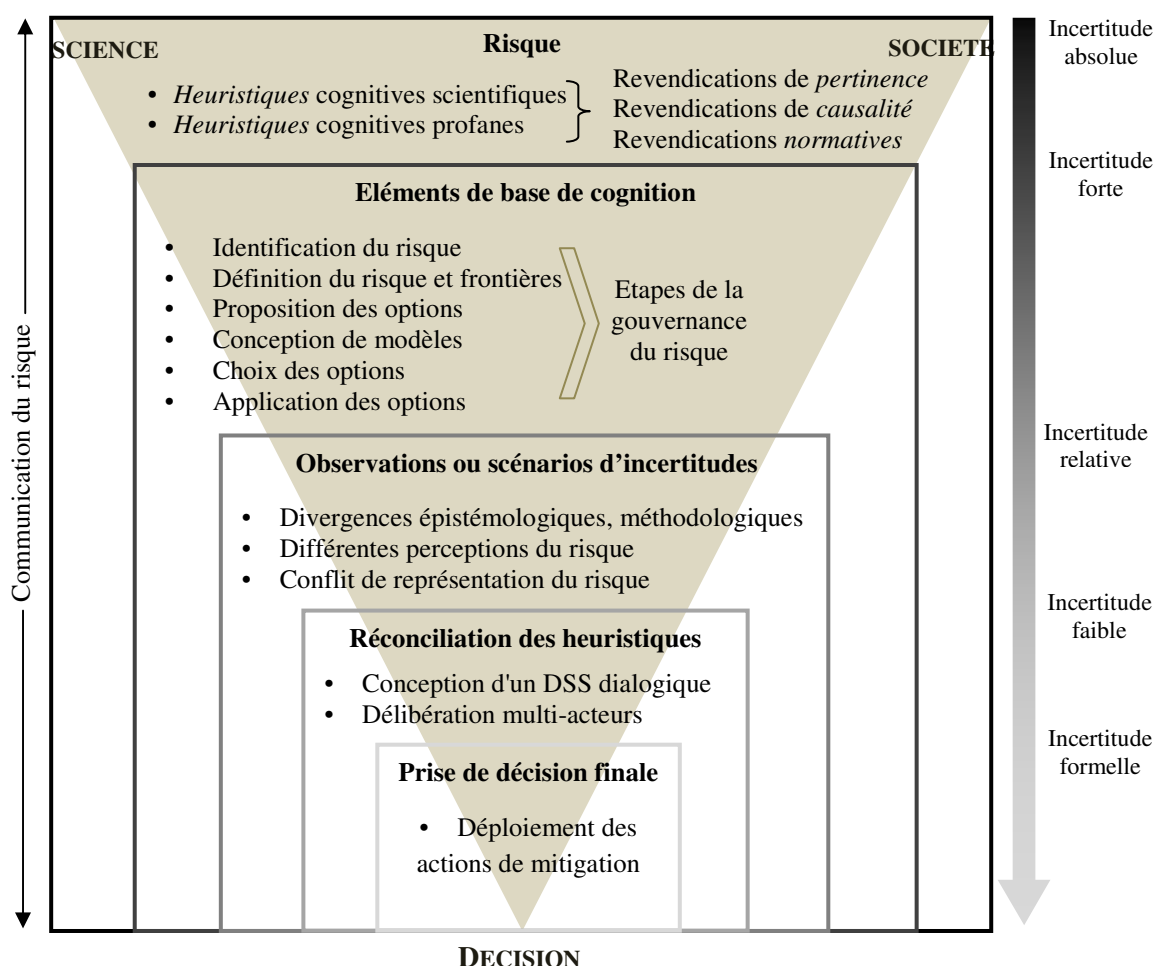


Figure 3 : Liens risque-heuristiques-DSS

iii) La prise de décision sur l'incertitude, ou l'entrée en matière des acteurs

La prise de décision sur l'incertitude s'effectue lorsque l'incertitude de la prise de décision (du point de vue temporel, organisationnel, institutionnel et administratif) semble être éradiquée ou réduite par les acteurs impliqués dans le processus. Elle porte sur le fond du processus, c'est-à-dire l'incertitude apparaissant lors des différentes étapes internes de la prise de décision. Ceci concerne,

selon Kloprogge, et al., (2007), la formulation du problème, la définition des enjeux, des objectifs, des options -ainsi que leurs indicateurs- du risque, l'évaluation/quantification et la communication relatifs aux scénarios, surtout ceux des risques côtiers climatiques qui demeurent imprédictibles. La gouvernance des risques côtiers liés aux changements climatiques reste marquée par des perceptions différentes du risque et par l'ambiguïté dans le choix des indicateurs, des options alternatives de mitigation ou d'anticipation des impacts futurs. (Kloprogge, Van der Sluijs, non daté). Ceci implique parfois un cycle long et complexe de négociation, de concertation et de médiation à différents échelles (inter-étatique, interrégionale, interdépartemental, intercommunal, etc) ou à différents niveaux statutaires et de compétences (entre l'expert, le politique et le publique large). La prise de décision sur l'incertitude met l'accent sur les résultats ou les conclusions de l'évaluation des scénarios d'incertitude et l'impact de ces résultats ou de ces conclusions sur les politiques publiques, sur les décideurs et la société. (Kloprogge, id. 2007; Van der Sluijs, et al, 2010). Car, en ajoutent ces auteurs, considérant l'incertitude liée à l'ignorance reconnue, la question est de savoir comment et à quel niveau les décideurs peuvent-ils en perspective anticiper les possibles changements significatifs dans un futur proche ?

Par ailleurs, la prise de décision sur l'incertitude est une étape qui va au-delà de l'approche analytique des problèmes complexes. Par contre, elle se veut à la fois réflexive et préventive considérant le principe de précaution car l'incertitude est une partie intégrante de la complexité, une caractéristique fondamentale de la prise de décision. Cette incertitude ne se limite pas simplement au caractère non seulement insuffisant mais aussi controversé des connaissances scientifiques. Mais elle a trait à la complexité (nous y reviendrons plus loin) des rapports et des jeux entre les acteurs, à l'incontrôlabilité des dynamiques socio-environnementales. L'amplitude et parfois l'irréductibilité de l'incertitude naissant de cette complexité nécessite un double interfaçage d'une part entre science-société pour une production intégrée/interactive des connaissances et d'autre part entre science-décision pour une application efficiente des connaissances. Ces deux typologies d'interface forment les deux mamelles de la gouvernance de l'incertitude dans des systèmes complexes. Les interfaces science-société et science-décision constituent, en théorie, deux processus délibératifs distincts. Cependant, en pratique, elles sont imbriquées l'un dans l'autre étant donné qu'on retrouve les mêmes acteurs dans les deux interfaces. Dans les deux cas de figure, les acteurs émettent des jugements (de valeur) sur l'importance et le poids de l'incertitude sur la prise de décision concernant une problématique donnée. L'interface science-décision évoque la nature des rapports entre le scientifique et le politique (et leurs responsabilités vis-à-vis de la société) où le premier propose et le second dispose. Weber (1959) dans « *Le savant et le politique* », souligne que la

nature de ces rapports fait appel au principe de neutralité axiologique. Ce principe invite le scientifique à ne s'arrêter qu'à l'analyse des faits et le met en garde sur tout jugement (même normatif) concernant ces faits. Selon cet auteur, le savant (ici le scientifique) est du domaine de la pensée affirmée au nom des revendications de légitimation de la rationalité et de l'objectivité. Alors que le politique est du domaine de l'action affirmée au nom des revendications de légitimation de cette action sur la base des considérations idéologiques et de pouvoir. Ce conflit de position sociale ou de positionnement par rapport aux problèmes ou phénomènes sociaux reste toujours d'actualité et marque les relations entre les deux acteurs. Nonobstant, face à ce conflit, Weber (ibid. 1959) affirme que la différence de vocation entre le scientifique et le politique, c'est cela même qui, à la base, crée une opportunité de complémentarité, de rapprochement quand il s'agit de traiter des problèmes qui concerne la société. Pour autant, notre interrogation est de savoir si ce principe de neutralité axiologique pourrait s'appliquer dans le domaine de la gestion des risques attribués aux changements climatiques où l'avis/jugement de l'expert semble être un pré-requis pour quantifier ses incertitudes et enclencher des actions politiques de résilience.

Dans le processus gouvernance du risque, ce principe de « neutralité axiologique » mérite une clarification sur le comment et le quand doit-on la solliciter car elle ne doit pas empêcher toute possibilité de dialogue entre les acteurs concernés. Duran, (2010) essaie de contourner cette dichotomie de position sociale en soulignant que la neutralité axiologique *n'est pas un énoncé métaphysique, elle est une règle de procédure permettant la discussion des valeurs et des positions morales-pratiques qui peuvent être défendues par les acteurs engagés dans l'action*. Devant certains problèmes sociétaux, tels que les changements climatiques, l'objectivité de l'analyse scientifique est, certes, requise. Mais, les scientifiques, malgré leur appartenance à une discipline, à un système d'idées, sont aussi des acteurs sociaux qui interagissent avec les autres systèmes (Crozier et Friedberg, 1977). Ce qui signifie que les scientifiques, en tant que tels, mettent, à l'instar de leurs paires, du vernis de subjectivité dans leur perception des risques et des incertitudes associées. Par ailleurs, le sociologue et anthropologue, Bruno Latour (1991), dans son célèbre ouvrage « *Nous n'avons jamais été moderne* » remarque, sous un ton un peu critique, une ambiguïté notoire dans la caractérisation du scientifique et du politique. En effet, l'auteur caractérise tous les deux comme étant des « *phénomènes hybrides* », c'est-à-dire construits et constitués en eux-mêmes par un réseau complexes d'acteurs où chacun peut porter implicitement une double étiquette. En évitant d'établir une opposition entre les deux sphères d'action, l'auteur va au-delà du rapport science et politique mais celui entre la science et la société en établissant une double construction réciproque : « *science with society* » et « *society with science* ». Sur ce point de vue, il

établit un lien complexe entre les faits et jugements ainsi l'interdépendance des acteurs face à certains problèmes multidimensionnels: *“The ozone hole is too social and too narrated to be truly natural; the strategy of industrial firms and heads of state is too full of chemical reaction to be reduced to power and interest; the discourse of the ecosphere is too real and too social to boil down to meaning effects.”* Tout de même, l'auteur souligne comment le discours scientifique sur les problèmes de la société moderne a toujours influencé l'agir (ou l'investissement) des acteurs sociaux (au sens général). Du reste, l'auteur ajoute, cependant, face aux faits scientifiques, les autres acteurs, en particulier les politiques et les industriels, ainsi que les citoyens, sont souvent suspendus entre la crédibilité et le doute vis-à-vis de la science. Dans l'interface science-décision, Funtowicz et Ravetz (2003) posent le débat en termes d'évaluation de la qualité de la connaissance au regard de l'incertitude. Dans le processus de prise de décision, la réduction de l'incertitude ne se réduit pas en une rationalité technocentrée et réductionniste. Autour du risque et des enjeux sous-jacents, l'interface triangulaire (voir fig. 4 ci-dessous, p.31) lie l'influence du scientifique sur les décisions sur l'incertitude eu égard à ses modèles, l'influence du décideur sur l'application des options de mitigation des impacts sur la société, et l'influence de cette dernière sur la qualité des modèles (scientifiques) et des actions (politiques) proposés. Devant cette interface triangulaire, chaque acteur possède sa propre rationalité du risque et dans le contrôle de l'incertitude.

L'interface science-société et science-décision repousse l'incertitude de la prise de décision au-delà des limites du champ de la science dite normale (paradigme Khunien) pour le faire entrer dans l'ère de la science dite post normale (paradigme cher à Silvio Funtowicz et Jerry Ravetz) en valorisant l'acteur et les savoirs non-savant(s). Ceci met aussi le scientifique et le décideur politique dans une attitude de veille vis-à-vis de l'incertitude inhérent au comportement de l'acteur impliqué dans le processus de prise de décision. La figure présentée ci-dessous montre, à travers un cycle continu, comment le risque et l'incertitude inhérente aux interactions multi-acteurs, restent au cœur du processus décisionnel. Dans cette représentation graphique, le risque et l'incertitude constituent le noyau central autour duquel se rattachent, par un cycle continu, les autres sphères (la science, la société, et la décision). Les sphères représentées par la science, la société, la décision convergent toutes vers l'incertitude suscitée par le risque. En effet, elles construisent entre elles des interfaces décrivant les interactions en termes de perceptions/représentation, de légitimité et de responsabilité. En plus de l'interfaçage entre les sphères, la figure montre une analyse triangulaire du risque. Ceci permet d'aborder la problématique sous plusieurs angles d'analyse. Cependant, pour précision, la position des acteurs par rapport aux angles ne symbolise guère la hiérarchie ou la verticalité en termes de pouvoir, d'importance ou de rôle. Ainsi, la démarche d'explication considère au préalable

la question de l'horizontalité et de liens. Concernant les liens *société-risque-incertitude*, le risque implique, en termes de perception, les questions de tolérabilité et d'acceptabilité, mais aussi de résilience au regard des conséquences et de l'incertitude. A travers cette triangulation, la science et la décision (politique) sont interpellées pour trouver des solutions de mitigation des impacts et de réduction de l'incertitude. Pour ce qui est des liens entre *science, société et risque*, cette triangulation décrit le jeu des acteurs concerné dans l'interface science-société. Ici, l'enjeu crucial est l'apaisement des conflits de représentations entre scientifiques et les acteurs sociaux non scientifiques. Ces derniers exigent, par contre, une décision (politique) à propos de l'incertitude suscitée par le risque et sa gestion. Dans cette perspective, la société appelle à la responsabilité sociale des scientifiques vis-à-vis du risque. En ce qui concerne les liens *science-décision-risque*, la triangulation décrit le jeu des acteurs concerné dans l'interface science-décision. A la différence du triptyque science-société-risque, l'enjeu de taille est la question de l'application adéquate des connaissances scientifiques par les décideurs politiques pour réduire les impacts du risque. A travers cette triangulation, la question de l'incertitude est, de fait, liée à la robustesse sociale des approches scientifiques et des options émanant de la décision politique. Dans cette perspective, la société (non scientifique et non décideur) appelle à la responsabilité sociale aussi bien pour les scientifiques que pour les politiques vis-à-vis de l'incertitude.

Quant aux liens *science-société-décision*, cette triangulation dénote une confluence des interfaces science-société et science-décision. Elle est constituée par le triumvirat scientifiques, décideurs politiques et les populations pour une délibération multi-critères sur le risque et les options. Ici, l'incertitude est double : d'une part la question de représentativité des acteurs, et d'autre part l'acceptation et la validation des connaissances produites et des options décidées ensemble. Deux scénarios possibles : installation d'un cercle vertueux si les acteurs s'orientent vers la collaboration et l'apprentissage constructiviste ; ou, dans le cas contraire, les acteurs se retrouvent dans un cercle vicieux lorsque les représentations du risque demeurent dissonantes et polarisantes. Dans les liens *décision-risque-incertitude*, l'enjeu décisif est la gestion de l'incertitude liée aux conflits de représentations entre heuristiques scientifiques et celles émanant de la société (profane). Ce qui peut faciliter une prise de décision collégiale et appropriée sur le risque tenant compte des enjeux de chaque partie prenante. Concernant les liens *société-décision-incertitude*, l'analyse triangulaire montre la nature des relations ou le degré de confiance entre les acteurs sociaux profanes et les décideurs politiques à propos de la gestion du risque. Sous l'angle de la gouvernance, les politiques sont souvent vus/perçus de mauvais œil par les populations qui les considèrent souvent incapables à gérer le risque ou n'agissent que là où leur intérêts ou enjeux (exclusivement politiques) sont en jeu.

Par ailleurs, dans ces triangulations société-décision-incertitude, l'avis d'expertise est sollicitée ou recommandée pour diagnostiquer, étudier, modéliser, analyser le problème en vue de proposition de solutions conformes. Deux conséquences sont possibles : (i) l'expert ou le politique est souvent perçus comme bouc émissaire (ou les deux se rejettent la responsabilité) lorsqu'il existe des écarts considérables entre les résultats et les objectifs ; (ii) si la gestion du risque se révèle satisfaisante (atteinte des objectifs de mitigations), la confiance peut s'installer. Et cela peut susciter une tentative de récupération politique au regard des résultats positifs des actions de mitigation du risque.

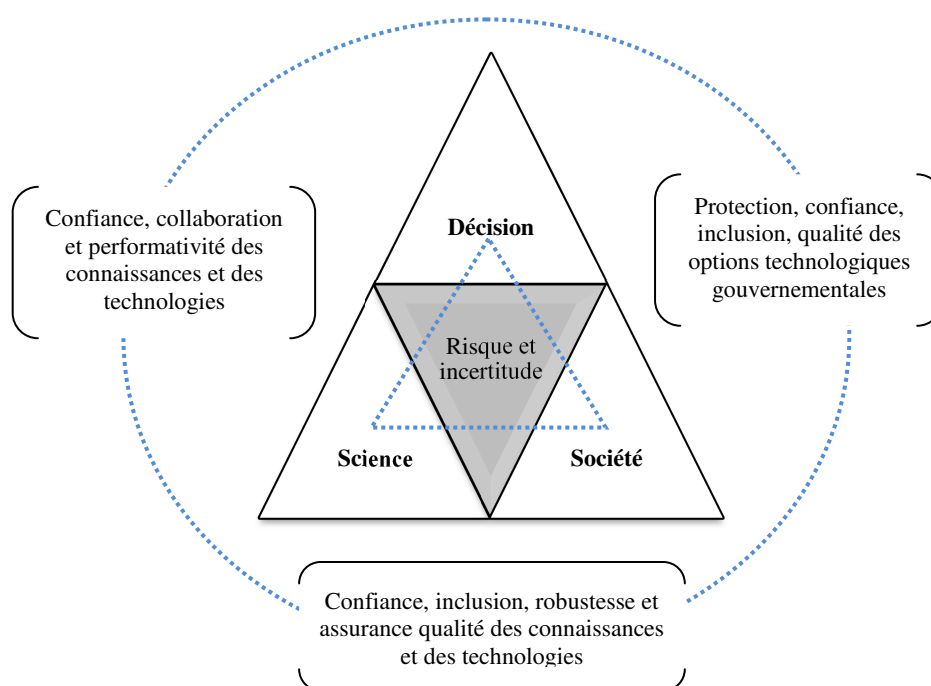


Figure 4 : Interface science-société-décision dans la gestion du risque et de l'incertitude

b) Modèle conceptuel SPRC : base de décision des options de mitigation du risque

Au début du projet, la conception originelle de ce modèle reposait sur les trois composantes 'Source', 'Pathway' et 'Receptor'. Ces dernières étaient les éléments basiques du modèle sur lesquels repose l'évaluation des risques côtiers. La composante 'Conséquence' a été par la suite annexée pour compléter le modèle d'analyse du risque utilisé par les scientifiques impliqué dans le *TheseusDSS*. L'annexion de la composante 'Conséquence' dans l'explication du processus cognitif du risque n'est pas anodin. Car, elle a suscité, comme les autres composantes, autant d'intérêt que de controverses (du point de vue quantification) et d'attention (du point de vue ampleur). Dans le

contexte des risques côtiers climatiques, deux hypothèses sont posées. D'une part, le manque de connaissances sur les véritables causes du risque fait changer la donne et l'orientation de la recherche en s'intéressant sur les effets. D'autre part, partant de cette hypothèse, l'importance accordée aux conséquences permet une intégration de la dimension sociétale du risque dans les options de mitigation.

Le modèle S-P-R-C (Source-Pathway-Receptor-Consequence) est spécialement conçu et développé dans le *TheseusDSS* dans l'optique d'analyse des risques côtiers climatiques, en particulier les inondations et l'érosion. Dans la description schématique et processuelle de l'occurrence du risque (voir figure 5 ci-dessous), les quatre composantes du modèle appartiennent dans des systèmes différents et impliquent divers domaines d'expertise scientifiques (selon le risque étudié). Le terme *source* désigne l'aléa ou le stress, la perturbation qui affecte (ou qui est susceptible d'affecter) un individu ou un système appelé *Receptor*, via un *pathway*. La source (ou *hazard* en anglais) est une situation, ou un agent biologique, chimique ou physique capable de causer des préjudices, des effets néfastes. (DEFRA, 2011). Dans le contexte des risques d'inondation, la source est l'eau en excès, en générale, une forte pluie résultant de causes multifactorielles. Le terme *pathway* indique les voies, les chemins de passage de l'aléa pour atteindre les *Receptor*. Dans le cas des risques inondations, le *pathway* est souvent physiquement assimilé aux digues, c'est-à-dire les systèmes/techniques de defences. Le terme *Receptor* constitue les éléments physiques, humains, non humains exposés à l'aléa à la suite de la désintégration, défaillance ou de l'affaiblissement du *pathway*. A titre explicatif, l'inondation peut survenir par exemple à la suite d'une rupture de digue ou d'un canal (*Pathway*). Le terme Consequence désigne les effets induits et cela, par le concurrent ou l'action combiné des trois premières composantes citées ci-dessus. La figure ci-après constitue le modèle conceptuel descriptif et explicatif du processus d'occurrence du risque à travers les composantes SPRC.

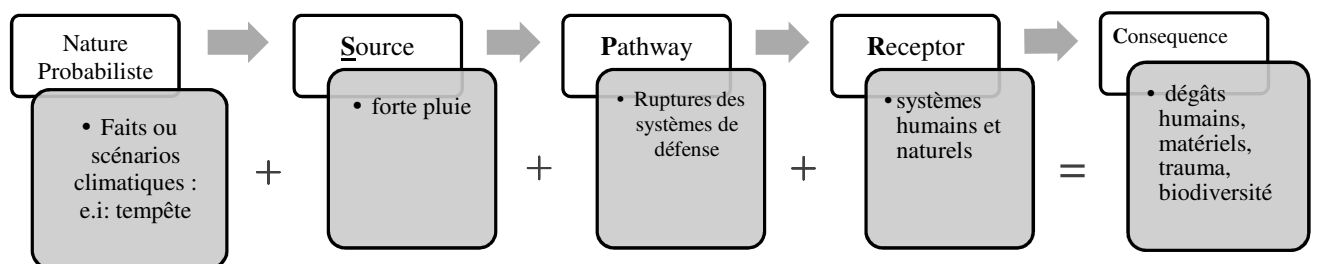


Figure 5 : Modèle conceptuel SPRC appliqué aux risques côtiers dans le *TheseusDSS*

i) *Le modèle SPRC, un croisement entre l'écologie côtière et l'ingénierie du risque*

Dans le *TheseusDSS*, l'analyse des risques côtiers climatiques, via le modèle SPRC, s'effectue à partir d'un croisement entre l'écologie et l'ingénierie côtières. Dans le processus d'analyse du risque, ces deux domaines restent, certes complémentaires mais ils diffèrent par les choix d'intervention à travers les quatre composantes. L'écologie côtière relève du volet scientifique du modèle. Elle se focalise plus sur l'étude des interactions entre sociosystèmes et écosystèmes (*Receptor*) opérant dans l'environnement côtier et des relations de causes (*source*) à effets (*Consequence*) inhérentes à ces interactions. Alors que l'ingénierie côtière relève du volet technico-pratique du modèle. Elle se focalise plus sur les mesures structurelles ou non structurelles (*Pathway*) mises en place pour réduire ou empêcher l'occurrence de l'aléa (*source*) dans les socio-écosystèmes (*Receptor*) dans l'optique d'en atténuer les impacts (*Consequence*).

Lors de nos investigations, le constat montre que les scientifiques et les ingénieurs impliqués dans le projet *Theseus* concentrent leur intervention sur la Source, le Pathway et le Receptor. Cependant, à travers la littérature, l'intervention sur ces trois composantes précitées et les critères associés soulèvent des controverses notables au sein des scientifiques et des ingénieurs. Certaines analyses se focalisent sur la source (Bakewell, et al, 2008) pour en déterminer les mécanismes causaux antérieurs étant à l'origine du risque. Dans les travaux d'ingénierie côtière, l'analyse du risque porte beaucoup sur la quantification de la source (de l'aléa). Pour d'autres auteurs, la modélisation doit mettre l'accent sur le chemin (pathway) où passe le risque (Ashford, 2010, Troldborg, 2010 et Frind et al. 2006). Troldborg, (ibid. 2010), ajoute qu'une source donnée (ou aléa) peut seulement devenir un risque s'il existe un chemin reliant cette source et les Receptor. Dans leurs travaux de modélisation, les ingénieurs du Comité Environnement, Santé et Sécurité (*Environment Health Security Committee*, Royaume Uni), défendent que pour réussir une modélisation du risque en vue de réduire ses impacts, il est indispensable de focaliser l'intervention sur la composante '*Pathway*' : “ *if no pathway exists then no risk exists. If a pathway exists linking the source to the receptor then the consequences of this is determined*”. (EHSC, 2008). Sur ce point de vue, le rapport DETR, & Environment Agency, (2000) indique que la probabilité du 'Receptor' d'être exposé à l'aléa dépend de la présence ou non d'un ou des '*Pathway*' : “ *it is important to establish, at an early stage in the process, whether or not a pathway exists between the hazard and the receptor*”. Dans la conception du modèle, toutes ces expertises s'accordent sur le fait que la *source* ne peut pas atteindre les *Receptor* et provoquer des conséquences si les *Pathway* font office de tampon pour empêcher ou amortir l'aléa.

D'autres modélisations du risque donnent une importance aux enjeux (Receptor). Cette approche permet de procéder à l'étude et l'évaluation stratégique des impacts (conséquences) du risque et, sur ce, faciliter le processus d'analyse coûts-bénéfices. Par ailleurs, Perret et al. (2005) se fondent sur le principe de causalité pour déterminer la présence de risque. Ainsi, ils caractérisent le risque en fonction des rapports entre la cause (source) et l'effet (conséquence) en affirmant que *lorsque la relation entre une cause et un effet est établie, on parle de risques avérés*, et, par contre, *si la relation entre la cause et le dommage n'a pas pu être bien établie, alors le risque est hypothétique*. Dans une perspective plus holistique, Merz et al, (2010) enseignent qu'un risque et son ampleur résultent de la combinaison/interactions entre différents facteurs opérant dans les trois composantes du modèle. Ces facteurs sont d'ordre biophysique, socio-économique, climatique variant dans le temps et dans l'espace. Et de nos jours, la modélisation du climat -qui est une représentation simplifiée des processus généraux expliquant le fonctionnement du climat- implique ces différents facteurs et mécanismes qui s'opèrent à l'intérieur des composantes SPR du modèle dans leurs interactions. Dans notre cas d'étude, si le changement climatique joue un rôle clé dans la modification/variabilité de la source des inondations (Hall et al., 2003), son impact, voir sa source, sont aussi visibles au niveau de la composante *Receptor*. Les experts du projet *FLOODsite* supposent que pour comprendre le risque, il est nécessaire d'adopter le modèle Source-Pathway-Receptor car il facilite *la représentation des systèmes et des processus qui mène aux conséquences*. (FLOODsite, 2009).

Cependant, la compréhension de ces systèmes et les processus propres aux composantes dudit modèle constituent la principale pierre d'achoppement pour les scientifiques dans l'évaluation des risques environnementaux. Les experts du projet MAR (*Modeling And Risk*) (in DEFRA and EA, 2009), se réfèrent au modèle SPR en définissant dans chaque composante les enjeux fondamentaux associés ou afférents. D'abord, pour l'analyse des causes (*sources*), celles-ci sont associées à la question du changement climatique (« *Science on risk sources and climate change* ») en considération des scénarios observables (élévation du niveau de la mer, augmentation des précipitations et températures, etc). Ensuite, l'expertise se penche sur la composante '*pathway*' (« *Science on risk pathways and interventions* »). L'analyse de cette dernière est reliée aux différentes stratégies et actions à faire dans le sens du renforcement des systèmes et techniques de défense. Enfin quant à la composante '*Receptor*', l'accent a été mis sur l'option de soutenabilité (« *Science on risk to Receptor and sustainability* ») en terme de réduction de la vulnérabilité. En définitive, l'expertise du projet MAR précise que, dans ce travail de modélisation, le changement

climatique joue un rôle important dans la modification quantitative et qualitative des composantes S-P-R du modèle (Petrov and Merz, 2009). Quant à Hall et al. (2003), ces derniers proposent d'adopter une démarche de simulation multi-scénarios du risque inondation côtière futur en zone urbaine. En effet, ils combinent dans leur modèle les scénarios climatiques (élévation du niveau marin, de fréquence et intensité des précipitations) et socio-économiques (l'urbanisation et politiques de gestion) pour appréhender leur impact sur chaque composante. À la lumière de leur analyse, ces auteurs concluent ceci : *“Drivers that influence the sources or pathways in the flooding system change the likelihood of flooding. Drivers that influence the receptors in the flooding system change the consequences of flooding”*.

ii) Le modèle SPRC dans le TheseusDSS : jugements et appréciations des acteurs

Dans le *TheseusDSS*, la controverse sur le modèle SPRC concernant les risques inondation et d'érosion réside dans la détermination de la nature probabiliste et des véritables sources du risque et dans l'évaluation des impacts futurs sur les socio-écosystèmes côtiers. Pour contourner cette difficulté, l'expertise a souvent procédé par diverses approches. D'une part, l'approche par le retour d'expérience qui concerne la probabilité (temporelle) de retour de la source du risque et s'appuyant sur des données historiques, sur les expériences vécues. D'autre part, l'autre approche porte sur l'élaboration d'hypothèses théoriques découlant de l'observation d'éléments factuels ou de scénarios. Dans les travaux de modélisation des risques climatiques, l'utilisation combinée des scénarios climatiques et socio-économiques fait office d'explication de la causalité et de la quantification des conséquences. (GIEC, 2007). Si ces risques restent liés à ces deux scénarios, l'éthique est de s'interroger sur les inter-influences entre les deux. Autrement dit, comment les interactions entre ces deux scénarios contribue-t-elle à l'aggravation des conséquences du risque et à la vulnérabilité du système côtier ? Par ailleurs, n'existe-t-il pas d'autres sources d'incertitudes, notamment celles liées aux contraintes/réalités politico-institutionnelles, législatives et réglementaires¹⁶ ? La conception et l'application mécaniste du modèle conceptuel SPRC dans le DSS ne peut être possible que dans un système déterministe. Or les socio-écosystèmes côtiers sont, par nature et par essence, des systèmes non déterministes. La robustesse et les limites du modèle s'expliquent par l'incommensurabilité des paramètres d'incertitude afférents à la détermination de la causalité en considération des trois premières composantes du modèle SPR. L'obstacle est de

¹⁶ Sur ce dernier point, la définition des frontières du risque semble être une tâche rude vu que dans certains contextes, les responsabilités relatives à la gestion de l'aléa spécifique et celles relatives à la gouvernance du risque sont souvent confondues. Cette situation est typique des contextes où on constate une rupture ou une désarticulation de la chaîne de gouvernance.

comprendre comment les sources d'incertitude contribuent à la modification des caractéristiques de ces composantes et comment elles sont susceptibles de biaiser l'évaluation du risque (DETR et Environment Agency, 2000). Fryer et al., (2006) résument l'obstacle en ces termes:

“Estimates of exposure and risk produced using models are subject to a large degree of uncertainty, derived from the accuracy and applicability of the assumptions, simplifications, modelling techniques, and data adopted... Sources of scenario uncertainty include failing to identify key receptor populations and significant sources or pathways of exposure...”

iii) Recherche de flexibilité et réflexivité du modèle : l'approche *feedback loops learning*

Au plan théorique (volet scientifique), la complexité et l'incertitude liées aux risques inondation et d'érosion côtière exige une approche d'évaluation interdisciplinaire afin de réduire les incertitudes climatiques par le partage de l'information. Au plan pratique (volet intervention politique), l'application de ces approches dépendra des sites concernés par le projet Theseus. Une importance notoire sera mise sur les scénarios caractérisant l'évolution du contexte socio-économique, environnemental et politico-institutionnel des sites respectifs. Au niveau du *TheseusDSS*, la prise de décision requiert l'analyse et la communication de l'incertitude sur la variabilité et la sensibilité des composantes SPRC dans le temps et dans l'espace. De la modélisation à la prise de décision et l'intervention sur le risque, l'incertitude oblige que le processus soit itératif. En effet, ce dernier peut s'effectuer par l'approche *feedback loops learning*, une technique initiée dans les années 70 par Chris Argyris et Donald Schön dans les processus d'apprentissage collectif ou individuel. Cette approche permet de corriger les erreurs, d'atténuer les incertitudes structurelles et fonctionnelles. L'objectif est de réajuster les écarts entre les résultats et les objectifs assignés. Cette technique se présente, selon les objectifs et le cadre décisionnel, sous diverses formes. Mais dans notre étude de cas, nous nous intéressons ici particulièrement à la démarche dite *single loops-learning* qui et celle dite *double loops-learning*. La première se limite à la révision des résultats de la modélisation, des actions et stratégies et la seconde remet en question tout le processus (modèle, heuristiques, contexte, données, hypothèses, etc). (Voir figure 6 ci-après).

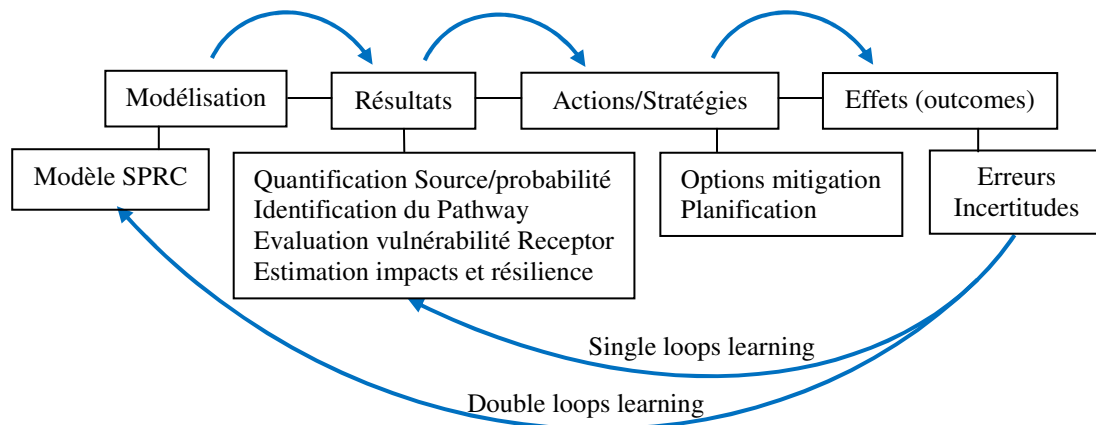


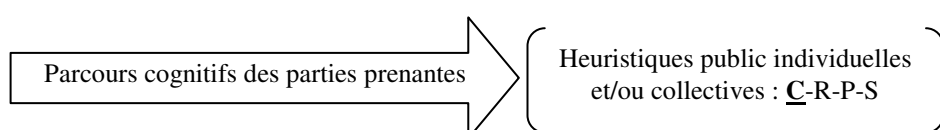
Figure 6 : DSS et modélisation SPRC par approche *feedback loops learning*

iv) *L'idée de construire un parcours cognitif consensuel via le modèle conceptuel SPRC*

La conception d'un parcours cognitif consensuel entre en ligne de compte de la communication du risque à travers l'outil d'aide à la décision du projet Theseus (*TheseusDSS*). Ici, le parcours cognitif permet d'organiser les différentes perspectives de chaque heuristique concernant la causalité, la pertinence et les valeurs attachées au risque. La structure de ce parcours cognitif consensuel repose sur le modèle conceptuel SPRC. La proposition d'un parcours cognitif consensuel à travers le *TheseusDSS* est un préalable pour les futures interventions sur le risque dans les sites concernés. Nous précisons que le parcours cognitif consensuel n'est pas ici une entente entre les représentations sociales. Mais, il est un ensemble de compromis entre heuristiques sur plusieurs dimensions et aspects portant sur diverses revendications, interprétations et attributions des événements climatiques (inondation et érosion côtière). La forme du parcours cognitif consensuel est décrite en deux temporalités principales. D'une part, le temps marqué par le conflit et l'incertitude où les représentations sociales s'expriment contradictoirement sur le risque, s'affrontent sur les principes méthodologiques, et se divergent, par la suite, sur les options. De l'autre côté, nous avons le moment du consensus où les mêmes représentations, malgré qu'elles ne formulent pas le risque sous un même paradigme et avec les mêmes options de mitigations, s'accordent sur les principes d'une intervention holistique sur le risque. Au plan de la structure, ce parcours cognitif consensuel est organisé de la façon suivante. (Voir figure 7a,b,c) :

- l'identification et la définition des différentes typologies de revendications sociales (de pertinence, de causalité et normatives). Celles-ci renferment chacune des questionnements émanant de la société sur et à propos du risque à travers le modèle d'analyse SPRC ;
- l'établissement du modèle conceptuel d'analyse du risque (S-P-R-C) qui fait office de lieu de divergence ou convergence des heuristiques. En d'autres termes, il constitue la partie fondamentale de la structure, la charpente du parcours cognitif consensuel à travers laquelle se construisent les différentes catégories d'heuristiques. En guise de rappel, nous avons les heuristiques scientifiques individuelles, les heuristiques profanes, et les heuristiques scientifiques collectives développées et validées dans le *TheseusDSS*. Les différents parcours cognitifs sont orienté soit conformément soit inversement au modèle d'analyse S-P-R-C selon les heuristiques. L'orientation de chaque parcours cognitif dépend essentiellement de la façon dont l'acteur perçoit et se représente le risque au regard des différentes revendications précitées.
- Le design d'un DSS qui constitue le cadre indiquant/ouvrant la voie vers le consensus et la convergence des parcours cognitifs dans un processus interactif et itératif de délibération multi-critères et multi-acteurs.
- Identification et proposition des critères de base du consensus. Ces critères concernent chaque type de revendications exprimées à travers les heuristiques.

Les parcours cognitifs décrivent le processus de découverte et de production des savoirs sur le risque basé sur les expériences des acteurs. Ce processus se caractérise a prime abord par une situation d'incertitude où les heuristiques divergentes. Nous avons les heuristiques des scientifiques impliqués dans le développement du DSS du projet Theseus qui s'opposent à celle des différentes parties prenantes des sites d'études de cas et celles validées dans le DSS à contenu essentiellement scientifique. (Figure 7a).



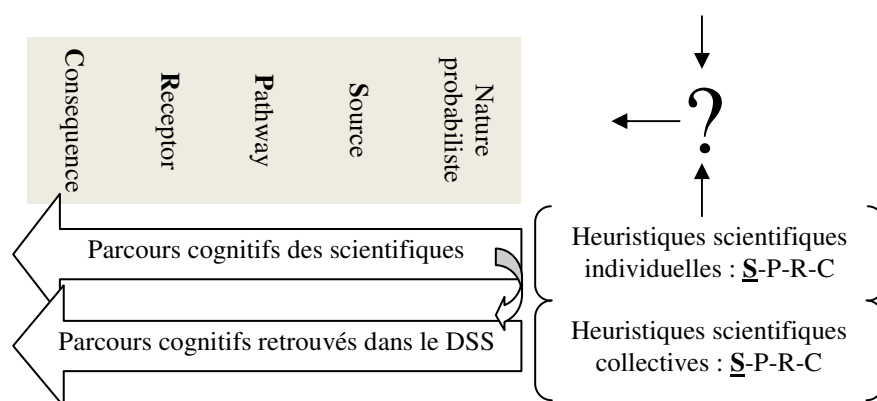
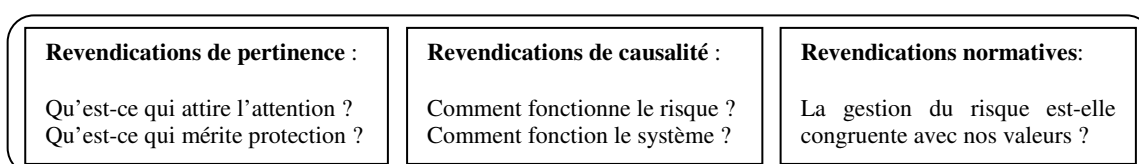


Figure 7a : Divergence des heuristiques sur le risque et les options de mitigation

Face à la présence d'un risque, les acteurs (scientifiques et parties prenantes) envisagent différemment des points d'entrées structurant les parcours cognitifs respectifs. (Figure 7b). Dans cette figure, nous observons deux points d'entrées opposés. Les scientifiques envisagent « la source » comme point d'entrée principale afin de comprendre et de gérer le risque en proposant des modèles simplistes. Tandis que les parties prenantes font des « conséquences » comme entrée principale de leurs heuristiques en liant la complexité des impacts à celle du système côtier. Sur la base de ces deux raisonnements, les acteurs posent des revendications en fonction des différents points d'entrées. Primo, ces revendications portent sur les enjeux de pertinence. Ici, les acteurs, selon le degré de pessimisme ou d'optimisme, s'intéressent sur la pertinence des investissements (faits ou prévus) rentrant dans la mitigation des impacts du phénomène qui attire plus leur attention et/ou les éléments qui méritent protection. Secundo, ces revendications portent sur les liens de causalité du risque (fonctionnement et mécanismes, probabilité d'occurrence). Tertio, les revendications normatives (valeurs collectives (pré)établies) ont toujours marqué la représentation des acteurs vis-à-vis du risque et sa gestion. Ces diverses revendications se partagent entre les trois types heuristiques susmentionnés.



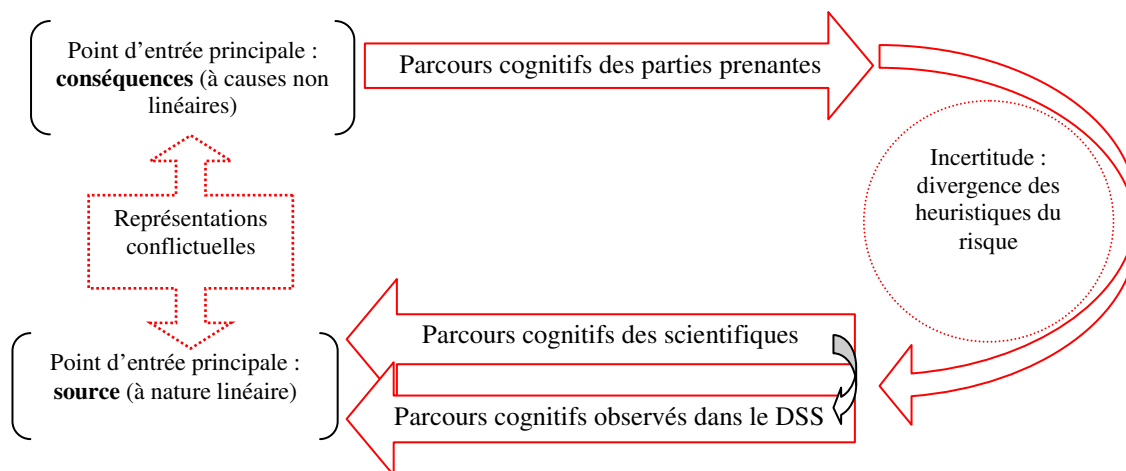


Figure 7b : Identification des points d'entrée des acteurs à travers leurs heuristiques respectives

Après l'identification des raisons du conflit, l'idée de construire un parcours cognitif consensuel reste primordiale dans un contexte d'incertitude absolue. Ce parcours cognitif consensuel décrit comme son nom l'indique, une certaine complexité structurale des parcours qui deviennent plus flexibles à l'égard des uns et des autres. Il repose sur le fait de vouloir faire du *TheseusDSS* un cadre délibératif entre les différentes représentations conflictuelles. Pour cela, une communication dialogique entre les heuristiques, intégrant les différentes revendications des parties prenantes notées est, à tout point de vue, nécessaire. (Figure 7c). Les heuristiques divergents au départ suivent, grâce cette communication dialogique, un parcours cognitif intégré (construit avec plus de flexibilité des scientifiques) et intégrant les diverses revendications sociales normatives du public large.

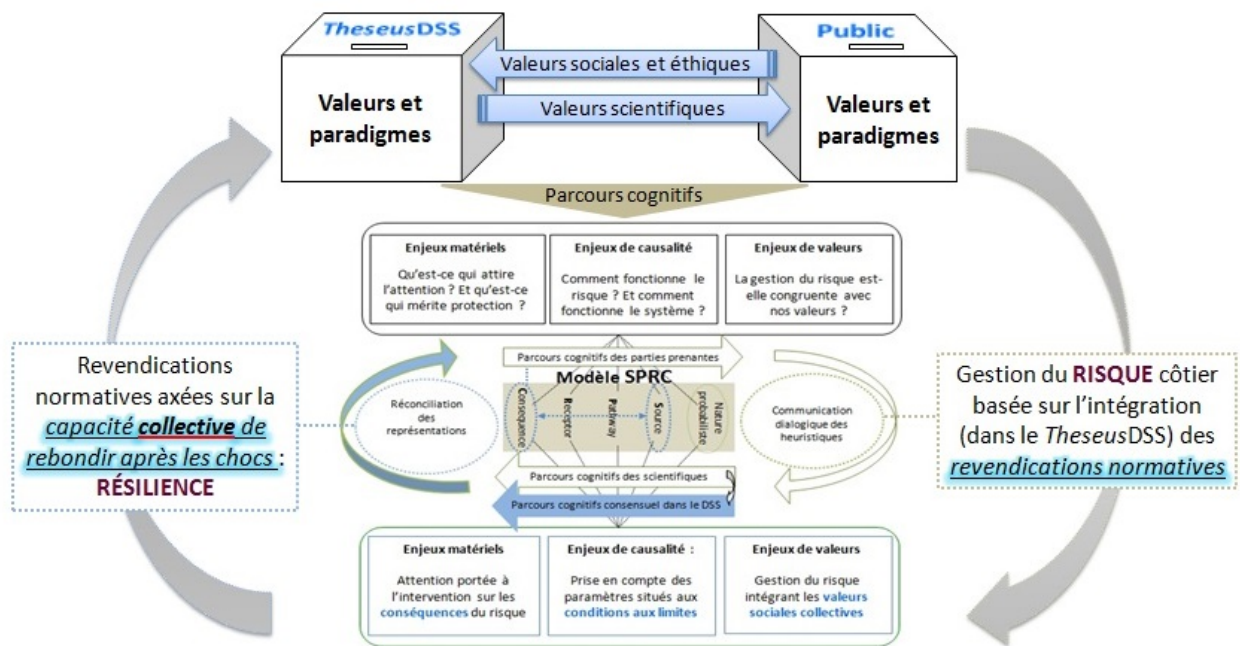


Figure 7c : Processus de réconciliation des représentations via un parcours cognitif consensuel

2.2. Présentation de l'article 2 : L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière.

Cet article constitue la deuxième partie de la thèse. Elle est une perspective de recherche proposée à la suite des conflits de représentations inhérents au processus de communication du risque à travers l'outil d'aide à la décision du projet Theseus (article 1). Au sortir des résultats factuels révélés dans l'article 1, un autre fait marquant émerge de ce conflit. Il porte sur un concept clé, la résilience qui, à l'aune des changements climatiques, cristallise toutes les attentions autant du côté des scientifiques que du côté des décideurs politiques et des populations victimes des inondations et de l'érosion côtière. Ainsi, cet article s'attaque à une question centrale lorsqu'est envisagée la question du déploiement opérationnel du concept de résilience : comment faire sens, sur le terrain, de la polysémie du concept. En effet, le déploiement opérationnel de la résilience demande qu'un dialogue sur le sens du concept puisse être établi de façon épistémologiquement robuste eu égard à la complexité (sociale, environnementale et politique) des terrains d'expérimentation du concept et des risques. L'innovation centrale de cet article est d'utiliser conjointement des sources secondaires et des sources primaires (corpus d'entrevues) pour explorer les conséquences opérationnelles de la polysémie du concept de résilience. En raison des usages multiples et différents du concept ainsi que ses implications, cet article se propose :

- de se pencher sur les polysémies du mot résilience en rapport à l'histoire et de l'évolution du concept. Ceci est fait dans une perspective de contextualisation ou de recentrage/recadrage sur les risques côtiers liés aux changements climatiques. Par cela, cet article s'intéresse aux appréhensions étymologiques et épistémologiques lointaines et actuelles véhiculées dans les discours des différents acteurs sur la résilience.
- d'expliquer les légitimités de ces discours eu égard aux enjeux conflictuels d'ordre scalaires tant au plan scientifique que politique. Sur ce point de vue, nous voulons aussi souligner les acceptions données au mot résilience et contradictions qui fourmillent dans les différents discours et ainsi que les visions du monde, les contraintes matérielles et les valeurs qui guident les choix de sens. Par cela, l'article essaie de mettre en place un cadre de mise en intelligibilité de la résilience.

2.2.1. Polysémie et intérêt de la résilience : du mot au concept, du concept à l'application

Dans notre démarche, nous avons jugé à prime abord de s'intéresser au *mot* résilience avant de se pencher sur son statut de *concept*. La résilience, en tant que mot, s'adresse à la dimension à la fois sémantique et étymologique ayant trait au vocabulaire utilisé dans les discours formels ou informels. Cependant, la résilience, en tant que concept, s'intègre dans les divers paradigmes et acceptions disciplinaires. Cette dimension confère à la résilience un statut plus scientifique dans les théories et pratiques de la connaissance. Cette distinction est soulignée par Thoiron (1994) qui dit que « *connaître les mots, ou les termes, ce n'est pas connaître les choses ou les concepts. Mais se priver d'une réflexion sur les termes et sur leur forme, c'est aussi renoncer à enrichir sa propre connaissance d'un domaine* ». La mise en contexte de cette étude dans les enjeux que suscitent les risques côtiers liés au climat changeant, aide à mieux saisir l'importance de la résilience. En effet, par conscience de l'inévitabilité des risques, la résilience est, de nos jours, au cœur de la recherche et de l'expertise scientifique ainsi que de l'activité politique. De plus en plus, au plan institutionnel, la résilience, en tant que concept, demeure éminent en raison de l'émergence des phénomènes complexes sévissant dans des systèmes non déterministes, en l'occurrence les zones côtières. Et concomitamment, le concept d'adaptation, étant associée, est conservé pour *étoffer* la résilience et anticiper l'incertitude. La forte utilité du concept de résilience s'explique par l'enthousiasme qu'il ne cesse de susciter à tous les niveaux de gouvernance, d'organisations et de sensibilités. La nature systémique des conséquences des événements climatiques ont constitué une sorte de déclic chez les pouvoirs publics sur la nécessité de s'intéresser et de renforcer la résilience. Cet état de fait exige

des approches holistiques : transdisciplinaires au plan de la production des connaissances, et transversales, voir transnationales au plan des pratiques de gouvernance politique du risque. Ainsi, le concept de résilience semble être admis *ad hoc* comme une nouvelle piste de réflexion (volet scientifique) devant se traduire en des actions concrètes (volet politique) pour faciliter l'adaptation des communautés (volet économique et social). Dans ces trois dernières décennies, nous observons de plus en plus une certaine dynamique institutionnelle qui s'oriente bon an mal an vers ce que nous appelons l'éthique de la résilience. Récemment un certain nombre d'initiatives allant du global au local est adopté dans ce sens. Quelques exemples peuvent être cités : le cadre d'Action Hyogo (2010-2015) des Nations Unies sur "*La construction de la résilience des communautés et les nations face aux catastrophes*", (ISDR, 2007), le « *Making Cities Resilient Campaign 2010-2011*, des Nations Unies, incluant les gouvernements locaux, les citoyens et le secteur privé, le programme de partenariat AGIR (*Alliance Globale pour l'Initiative Résilience*) de la Commission Européenne contre les risques de sécheresse et les pénuries alimentaires au sahel, l'initiative « *Climate and disaster resilience 2008* » (ISDR, 2010). En 2006, avec l'appui considérable du gouvernement Suédois, le concept de résilience prend aussi un caractère institutionnel avec la mise en place du *Stockholm Resilience Centre* dont les recherches sont centrées sur le paradigme de '*Resilience thinking*'. (Stockholm Resilience Centre, 2011). Par ailleurs, récemment, lors des Jeux Olympiques en 2012 à Londres, le concept de résilience a suscité chez les autorités locales un intérêt particulier. Les autorités de cette ville (avec l'ensemble des acteurs) ont mis en place deux initiatives locales axées sur la résilience : *London Local Resilience Forum* et *London Resilience Programme Board*. Ces deux initiatives sont coordonnées par le vaste programme « *London Resilient Partnership Delivery Plan* » (2011-2013) qui lui-même est subordonnée à l'initiative nationale « *National Resilience Capabilities Programme* » (Cabinet office, 2011).

Il est important de mesurer, à travers ces exemples, l'engouement que suscite le concept de résilience au niveau institutionnel. Sans doute, lorsque le concept de résilience franchit les frontières de la science pour entrer dans l'arène politique, il est susceptible de changer de vocabulaire au regard des différences de perceptions et de représentations du risque. Le concept passe non seulement d'un mode de raisonnement à un autre, mais aussi d'une réalité à une autre. Ce changement de vocabulaire comporte des conséquences et des implications sur le plan scientifique, politique et social quant à l'application efficiente et efficace du concept sur le terrain. De ce fait, une réflexion sur les polysémies du mot résilience par une approche discursive semble nécessaire. Quant à la dimension ou approche métadiscursive du concept, celle-ci s'inscrit dans un souci de performativité. En d'autres mots, notre approche est d'analyser les discours (scientifiques ou

politiques) capables d'innover et d'inciter à un changement global dans la gouvernance des risques grâce à l'intérêt porté sur ce concept. Toutefois, le hic du discours sur la résilience qui se veut performatif est l'usage des termes qui, souvent, se prêtent, comme nous l'avons dit, à une ambiguïté freinant ou ralentissant l'action. Dans les discours, les usages varient selon les finalités des différents acteurs et le sens et/ou domaine d'action vers lequel le concept est appliqué. Ces multiples usages engendrent une polysémie et une cacophonie associée. Cet article étudie les polysémies du concept afin d'identifier les écarts et les ambiguïtés dans les usages théorique du concept et les apparentes incohérences dans ses applications pratiques.

Depuis ses origines généalogiques, les différentes filiations de la résilience renseignent que le concept a connu un parcours de sens tortueux et en conséquence un vocabulaire très instable. Comme nous le renseigne Foucault (1969 : 204), les concepts prennent un *parcours d'un sens qui prend forme dans des représentations, des images, et des métaphores diverses*, à travers les discours des acteurs et selon les contextes de savoirs. Selon Boyden et Cooper, (2007), cette trajectoire de la résilience semble marquer par des biais idéologiques. Différentes terminologies ont été assignées au concept du fait des changements de paradigmes scientifiques concernant l'étude des systèmes relevant du vivant ou du non vivant. De nos jours, les diverses représentations de la connaissance dans les sciences des risques exige une analyse terminologique élargie du concept¹⁷. Rappelons que la polysémie de la résilience que nous voulons concevoir ici n'est point une théorie de la terminologie du concept étudiée. Il s'agit d'une contribution à établir un usage/vocabulaire soigné du concept de résilience qu'il soit pour des intérêts publics ou privés. En outre, en concevant une relecture critique des polysémies, ceci aidera aux usagers à mieux appréhender et appliquer le concept. Par ailleurs, pour aborder la résilience, il s'avère intéressant de comprendre les usages ou le choix des sens faits eu égard à l'histoire et l'évolution du concept, et comme le souligne Roger, 2012, à ses origines étymologiques. A travers la littérature scientifique, l'origine étymologique de la résilience (du latin *resilio*, *resilire* signifiant rebondir), quoi qu'elle soit controversée, ne pose pas de grandes difficultés pour l'application du concept. Les langues d'origine latine ainsi que celles germaniques conservent (s'accordent sur) cette même racine étymologique de la résilience. Là où le bat blesse est que le concept souffre par sa dimension terminologique qui risque de complexifier davantage son caractère polysémique et de constituer un handicap majeur pour son opérationnalisation.

¹⁷ Rappelons que les travaux axés sur la terminologie doivent beaucoup à l'un de ses créateurs, Eugene Wüster.

Aujourd'hui, le caractère multi-usages du concept lui confère une forme plurielle : les résiliences plutôt que la résilience. Cet état de fait engendre en conséquence un problème de cohérence sémantique du concept. Ainsi, l'approche d'analyse terminologique doit s'imposer à toute activité ou discipline s'intéressant à ce concept. Sur ce point de vue, l'étude des contextes d'usages du concept reste indispensable pour l'analyse terminologique. Desiree, (2011) parle de "*contextual knowledge of resilience*", qui, selon Condamines, (1994) permet d'établir une ébauche de réseau conceptuel se rattachant à la généalogie de la résilience, au champ sémantique ou lexical du concept. A travers les discours des acteurs, un terme peut se révéler insignifiant ou incongrus pour un paradigme, un acteur ou une échelle et de ne pas l'être pour d'autres et inversement. (Pavel et Nolet, 2001). Du reste, des transferts de terminologie ont toujours marqué l'évolution des usages du mot résilience dans les disciplines scientifiques, et, *de facto*, dans la sphère politique. Ceci nous amène à broser une analyse conceptuelle de la résilience afin d'en saisir la portée théorique et pratique. L'objectif est de faire celle-ci un outil à la fois pédagogique (sur le volet communication entre acteurs) et pragmatique (sur le volet gestion des risques). Il s'agit d'aider à une compréhension de la polysémie croissante du concept afin que cette polysémie ne soit pas un frein pour l'action dans le cadre de la gouvernance des risques côtiers. La méthodologie s'est appuyée sur l'analyse documentaire à l'aide de matériels internes (corpus des entrevues) et externes (glossaires, banques terminologiques, documents scientifiques). En effet, l'un des matériels supports d'information sur le concept à l'étude est le corpus des interviews avec les chercheurs du projet Theseus. Ce corpus décrit l'appréhension théorique de la résilience en rapport avec la dimension épistémologique et l'usage terminologique du concept. Cette discussion est un proxy pour savoir comment les scientifiques, eu égard à leur background disciplinaire, adoptent et conceptualisent la résilience dans une perspective d'action politique à travers les études de cas du projet Theseus. Ce corpus constitue le matériel support interne de cette approche discursive utilisé pour collecter les termes, les mots, les connotations, les prédicats et les expressions selon les paradigmes disciplinaires concernant ce concept. L'objectif de cette démarche est de confirmer ou d'infirmer nos hypothèses concernant l'utilisation de termes d'allure conflictuelle pour décrire la résilience à l'intérieur et au-delà des frontières de la science.

2.2.2. Vers le paradigme de la résilience : légitimités, valeurs, discours et contradictions

Certains pouvoirs publics locaux ou nationaux ont tendance à soi-disant aborder la résilience par des actions spontanées non durables avec des intérêts économiques à court terme. Ceci peut être expliqué par plusieurs facteurs. Les politiques sont confrontés à l'urgence des solutions souvent

rattachée aux calculs politiques d'ordre électoraliste. En outre, par l'insuffisance accrue de moyens d'application, ces autorités semblent plutôt enclines à gérer le risque par secteurs en misant sur la sélection des niveaux d'exposition et, de facto, sur la rentabilité économique liée aux enjeux de développement territorial. Une telle approche, eu égard à la complexité socio-environnementale, reste opposée à toute considération de résilience. Car, dans la majorité des cas de gestion du risque, *réduire la vulnérabilité* est définie comme une façon *d'augmenter la résilience*. Cependant, il existe une différence terminologique en termes de méthodes et de procédures. L'un (*réduire la vulnérabilité*) consiste à piocher sur et à analyser séparément les différentes composantes du système affectées ou exposées au risque. Tandis que dans l'autre approche, les termes s'expriment par et dans la prise en compte des interactions/rétroactions, des interrelations/interdépendances entre les composantes. Un exemple a été donné dans l'article sur le cas des risques inondations en zone côtière. A l'échelle locale, les actions politiques de réduction des impacts de ce risque sont essentiellement orientées vers la construction ou le renforcement des digues. Or ce paradigme s'écarte de la définition et des objectifs de la résilience dans la mesure où il considère peu ou prou les influences et les dynamiques des composantes socio-économiques tant sur l'état des digues et, par voie de conséquence, sur l'aggravation du risque.

La dissonance terminologique peut s'expliquer par un problème de compréhension mutuelle des termes au sein des différents groupes d'acteurs, notamment entre scientifiques et politiques ou à l'intérieur de chaque catégorie. Sur ce, David, et al., (op.cit, 2003) soulignent que "*mutual understanding between experts and decision makers is often hindered by jargon, language, experiences, and presumptions about what constitutes persuasive argument.*" Cette difficulté dans l'application de la résilience à l'échelle locale, pourrait avoir lieu lorsque les aspects et les frontières terminologiques ne sont pas au préalable discutés et cernés dans un cadre délibératif multi-acteurs et multi-critères. La délibération sur les usages du mot résilience implique des enjeux ou conflit de légitimité entre producteurs de savoirs (monde scientifique) et utilisateurs de ces savoirs (monde politique). Le scientifique construit et légitime son discours sur une supposée rationalité et objectivité dans la description de la résilience. Et, même si ses analyses obéissent à un formalisme disciplinaire et des paradigmes, il peut proposer, à la suite des résultats de ses recherches, des moyens de sortie de crise, quitte à ce qu'ils soient acceptés/appliqués ou non par le politique. Le discours politique sur la résilience, quant à lui, évoque des préoccupations d'une autre nature. Ce discours repose sur des jugements de valeurs et des interprétations biaisés par diverses raisons politiquement légitimées. Duran, (op.cit. 2010) ajoute que *le jugement politique a été plus souvent fondé sur des bases idéologiques que factuelles, la certitude subjective servant de masque à une*

incertitude objective. Et de surcroît, le politique ne porte pas seulement un jugement sur le sens et les finalités de la résilience lui-même, mais aussi sur le fondement du raisonnement/discours scientifique.

En dernier lieu, la résilience face aux risques climatiques et son financement reste à tout point de vue un défi crucial. En amont, cela interpelle la science pour fournir, malgré les incertitudes, des connaissances sur les besoins et options de résilience. En aval, les politiques, en dépit des discours simpliste sur l'applicabilité de la résilience, ont la responsabilité de mettre en pratique ces connaissances. Et dans un contexte de polarisation, les pouvoirs publics sont tenus d'en contrôler et d'en limiter les excès découlant de certaines pratiques mécanistes et économistes de sécurité et/ou de protection des populations. Ceci constitue la logique procédurale de la gouvernance du risque. Cependant, dans le paradigme politique, ce concept soulève des questions liées à l'intérêt politique et territorial, à la conformité –des options scientifiques de résilience- aux valeurs et paradigmes politiques, et enfin aux sources de financement ? Compte tenu de ces biais cognitifs, Vogel et al., (2007) en déterminent la cause par ce constat : “...*policy-makers and managers often indicate that they do not receive the information they need, scientists are frustrated when their information is not being used, and ultimately, communities remain vulnerable in the face of extreme events and environmental changes.*” Ce conflit de communication dénote des aspects de qualité et de participation dans le processus de production de la connaissance (Funtowicz et Ravetz 2003), de crédibilité et de confiance (David, et al., 2003, Bohnenblust and Slovic, 1998, Slovic, 1999, Renn, 2008 et 1995). Néanmoins, les enjeux fondamentaux sous-jacents à ce conflit sont la compréhension et la légitimité terminologiques. Au sujet de la résilience, l'incompréhension terminologique peut résulter des divergences d'heuristiques cognitives sur le risque et de représentations du système côtier concernant leurs aspects épistémologiques et méthodologiques. Quant à la question de légitimité terminologique, les préférences, les objectifs fixés, les finalités et le contexte (politique ou scientifique) de la gestion du risque viennent justifier l'usage du concept et la préférence (inclusion-exclusion) de tel ou tel terme en fonction des aspects précités. Pour résorber ce conflit, David, et al., (id. 2003) pensent que “*linking knowledge to action requires open channels of communication between experts and decision makers but also requires that participants in the resulting conversation understand each other.*” Au-delà des enjeux scientifiques et politiques, la construction de la résilience fait appelle à la responsabilité et à l'éthique surtout lorsque des intérêts fragiles (publics ou privés) sont concernés. Ainsi, le challenge est d'aider les décideurs à s'appropriier localement le concept de résilience en vue de s'en servir comme approche de gestion et de gouvernance des risques liés aux changements climatiques.

2.3. Présentation de l'article 3 : Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins ?

Construisant sur les résultats des deux articles ci-dessus, cet article constitue une proposition unique de basculement paradigmatique dans le traitement conceptuel et opérationnel de la gouvernance des socio-écosystèmes complexes.

L'innovation centrale de cette contribution tient à l'articulation fine entre « déploiement opérationnel du concept », « signification d'un concept » et « représentations paradigmatiques sous-jacentes au concept ». Cet article soulève une question d'approche dans les pratiques de gouvernance du risque. Cette question se fonde sur (i) l'*agir* c'est-à-dire les motifs de l'action, (ii) sur le *sens d'agir* (la méthode), et (iii), sur le soubassement paradigmatique des discours et des méthodes pour analyser et gérer le risque. Dans le cadre du projet THESEUS, certaines approches d'analyse et de gestion du risque notamment la vulnérabilité et la résilience étaient totalement tributaires de la manière dont les systèmes côtiers étaient conçus dans leur essence. Les notions de conceptions déterministes et de conceptions non déterministes étaient les fondamentaux conceptuels de ces approches. L'analyse de ces concepts à travers notre approche d'étude se limitera à leur utilité et à leur pertinence du point de vue épistémologique et méthodologique devant faciliter la prise de décision et l'action. Dans cette entreprise, nous voulons contribuer à réduire le malaise de l'expertise issue des sciences sociales et de l'ingénierie des risques à propos de la conception des systèmes du point de vue vulnérabilité et résilience. Pour réaliser cet article, un certain nombre de questionnements de fond a été posé :

- En quoi consiste le rapport entre vulnérabilité et système déterministe et entre résilience et système non déterministe ?
- Quels sont les paramètres et les aspects qui entrent en ligne de compte de cette explication ?
- En quoi consiste l'intérêt de cette approche d'étude dans l'avancement des connaissances scientifiques ? Autrement dit, que voulons-nous montrer en termes de méthodes et de stratégies d'actions à l'issue de cette démarche ?

Les investigations scientifiques sur la compréhension de la complexité des systèmes et des risques nécessitent un temps long et des moyens (financiers, humains, institutionnels) suffisants. Or, l'importance *crescendo* des risques climatiques et des dommages qu'ils infligent aux populations côtières fait appel à l'urgence. Devant l'arbitrage des options alternatives pour réduire les risques, l'éthique de la responsabilité, comme l'exhortait Max Weber (1959), s'impose. L'éthique de la responsabilité invite chaque acteur à assumer les conséquences des décisions et actions prises et, puis, le met dans l'impératif d'en apporter des réponses. Elle est aussi l'obligation de connaître les implications sociales, économiques et environnementales du risque et des décisions et d'en reconnaître les erreurs d'appréciation (sous-estimation du risque) et les échecs d'une application irréfléchie des options. Face à l'urgence, les populations vulnérables se posent incessamment la question de savoir comment doit-on gérer et gouverner le risque. Or, la recherche de solutions précipitées peut comporter des risques d'inadéquation, d'inefficience des actions orientées vers la réduction du risque. Dans un contexte socio-environnemental où les stratégies ne sont pas bien définies et où les sources de connaissances ainsi que le temps d'action sont insuffisants pour effectuer une l'évaluation complète, les scientifiques adoptent souvent une attitude de réticence et de prudence dans la proposition de solutions rapides. Dans ce contexte, le cercle vicieux de la représentation conflictuelle du risque s'agrandit et nécessite une prise du recul et une révision des techniques de modélisation des systèmes côtiers et leurs composantes (sociales, économiques et environnementales) exposés ou sensibles aux risques d'inondation et d'érosion. C'est dans cette optique que cet article se propose d'étudier et d'analyser ces aspects suivants :

- Vulnérabilité et conceptions déterministes dans les cindyniques et les limites de l'approche
- Résilience et conceptions non déterministes dans les cindyniques
- Déconstruire le modèle SPRC en s'interrogeant sur les représentations sociales du risque
- Réflexion sur la notion de complexité et mise en perspective pour la résilience. Cet axe de réflexion porte sur une tentative de (ré)conciliation du couple science et complexité et sur une redéfinition de la GIZC dans la gestion de la résilience par la complexité
- la mise en évidence des conceptions non déterministes pour caractériser la non linéarité des systèmes côtiers. Cette mise en évidence est faite à l'aide de l'analyse de la sensibilité aux conditions initiales et de conditions aux limites et à travers l'exemple des modèles référentiels développés par les tenants du paradigme de la complexité.

2.3.1. Approche par la vulnérabilité : une conception déterministe du système côtier

Dans cette thèse, la tentative de raccordement de la notion de déterminisme à la notion de vulnérabilité peut susciter cognitivement des interrogations diverses tant du point de vue de la pertinence, la faisabilité que du point de vue de l'utilité scientifique. L'hypothèse de système déterministe comme fondement de la conception de la vulnérabilité s'articule autour de ce questionnement de fond :

- Comment le principe de causalité peut-elle être applicable ou défini dans l'analyse et l'évaluation de la vulnérabilité. En d'autres termes comment la relation cause(s)-à-effet(s) arrive-t-elle à déterminer ou renseigner sur la susceptibilité, l'exposition ou la sensibilité d'un système à cette ou ces cause(s) devant produire des effets préalablement connus sur ce système ?
- Quels sont les facteurs (internes, externes) qui entrent en ligne de compte de ce principe de causalité ?
- Est-ce que les systèmes côtiers et les risques auxquels ils subissent sont déterministes ? Sont-ils régis, tous les deux, par des lois qui obéissent à ce principe de causalité déterministe (telle cause produisant tel effet) ? Quel argument valable peut-il expliquer cette relation de cause-à-effet ? Peut-on se référer aux travaux d'ingénierie de modélisation ou de simulation de la causalité du risque pour confirmer (ou infirmer) le caractère déterministe des systèmes côtiers exposés ou sensibles aux différentes perturbations climatiques ?
- La conception déterministe de la vulnérabilité ne constitue-t-elle pas un point d'appui des approches d'intervention de l'ingénierie et de l'expertise ? Ces dernières peuvent-ils s'en passer de cette conception linéaire de la causalité du risque, jouant sur la vulnérabilité des systèmes côtiers ?

Nonobstant ce questionnement, cette approche de recherche a beaucoup attiré notre attention singulièrement quant à sa contextualisation sur les systèmes côtiers et les risques climatiques complexes en termes d'options de réduction de la vulnérabilité. Dans l'approche par la vulnérabilité, la conception déterministe des systèmes côtiers trouve sa pertinence et son sens dans les modèles (simplistes) utilisés pour représenter ces systèmes ainsi que les finalités de cette

modélisation (pragmatisme). Le rapport entre la vulnérabilité et la notion de déterminisme renvoie à l'explication des liens de causalité linéaire et des facteurs attenants qui rendent un système sensible aux dommages d'un risque potentiel ou réel.

Dans le contexte des risques côtiers liés au climat changeant, la vulnérabilité se rapporte à l'idée de la susceptibilité des systèmes socio-écosystémiques à subir ou à expérimenter des dommages ou des effets négatifs d'un aléa. Concevoir la notion de vulnérabilité à l'échelle d'un système s'inscrit dans une optique d'évaluer ou d'apprécier séparément la sensibilité de ces composantes sociales, économiques et environnementales à un risque potentiel ou réel. Ce risque, définit comme étant le produit entre la probabilité (de l'aléa) et les impacts, découle d'un long processus antérieur caractérisé par une causalité multifactorielle qui engendre des effets diffus, multidimensionnels sur la société. Il a été reconnu et observé empiriquement que les risques inondation affectant les systèmes côtiers produisent visiblement ou prévisiblement les mêmes scénarios sur les composantes sociales, humaines et économiques, soit par pertes de vie, dégâts financiers, matériels, maladies, traumatisme, etc.

La modélisation scientifique faite dans le cadre de l'ingénierie côtière démontre la relation de « cause(s) à effet(s) » par le modèle conceptuel S-P-R-C (Source-Pathway-Receptor-Consequence). Cette représentation déterministe de la vulnérabilité des systèmes côtiers face aux risques inondation peut se réaliser soit en se fondant sur des données factuelles *in situ* ou soit de manière futuriste en se servant de différents scénarios climatiques, comme par exemple ceux définis par le GIEC (2007). Sous ce dernier point de vue, l'évolution de la vulnérabilité des systèmes est évaluée en fonction des scénarios probabilistes liés à l'élévation du niveau de la mer, à l'augmentation des extrêmes climatiques situés à l'extérieur du système, et aux dynamiques des développements socio-économiques opérant à l'intérieur du système. Tous ses scénarios sont considérés comme des paramètres causaux interreliés et qui impactent d'une manière ou d'une autre les systèmes côtiers en terme de risque et d'accentuation de la vulnérabilité.

i) *Contextualisation dans le cadre du modèle conceptuel SPRC*

La conception déterministe de la vulnérabilité des systèmes côtiers dans le modèle S-P-R-C s'explique fondamentalement à travers le processus de causalité linéaire ; lesquelles jouent un rôle indispensable dans ce processus. Sans se livrer à des affirmations hâtives, ce modèle conceptuel suppose que les risques côtiers sur les systèmes côtiers résultent de facteurs qui obéissent à ce

processus linéaire. L'analyse de la vulnérabilité (via l'expertise) ainsi que l'application des mesures de réduction *ad hoc* (via l'ingénierie) s'effectuent à l'intérieur des systèmes exposés ou sensibles aux moindres perturbations atmosphériques. S-P-R-C, est un modèle graphique conceptuel essentiellement déterministe de la vulnérabilité des systèmes. Son principe de base repose sur la représentation cognitive simpliste de la relation cause(s)-à-effet(s) considérant les quatre composantes du modèle. Sur ce processus, le modèle S-P-R-C s'intéresse et se focalise sur les différents compartiments de l'environnement biophysique, sociale, économique pour d'un côté établir cognitivement les liens de causalité et d'effets entre ces différents compartiments du système et de l'autre pour identifier et hiérarchiser les types de vulnérabilités sur l'espace en question. Le principe est le suivant pour que le risque se produise, il est nécessaire, voir impératif que ce processus de causalité du risque se fonde sur l'existence et l'interaction des trois composantes essentielles du modèle, c'est-à-dire Source (l'aléa), le Pathway signifiant le chemin par lequel passe l'aléa pour atteindre les Receptor autrement les systèmes sociaux et économiques. Cognitivement, en appliquant ce modèle conceptuel linéaire dans l'analyse des risques inondations, on s'inscrit inévitablement dans une vision déterministe des systèmes côtiers même si la probabilité d'occurrence de l'aléa et la fiabilité des données scénarios climatiques relèvent parfois de l'incertitude absolue. L'évolution de ces systèmes affectés ou exposés aux risques inondation s'expliquent en termes de dégâts humains et matériels, économiques et financiers, voire environnementaux que le risque a produit (ou peut produire) en un temps t . Cependant si la causalité peut être déterminée (quantifiée ou modélisée) dans le temps à l'aide des scénarios préétablis, l'évaluation quantitative et qualitative et la prédictibilité des dommages restent une tâche souvent délicate en raison de la nature changeante des paramètres du système (du point de vue vulnérabilité), et de la culture du risque.

La question qui nous préoccupe est de savoir si le modèle S-P-R-C peut prévoir cette évolution futur des systèmes à la suite d'une inondation et comment. Est-ce que les éléments de la vulnérabilité en l'occurrence l'exposition et la sensibilité aux conditions initiales, peuvent-elles jouer un rôle dans la prédictibilité de l'évolution des systèmes côtiers après la manifestation de la « Source » sur les « Receptor » ? La connaissance de l'exposition à l'aléa (Source) et de la sensibilité aux conditions initiales constituent des indicateurs potentiels non négligeables pour prévoir l'évolution déterministe des systèmes côtiers à la suite de l'inondation. Certains outils tels que la cartographie de l'aléa et sa quantification, la cartographie de l'exposition des éléments et leur quantification (numérale ou monétaire) peut aider à déterminer, ne serait-ce que par des hypothèses factuelles, l'évolution du comportement des systèmes dans le temps à la suite de l'événement. En

outre, la modélisation S-P-R-C du risque inondation, en s'appuyant sur la complexité des systèmes côtiers, peut aller au-delà de la simple représentation linéaire du processus tout en prenant en compte les interactions complexes entre les composantes Source, Pathway et Receptor et l'impact de celles-ci sur la résilience de ces systèmes.

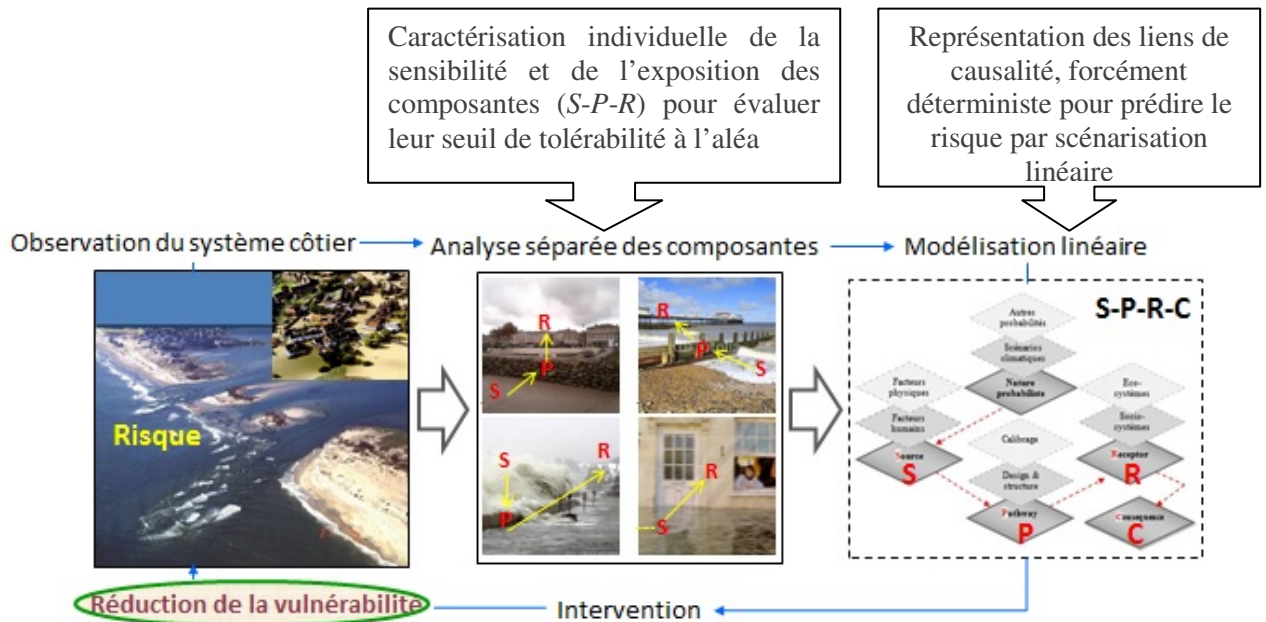


Figure 8 : Modélisation analytique du risque par approche vulnérabilité dans SPRC

ii) Les limites de l'approche

Les limites de l'approche par la vulnérabilité résident dans l'inadéquation des conceptions déterministes dans des systèmes côtiers non déterministes. La démarche rationnelle appliquée à travers le modèle conceptuelle SPRC permet de comprendre de façon analytique les composantes du système côtier et les liens de causalité en termes de risque. Cependant, ce modèle ne permet pas de comprendre, dans les conditions aux limites, la vraie (sous) réalité du système, lequel transcende la somme de ses composantes (SPR) en interactions dynamiques complexes (voir infra). En effet, les liens de causalité qui plongent le système (côtier) dans un état vulnérable s'avèrent difficiles à cerner du fait des mécanismes multicausaux. Quand l'observateur, l'analyste se démarque de la représentation linéaire de la vulnérabilité du système pour aborder la réalité-terrain, les liens de causalité prennent une dimension beaucoup plus importante au regard des paramètres, (biophysiques, sociales, économiques) en interactions inextricables. La vulnérabilité, qu'elle soit sociale, économique, environnementale ou institutionnelle, est souvent conçue et étudiée de façon

parcellaire, voir singulière sans considérer la globalité du système. Dans un système considéré de façon général, l'étude et l'analyse de la vulnérabilité sociale ne peut ou ne doit pas suivre une approche réductionniste des composantes et de leurs caractéristiques. Certains critères tels que l'âge (enfants et vieilles personnes), le sexe ou le genre (les femmes), le statut ou la situation sociale (veuve, famille monoparentale, chômage, pauvre) sont considérés chacune comme une vulnérabilité sociale. Néanmoins, cette dernière ne devrait pas être une règle générale à l'ensemble des individus appartenant à ces catégories de situations. En effet, les individus et les groupes sociaux répondent différemment, et de façon relativement négative, au choc extérieur. Autrement dit, la vulnérabilité peut être contrastée d'un individu à un autre, d'un groupe social à un autre et voire même à l'intérieur d'un groupe social. Cela peut dépendre de plusieurs facteurs complexes liés notamment au contexte (géographique, culturel), au type de risque et aux prédispositions prises. Toutefois, dans la conception théorique et pratique de la vulnérabilité, celle-ci se détermine du point de vue de chaque composante du système (pris individuellement ou séparément). Ceci s'explique par le fait que la vulnérabilité est une notion tributaire de la sensibilité propre de chacune des composantes à subir un préjudice prévu/attendu. Cette conception réductrice part du principe que l'exposition au risque d'une composante n'entraîne pas forcément une instabilité dans le fonctionnement global du système et si telle est le cas, la prévisibilité du comportement futur de ce système est possible, voir avérée. Cela signifie qu'une composante peut subir un dommage ou un préjudice sans que cela n'affecte l'ensemble des composantes en raison de cette sensibilité différenciée entre elles. Ainsi, les limites de la conception déterministe de la vulnérabilité sont le fait que cette conception ne prend pas en compte la complexité du système côtier du point de vue des interactions dynamiques entre ses composantes ainsi que la causalité multifactorielle de la vulnérabilité du système.

Le principe de causalité linéaire dans l'appréhension déterministe de la vulnérabilité ne s'arrête qu'au stade de modélisation conceptuelle pour simplifier la réalité. Si toutefois l'analyse et l'observation empiriques côtoie la réalité physique, les liens de causalité deviennent complexes et les effets imprévisibles. La conception déterministe de la vulnérabilité ne peut s'appliquer que dans la réalité virtuelle simplifiée, où la causalité est représentée par un processus linéaire. En abordant le risque autrement, c'est-à-dire par considération des interactions et des rétroactions entre les composantes (physiques, humaines, économiques, etc), cette linéarité fait place à la complexité et cela remet en question la notion de déterminisme. Ce dernier, comme fondement de la conception de la vulnérabilité perd du crédit au regard de la non linéarité et de l'incertitude qui caractérisent, à la fois, les systèmes côtiers et les risques climatiques.

2.3.2. Approche par la résilience : une conception non déterministe du système côtier

Dans l'approche par la résilience, la conception non déterministe des systèmes côtiers trouve sa pertinence et son sens dans les modèles non linéaires utilisés pour représenter ces systèmes ainsi que les finalités de cette modélisation (intervention sur les conditions aux limites du système). L'analyse du lien entre l'approche résilience et conception non déterministe s'insère dans le cadre des théories axées sur la science de la complexité socio-écosystémique. Cette réflexion découle d'un postulat selon lequel l'étude des systèmes et de leur résilience implique une approche holistique, complexe. (Gunderson and Holling, 2002, Duit et al. 2010) et la prise en compte des scénarios observés dans les conditions aux limites des systèmes. (Costanza, 1997). En substance, les notions d'interconnexions, d'interactions, de rétroactions et d'incertitudes caractérisent les systèmes non déterministes. Ainsi, nous considérons, *a priori*, celles-ci comme fondement de la conception de la résilience. Les caractéristiques basiques d'un système non déterministe s'articulent essentiellement autour de la notion de complexité du point de vue de la structure et du fonctionnement de ce système. Cette complexité explique l'imprévisibilité du comportement futur reconnu dans l'évolution dynamique du système. Et, dans la conception cognitive (autant au sens épistémologique que méthodologique), nous faisons deux observations. Premièrement, il s'avère impossible de connaître ou de modéliser d'avance la résilience d'un système avant que la perturbation extérieure se produise. Ce qui revient à l'idée d'imprévisibilité du comportement du système. Deuxièmement, la résilience d'un système ne peut être observée qu'à travers les conditions aux limites, c'est-à-dire les éléments décrivant la nature chaotique aux frontières du système, le désordre produit à l'instant t qui procède la perturbation. Sur ce même point de vue, la résilience (ou non) d'un système affecté ne se définit pas par une approche analytique, autrement dit en séparant les différents éléments constitutants. En cas de manifestation du risque inondation (rencontre entre le danger et le système), les composantes (sociales, économiques et écologiques) subissent directement ou indirectement le choc du fait des interactions multi-niveaux entre les composantes. Ceci s'explique par ailleurs par les degrés ou les niveaux d'homéostasie des éléments ; ceci participe beaucoup à la stabilité (ou l'instabilité) de ces systèmes. Ainsi, pour évaluer la résilience d'un système il est important de considérer la capacité collective de l'ensemble de ses composantes à absorber le choc, à continuer d'exister et à revenir à l'état normal sans perdre leurs attributs et leurs fonctionnalités. En se fondant sur ce constat, le chaos (survenu à la suite de la perturbation), s'explique par modification structurelle et fonctionnelle des conditions initiales du système qui, à leur tour, peuvent être observées aux limites du système afin de caractériser celui-ci en termes de résilience. Le paradigme de la résilience examiné à la lumière conceptions non

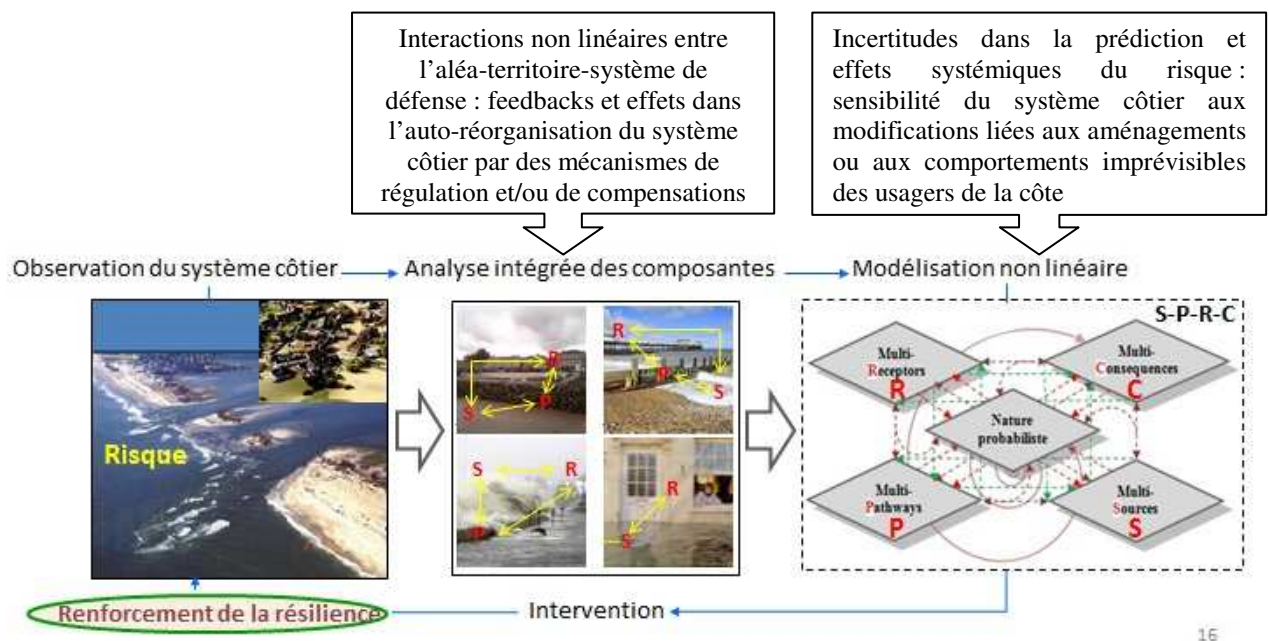
déterministes évoque en substance la représentation des systèmes côtiers dans le processus d'analyse du risque.

a) Déconstruire le modèle linéaire SPRC dans une perspective de représentation complexe

Dans les systèmes non déterministes, l'appréhension de la complexité semble nécessaire pour tout travail de modélisation des risques. La tentative de déconstruction du modèle SPRC dans une perspective de complexité s'effectue par une interrogation sur la pluralité des représentations sociales du risque. Dans notre cas d'étude, ces risques sévissent à l'intérieur des zones d'interface se caractérisant elles-mêmes par une complexité multiforme et multi-scalaires et dont l'évolution peut se révéler chaotique. Le modèle conceptuel linéaire Source-Pathway-Receptor-Consequence (SPRC) a constitué pour les chercheurs du projet THESEUS, le modèle de référence pour simplifier la réalité complexe des systèmes côtiers. En effet, cette tentative de simplifier la nature complexe des liens de causalité a pour but de mieux comprendre le fonctionnement du système côtier et la dynamique de ses composantes. Ce qui installe un paradoxe autant au plan épistémologique que méthodologique : *“One could easily argue that SPRC modelling and risk governance in the face of complexity and uncertainty are epistemological opposites (representing in a deterministic quasi linear framework a highly complex deeply uncertain process.”* (Vanderlinden., et al., 2011, OD1.4).

Nous admettons, certes que le modèle conceptuel S-P-R-C, dans sa structure, décrit une trajectoire linéaire du risque. Nonobstant, notre approche se fonde, en dépit de cette linéarité, sur la complexité des interactions entre ces composantes où le risque se manifeste à travers une causalité en spirale. Cette dernière s'explique par la difficulté de faire la distinction entre les composantes Source, le Pathway et Receptor où les effets sur l'une des composantes (ex. le Receptor) peut en retour modifier la nature de la Source ou du Pathway et vice versa. Au regard de cette complexité, ces trois composantes (Source, Pathway et Receptor) interagissent entre elles et avec d'autres et s'influencent en termes (d'aggravation) de conséquences. La linéarité des composantes du modèle ne peut exister que dans des systèmes déterministes. Or, dans le contexte des systèmes côtiers qualifiés de non déterministes, la non linéarité caractérise les différentes composantes. Ainsi, le modèle adopte une structure complexe vu les influences et les rétroactions entre ces composantes. Ainsi cette conception non déterministe du système incite à gérer ce dernier dans une perspective de complexité, de gérer celle-ci dans l'optique de résilience et cette dernière par intervention sur les conditions aux limites. D'abord, la gestion du système par la complexité s'adressera au caractère multi-sources, multi-pathways et multi-receptor et à l'interconnectivité de ces composantes.

Ensuite, la gestion de la complexité par la résilience pointera sur la capacité du système, dans sa globalité, à résister aux aléas et à s'adapter ensemble, collectivement. Et enfin, la gestion de la résilience par l'intervention sur les conditions aux limites va se focaliser sur les indicateurs/conditions factuels situés aux frontières et décrivant la réaction du système global après le choc, d'où son degré de résilience. La figure ci-après illustre parfaitement la nature non déterministe des systèmes côtiers quand il s'agit d'analyser la relation causes-effets.



16



Causalité en forme spirale à travers les composantes SPRC

- ◄---► Interactions complexes entre les composantes SPRC
- ◄---► Effets feedback (positifs) du risque entre les composantes SPRC qui déstabilisent le système
- ◄---► Effets feedback (négatifs) du risque entre les composantes SPRC qui stabilisent le système

Figure 9 : Modélisation complexe et intégrée du risque par approche résilience dans SPRC

b) Réflexion sur la notion de complexité et perspective en vue de l'approche par la résilience

i) Science et complexité dans le contexte des systèmes côtiers : un couple (ré)concilié ?

Dans les siècles passés, le débat sur la complexité (ou les systèmes complexes) avait pris une dimension philosophique et souvent avait été fondé sur une conception réductionniste pour soi-disant appréhender cette complexité. La démarche rationnelle d'analyse des systèmes ignorait ou faisait fi de la non linéarité dynamique des systèmes (vivants ou non-vivants). Certaines conceptions relevant des théories dites classiques reposaient sur ce que Morin (1999 : 247) désigne comme étant les trois piliers de la pensée classique, c'est-à-dire « l'ordre », « la séparabilité », et « la raison ». Plusieurs exemples de conceptions scientifiques défendant ces théories peuvent être cités, entre autres, principalement : la conception newtonienne de l'univers reposant sur le principe de linéarité causale, la conception positiviste conférant à la science un pouvoir exclusif d'explication des phénomènes du monde sensible, la conception réductionniste et cartésienne partant tous les deux du principe de simplification du complexe. Néanmoins, malgré leur tentative de *réduire le complexe au simple*, ces conceptions n'avaient pas pris en considération certaines facettes de la complexité qui sont la notion de systémie, la non linéarité, l'incertitude liée à la imprédictibilité du comportement des systèmes dans le temps, l'environnement dynamique et instable dans lequel évoluent ces systèmes. La question est, ainsi, de savoir : en réduisant le complexe au simple pour contourner tout système ou tout problème, a-t-on vraiment réussi à cerner l'incertitude ? Autrement, en connaissant individuellement et de façon isolée, les composantes élémentaires du système ou d'un problème, pourra-t-on, en conséquence, prédire son évolution dans le temps et dans l'espace au regard des interactions et du caractère chaotique de leur structure ? Ces questions ouvrent aujourd'hui le débat autant scientifique que sociétal sur le déploiement des modèles d'analyse et de gestion des systèmes et des risques complexes.

La théorie de la complexité (ou théorie des systèmes complexes) prend ses origines dans les travaux de Ludwig Von Bertalanffy¹⁸ sur la théorie générale des systèmes, publié dans les années 1930. (Welsh, 2013 ; Grin et al., 2010 : 114, Morin, 2005 ; Morin et Le Moigne, 1999). Certaines disciplines scientifiques en ont fait leur outil et clé de recherche, d'autres, une partie intégrante de leur investigation sur les problématiques de société. La notion de complexité, parmi tant d'autres, faisait déjà l'objet d'étude dans les années 1940 et 1950, mais en tant que créneau pour ouvrir la

¹⁸ De son ouvrage intitulé "*General system theory: foundation, development and application*". Bertalanffy est l'un des auteurs les plus cités dans les théories relatives aux systèmes complexes.

voie à la compréhension et l'exploration des systèmes. (Grin, et al. 2010 : 114). C'est au début des années 90 que la théorie de la complexité est véritablement adoptée dans l'étude des systèmes complexes. (Grin, J et al. *ibid.* 2010). Saisissant l'intérêt scientifique de la notion eu égard aux changements climatiques, les physiciens américains George Cowan et Murray Gell-Mann confèrent à cette notion un caractère institutionnel et académique en créant l'institut Santa Fe dont les enseignements et les recherches sont spécialisés dans l'étude interdisciplinaire des systèmes complexes. Les initiateurs et concepteurs de ces théories appartiennent au courant dit « *Science de la complexité* ». En outre, la notion de complexité prend, au-delà de sa scientificité et de ses aspects techniques, une dimension institutionnelle et politique. Dans le sillage de la conférence de Rio, en 1992, le concept avait suscité une attention particulière dans les enjeux du développement durable. Cette prise de conscience de la complexité découle des critiques formulées dans le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (rapport Brundtland, 1987) à l'endroit de l'expertise scientifique. Ce rapport fustige le *traitement isolé des crises mondiales* -qui sont par nature imbriquées- et la dissociation entre l'économie et l'écologie -définies comme *un écheveau inextricable de causes et d'effets*. Dans d'autres théories scientifiques, ce concept a fait aussi l'objet d'un grand intérêt. Dans les années 80, le sociologue Niklas Luhmann, entre autres, a exploré, à travers ses écrits, ce concept autant dans le domaine d'étude des risques de société, mais aussi dans sa dimension politique en rapport avec les interactions entre politique-économie et société.¹⁹ La réflexion de Luhmann (1993), s'inscrit notamment dans la théorie des systèmes sociaux. Il qualifie ces derniers de systèmes complexes, non déterministes, autrement dit de systèmes *autopoïétiques*, selon les termes employés par l'auteur. Le concept d'*autopoïèse* s'apparente à celui de la résilience dans le sens où il signifie, selon Maturana (1999) la capacité des composantes en interactions à s'auto-(re)produire, à s'auto-organiser de façon permanente et permettant d'assurer l'équilibre du système malgré les changements. Sous ce même vocable de « *société du risque* », les théories du sociologue Ulrich Beck (1986) semblent aussi constituer ou faciliter le déclic vers une éthique de la complexité. Dans « *l'acteur et le système* », Crozier et Friedberg (1977) s'inscrivent plus ou moins dans une même perspective que Luhmann en affirmant que la complexité du système social dynamique constitue le soubassement de l'action collective découlant des interactions multi-niveaux, souvent conflictuelles, entre les acteurs et des changements/comportements souvent imprévisibles dans le système. Le sociologue et philosophe Morin et Le Moigne (1999) abordent dans « *Intelligence de la complexité* » cette notion sous un angle pluridisciplinaire en dénonçant le simplisme manifeste et délibéré de certaines théories

¹⁹ Pour cet aspect, nous nous référons à son ouvrage paru en 1999 dans les éditions Cerf, intitulé « *Politique et complexité : les contributions de la théorie général des systèmes.* » ouvrage traduit de l'allemand par Jacob Schmutz.

scientifiques ou philosophiques dans l'analyse des systèmes. Ils suggèrent, sous une forme injonctive, l'éthique de la « *science et conscience de la complexité* ». Ceci évoque, dans un autre sens, l'idée de la science réflexive et du raisonnement systémique eu égard à la difficulté de saisir la vraie réalité des objets et des systèmes, de l'infiniment petit à l'infiniment grand. Par cela, ils soulignent que *la notion de complexité ne se réduit pas seulement à la question d'interactions, d'enchevêtrement, ou de non linéarité, mais elle est aussi inhérente à l'intelligence (évoquant la pensée complexe), cette faculté qui nous permet même de l'appréhender*. Par ailleurs, les chercheurs du mouvement *Resilience alliance*, par une approche interdisciplinaire, eux aussi, confèrent à cette notion de complexité une importance notable dans la conception et l'analyse des systèmes socio-écologiques. Les experts membres de ce mouvement fondent leur considération de la complexité sur les propriétés des systèmes en termes de résilience, c'est-à-dire la capacité collective de l'ensemble du système à résister face à une perturbation extérieure et de revenir à l'état initial en se renouvelant et s'auto-organisant. Ici, la résilience du système est appréhendée sous l'angle de la complexité socio-écologique montrant les interactions dynamiques et les boucles de rétroactions entre différents sous-systèmes principalement les systèmes humains et naturels. C'est, d'ailleurs, dans cette même perspective que Michel Serres (1992) aborde dans le « *Contrat naturel* », la question de la complexité en montrant que la survie des systèmes humains et naturels dépend de la nature des rapports de « *symbiose* » entre les deux systèmes. Dans notre cas, nous admettons l'importance de cette notion (ou ce contrat) de symbiose dans le sens où elle considère les relations de réciprocité entre les populations et l'espace côtier. Ravetz et Funtowicz (1993), entre autres, ont eux aussi exploré la question de la complexité à travers l'analyse de l'incertitude dans l'interface science-décision et science-société concernant les risques environnementaux. Selon ces experts, la grande marge d'incertitudes due à la complexité de ces risques constitue une pierre d'achoppement dans la production et la communication de l'information au profit de la décision politique. Ces incertitudes, *intrinsèques aux systèmes complexes*, comme le soulignent-ils, sont d'ordre technique (inexactitude des données), méthodologique (manque de fiabilité des méthodes/modèles utilisés), épistémologique (ignorance ou insuffisance des connaissances), et social (robustesse sociale de la science ou des connaissances produites).

Par cette reconnaissance de la complexité des problèmes environnementaux, Ravetz et Funtowicz (ibid. 1993) se démarquent de la démarche kuhnienne de science normale et décrètent l'ère de la science post normale marquant l'intégration des jugements et des perspectives de la communauté dite communauté étendue des pairs, en l'occurrence incluant les acteurs non scientifiques. La science post normale construit un pont entre les différentes formes de savoirs et de valeurs et se

repose sur un processus de délibération et de décision multi-acteurs et multi-critères : « *post-normal science as a bridge between complex systems and environmental policy* ». La floraison des théories scientifiques sur la complexité a peu ou prou posé un problème d'épistémologie. Car selon Morin et Le Moigne (1999 : 45) la complexité *a du mal à émerger parce qu'elle n'a pas été au centre de grands débats et de grandes réflexions*. Dans le contexte d'étude des systèmes, la complexité joue un rôle important dans l'appréhension de la causalité des risques qui affectent ces systèmes. La fréquence et l'intensité des risques climatiques et leurs incertitudes placent la complexité, à défaut d'application, au centre des représentations et décisions sociétales. Toutefois, la science, telle qu'elle est pratiquée actuellement, se détourne le plus souvent de l'éthique de la complexité.

ii) *Résilience et complexité : nouvelle perspective vers une redéfinition de la GIZC*

La mise en relation des approches résilience et complexité dans la perspective de redéfinition de la GIZC invoquerait ici l'idée ou l'idéal d'un changement de paradigme vers l'épistémologie de la pensée non linéaire. D'une part, la complexité constitue le fondement de ce changement de paradigme dans le sens où cette approche implique, selon Morin et Le Moigne (1999) une rupture avec la pensée linéaire qui serait réductionniste, une difficulté de distinguer les liens de causes-à-effets et, par voie de conséquence, une nécessité d'avoir une pluralité des perspectives, selon Costanza (1997). Sur ce point de vue et par cette approche de la complexité, Prigogine et Stengers proposent la métamorphose de la science vers la modélisation de la complexité. Ces auteurs avancent l'argument de la « *fin de l'omniscience* » et de la « *fin des certitudes* » dans les modèles de prédiction. Ceci, en effet, implique l'omniprésence des incertitudes liées à la connaissance scientifique sur les risques et systèmes complexes et à la décision politique sur les options d'intervention. (Funtowicz et Ravetz, 1992). Cet état de fait doit nécessiter une connaissance scientifique socialement robuste, tel que le défend Jasanoff (2003). D'autre part, la résilience constitue l'approche fondamentale pour parvenir à ce changement de paradigme dans le sens où il permet : (a) d'avoir une relecture critique des modèles déterministes faisant l'impasse sur l'indétermination climatique, (b) de limiter les facteurs d'amplification du risque faisant évoluer/bifurquer le système côtier vers un état irréversible, (c) d'améliorer, en fin de compte la gestion du risque vu la nature systémique des conséquences.

La question du changement climatique constitue un cas illustratif pertinent de l'explication de la relation résilience et complexité. Cette difficulté dans l'identification et la quantification des causes liées au changement climatique devient plus importante lorsqu'elle porte sur les zones d'interface,

en l'occurrence les zones côtières. Celles-ci subissent les influences de deux entités, par nature, complexes, la mer et l'arrière-pays. Et dans cet ordre d'idée, la fréquence et l'intensité des risques d'inondations -découlant de ces changements du climat et affectant les systèmes socio-écologiques- dénotent une certaine complexité aussi bien dans l'identification de leurs véritables causes que dans la quantification/évaluation de leurs effets sur la société. Par voie de conséquence, cette complexité socio-écologique a souvent soulevé des incertitudes (en termes de méthodes et de procédures) autant sur la délimitation des frontières de la problématique, sur la prise de décision que sur les interventions in situ. Dans le cadre de l'analyse des systèmes urbains côtiers (sociaux, économiques, écologiques, institutionnels, etc), chacune de ces composantes est complexe en-soi, dans sa nature et sa structure. Et cette complexité devient plus importante lorsque les systèmes sont interreliés les uns des autres par divers et multiples rétroactions. Celles-ci soit amortissent le choc et/ou renforcent/stabilise l'état d'un système appelées boucles de rétroactions négatives, soit l'amplifient et/ou modifient le système appelée boucles de rétroactions positives (Berkes et al., 2003, Wardekker et al., 2008, Grin et al., 2010 : 116). Respectivement, cette rétroactivité dans les relations entre les composantes du système évoque les notions de néguentropie (idée d'ordre) et d'entropie (idée de désordre). Les installations humaines et les activités économiques sur le littoral favorisé par les atouts que regorge cette entité géographique constitue un facteur fondamental de la complexité. Cet état de fait est dénommé par l'expertise côtière sous le vocable de *complexe littoral* où les différents systèmes et sous-systèmes interagissent de façon dynamique et échappant à tout contrôle de l'expertise, des aménagistes et décideurs politiques. Cette complexité ou ce complexe littoral peut expliquer tous les risques que cela peut engendrer en cas de perturbation extérieur (inondation par exemple).

Les systèmes côtiers, *a fortiori* urbains, sont, de nature, des systèmes complexes dans un environnement dynamique et instable. Ce sont des systèmes sujets à des événements climatiques désastreux en lien à des comportements (individuels ou collectifs) imprévisibles. Ces derniers provoquent, en effet, des bifurcations inattendues se soldant par des situations socio-environnementales chaotiques. La complexité des systèmes côtiers s'explique même par leur localisation géographique (zone d'interface terre-mer, et de surcroît urbain) avec divers systèmes de niveau inférieur ou sous-systèmes (social, économique, écologique) en permanentes interactions multiformes, multidimensionnelles et multi-échelles. En effet, on est dans une situation où des réalités différentes et variables se rencontrent, se superposent et s'enchevêtrent et se caractérisent, chacune, par une dynamique particulière qui lui est propre mais interreliée. Par ailleurs, cette complexité et cette dynamique montrent à quel niveau ces systèmes sont sensibles à toute

perturbation de quelque nature que ce soit à cause de facteurs multiples venant de part et d'autre de la dynamique marine, côtière et de l'arrière-pays. Ainsi, au-delà de l'aspect scientifique, l'observation empirique peut nous permettre de qualifier ou traiter les systèmes côtiers urbains comme étant des systèmes non déterministes à double influence marine et terrestre. Nous mesurons tout l'enjeu que constituent ces contrées en termes de protection, de réduction de leur vulnérabilité et du renforcement de leur résilience. Par ailleurs, plusieurs types de complexité peuvent être observés d'une part sur la caractérisation de l'état ou de la nature du système côtier et des risques qui y sévissent et d'autre part sur le volet de la modélisation scientifique. Sur ce dernier point, l'enjeu repose sur l'acquisition, le traitement et la validation des données d'entrées et des paramètres du modèle utilisé permettant la compréhension du système affecté ou exposé. Ainsi, comme le mentionne Thiel et al. (1998 : 19) « *un système est compris lorsque l'on est capable d'expliquer tous les aspects et toutes les manifestations de sa dynamique par une certaine structure des boucles, les interrelations (les polarités, les gains, les transferts de dominance...) et les interrelations entre les éléments, les transformations des comportements, etc.* ». L'importance et l'objectif principal de l'appréhension de la complexité est de permettre une intervention réfléchie, clairvoyante et avisée sur le système et les risques en reconnaissance de leur nature complexe. En d'autre lieu, une telle démarche scientifique contribue à l'application efficace et efficiente, par les acteurs du terrain (les collectivités et les services assermentés), des options de réduction de la vulnérabilité et du renforcement de la résilience tout en s'appuyant sur une approche intégrée de la gestion des risques.

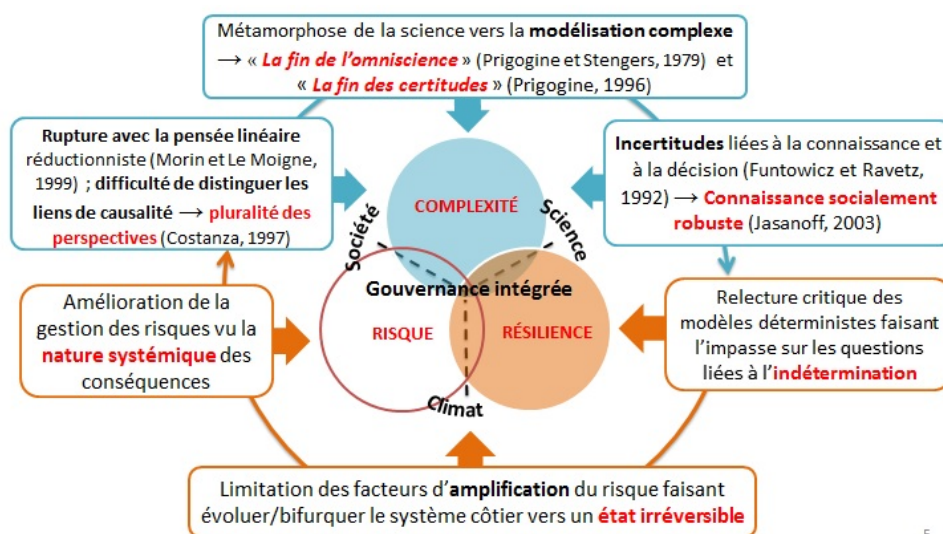


Figure 10 : Relation complexité et résilience pour la gouvernance intégrée du risque côtier

- *Appréhender la complexité côtière par la notion de GIZC pour agir sur la résilience*

L'approche de gestion intégrée des zones côtières (GIZC) saisit ou considère au préalable la notion de complexité sous toutes ses dimensions (écosystémique, sociale, économique, institutionnelle, temporelle, spatiale, etc). Les deux concepts sont étroitement liés dans le sens où l'appréhension de la complexité nécessite une approche intégrée et que la gestion intégrée exige la prise en compte de la complexité. L'appréhension de la complexité des systèmes côtiers de la part de l'expertise requiert *primo*, la connaissance des systèmes qui se situent de part et d'autre de l'interface, notamment les systèmes terrestres et marins, et la complexité qui les caractérise. *Secundo*, cette appréhension nécessite la maîtrise ou le contrôle des dynamiques d'origines continentales et marines s'opérant à l'intérieur de chaque système et leurs impacts sur les systèmes côtiers. *Tertio*, cette complexité demande un travail d'identification et de compréhension de la nature des interactions terre-mer et les impacts en termes d'aggravation des risques côtiers. Sur ce point de vue, Berkes et al. (2003) nous donnent leurs points de vue par une cette assertion :

“...the understanding of the essential properties of the parts of the system comes from an understanding of not only these components but of their interrelations as well. Understanding comes from the examination of how the parts operate together, and not from the examination of the parts themselves in isolation.”

Le concept de gestion intégrée des zones côtières (GIZC) reste toujours d'actualité depuis des décennies -quitte à ce qu'il devienne caduc ou mal appliqué. L'approche de gestion intégrée rentre dans la logique d'approche intégrée du système, cette dernière définie par Grin, Rotmans et Schot, (2010 : 115), en ceci : *“an integrated system approach aims to integrate physical, economic, socio-cultural and sometimes financial stocks and flows.”* Les deux approches s'enchevêtrent : soit toutes les deux renvoient à l'observation (cognitive), à la conception théorique scientifique (par exemple dans le cadre de l'analyse du système ou de l'évaluation du système), soit elles s'insèrent dans un cadre essentiellement pratique de décision et d'action. C'est en ce sens qu'il a été défini, dans une perspective de démarche participative, comme *« un processus de décision fondé sur la connaissance fine des territoires et une observation précise des écosystèmes, une analyse prospective des impacts potentiels des décisions et une évaluation continue de leurs effets* (Rizand, 2006 ; GESAMP, 1996 ; traduction de l'UNESCO, 2001, cité par Chouinard, Baztan, et Vanderlinden, (2011 : 183)).

L'analyse et l'interprétation de cette définition montre en filigrane l'enjeu de la complexité et l'importance de son appréhension dans l'atteinte des objectifs et buts de la GIZC. En effet, la démarche scientifique consistant à « *la connaissance fine du territoire et une observation précise des écosystèmes* » revient à entreprendre des investigations qui permettent de saisir la complexité (du territoire étudié) dans sa globalité et prendre, en conséquence des décisions, non pas uniquement pour réduire la complexité, mais, plutôt, pour gérer et gouverner durablement le risque (ses causes et ses effets) qu'aggraverait cette complexité socio-écosystémique. Donc, le risque implique une question d'échelles : verticale (collaboration entre différents niveaux de décision, du local au global), et horizontale (collaboration entre différents acteurs). Tout compte fait, la GIZC renvoie au plan décisionnel, à la gouvernance du risque. Aujourd'hui, l'incertitude des changements climatiques et l'imprédictibilité des crises socio-économiques et socio-écologiques remettent en cause le déterminisme dans la conception et la modélisation des systèmes et des risques. Cette approche scientifique a toujours constitué, comme le souligne Edgar Morin, le fondement de l'heuristique scientifique (au sens général) et la clé de réussite de nombreuses découvertes et réalisations dans des domaines d'expertise variés relevant tant de la physique classique que des paradigmes sous-tendant la science actuelle. En replaçant ce constat dans le contexte d'analyse des risques côtiers climatiques (le cas des inondations), l'essentiel des approches (tant épistémologiques que méthodologiques) inhérentes aux heuristiques scientifiques est axé sur la vulnérabilité et très peu sur la résilience. Pourquoi se focaliser plus sur la vulnérabilité dans un contexte de risques climatiques systémiques où les sociétés ne se préoccupent que des conséquences et de leur résilience ? Cela est-il dû à une velléité d'esquiver la question/enjeu de la résilience par manque de connaissance (des systèmes), d'approches et d'outils adéquats pour aborder l'intégralité de cette notion ? Si tel est le cas, n'est-il pas autrement un moyen (ou un alibi) pour contourner la difficulté posée par l'enjeu de la résilience ? Quelques soient les réponses données, cet état de fait évoque, par ailleurs, un paradoxe explicite : vouloir gérer la vulnérabilité par des probabilités déterministes dans des systèmes non déterministes à comportement chaotique avec des risques dont les effets sont incertains et imprévisibles.

Dans la situation actuelle caractérisée par l'impuissance au niveau scientifique (recherche), politico-institutionnel (décision) de juguler les incertitudes liées aux risques climatiques (inondations, érosion, sécheresse, etc), la résilience (combinée avec l'adaptation) constitue une approche salutaire basée sur la prise en considération de la complexité. Ce qui fait que depuis quelques années, surtout dans les zones côtières, nous assistons de plus en plus à l'émergence de nouvelles heuristiques

principalement profanes se soulèvent contre la modélisation linéaire du risque. Ces types d'heuristiques relèvent du public large notamment les populations regroupées au sein des associations de défenses de l'environnement, de défenses des intérêts des victimes des catastrophes, les organisations de la société civile, etc. Une solidarité au niveau micro ou macro-échelle s'organise et s'inscrit dans une posture de remise en question du modèle scientifique déterministe de la gestion des risques. Comme cheval de bataille, ces heuristiques non scientifiques prônent pour une modélisation de la complexité axée sur la résilience par égard aux conséquences. Il s'agit de rompre avec les interventions/approches scientifico-politico-techniques qui ne se bornent qu'à identifier et à se focaliser sur les causes au moment où les conséquences affectent durablement tout un système.

c) Mise en évidence des conceptions non déterministes dans les socio-écosystèmes côtiers

i) Caractérisation des systèmes côtiers par leur sensibilité aux conditions initiales

Dans un socio-écosystème, *les conditions initiales* sont de plusieurs catégories. Elles peuvent être assimilées aux fonctions environnementales et aux services écosystémiques²⁰. Ces fonctions et services renvoient essentiellement au stock en capital naturel des écosystèmes. Les fonctions environnementales sont les paramètres, les facteurs physiques, chimiques et biologiques qui assurent et garantissent, dans un cycle continu, le bon fonctionnement de l'écosystème. Ainsi, cela permet à l'écosystème et ses composantes d'exister et de faire exister à d'autres systèmes dépendants. Elles assurent ces derniers les moyens de production, un support de vie et support physique aux activités, la protection contre les risques naturels (tempêtes), le recyclage des déchets qu'ils produisent (i.e. : puits-carbone). Les services écosystémiques sont les avantages ou les valeurs marchandes ou non marchandes (économiques, sociales, écologiques, culturelles, esthétiques, récréatives, éducatives, ludiques, etc). (Costanza, et al. 1997 : 266, De Groot, et al., 2002, Gómez-Baggethun, et al., 2009). Par ailleurs, ces services restent subordonnés à la capacité des écosystèmes (côtiers) à conserver leurs fonctions. Les zones côtières, en tant que zones d'interface à double externalités continentales et marines, possèdent les mêmes fonctions

²⁰ Aujourd'hui, ces services s'effectuent, en générale, malheureusement dans un sens unidirectionnel, des écosystèmes vers les sociosystèmes. Des mesures compensatoires, telles que le principe de pollueurs-payeurs, paradigme du « marché carbone », semblent montrer leurs limites dans l'objectif d'inciter à une croissance sobre en carbone. Plusieurs théories, en l'occurrence l'économie écologique, conceptualisent et se penchent de plus en plus sur cette notion de services écosystémiques dans l'optique de promouvoir l'éthique économique, la justice sociale et la soutenabilité environnementale avec un nouveau principe dit « bénéficiaire-payeur », (payer une contrepartie financière du fait du service rendu par l'écosystème pour assurer le maintien et le renouvellement).

environnementales et fournissent les mêmes services écosystémiques. C'est en ce sens que le maintien de l'équilibre des fonctions écologiques des zones côtières et des services écosystémiques qu'elles offrent permet de renforcer la résilience écologique, sociale et économique (Costanza, ibid. 1997).

En outre, les conditions initiales sont aussi constituées par les aspects du sociosystème c'est-à-dire d'ordre socio-économique : production et la circulation des biens et services socio-économiques ainsi que les infrastructures de base, et les institutions mises en place. Par ailleurs, certaines conditions initiales peuvent, cependant, être afférentes aux dynamiques du contexte socio-environnemental et politique telles que respectivement l'urbanisation croissante et les politiques publiques de gestion et de gouvernance des ressources et des risques. Ces facteurs ou dynamiques participent (par des pressions incessantes) à la modification de certaines conditions initiales, notamment celles relatives au capital naturel (sol, sous-sol, air, eau, biodiversité) via leurs fonctions et services. Dans le processus d'analyse du risque et de modélisation des systèmes côtiers, les conditions initiales désignent l'ensemble des paramètres afférents à l'état et/ou au comportement de ces systèmes à l'instant qui précède la perturbation. La connaissance des conditions initiales du système -dans son évolution- pourrait servir de support d'analyse ou d'appréciation des conditions aux limites si le risque arrive à se manifester sur le système. Cependant, dans l'étude de la dynamique des systèmes complexes, en l'occurrence les zones côtières, les facteurs causaux qui lient les conditions initiales et les conditions aux limites se caractérisent souvent par des incertitudes. Lorsque les conditions initiales montrent une certaine sensibilité à un aléa donné (ou soit pour des raisons d'exposition), leur susceptibilité aux dommages devient importante. Etant donné que notre postulat était que les systèmes côtiers sont par excellence des systèmes complexes, donc à comportement chaotique, la question est de savoir si *la connaissance des conditions initiales (telles que citées ci-dessus) est un argument suffisant pour prédire avec certitude le comportement de ces systèmes après une inondation*. Cette démarche scientifique évoque l'idée de prédictibilité de ce que sera les conditions aux limites des systèmes côtiers affectés par l'inondation.

ii) *Caractérisation des systèmes côtiers par l'intervention sur les conditions aux limites*

La notion de *conditions aux limites* prend son origine dans les procédés mathématiques de résolution des équations différentielles. Par ceux-là, elles désignent une anomalie, un résultat ou effet (ou une suite de résultats ou d'effets) à caractère chaotique obtenu à la suite de la modification des conditions initiales (voir ci-dessus). Dans le contexte d'un socio-écosystème complexe, en

l'occurrence les systèmes côtiers, les *conditions aux limites* décrivent l'état (chaotique) du système après la rencontre entre l'aléa (tempête, tsunami) et les éléments de ce système exposé. Les conditions aux limites peuvent porter sur des paramètres factuels ou sur ceux correspondants aux futurs possibles. Les conditions aux limites portant sur les paramètres factuels sont afférentes aux dynamiques actuelles de développement des territoires côtiers. Tandis que les conditions aux limites correspondant aux futurs possibles concernent les dynamiques et les évolutions décrivant les scénarios climatiques classés incertains. Le dysfonctionnement des infrastructures, des institutions, des services socio-économiques et environnementaux peuvent être considérés comme des conditions aux limites dites factuelles, c'est-à-dire basé sur des faits observés aux limites du système. Les conditions aux limites afférentes aux scénarios sont, entre autres, l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation de la température, le recul du trait de côte. Leur nature reste complexe mais elle résulte de la modification des conditions initiales liées au contexte socio-environnemental, aux fonctions et services socio-économiques et écosystémiques. L'analyse des conditions aux limites scénarios a pour rôle d'évaluer les possibles impacts et les coûts de résilience et d'adaptation. Dans le processus d'analyse du risque et de modélisation des systèmes côtiers, les *conditions aux limites* renseignent sur le comportement de ces systèmes une fois le risque s'est produit.

Théoriquement, ces conditions montrent comment ou si le système dont les conditions initiales ont subi des modifications a pu rebondir ou résister au choc. Ainsi, les conditions aux limites ne sont rien d'autres que les éléments du système que l'observateur ou l'analyste peut uniquement identifier qu'à l'instant t qui procède la perturbation et, cela, indépendamment de ce qui se passe à l'intérieur du système. De ce fait, elles constituent des indicateurs potentiels d'appréciation de la résilience du système affecté. Si un observateur ou un analyste du risque cherche à appréhender la causalité et analyser le système dans ses compartiments, il n'est plus, dans ce cas, sur la résilience, mais plutôt sur la vulnérabilité. Car l'étude de la résilience ne s'intéresse pas à la détermination des liens de causalité –qui nécessite une approche analytique des conditions initiales–, mais à l'état immédiat d'absorption du choc ou de l'endommagement du système, donc aux conditions aux limites. Sur ce point de vue, l'étude de la résilience peut se référer à certains indicateurs factuels ou des indicateurs scénarios portant sur ces conditions aux limites tels que la reprise des activités, la continuité dans les fonctions et services écosystémiques, la circulation des personnes et des biens montrant le fonctionnement normal des infrastructures de communication, l'efficacité et l'efficience du système d'alerte, d'évacuation et des stratégies de préparation des populations. Et rétrospectivement, la nature ex ante des conditions initiales et de leur importance au plan quantitative et qualitative peut

constituer des proxys pour comprendre ou modéliser comment le système s'est ou sera effondré ou s'est remis après le choc. Toutefois, l'observateur du système ne devrait en aucun cas perdre de vue l'interconnectivité spatiales des composantes à travers la nature chaotique des conditions aux limites. Sur ce point, Walker et Holling²¹ nous enseignent ceci: "*We need to consider how the resilience of any single region is affected by the fact that it is now so much more strongly correlated with the resilience of other regions; but we also need to explore how this connectedness might work to our advantage, when we are trying to create transformations.*"

iii) Démarche explicative à travers les modèles référentiels de systèmes complexes

Dans les années 70, le météorologue américain Lorenz (1972) construit un modèle décrivant, sous le symbole de l'*effet papillon*, la sensibilité aux conditions initiales des systèmes non déterministes. Dans ce modèle, la résilience c'est arriver à prendre en compte la nature chaotique des systèmes et la nature diffuse des effets des aléas climatiques. Cette conception se fonde sur le principe qu'une petite modification des *conditions initiales* peut engendrer de grandes conséquences imprévisibles sur les *conditions aux limites* du système. Dans les années 90, Serres (1992) édifie une modèle théorique sur le signe d'un '*retour au contrat naturel*'. Ce modèle décrit le cycle interactif entre les systèmes humains et non humains dans lequel la réciprocité et interdépendance assure la survie des deux systèmes. Ainsi, dans ce modèle, la résilience peut être symbolisée par l'idée de *symbiose* qui, selon le contrat naturel, permet de *penser, de construire et de mettre en œuvre un nouvel équilibre global*. Ce nouvel équilibre naîtra, selon l'auteur, de l'intégration entre les *équilibres naturels* et les *équilibres de types humain ou social* (Serres, *ibid.* : 66). Par ailleurs, l'analyse de la résilience à travers les conceptions déterministes est démontrée par la métaphore équipage-navire-obstacle évoquée par l'auteur. Celle-ci s'explique de la façon suivante : l'équipage (les composantes sociales, économiques et environnementales) agit sur le navire (le système côtier) qui agit sur l'obstacle (l'aléa naturel) qui, à son tour, rétroagit sur l'équipage, ainsi de suite. A travers cette vision non déterministe, la résilience (au sens de survie, selon l'auteur) ou la vulnérabilité du système global sont tributaires des rapports complexes entre les éléments constitutifs. Quelques décennies plus tard, Gunderson et Holling (2002) s'inspirent de la dynamique naturelle des formes vivantes pour élaborer un modèle décrivant le cycle adaptatif des systèmes non linéaires. Ici, la résilience est symbolisée par l'idée de « *panarchy* » qui évoque les interactions dynamiques entre

²¹ Walker et Holling, *Probing the boundaries of resilience science in practice*, pp. 249-283, in Farrell et al., *ibid.*: 259)

les composantes du système dans le temps et dans l'espace. Ce modèle complexe comprend quatre phases cycliques que sont l'*exploration*, la *conservation*, le *déclin* et la *réorganisation*.

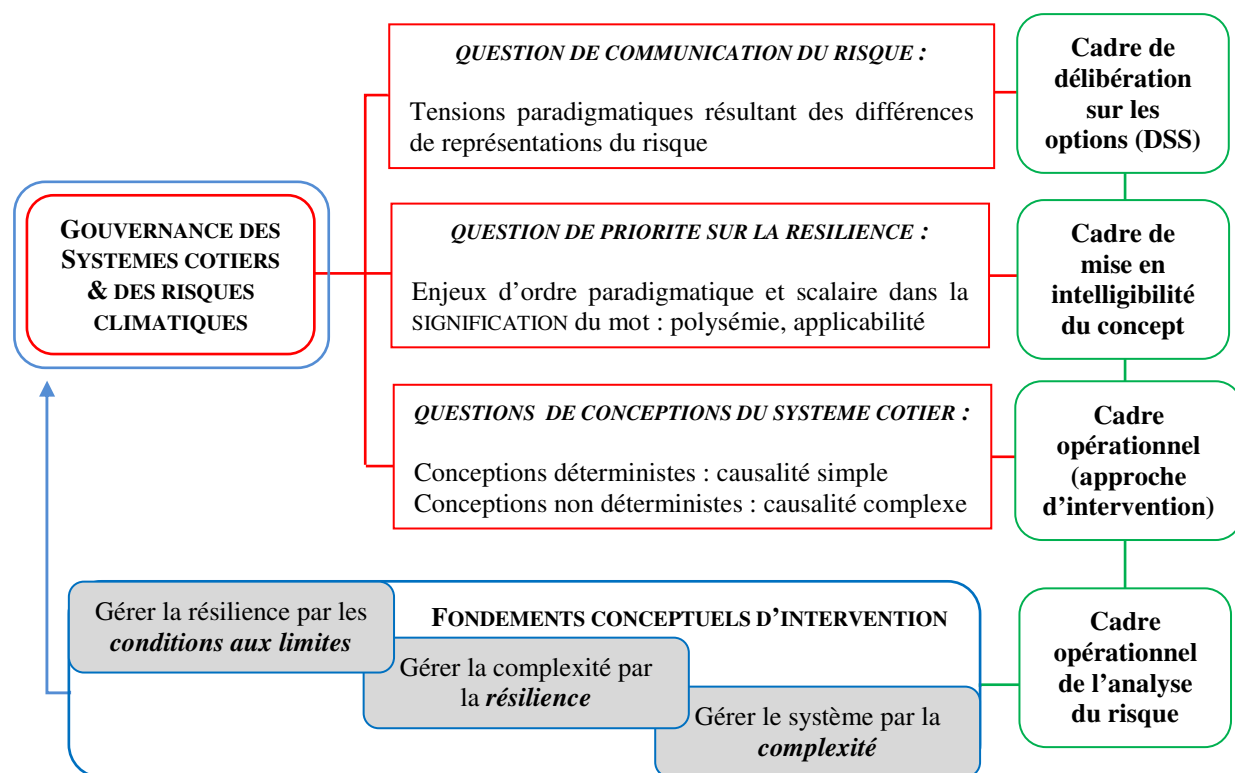


Figure 11 : Schéma récapitulatif du processus général de la recherche

II. Cadre méthodologique général

Lors de nos investigations, les résultats présentés dans les trois articles sont obtenus à l'aide des mêmes méthodes de recherches. Mais leurs objectifs et leurs finalités varient selon les articles structurant cette thèse. Ces méthodes sont essentiellement qualitatives et relèvent du domaine des sciences sociales.

1. Processus et méthodes de recherche

1.1 Contexte de recherche

La recherche de données empiriques est essentiellement constituée par deux contextes dont les acteurs diffèrent sur le plan de la perception et de la représentation du risque. D'une part, les *entretiens semi-directifs* (muni d'un questionnaire thématique) sont effectués avec les scientifiques du projet. D'autre part, les *enquêtes de perception* se sont déroulées avec les Stakeholders situés dans trois sites du projet : Santander, *en Espagne*, Gironde, *en France*, et Cesenatico, *en Italie*.



Figure 12 : Localisation géographique des sites d'étude de cas de la recherche

L'analyse par théorisation ancrée croisée des heuristiques sur le risque s'est structurée en trois types de corpus : le corpus constitué par les enquêtes avec les Stakeholders, le corpus constitué par des entrevues avec les chercheurs du projet Theseus, et le corpus constitué par la production scientifique sous-jacente au DSS. L'ensemble de ces corpus constitue la démarche empirique de la recherche concernant cette thèse. Ils sont obtenus à partir de séries d'entrevues et des enquêtes avec un questionnaire thématique, effectuées respectivement avec les acteurs susmentionnés. Après transcription, chaque corpus, servant de document de base de codification, va être soumis au traitement et à l'analyse qualitative à l'aide du logiciel ATLAS.ti 6. La pertinence de cet outil est de faciliter, par un codage systématique, l'organisation et la gestion de la complexité des informations issues des entrevues. L'étape ultime de l'approche méthodologique est l'analyse par théorisation ancrée croisée. Comme son nom l'indique, cette approche d'analyse fait office de lieu de croisement entre heuristiques scientifiques (individuelles et collectives) et celles des Stakeholders. En outre, cette approche s'inscrit dans une perspective dialogique des heuristiques et par le public large. La figure ci-après résumé le processus de production des articles montrant le type de matériel – essentiellement empirique –, l'outil de codage de ce matériel, la méthode d'analyse, l'élaboration des hypothèses et les résultats contenus dans les articles.

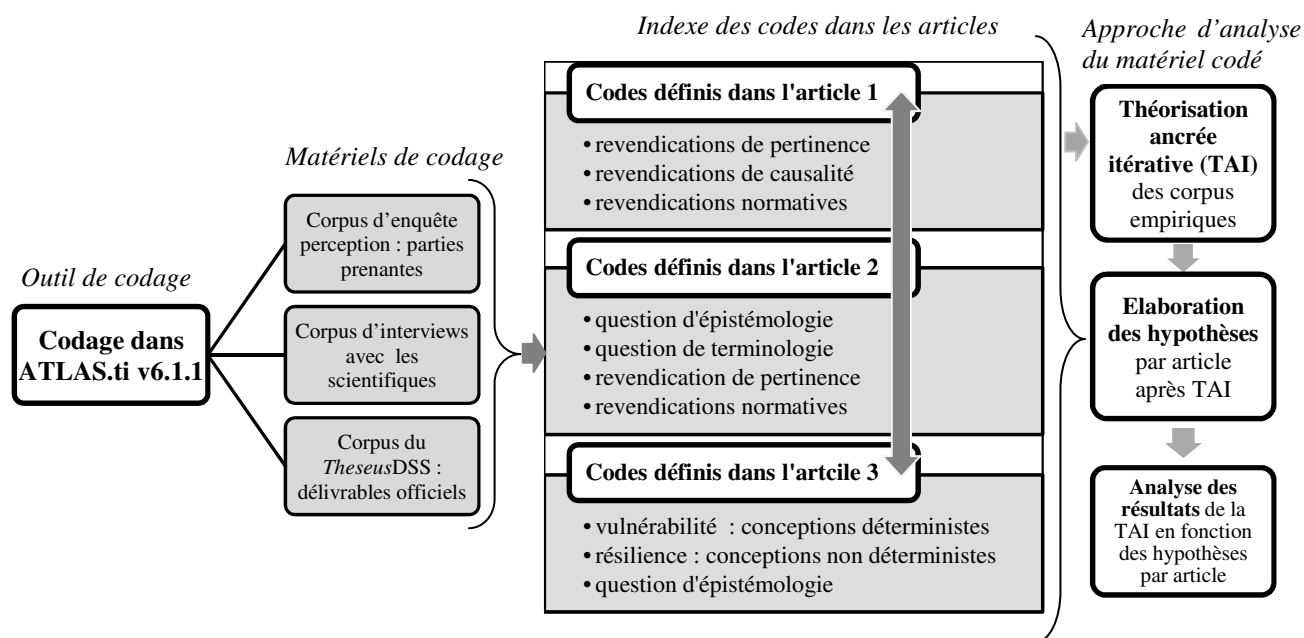


Figure 13 : Articulation entre outil, matériels, codes et approche de recherche

1.2. Exposition des corpus empiriques de recherche

1.2.1. Le corpus des entrevues avec les parties prenantes ou « *end users* »

Ce corpus porte sur l'analyse empirique des heuristiques non scientifiques s'articulant autour de la perception du risque. Celle-ci est fondamentalement d'*approche cognitive* (individuelle ou collective) relative aux procédés ou aux dispositifs empiriques, psychanalytiques faisant office de compréhension des phénomènes (des risques côtiers), et des liens de cause-effets, suivant leurs heuristiques sociales. L'objectif de cette recherche empirique est aussi d'évaluer les heuristiques du public (utilisateurs finaux) par rapport aux questions/revendications de pertinence, de causalité et de valeurs soulevées par le risque. Par cela, ces acteurs dits non scientifiques vont du statut de Stakeholders (parties prenantes) à celui de Shareholders (actionnaires) de la gestion du risque. En effet, il s'agit ici de s'interroger sur la légitimité ou l'éligibilité de leurs heuristiques ou revendications en termes de droit de contrôle et de choix des connaissances, des technologies et des décisions concernant la gestion du risque. Le corpus comporte trois parties de discussion allant du général au particulier.

a) Question des changements climatiques : quelles perceptions, quelles actions ?

Cette première partie du corpus porte sur la perception sur les changements climatiques et les actions prises (ou à prendre) dans les sites concernés (Santander, Gironde, Cesenatico) pour mitiger les impacts des risques inhérents. Dans cette partie du corpus, un certain nombre de problème d'ordre planétaire à été évoqué (entre autres, changement climatique, pauvreté et l'accès à l'eau, augmentation de la population mondiale, crises économiques, conflits, etc) et des risques (inondation, tsunامي, pollution, tempête, accidents industriels, etc). A travers cette démarche, nous interrogeons les capacités cognitives des Stakeholders sur la détermination, en fonction de leurs propres heuristiques, des liens de causalité et les impacts (réels ou potentiels) de ces risques sur les biens et services socio-écosystémiques. En fin de compte, la question-enjeu sous-jacent est de mesurer le degré d'acceptabilité et de tolérabilité du risque de la part de ces acteurs et les alternatives dont ils sont capables de proposer aux scientifiques et aux décideurs. Ainsi, corrélativement, l'autre rubrique du corpus concerne les jugements des Stakeholders sur les options technologiques pour réduire la vulnérabilité et/ou renforcer la résilience. Il s'agit d'interroger à ces acteurs sociaux sur l'évaluation de la qualité des options proposées dans le DSS par les heuristiques

expertes. Ceci entre en droite ligne des enjeux de désirabilité et de pertinence des options sur le plan social (équité et justice sociale et environnementale), économique (coûts/bénéfices), environnemental (soutenabilité écosystémique/vivabilité), éthique (respect des valeurs) dans les sites du projet Theseus.

b) Question du financement de la gestion du risque côtier ?

Cette deuxième partie du corpus concerne la question de la participation financière des Stakeholders sur la base de leurs desiderata. Cette partie de l'enquête concerne les raisons qui poussent (pousseraient) ces derniers à vouloir contribuer (ou non) dans les stratégies et mesures locales (structurelles et non structurelles) de mitigation des impacts. Cette question évoque de nouveau les enjeux d'innovation, de rapport coûts-bénéfices (pertinence) et de performance durable des options technologiques devant inciter le public à accepter de payer pour améliorer la gestion des risques auxquels il est exposé. L'intérêt de cette démarche de recherche porte sur l'analyse des rapports ou relations de confiance entre les Stakeholders et les gestionnaires (décideurs politiques) des sites, mais aussi sur leurs capacités financières et les valeurs (qualitatives ou quantitatives) qu'ils portent ou attribuent au risque ou un scénario lié à ce risque.

c) Question d'indicateurs socio-économiques sur la vulnérabilité et la résilience

Cette troisième partie du corpus porte sur les aspects ou indicateurs socio-économiques (âge, sexe, catégorie socioprofessionnelle, statut, revenus, niveau d'éducation, etc). Ces indicateurs constituent en quelque sorte des méta-données (ou proxy) qui informent d'avance sur la nature des résultats obtenues des autres thèmes abordés dans ce corpus. En d'autres termes, ils servent de levier soulevant les questions de vulnérabilité, de résilience, de perception, de culture/conscience du risque et enfin de participation. La quatrième partie du corpus se focalise spécifiquement sur la perception du risque inondation. Cette question fait l'objet principal de l'enquête. Les aspects abordés dans cette rubrique s'articulent autour des expériences vécues, de perception sur la situation actuelle et sur les scénarios futurs auxquels le site est exposé ou devra faire face. Les questions de participation (dans le financement du risque), de fiabilité (des options) et de confiance ont été, par itération, évoquées à propos de ces risques climatiques côtiers.

1.2.2. Le corpus des entrevues avec les chercheurs du projet

Le corpus constitué des entrevues avec les chercheurs du projet Theseus est axé sur des heuristiques fondées sur une perception empirique du risque par le chercheur. L'importance de ce corpus pour la recherche est de comprendre aussi les perceptions cognitives et les représentations scientifiques des chercheurs à travers la manipulation des concepts clés qui sous-tendent le projet. En effet, il s'agit ici d'appréhender le fondement et le processus de production des connaissances sur le risque eu égard à l'expérience individuelle du chercheur interviewé. Dans ce corpus, *l'approche méta-cognitive individuelle* constitue l'un des aspects de la problématique de l'analyse des risques complexes, notamment ceux liés au climat changeant. L'approche méta-cognitive, faisant l'objet de cette entrevue, inscrit le chercheur dans une perspective de réflexion sur ses connaissances, ses principes paradigmatiques, ses outils, méthodes de production des données sur le risque. Par la méta-cognition, il se place dans une position de remise en question des procédés théoriques ou empiriques utilisés pour comprendre et agir sur les phénomènes (les risques côtiers), et les liens de causalité. Par ailleurs, l'objectif recherché est de soumettre les données collectées à partir de ces heuristiques scientifiques individuelles à une analyse par théorisation ancrée croisée avec le corpus constitué par les heuristiques profanes. Il s'agit, par une approche comparative des connaissances, des perceptions et des représentations, de situer les points télescope ou les zones de divergences entre les heuristiques. Les entrevues sont effectuées à l'aide d'un questionnaire thématique comportant trois blocs de discussion :

a) Question sur la conception théorique des notions de vulnérabilité et de résilience :

Ce bloc s'articule sur les questions d'épistémologie, de perceptions scientifiques et de l'usage de ces concepts (méthodes de conceptualisation et d'opérationnalisation à travers les études de cas). En outre, la question portant sur les méthodes d'identification, de sélection et d'agrégation des indicateurs afférents à ces concepts a été abordée dans cette thématique d'entrevue. L'intérêt de cette partie de discussion s'inscrit dans la conception du pédigrée des notions de vulnérabilité et de résilience. En d'autres termes, cela a contribué à la construction d'une généalogie de ces concepts à travers les paradigmes disciplinaires.

b) Question sur les représentations paradigmatiques dans l'analyse des risques

Une recherche a été faite sur les aspects connexes aux concepts de vulnérabilité et de résilience, à propos de la caractérisation des systèmes et des risques climatiques. Les points de discussion s'articulent autour des critères de définition et de la relation entre vulnérabilité et systèmes déterministes et entre résilience et systèmes non déterministes. La pertinence de l'approche pour la recherche est de savoir pourquoi et comment les scientifiques se représentent le risque, le système de différentes manières dans un contexte de complexité absolue. Les données obtenues nous édifient sur l'importance de ces aspects dans l'élaboration et la mise en œuvre des options de mitigation.

c) Question de mise en évidence des paradigmes dans le modèle conceptuel

Dans ce bloc de discussion, l'entrevue a porté sur le modèle conceptuel SPRC (Source, Pathway, Receptor, Consequence). Cette partie de l'entrevue est en étroite relation avec les autres parties dans la mesure où ce modèle constitue la base référentielle d'analyse du risque dans le projet Theseus conceptualisant les notions de vulnérabilité et de résilience. Dans ce corpus, l'idée principale est de comprendre la démarche cognitive à laquelle se fondent les heuristiques scientifiques pour représenter le système côtier à travers les quatre composantes du modèle conceptuel SPRC.

1.2.3. Le corpus sur la production scientifique sous-jacente au *Theseus*DSS

Ce type de corpus concerne la production des connaissances scientifiques et de techniques développées dans l'outil d'aide à la décision (DSS) du projet. Celui-ci est essentiellement constitué par les heuristiques collectives multidisciplinaires de l'ensemble des chercheurs, experts et ingénieurs impliqués. Les mêmes questions abordées dans le corpus des entrevues individuelles avec les chercheurs sont traitées ici. La seule différence est que la validation des données produites (*output datas*) s'effectue dans un cadre délibératif et d'itération. Dans ce corpus, l'*approche méta-cognitive collective* constitue l'autre aspect de l'analyse des risques côtiers complexes et suit les mêmes recommandations que celle de la méta-cognition individuelle. Seulement, l'approche méta-cognitive proposée dans le DSS est une réflexion critique sur les heuristiques collectives (connaissances, outils, modèles, etc) validées dans le DSS. Ceci nécessite le contrôle, l'évaluation

(interne) et l'assurance de la qualité de la connaissance (van der Sluijs, et al, 2008, van der Sluijs, 2005 ; Douguet et al. 2006) autant dans sa conceptualisation que dans son application.

2. Modèles conceptuels et outils d'analyse des corpus empiriques

2.1. Le modèle intégrateur de Renn (2008) sur les déterminants de perception du risque

Nous utilisons le cadre intégrateur de Renn comme support conceptuel d'analyse. Dans ce cadre, l'auteur effectue une analyse exhaustive des déterminants des perceptions du risque en se référant sur des approches existantes. Dans ce modèle, l'auteur Renn propose une classification croisée entre échelles (allant du contexte socio-culturel jusqu'à l'heuristique en passant par les contextes institutionnels et les facteurs cognitifs affectifs) et nature de la manifestation (individuelle ou collective). La démarche méthodologique orientée vers l'étude de ces échelles de perception du risque nous a permis d'identifier les soubassements cognitifs, paradigmatiques et contextuels qui conduisent le scientifique ou le non scientifique à interpréter, évaluer le risque selon son degré d'importance qu'il lui accorde ou non.

Les soubassements d'ordre socioculturel qui influencent sur la perception du risque se fondent sur des questions de position sociale, d'identités et de valeurs (culturelles) de l'acteur ou du système ou groupe auquel il appartient. (Douglas et Wildavsky, 1982). L'autre type de déterminant est le contexte institutionnel et politique. A travers cette échelle de perception du risque, l'auteur Renn (2008) étudie le rôle des institutions dans le contrôle et la légitimation des risques. (Beck, 1986, Luhmann, 1995). Il analyse comment les formes, méthodes et stratégies de gouvernances institutionnelles et politiques du risque ainsi que le degré des relations de confiance entre les acteurs peuvent influencer sur la perception en termes d'acceptabilité des options proposées. En ce qui concerne les facteurs cognitifs et affectifs, la démarche est d'étudier la dimension psychométrique du risque (Slovic, 1995, Fischhoff, 2005) et comment cela influe non seulement sur la perception mais aussi sur les préférences et les décisions liées aux comportements des acteurs vis-à-vis de la tolérabilité ou de l'acceptabilité du risque. Ces questions ont été d'un apport substantiel dans la démarche méthodologique d'analyse des corpus empiriques. Enfin, quant à l'échelle afférente à l'heuristique, Renn (2008) s'intéresse au contenu et au sens du message porté sur le risque (Shannon et Weaver, 1949, Fiske, 1990) et comment cela peut influencer sur la perception (réactions-actions et les feedbacks en termes d'acceptabilité et de participation). Dans notre démarche, il s'agit ici d'étudier les soubassements cognitifs dans le processus de communication du risque.

Si ce cadre nous permet d'organiser les déterminants de la perception, il ne propose pas, par contre, les modalités d'accès à ces déterminants. En revanche, ce à quoi nous nous référons pour mieux appréhender de façon empirique ces déterminants c'est les discours des acteurs, concernant ici la nature du risque côtier, le sens et enjeux de résilience et les modèles d'intervention sur le système côtier. Toutefois, au fil du traitement et de l'analyse des corpus empiriques, le fait marquant est que les discours constituent le produit des arbitrages entre différentes revendications des acteurs. Ainsi, l'étude des revendications d'acteurs à propos de la gestion du risque a été un point important dans notre démarche méthodologique. En effet, il s'agit ici de faire le lien entre les déterminants de perception du risque et les enjeux véhiculés par les acteurs ou groupes/réseaux d'acteurs à travers trois catégories de revendications étudiées par Renn (voir ci-après, 2.2).

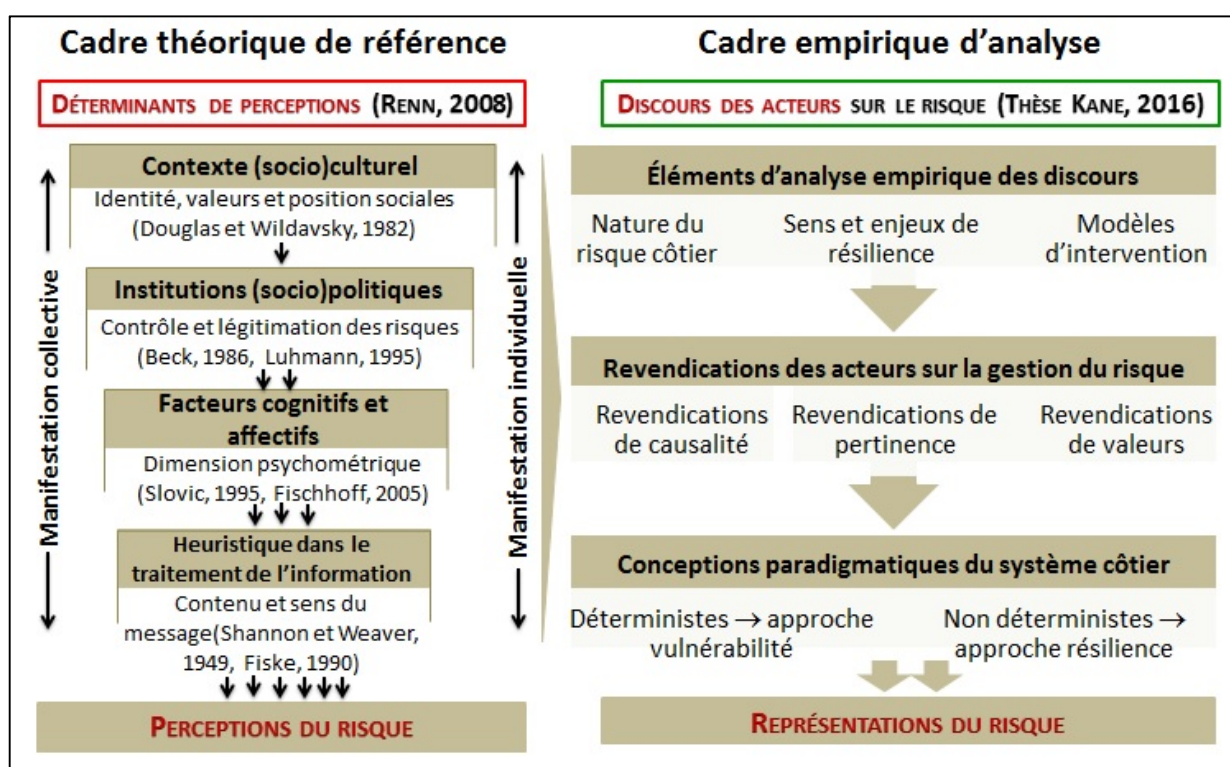


Figure 14 : Cadre d'analyse de recherche: de la démarche théorique à la démarche empirique

2.2. Le modèle de Renn (2008) sur les typologies de revendications

Le modèle de Renn sur les typologies de revendications fait office d'outils méthodologiques pour coder, analyser et interpréter les données empiriques issues des entrevues effectuées avec les acteurs cibles. Une démarche conjointe et itérative avec le modèle SPRC (Source-Pathway-Receptor-Consequence) du projet Theseus a été fait dans une optique d'articulation des deux modèles. Le but principal de cette démarche est d'analyser les trois types de revendications (pertinence, causalité, norme) en fonction des quatre composantes du modèle conceptuel SPRC et vice versa. En effet, dans les articles, nous allons nous adresser aux revendications de pertinence, de causalité et normatives concernant la nature probabiliste et la source du risque, la mise en place des systèmes de défenses, des enjeux exposés et sensibles, et sur les conséquences directes ou indirectes. Ceci a permis de comprendre les préférences des acteurs, c'est-à-dire les principe(s) de négociation dans le processus de gouvernance du risque.

En ce qui concerne, les revendications de pertinence (*relevance claims*), l'analyse s'articule autour des questions suivantes : *Quel phénomène nous préoccupe-t-il le plus ou semble prioritaire ou important ? Qui gagne, qui perd dans les négociations coûts-bénéfices du risque et des options technologiques ?* L'ensemble de ces questions est relié au modèle conceptuel SPRC en guise d'analyse des parcours cognitifs des acteurs à propos des enjeux matériels : ce qui mérite de l'attention et/ou ce qui vaut la peine d'investir des ressources *ad hoc* parmi ces quatre composantes du modèle, et constitutifs du système côtier. Quant aux revendications de causalité (*evidence claims*), l'analyse s'intéresse aux liens de cause(s) à effets du risque établis par les différentes heuristiques. Par ce type de revendications, la perception et la représentation du risque sont articulées sur le « *comment fonctionne le risque ?* ». Cette question est reliée au modèle conceptuel SPRC en guise d'analyse des parcours cognitifs des acteurs à propos des mécanismes causaux (intrinsèques ou extrinsèques) ayant conduit (ou susceptibles de conduire) à la rencontre entre l'aléa et la société. Cette méthode a permis de saisir (i) les divergences entre heuristiques et les controverses sur le principe de la causalité par les différentes représentations du risque (article 1) et (ii) les fondements des conceptions (déterministes, non déterministes) des systèmes, en l'occurrence les systèmes côtiers (article 3). Pour ce qui est des revendications normatives (*normative claims*), l'analyse porte sur les questions de valeurs individuelles ou collectives des acteurs interviewés. La méthode consiste à collecter les données empiriques axées sur les normes (scientifiques ou sociales) auxquelles la gestion du risque est ou doit être en parfaite adéquation, congruence. Cette question est reliée au modèle conceptuel SPRC en guise d'analyse des parcours cognitifs des acteurs à propos de l'acceptabilité et de la tolérabilité du risque, de la définition des options/stratégies de réduction de la vulnérabilité ou de renforcement de la résilience.

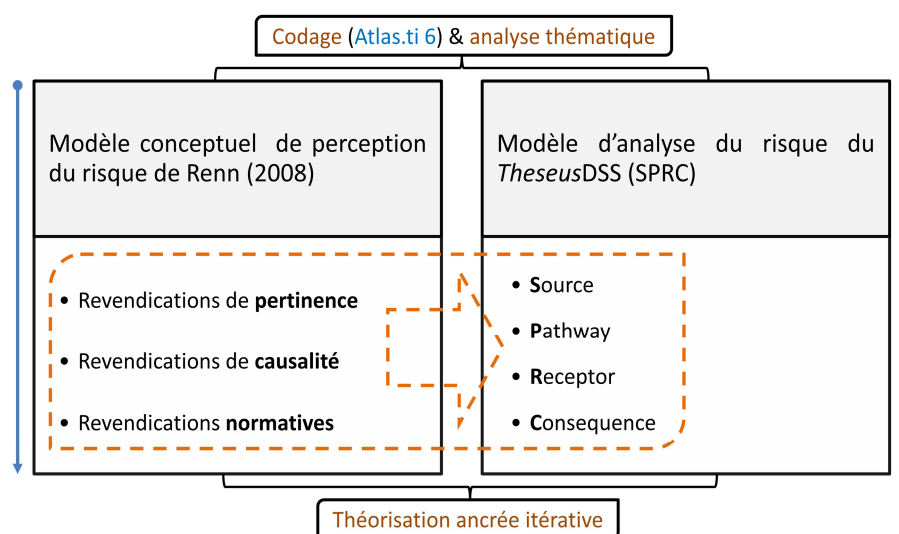


Figure 15 : Articulation entre le modèle de perception du risque et le modèle conceptuel SPRC²²

2.3. Aller de la théorisation ancrée à la théorisation ancrée itérative des corpus

Avant d'aborder la méthode et les résultats de l'analyse par théorisation ancrée croisée, il serait a prime abord très intéressant de définir ce qu'est la théorisation ancrée et son importance dans notre cas d'étude. L'analyse par théorisation ancrée (*grounded theory analysis*) est une approche qualitative de recherche (McCreaddie and Payne, 2010, Joo, 2011) largement utilisée en sciences sociales. Elle a été initiée et décrite par les auteurs Glaser et Strauss dans le courant des années 60 (Heath, and Cowley, 2004). Elle connaît de plus en plus une évolution/diversité méthodologique en raison de la multiplicité des préoccupations scientifiques axées sur la société. Cette méthode part du principe d'interaction symbolique et de pragmatisme dans la recherche (McCreaddie, and Payne, ibid. 2010 ; Heath, Cowley, ibid. 2004). De manière procédurale, la méthode de théorisation ancrée rompt avec les méthodes classiques de recherche en sciences sociales. En effet, dans la procédure classique de recherche, les hypothèses sont d'abord élaborées, puis vérifiées par des investigations/expérimentations, et enfin, de façon itérative, infirmées ou confirmées. Tandis que dans la méthode de théorisation ancrée, le chercheur (ou le scientifique) se fonde sur les données empiriques (obtenues des enquêtes ou des entrevues) pour élaborer des hypothèses qui feront office

²² Cette démarche scientifique portant sur l'utilisation des modèles conceptuels va faciliter l'analyse qualitative et l'interprétation des corpus empiriques à travers la méthode dite théorisation ancrée suivie d'une théorisation ancrée itérative. La différence entre les deux méthodes n'est qu'une question de processus naviguant entre l'empirique et le théorique dans une optique d'explicitation nos hypothèses et postulats sur les thèmes analysés à travers les articles.

de base d'analyse et de développement reposant sur un ou des corpus existant(s). Joo (ibid. 2011), souligne que le processus de recherche de la théorie ancrée soulève des questions de recherche, la collecte de données à partir d'entretiens ou d'observations sur le terrain, la transcription et le codage. Après les séries d'entretien semi-structurées avec l'expertise du projet et les enquêtes avec les Stakeholders des sites cibles, nous adoptons avec un grand intérêt cette approche dans la problématique des risques côtiers climatiques. En effet, l'un des nœuds de cette problématique concerne les divergences sociales sur la perception du risque et les controverses sur les notions de vulnérabilité et de résilience. De là, émergent les affrontements entre différentes représentations du risque du fait de la dissonance des heuristiques structurant les parcours cognitifs des acteurs. Ces parcours cognitifs se contredisent à propos de la causalité des risques et de la distribution (au sein de la société) des coûts et des bénéfices portant sur les mesures politiques de réparation des conséquences. Selon Heacock and Hollander (2011), la théorisation ancrée est adaptée aux problèmes sociaux nébuleux qui exigent une recherche flexible où la théorie existante s'avère insuffisante pour entamer l'élaboration d'hypothèses. Par ailleurs, s'appuyant, en substance, sur cette méthode, nous proposons une démarche spécifique dite de *théorisation ancrée croisée*. Elle est une approche procédurale pratique qui suit une logique d'analyse croisée, comparative et interactive des heuristiques sur les concepts de base de la recherche (vulnérabilité et résilience).

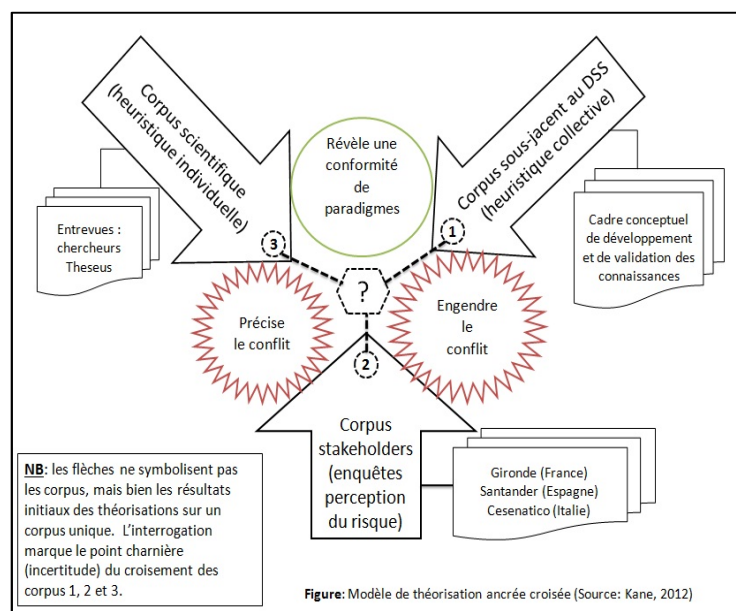


Figure 16 : Représentation schématique du modèle d'analyse par théorisation ancrée itérative

2.4. Apport de l'analyse documentaire

Du point de vue méthode, l'atteinte de notre objectif d'étude s'est appuyée sur une analyse documentaire (citer une source d'analyse documentaire et la lire). L'analyse documentaire a permis de structurer la base de données terminologique en fonction de trois enjeux complémentaires : scalaire, paradigmatique et sémantique. L'enjeu scalaire cherche à analyser les discours sur la résilience selon les différentes échelles de production des savoirs sur le concept. Cette démarche consiste à identifier et de mesurer l'utilisation de certains termes ayant un sens équivoque tant dans les discours scientifiques que politiques et entre les deux. L'enjeu paradigmatique quant à lui s'intéresse à comment les terminologies respectives orientent les choix et les décisions des acteurs dans la gestion des risques. L'enjeu sémantique s'intéresse au contenu des discours et porte, comme son nom l'indique, sur la structure sémantique des discours. (Voir Kintsch et van dijk, 1978). Notre analyse documentaire s'est réalisée en trois étapes principales. D'abord la démarche de recherche et de collecte de données généalogiques. Elle s'est appuyée essentiellement sur une analyse de la littérature sur : les origines du concept et les filiations liés aux auteurs, paradigmes, objets ou domaines d'étude. La revue de littérature s'est basée sur une sélection de documents spécifiques sur la résilience. L'analyse documentaire a permis la construction de la base de données terminologique. L'intérêt de cette approche était d'appréhender le concept à travers les théories ayant marqué sa trajectoire historique. En effet, la tâche est de décrire les méandres du concept à partir de ses racines pour comprendre son utilité axée sur les risques émergents liés aux changements climatiques, sur leurs enjeux politiques et sociétaux. Enfin cette démarche consiste à indiquer les années de référence pour identifier les auteurs en fonction de leurs domaines. A la lumière de cette analyse documentaire, le constat montre que les recherches sur la généalogie de la résilience restent peu nombreuses et très parcellaires et sa dimension terminologique quasi inexploitée.

III. Conclusion

Cette thèse débute par une mise en contexte de l'évolution, au niveau international, de la situation des zones côtières et des risques climatiques (inondation et érosion). La problématique relative aux enjeux des Changements climatiques, aux objectifs de villes durables et à l'éco-innovation sociale a servi de cadre de réflexion pour la recherche scientifique effectuée. Ces aspects sont explicités dans les différentes questions traitées. Dans cette thèse, la question de la communication du risque ciblée dans le premier article (incluant les notions de perception et de représentations) était la préoccupation première. Dans les deux premières années de recherche, cette thèse se concentre beaucoup plus sur l'analyse et l'évaluation du processus de production et de diffusion des connaissances produites dans l'outil d'aide à la décision du projet Theseus. Cette approche est inspirée des travaux du professeur Jeroen van der Sluijs sur « *uncertainty communication in science and policy interface* », concernant les problématiques de risques et d'interface science-décision. Pour cette thèse, la pertinence de ce choix d'étude du premier article est double. D'une part, il pose la question du technocentrisme scientifique dans la transmettre l'information au public profane sur des problématiques complexes (ici les risques côtiers climatiques) et renfermant des concepts socialement robustes (risque, vulnérabilité, résilience, adaptation, etc). D'autre part, cet article évoque principalement la question des rapports entre acteurs, des perceptions et des représentations dans un contexte d'incertitudes absolues.

Présenté dans le premier article, la problématique de la communication du risque inhérente aux conflits de représentations débouche sur une forte attention accordée au concept de résilience, thème centrale du deuxième article. D'après nos résultats, celui constitue, à l'issue de la délibération dans le *TheseusDSS*, la base ou le motif du consensus entre heuristiques. Cette thématiques sur la résilience est, en un moment donné de son idéation, est devenue une source d'inspiration pour les scientifiques du projet, pour produire la connaissance en fonction des idéologies et des paradigmes disciplinaires. Ainsi, au cours de la rédaction du premier article et même au moment des entrevues semi-directives, ce concept de résilience s'impose comme thème d'étude incontournable. Car, avant toute tentative d'application d'un concept fourre-tout, il est primordial de le situer correctement et d'en savoir les principes gnoseologiques qui dictent son utilisation et son intérêt scientifique, voir politiques. Tout compte fait, ceci aboutit à l'*article 2* s'adressant à la dimension généalogique et à la contextualisation de la résilience dans les problématiques actuelles de réduction des risques côtiers liés aux changements climatiques. (Nous tenons à mentionner, sur ce passage, que cette démarche n'était pas facile et demande une certaines réflexivité méthodologique. Car, il

s'agit, compte tenu du peu de données *-a fortiori* éparses- obtenues sur la généalogie, de replacer/transposer le concept dans un outil d'aide à la décision *a posteriori* largement dominé par le paradigme de la vulnérabilité, objet du conflit de paradigme évoqué dans le deuxième article. Et force est de constater aussi que ces investigations sur le concept nous avaient donné un sentiment d'assouvissement d'un objectif : saisir la pertinence et la portée scientifiques et politiques du concept de résilience pour un but de mise en intelligibilité dans les paradigmes.) Dans cette thèse, l'étude de la généalogie de la résilience était un passage obligé avant d'entamer, dans le troisième article, l'autre épineuse question relative aux choix d'ordre conceptuel (conceptions déterministes ou non déterministes) et/ou d'ordre méthodologiques (réduire la vulnérabilité ou renforcer la résilience).

La problématique de la communication du risque dans l'outil d'aide à la décision conçu dans et par le projet Theseus est centré sur une analyse empirique des risques côtiers liés aux changements climatiques. Les différents éléments de réflexion brossés dans cet article s'articule autour de la communication du risque dans le *TheseusDSS*. En s'intéressant sur l'historique et usages de cet outil de délibération, le *TheseusDSS* a constitué une interface ou un moyen de communication. La conception du *TheseusDSS* s'inscrit dans la nécessité d'instaurer une communication dialogique du risque entre scientifiques et les parties prenantes situées dans les sites d'application du projet. La Problématique de la prise de décision dans le *TheseusDSS* est posée dans un contexte d'incertitudes absolues et multidimensionnelles. En effet, le Modèle conceptuel S-P-R-C en tant que base de communication et d'analyse du risque dans le *TheseusDSS* requiert plus de flexibilité et de réflexivité.

Au-delà des observations sur les obstacles qui achoppent ce processus de communication, la résilience et son opérationnalisation efficiente sur le terrain (question adressée dans le deuxième article) constitue une autre préoccupation des acteurs. Les enjeux que ce concept représente aux yeux des acteurs quant à la gestion/gouvernance des risques côtiers attribués aux évolutions climatiques restent polarisés. Ainsi, ce qui nous amène à s'intéresser au paradigme de la résilience et s'interroger sur les différentes polysémies du concept et la légitimité des discours des acteurs (scientifiques, politiques, économiques et le public large). Ce qui ressort de cette recherche est que ces questions ont beaucoup marqué l'appréhension conceptuelle de la résilience dans les sphères scientifiques et politiques, deux acteurs dominants de la gestion du risque. Et, en conséquence, ceci a constitué dans une certaine mesure une pierre d'achoppement à l'application du concept. Toutefois, en s'intéressant sur cette démarche, il n'est point question ici de promouvoir

une convergence des points de vue entre les acteurs, encore moins de prétendre concevoir une terminologie exhaustive de la résilience. Mais, notre approche est de permettre la compréhension des légitimités des polysémies du concept et à tout le moins, de ne pas s'enliser dans des divergences permanentes. A l'issue de ces investigations, nos principaux résultats montrent d'une part qu'au niveau scientifique, les terminologies de la résilience obéissent à une logique de paradigmes suivant les contextes de production des savoirs. Et d'autre part, au niveau politique, les implications terminologiques suscitent une cacophonie associée à la polysémie et un risque d'instrumentalisation du concept et de conflits d'intérêts.

L'exploration et l'analyse approfondie des conceptions déterministes et des conceptions non déterministes sont respectivement centrées sur les approches de réduction de la vulnérabilité et de renforcement de la résilience. A travers cet article, cette thèse questionne les sciences du risque (ou les cindyniques) sur les techniques de modélisation des systèmes et des risques côtiers liés aux changements climatiques utilisés par les experts. Ces aspects sont transversaux au contenu de l'ensemble des articles de la thèse et pose la question de savoir si, face à ces deux difficultés susmentionnées, les sciences du risque côtier sont à la croisée des chemins. Et si les scientifiques concernés par ce domaine doivent constamment concevoir des modèles d'analyse du risque avec des résultats/solutions à court terme. Et, en conséquence, si les politiques doivent, de facto, s'inscrire dans *une entreprise à long terme avec des moyens d'action à court terme* (Serres, 1992) pour rendre opérationnel les options de mitigation du risque. Ce qui évoque la notion de performativité des modèles dans la construction sociale du risque face à la nature complexes des systèmes côtiers et des changements climatiques. L'étude et analyse des liens entre vulnérabilité et les conceptions déterministes s'inscrit dans une perspective de déconstruction du modèle conceptuel linéaire SPRC en s'interrogeant sur les représentations sociales du risque plus complexes. L'étude et analyse des liens entre résilience et les conceptions non déterministes est, autrement, une tentative de réflexion sur la notion de complexité et mise en perspective vers une redéfinition de la GIZC. Les éléments de mise en évidence des conceptions non déterministes portent sur la caractérisation des systèmes côtiers par la notion de sensibilité aux conditions initiales et de conditions aux limites. Pour rendre intelligible ces notions afférentes aux systèmes complexes, en l'occurrence les systèmes côtiers, il a été brossé une démarche explicative à travers les modèles référentiels de la complexité.

Toutes les problématiques posées et traitées dans cette thèse à travers les trois principaux articles ont pour dénominateur commun la GIZC. Les socio-écosystèmes côtiers constituent une véritable

niche d'étude des interactions/rapport entre homme-environnement, entre nature-société. Et le *risque*, sous toutes ses formes/nature et dimensions, constitue, en général, le résultat de ces interactions. Par ailleurs, la complexité de ces interactions/rapports et des enjeux (sociaux, économiques, écologiques, financiers, et politiques) du risque demande une autre approche que l'interdisciplinarité. Car celle-ci s'arrête aux frontières de la science avec souvent des positions dogmatiques genre *l'étude du risque est une affaire de science et rien que la science*. La question d'aller au-delà des frontières scientifiques pour construire le risque à partir des valeurs, des expériences locales et des initiatives collectives socialement construites, consenties. Ceci invoque, en effet, le défi de la transdisciplinarité dans une optique de résilience car de cette complexité, l'incertitude reste omniprésente. L'enjeu auquel ce défi renvoie est l'intégration des savoirs non scientifiques et des pratiques locaux, indigènes même si ceux-ci sont sujets à caution. Selon Bohensky and Maru (2011) l'intégration de ces formes de connaissances contribue à la construction de la résilience socio-écologique dans le sens où elles permettent à la science de (i) saisir la complexité des systèmes via les expériences, croyances et pratiques sociales et culturelles, (ii) combler ses limites dans les démarches d'analyse en diversifiant les sources d'information, (iii) capter la diversité des perceptions et des représentations sociétales. Néanmoins, il ne s'agit pas, pour la science, de reconnaître la légitimité de ces formes de connaissances, mais son rôle est de capitaliser (dans le cas échéant d'améliorer par des technologies modernes) celles qui contribuent à la résilience et de dissuader, par la sensibilisation, celles qui sont susceptibles de la compromettre.

L'insistance sur et l'importance accordée à la complexité (des systèmes et des risques climatiques) et à ses connotations conceptuelles (interactions, incertitudes), nous amène *in fine* à poser cette question : *est-ce que la gouvernance intégrée du risque (côtier) ne devrait-elle pas se reposer sur l'épistémologie de la pensée non linéaire*. Considérant les résultats des trois articles présentés, la réponse semble, à l'évidence, affirmative. Ce changement de paradigme vient remettre en cause le modèle actuel dominant fondé sur la pensée analytique dans les politiques d'intervention territoriale. Ce changement de paradigme vers l'épistémologie de la pensée non linéaire se fonde sur l'articulation trilogique globalité-complexité-résilience. L'objectif substantif de cette articulation est de renforcer la résilience territoriale par une approche d'intervention globale en raison de la nature systémique des risques côtiers, et tenant compte du rôle des interactions socio-écosystémiques. En termes d'objectif procéduraux, cette articulation s'appuie sur des principes qui doivent guider toute intervention. Il s'agit de la flexibilité des méthodes et modèles d'analyse et d'intervention, la réflexivité sur les paradigmes et concepts mobilisés pour analyser et intervenir, et la systémie dans la conception et l'application des options envisagées. Étant donné que le

TheseusDSS est une boîte de dialogue et de médiation des connaissances entre scientifiques et public large, ces principes restent fondamentaux dans l'optique de la transdisciplinarité.

La flexibilité est l'idée que les heuristiques scientifiques doivent se composer et s'intégrer avec les autres formes de connaissances non scientifiques en s'adaptant au contexte social de la représentation du risque. Le DSS axé sur la construction de la résilience répond à cette notion de flexibilité. Il doit permettre une navigation permanente et itérative entre les heuristiques scientifiques et les heuristiques profanes. Le but de cette opération est de piocher puis de subtiliser les connaissances (données théoriques et empiriques) produites de part et d'autre de cette interface par les acteurs concernés. Dans l'interface *TheseusDSS*, nous avons défini un certain nombre d'éléments de cognition allant de l'identification du risque à l'application des options, en passant par la définition du risque et ses frontières, la proposition d'options, la conception de modèles de représentation, et le choix des options (vulnérabilité ou résilience). Par absence de flexibilité entre les heuristiques et de reconnaissance de la complexité des enjeux du risque, l'observation a montré des divergences épistémologiques et méthodologiques, des différentes/dichotomies de perceptions et des conflits de représentation. De ce fait, dans cette optique de flexibilité, l'interface favorise l'ouverture et le compromis sur les concepts clés du projet, par exemple sur certains principes de résilience sujets à confusion et devant faire l'objet de clarification tels que les notions d'omnivory et de redondance.

Du point de vue de la réflexivité, les heuristiques profanes exhortent aux heuristiques scientifiques à l'auto-critique sur leurs démarches et approches de production des connaissances dont souvent, en cas de revers, les effets sont irréversibles à la société. C'est dans cette optique de réflexivité qu'Edgar Morin (1986 et 1999) évoque, dans l'incitation à l'éthique et à la responsabilité des heuristiques scientifiques, l'idée de « *science avec conscience* ». Dans le contexte actuel où tout s'avère chaotique, où les risques sont souvent incontrôlables par la science, où certains résultats scientifiques fourmillent d'erreurs de jugements, une *science réflexive* est, de facto, une exigence dans la production de la connaissance pour la résilience. L'objectif porte sur la considération de la marge d'incertitudes irréductibles, d'imperfections ou d'indéterminations qui peuvent entacher les heuristiques scientifiques même si celles-ci revendiquent la légitimité de la rationalité et de l'objectivité dans l'analyse et la représentation des risques. La démarche de la science réflexive dans l'analyse des systèmes complexes et des risques incertains prépare la prise de décision à éviter les équivoques et les incohérences dans l'application des options de résilience. Et dans le même temps, elle constitue, selon Duran (op.cit. 2010), un *principe de prévention des erreurs* dans le

contexte d'évaluation des politiques publiques. Le manque de réflexivité peut amener les décideurs politiques à aborder le risque par une approche sectorielle se focalisant sur l'analyse de la vulnérabilité de chaque composante du système.

La réflexivité est, ici, d'établir les liens de causalité non linéaires (entre les composantes) et l'observation des effets aux conditions aux limites du système en vue d'une intervention collective et holistique, d'où l'approche de la résilience. Par ailleurs, la mobilisation des connaissances sur le risque et sur les choix appropriés pour rendre résiliente la société interpelle à travers la gouvernance des risques naturels, la notion de la médiation, qu'elle soit à l'échelle territoriale (entre communes), régionale (entre Etats appartenant à une même écorégion) ou transnationale. L'organisation d'ateliers participatifs multi-acteurs, de tables rondes est nécessaire pour mettre les acteurs dans la voie de discussion sur les risques, et de négociation/délibération sur les options de résilience. Ces approches constituent des démarches de résolution des conflits entre acteurs et une stratégie de construction sociale du risque et de la résilience. Cela peut permettre aussi à certains acteurs de se regrouper en association pour augmenter leur légitimité et leur pouvoir d'influence afin de contrecarrer certaines décisions incongrues prises par les autorités concernant les options de mitigation des impacts du risque. La participation des acteurs doit susciter les changements d'attitudes en ce qui concerne la désirabilité et l'appropriation des choix d'investissement en termes de résilience. Les choix technologiques de mitigation du risque proposés par l'expertise scientifique aux décideurs politiques (nationaux ou locaux) ne seront légitimes, crédibles et viables aux yeux du public que s'ils respectent les processus sociaux, voire écologiques. En d'autres termes, les choix technologiques ainsi que les évaluations scientifiques sur le risque doivent être socialement acceptables, écologiquement soutenables et économiquement rentables. Pour cela, les acteurs (Etat, collectivités, secteurs économiques, populations, experts) doivent au préalable créer des opportunités de négociation sur la désirabilité de ces choix. En outre, vu le contexte actuel de la gouvernance du risque inondation, il est important de penser à la restructuration du paysage institutionnel, organisationnel et réglementaire pour qu'il y ait plus de cohérence dans la gestion de l'alerte/information.

En ce qui concerne la systémie, l'enjeu s'articule d'une part autour de la considération du risque en fonction des interactions et rétroactions entre différentes composantes qui s'influencent mutuellement soit pour produire le risque soit pour l'aggraver. D'autre part, l'enjeu de l'approche systémique est aussi la considération des heuristiques profanes en fonction du contexte socioculturel, socio-cognitif de la représentation sociale du risque. L'objectif est l'intégration de la

complexité par la voix d'heuristiques profanes permettant de prendre en compte les valeurs, les intérêts et les préférences sociales dans les stratégies de résilience. Par ailleurs, l'approche systémique traite la résilience en considérant la complexité des paradigmes disciplinaires, les possibles conflits de conceptualisation (savoir) et de méthodologie (savoir-faire). Dans ce cas précis, l'objectif de la systémie est de dépasser les clivages entre paradigmes dans la représentation scientifique du risque. Il s'agit de promouvoir la transdisciplinarité (briser les frontières disciplinaires) et/ou l'interdisciplinarité (favoriser la communication et les échanges entre disciplines), ne serait-ce que pour réduire les controverses au plan scientifique d'abord avant que celles-ci atteignent la sphère sociale profane. Car dans cette sphère, la connaissance devient robuste, où les heuristiques deviennent complexes et laisse une faible marge de manœuvre aux heuristiques scientifiques.

Par ailleurs, le défi de la transdisciplinarité peut s'appuyer sur deux piliers primordiaux pour construire socialement la résilience. En guise de recommandations, il s'agit (i) de prendre en compte l'interdépendance entre les différentes échelles spatiales de gouvernance du risque et (ii) de tisser la toile de la résilience des côtes à partir de la capacitation des communautés locales. Il s'agit d'engagement des communautés côtières à comprendre, à analyser et à transformer, les conditions socio-environnementales dans lesquelles elles évoluent pour l'unique but d'adaptation aux changements climatiques. Et cela, s'accompagne par la réappropriation du pouvoir décisionnel, par la solidarité et l'apprentissage collectif.

Pour ce qui est de l'interdépendance des échelles spatiales de gouvernance du risque, l'application de la résilience impliquent les interactions entre les échelles globale, nationale, régionale, et locale. Au regard des dissymétries entre ces échelles de gouvernance, il importe d'asseoir une cohérence dans l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies de résilience. Car, « *la résilience d'un système, d'un territoire, d'un groupe social ne s'arrête pas à ses propres capacités. Elle inclut un emboîtement d'échelles d'espace de territoires et d'acteurs dont la cohérence forme une réponse efficace aux catastrophes* » (MEEDAT, 2013). De ce fait, l'élaboration et la mise en œuvre des politiques publiques nécessitent des études d'impact environnemental ex ante et ex post dans le but de mesurer les effets négatifs transfrontaliers. En d'autres termes, l'application des options de résilience au niveau d'un territoire donné (pays, régions, collectivité, etc) ne doit pas engendrer ou provoquer en retour la vulnérabilité d'un ou des autre(s) territoires. Si les territoires ont des limites géographiques, les composantes naturelles, le risque et ses conséquences n'en possèdent pas car ils sont discontinus dans l'espace. Par ailleurs, l'autre aspect sous-jacent à la dimension transfrontalière

de la résilience est les différences de procédures et de méthodes dans l'application, les pays concernés, des connaissances produites *ad hoc* dans le DSS du projet Theseus. Sur ce point de vue, Renn (op.cit. 2008: 358) souligne que « *national culture, political traditions and social norms, furthermore, influence the mechanisms and institutions for integrating knowledge and expertise within the policy arenas* ». Ainsi, le manque de coordination et d'harmonisation des politiques/actions entre différentes échelles ou entités géographiques peut créer un déséquilibre. La dimension transfrontalière de la mise en œuvre de la résilience est de prendre en compte l'interconnectivité et l'imbrication des échelles. Ceci s'inscrit dans l'optique de résilience intégrée et coopérative entre territoire.

Quant à l'objectif de tisser la toile de la résilience à partir des capacités locales, ce pilier allie l'autonomie des communautés et l'indifférence positive²³ des autorités. En effet, renforcer les capacités de ces communautés revient à mieux les outiller dans l'optique de pouvoir absorber les crises et de s'adapter par des initiatives locales collectives. Les deux notions *autonomie* et *indifférence positive* dénotent une certaine liberté d'initiatives/actions de résilience découlant des propres expériences et valeurs véhiculés par les communautés, cependant dans l'encadrement et l'accompagnement des autorités politiques. Par ailleurs, dans cette perspective du « *local communities empowerment* », les collectivités territoriales sont l'échelle qui semble pertinente et adéquate pour tisser la toile de la résilience. Cependant, l'application des politiques publiques axées sur la résilience locale n'est exempte d'embûches. En vertu du principe du « *penser global et agir local* », ces institutions locales constituent les vitrines pertinentes d'expérimentation de la résilience. En d'autres termes, tisser la toile de la résilience à partir de l'échelle des collectivités est aussi un gage de renforcement des capacités locales et de responsabilisation des acteurs locaux. Ce choix d'échelle d'application n'est pas fortuit. Car, cette approche de gouvernance locale des risques s'inscrit essentiellement en droite ligne des enjeux de décentralisation de l'approche résilience en vertu du transfert des compétences et des moyens à ces instances/pouvoirs publics de décision. En France, dans le livre blanc (2008 et 2013) sur la '*Défense et la sécurité nationale*', une importance notable a été donnée aux collectivités territoriales dans leur rôle d'*assumer une part de responsabilité dans la capacité de résilience du pays*. Plusieurs raisons expliquent cette assertion. En effet, la collectivité territoriale a toujours été le lieu où différentes formes de résilience (et de vulnérabilité) et capacités individuelles ou collectives interagissent, s'influencent,

²³ Dans le domaine de la gouvernance (ici le risque comme objet et enjeu), la notion d'indifférence positive signifie l'autonomisation des communautés/collectivités locales accompagnée de l'appui des autorités étatiques jouant le rôle de régulateur et d'intendance.

s'imbriquent et se manifestent face aux risques. D'autant plus, dans le contexte de démocratie locale, elles constituent des espaces relais entre autorités étatiques et les populations, des lieux de concentration et d'expressions des différentes représentations sociales. Les collectivités territoriales constituent des entités support d'application des politiques de résilience édictées par les hautes autorités. Ceci évoque en substance la question des rapports de forces entre acteurs quant aux choix des options (politiques, sociales) de résilience. L'enjeu qui semble être en jeu est la délimitation des frontières de la gouvernance de la résilience pour éviter toute gestion/application standardisée de la résilience à travers ces instances locales.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la prise en compte de certains paramètres tels que la culture sociale locale du risque, les aspects socio-économiques et environnementaux et les dynamiques (foncières, démographiques, économiques) locales, s'impose à toute action politique orientée dans ce sens. Ainsi, l'application de la résilience au sein des collectivités territoriales réside sur une meilleure définition des rôles entre les acteurs afin de situer les responsabilités en cas de défaillances, d'inerties ou d'actes de prévarication dans l'application de ce concept. De ce fait, il s'avère indispensable que le concept de résilience, sa terminologie (voir supra), ses principes, son applicabilité doivent être discutés et clairement définis à travers les outils ou mesures juridiques qui régissent le bon fonctionnement de ces institutions locales : exemple le code des collectivités locales, les plans locaux climatiques, d'urbanisme, etc. Ainsi, par souci d'appropriation du concept, l'élaboration des politiques de résilience au niveau local nécessite une concertation entre acteurs sur la légitimité et l'applicabilité des textes et des principes qui accompagnent la mise en œuvre du concept. Cette concertation peut s'effectuer dans le sens de l'intercommunalité pour mettre en commun les mesures concoctées de part et d'autre de chaque collectivité et dans le sens de la transcommunalité en considération de la nature diffuse et discontinue des risques.

Dans cette thèse, un certain nombre de réponses a été certes apporté en vertu de la contribution à l'avancement des connaissances scientifiques au sujet des notions de risque, de gouvernance, de perception, de représentation, de villes durables, d'éco-innovation, de vulnérabilité, de résilience, etc. Toutefois, les questionnements d'ordre épistémologique, ontologique et normatif soulevés par les concepts étudiés montrent les limites et le caractère non exhaustif de cette thèse. En effet, la nature complexe de ces concepts nous donne le sentiment d'accomplir une œuvre scientifique qui *in fine* comporte plus de questions que de réponses. Mais, la prise de conscience et l'intégration de ces limites ont facilité nos investigations et ont permis d'explorer avec une quasi aisance (mais avec prudence) les concepts clés de la thèse. À l'état actuel de la recherche, la question cruciale qui

demeure, semble-t-il, sans réponse ou en suspens est le redéploiement pratique et holistique du concept de résilience sur le terrain (à l'échelle locale/communautaire). Ce redéploiement est basé sur le respect de principes éthiques et méthodologiques²⁴ dictant son application. Cette question évoque toute la difficulté d'ordre pratique concernant la contribution de la résilience dans l'atteinte des objectifs substantifs, procéduraux et contextuels de l'adaptation des communautés aux changements climatiques. En d'autres termes, l'on se pose actuellement, au lendemain du désengagement des Etats, comment adopter les principes de résilience à travers les initiatives des communautés (côtières) dites engagées dans les réponses aux défis à l'adaptation aux changements globaux. Cette adoption demande en amont une bonne articulation entre les objectifs de résilience et les finalités de l'adaptation dans le contexte de la décentralisation. Ainsi, cette question cruciale semble être, à tout point de vue, une voie pertinente de recherche pouvant nourrir ou approfondir la réflexion sur la résilience communautaire dans les politiques publiques territoriales.

²⁴ Par là, nous pensons aux principes opérationnels théoriquement conçus et développés par Wardekker et al. (2009), dans son article "*Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes*", et repris à travers une théorisation ancrée itérative par Touili et al. (2014) dans "*Public perception of engineering-based coastal flooding and erosion risk mitigation options: Lessons from three European coastal settings*".

IV. Références bibliographiques

- Abdellaoui, M., et al. 2011. The rich domain of uncertainty: source functions and their experimental implementation. *American Economic Review*, 101(2), 695-723.
- Ashford, C., 2010. *Thatcham Surface Water Management Plan: Thatcham SWMP Work in Progress*.
- Bakewell, I., et al. 2008. *North London Strategic Flood Risk Assessment*. London.
- Bammer, G., et Smithson, M., 2008. *Uncertainty and risk : multidisciplinary perspectives*: Earthscan.
- Beck, U., 1986. *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Suhrkamp Verlag KG, 396 pages.
- Berkes, F., et al., 2003. *Navigating social-ecological systems. Building resilience for complexity and change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Livre Blanc, 2008. *Défense et sécurité nationale*. Odile Jacob/La Documentation française. 341 p.
- Blassingame, L., 1998. Sustainable cities: oxymoron, utopia, or inevitability? *The Social Science Journal*, 35(1), 1-13.
- Bohnenblust, H., et Slovic, P., 1998. Integrating technical analysis and public values in risk-based decision making. *Reliability Engineering & System Safety*, 59, 151-159.
- Borraz, O., 2008. *Les politiques du risque*. Presses des Sciences Po, Collection Sciences des gouvernance, 296 pages.
- Boyden, J., et Cooper, E., 2007. Questioning the power of resilience: are children up to the task of disrupting the transmission of poverty? *Young Lives. An International Study of Childhood Poverty*, CPRC Working Paper, 73, 1-17.

- Boykoff, M., 2008. The social construction of climate change: power, knowledge, norms and discourses. *Environmental Conservation*, 35(1), 88-89.
- Boykoff, M., 2009. Creating a climate for change: communication climate change and facilitating social change. *Glob. Environ. Polit.*, 9 (2), 123-128.
- Branscomb, L. M., 2006. Sustainable cities: safety and security. *Technology in Society*, 28, 225-234.
- Bruen, M., et Nasr, A. E., 2006. Multi-criteria and Decision Support Systems in support of the Water Framework Directive in Ireland. 4.
- Cabinet Office, 2011. *The role of local resilience forum: a reference document*. London. 61p.
- Carlsson, C., et Turban, E., 2002. DSS: directions for the next decade. *Decision Support Systems*, 33, 105-110.
- Chouinard, O., Baztan, J., et Vanderlinden, J.-P., 2011. *Zones côtières et changement climatique. Le défi de la gestion intégrée*: Presses de l'Université du Québec. 244p.
- Chouinard, O., et Perron, J., 2002. Learning about community capacity in the Fundy Model Forest. *The Forestry Chronicle*, 78, 637-642.
- Chouinard, O., Plante, S., et Martin, G., 2006. Engagement des communautés face au changement climatique : une expérience de gestion intégrée à Le Goulet et Pointe-du-Chêne au Nouveau Brunswick. *VertigO-Revue électronique en sciences de l'environnement*, 7(3), 1-10.
- Coaffee, J., 2008. Risk, resilience, and environmentally sustainable cities. *Energy Policy*, 36, 4633-4638.
- Collins, D., et Street Jr, R., 2009. A dialogic model of conversations about risk: coordinating perceptions and achieving quality decisions in cancer care. *Social Science & Medicine*, 68, 1506-1512.

- Condamines, A., 1994. Terminologie et représentation des connaissances. *Didaskalia*, 5, 35-51.
- Costanza, R., 1997. *Frontiers in ecological economics*. Cheltenham, UK: .491p.
- Crozier, M., et Friedberg, E., 1977. *L'acteur et le système. Les contraintes de l'action collective*. Paris: Editions du Seuil.
- Cyrulnik, B., 1999. *Un merveilleux malheur*. Paris: Edition Odile Jacob, Paris, 240p.
- Dahm, R., 2006. *Usefulness of flood forecasting decision support systems: a brief report*: UNESCO-IHE course: Flood modelling for management.
- De Palma, A., 2008. *Rationalité, aversion au risque et enjeu sociétal majeur*. Préparation pour la Table Ronde OCDE/FIT des 11-12 Décembre 2008 sur : La sécurité, la perception du risque et l'analyse coûts-bénéfices.
- DEFRA, 2011. *Guidelines for Environmental Risk Assessment. Green leaves III*. Cranfield University, 80p.
- DEFRA, et Agency, E., 2009. *Modelling and risk Theme. Review, vision and work plan*. Flood and coastal erosion risk management Research and development Program, 36
- Desiree, C. D., 2011. *A Formal theory of resilience*. University of Münster, Münster. Master of Science in Geoinformatics, 105p.
- DETR, et Environment Agency, 2000. *Guidelines for environmental risk assessment and management. Revised departmental guidance*, pp.1-188.
- Douglas, M., 1970. Introduction: What is Grid and Group Cultural Theory? How Useful can it be in the Modern World? In *A history of grid and group cultural theory* (pp. 1-13). University College London.

- Douguet, J.-M., et al., 2006. Assurance qualité de la connaissance dans un processus délibératif élargi. De NUSAP aux outils Kerbabel™ d'aide à la Délibération. Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement (UMR N°063 IRD & UVSQ).
- Duff, C., 2009. The drifting city: The role of affect and repair in the development of "Enabling Environments". *International Journal of Drug Policy*, 20, 202-208.
- Duran, P., 2010. L'évaluation des politiques publiques : une résistible obligation. Introduction générale. *La Documentation française, Revue française des affaires sociales*, 1(1-2), 5-24.
- European Environment Agency, 2010. *The european environment : state and outlook 2010. Marine and coastal environment*. Copenhagen: European Commission.
- European Environment Agency, 2005. *Environment and health*. Copenhagen: European Commission.
- FAO, 2010. *Growth Green Cities*. pp. 1-15
- Farrell, N. K., Luzzati, T., et van den Hove, S., 2013. *Beyond reductionism. A passion for interdisciplinarity*: Routledge Studies in Ecological economics.
- Ferrarese, E., 2007. *Niklas Luhmann, une introduction* (Vol. 1). Paris: La découverte.
- Fischhoff, B., et al., 1984. Defining Risk. *Policy Sciences*, 17, 123-139.
- Fiske, J., 1990. *Introduction to communication studies*: Routledge. 203p.
- FLOODsite, 2009. *Vulnerability, resilience and social constructions of flood risks in exposed communities. A Cross-country comparison of case studies in Germany, Italy and the UK* (No. T11-07-12). UK: UFZ Helmholtz Centre for Environmental Research.
- Foucault, M., 1969. *L'archéologie du savoir*, Editions Gallimard, 288 pages.

- Frind, E. O., et al., 2006. Well vulnerability: a quantitative approach for source water protection. *Ground Water*, 44(5), 732-742.
- Fryer, M., et al., 2006. Human exposure modelling for chemical risk assessment: a review of current approaches and research and policy implications. *Environmental Science & policy*, 9, 261–274.
- Funtowicz, S., et Ravetz, J., 1993. Science for the Post Normal age. *Futures*, 739-755.
- Funtowicz, S., et Ravetz, J., 2003. Post-normal science. *International Society for Ecological Economics In: Internet Encyclopaedia of Ecological Economics*, 10.
- Geweke, J. E., 1992. *Decision making under risk and uncertainty. New models and empirical findings* (Vol. 22): Kluwer academic Publishers, 22, 262p.
- GIEC, 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques*. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation, Genève, Suisse: GIEC, 103p.
- Giupponi, C., et al., 2007. Environmental decision support systems: current issues, methods and tools. *Environmental Modelling & Software*, 22, 123-127.
- Gómez-Baggethun, E., et al., 2009. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 1-10.
- Grin, J., et al., 2010. *Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change*: Routledge, United Kingdom. 397p.
- Gunderson, L., et Holling, C., (éd.) 2002. *Panarchy. Understanding transformation in human and natural systems*. Washington D.C: Island Press.
- Hall, J., et al., 2003. Quantified scenarios analysis of drivers and impacts of changing flood risk in England and Wales: 2030–2100. *Environmental Hazards*, 5, 51-65.

- Heacock, E., et Hollander, J., 2011. A grounded theory approach to development suitability analysis. *Landscape and Urban Planning*, 100, 109-116.
- Heath, H., et Cowley, S., 2004. Developing a grounded theory approach: a comparison of Glaser and Strauss. *International Journal of Nursing Studies* 41, 141-150.
- Hergon, E., et al., 2004. Les facteurs de perception et d'acceptabilité du risque : un apport pour la connaissance des représentations du risque transfusionnel. *Transfusion Clinique et Biologique*, 11 130-137.
- Janssen, P., et al., 2005. A guidance for assessing and communicating uncertainties. *Water Science & Technology*, 52(6), 125-131.
- Joo, J., 2011. Adoption of semantic web from the perspective of technology innovation: a grounded theory approach. *International Journal of Human-Computer Studies*, 69, 139-154.
- Kintsch, W., et van Dijk, T. A., 1978. Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5), 363-394.
- Kirchsteiger, C., 1999. On the use of probabilistic and deterministic methods in risk analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 12, 399-419.
- Kloprogge, P., et al., 2007. *Uncertainty communication : issues and good practice*. Netherlands: Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Knight, F. H., 2006. *Risk, uncertainty and profit*: Dover Publications, Inc. Mineola, New York. 381p.
- Lash, S., et al., (Eds.) 1996. *Risk, Environment and Modernity: towards a new Ecology. Part I: Environment, knowledge and indeterminacy: beyond modernist ecology*: London SAGE publication. 27-43
- Latour, B., 1991. *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris: Edition La Découverte. 211p.

- Maturana, H., 1999. The organization of the living: a theory of the living organization. *International Journal Human-Computer Studies*, 51, 149-168.
- Maxim, L., et van der Sluijs, J., 2011. Quality in environmental science for policy: Assessing uncertainty as a component of policy analysis. *Environmental Science & Policy*, 14, 482-492.
- McCreaddie, M., et Payne, S., 2010. Evolving Grounded Theory Methodology: Towards a discursive approach. *International Journal of Nursing Studies*, 47, 781-793.
- Merz, B., et al., 2010. Fluvial flood risk management in a changing world. *Natural Hazards and Earth System Science*, 10, 509-527.
- Mitchell, R., et al., 2000. Ecosystem stability and resilience: a review of their relevance for the conservation management of lowland heaths. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3 (2), 142-160.
- Moony, C., 2010. Do Scientists Understand the Public? American Academy of Arts and Sciences, pp 1-17.
- Morin, E., 2005. *Introduction à la complexité*: Editions du Seuil. 155p
- Morin, E., et Le Moigne, J.-L., 1999. *Intelligence de la complexité*: Edition Harmattan. 332p
- Mysiak, J., Giupponi, C., et Cogan, V., 2002. *Towards the development of a decision support system for water resource management*. Dublin, Ireland, July 3-5, 2002.
- National Research Council, 1989. *Improving risk communication*: US National Research Council.
- Pavel, S., et Nolet, D., 2001. *Précis de terminologie*. <http://www.bureaudelatradduction.gc.ca>.
- Perret, H., et al., 2005. Approches du risque: une introduction. Réseau Interdisciplinaire Biosécurité, Institut Universitaire d'Etudes du Développement, pp.1-49

- Petrow, T., et Merz, B., 2009. Changes in the flood hazard in Germany through changing frequency and persistence of circulation patterns. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9, 1409-1423.
- Plate, E. J., 2002. Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology*, 267, 2-11.
- Policy Research Initiative, 2010. *Talking About Social Innovation*. Paper presented at the International Roundtable on Social Innovation (March 18, 2010), PRI project. <http://www.horizons.gc.ca/doclib/2010-0047-eng.pdf>.
- Power, J., 2000. Decision support systems glossary. Keys Decision support systems terms. Retrieved Last updated 23 january, 2000.
- Power, J., 2003. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, World WideWeb, <http://DSSResources.COM/history/dsshhistory.html>,.
- Refsgaard, J. C., et al., 2001. *Harmoni-CA guidance uncertainty analysis*. A research project supported by the European Commission, FP5 “Sustainable Management and Quality of Water”, 46p.
- Renn, O., 2001. Need for integration: risk policies require input from experts, stakeholders and the public at large, *Reliability Engineering & System Safety*, 72, 131-135.
- Renn, O., 2004. Perception of risk. *Toxicology Letters*, 149, 405-413.
- Renn, O., 2006. Participatory processes for designing environmental policies. *Land Use Policy*, 23, 34-43.
- Renn, O., 2008. *Risk governance. Coping with uncertainty in a changing world*: Earthscan « Risk in Society Series », UK, 455p
- Renn, O., et al., 1995. Public Participation in Impact Assessment: A social learning perspective. *Environment Impact Assessment Review*, 15, 443-463.

- Rotmans, J., et al., 2000. An integrated planning tool for sustainable cities. *Environmental Impact Assessment Review*, 20, 265-276.
- Serres, M., 1992. *Le contrat naturel*. Paris: Edition Flammarion. 191p
- Sgobbi, A., et Giupponi, C., 2004. Models and DSS for participatory decision making in integrated water resource management. 259-271.
- Shim, J. P., et al., 2002. Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support Systems*, 33(2), 111-126.
- Slovic, P., 1987. Perception of risk. *Sciences*, 236, 280-285.
- Slovic, P., 1999. Trust, emotion, sex, politics, and science: Surveying the risk-assessment battlefield. *Risk Analysis*, 19(4), 689-701.
- Sturgis, P., et Allum, N., 2004. Science in Society: Re-evaluating the deficit model of public Attitudes. *Public Understanding of Science*, 13 (1), 55-74.
- Tabar-Nouval, M.-C., 2010. Développement urbain durable des villes côtières, risques et gestion intégrée des zones côtières (GIZC). *VertigO-Revue électronique en sciences de l'environnement, Hors-série 8*.
- Tanguay, G. A., et al., 2010. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological Indicators*, 10, 407-418.
- Baztan, J., Kane, I. O., Rulleau, B., Touili, N., Vanderlinden, J.-P., McFadden, L., et al., 2011. *General framing document for the development of a coherent portfolio of risk management approaches*. OD4.1, THESEUS, 289p.
- Thiel, D., (sld) 1998. *La dynamique des systèmes. Complexité et chaos*. Editions Hermès Paris. 295p

- Thoiron, P., 1994. La terminologie multilingue : une aide à la maîtrise des concepts. *Meta : journal des traducteurs*, 39(4), 765-773.
- Troldborg, M., 2010. *Risk assessment models and uncertainty estimation of groundwater contamination from point sources*. PhD, Technical University of Denmark, DTU Environment Department of Environmental Engineering, 89
- Turner, B. L., 2010. Vulnerability and resilience: coalescing or paralleling approaches for sustainability science? *Global Environmental Change*, 20, 570-576.
- UN-Habitat, 2011. *Cities and climate change* (United Nations Human Settlements Programme): United Nations, global report on human settlement. 279p.
- Van der Sluijs, J., et al., 2005. Combining quantitative and qualitative measures of uncertainty in model-based environmental assessment: the NUSAP system. *Risk Analysis*, 25(2), 481-492.
- Van der Sluijs, J., et al., 2008. Évaluation de la qualité de la connaissance dans une perspective délibérative *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 8(2).
- Van der Sluijs, J., et al., 2004. *RIVM/MNP Guidance for Uncertainty Assessment and Communication: Tool Catalogue for Uncertainty Assessment* (No. NWS-E-2004-37): Netherlands Environmental Assessment Agency. Guidance for Uncertainty Assessment and Communication Series, Volume 4, 60p.
- Van der Sluijs, J., et al., 2010. Beyond consensus: reflections from a democratic perspective on the interaction between climate politics and science. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 409-415.
- Vanderlinden, J.-P., Baztan, J., Benedicte, R., Kane, I. O., Touili, N., Simal, P. D., et al., 2011. *Report of social risk perception in study sites based on stakeholder and CBA interviews: UVSQ, FP7-EU-Theseus project report ID1.5*. (Document n° v1_05_05_11)

- Vanderlinden, J.-P., Baztan, J., Falck, E., Kane, I. O., Rulleau, B., Touili, N., et al., 2012. *General framing document for the development of a coherent portfolio of risk management approaches*: Theseus project report OD4.1., 286p.
- Vogel, C., et al., 2007. Linking vulnerability, adaptation, and resilience science to practice: Pathways, players, and partnerships. *Global Environmental Change*, 17, 349-364.
- Von Neumann, J., et Morgenstern, O., 1944. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. 641p.
- Walker, W., et al., 2003. Defining Uncertainty. A conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated Assessment*, 4(1), 5-17.
- Wardekker, A., et al., 2008. Uncertainty communication in environmental assessments: views from the Dutch science-policy interface. *Environmental science & policy*, 11, 627-641.
- Wardekker, A., et al., 2009. Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. *Technological Forecasting & Social Change*, 12.
- Weber, J., 1996. *Conservation, développement et coordination : peut-on gérer biologiquement le social ?* Présenté au Colloque Panafricain Gestion Communautaire des ressources naturelles renouvelables et développement durable.
- Weber, M., 1959. *Le savant et le politique*. Paris: Traduction de Julien Freund, Plon, Collection « 10/18 » (édition 1963). 221p.
- Welsh, M., 2013. Resilience and responsibility: governing uncertainty in a complex world. *The Geographical Journal*, 1-12.
- Wildavsky, A., et Dake, K., 1990. Theories of risk perception: who fears what and why? *The MIT Press*, 119(4), 41-60.

V. Résumé des articles

Les trois articles s'interrogent sur et explorent les questions relatives à l'adaptation des zones côtières face aux risques attribués au climat changeant. Ainsi, à travers ces questions, le concept de résilience, en dépit du manque de consensus (autant au plan théorique que pratique) dont il fait l'objet, se trouve être au centre de notre recherche. Ce concept est abordé sous l'angle de l'aménagement du territoire et de la géographie. Dans une perspective de transdisciplinarité, la représentation des socio-écosystèmes côtiers et la gouvernance des risques climatique nécessite, en effet, une posture scientifique qui se situe entre, à travers et au-delà des disciplines. De ce fait, il a été brossé, eu égard à ces enjeux et objectifs, une analyse empirique qualitative des catégories de perceptions et de représentations des acteurs impliqués dans le projet THESEUS. Ces perceptions et représentations sont manifestées à travers des modèles conceptuels (dimension théorique) et des méthodes d'ingénierie (dimension pratique) développés et déployés sur différents terrains côtiers. Ces modèles et méthodes sont utilisés pour concevoir, transmettre et appliquer les options de mitigations des risques inondation et d'érosion côtières. Cependant la remise en question de ces modèles/méthodes s'est inscrite dans une optique de prise en compte de la complexité dans les représentations paradigmatiques du risque et des systèmes étudiés.

1. Résumé de l'article 1

L'article n°1 présente la question de la communication du risque à travers un outil d'aide à la décision dans un contexte de conflits de représentation des risques côtiers liés aux changements climatiques. La communication du risque est l'étape transversale de la gouvernance du risque. Elle reste marquée, dans notre cas d'étude, par un processus décisionnel multi-critères (problème de choix des options de mitigation en fonction des enjeux matériels ou de valeurs) et multi-acteurs (scientifiques et public large). Dans ce premier article, nous montrons que le manque de communication entre les acteurs concernés par le projet THESEUS est essentiellement lié aux divergences entre heuristiques accordant la priorité à l'étude des causes et heuristiques accordant la priorité à l'étude des conséquences, chacune associée à des contraintes matérielles, de valeurs et d'expériences diverses sur le fonctionnement du système aléa-défenses côtières-enjeux. En effet, les heuristiques des scientifiques sont orientées vers l'approche de la vulnérabilité. Dans une perspective de réduction des impacts du risque, ces heuristiques s'inscrivent dans une *rationalité*

technoscientifique, comme l'explique Serge Latouche (2004)²⁵ dans « *La Mégamachine* ». Cette rationalité technoscientifique véhicule des valeurs de la science ancrées dans des paradigmes technocentrés (monétarisation/quantification des impacts du risque et techniques d'ingénierie comme recours pour atténuer ces impacts) et réducteurs (le système côtier réduit à ses simples composantes séparées). Par contre, les heuristiques des parties prenantes (public large) sont orientées vers l'approche de la résilience pour gérer les risques. Ces heuristiques s'inscrivent dans une perspective holistique (prise en compte du non quantifiable, du non monétarisable ou du non réductible). Cette approche holistique véhicule des valeurs socialement construites à partir d'expériences collectives ou individuelles vécues.

A travers le *TheseusDSS*, nous recommandons que les options technologiques de mitigation proposées par les volets scientifique et technique soient orientées vers une rupture avec l'approche traditionnelle de gestion des risques. Il s'agit, en effet, d'aborder ces risques par une approche qui ne se focalise plus seulement sur l'aléa (la source) et sa nature probabiliste comme point d'entrée pour élaborer ou appliquer ces options. Mais, dans l'esprit du projet, concevoir et mettre en œuvre des technologies souples et flexibles et reflétant la dimension sociale du risque afin d'inscrire les politiques publiques urbaines dans une optique de résilience côtière. Cela doit être effectué dans un processus de délibération élargie prenant en compte les contraintes matérielles, les valeurs et les expériences des usagers de l'espace côtier victimes des inondations. Par conséquent, cette démarche participative et systémique enclenche un début de consensus qui, par essence, est basé sur des compromis entre revendications de pertinence, de causalité et normatives. Nous admettons que la résilience semble être la source du consensus dans le sens où cette approche définit dans l'outil d'aide à la décision du projet, la primordialité d'agir sur les conditions aux limites du système et cela, au-delà des frontières disciplinaires. Toutefois, la conceptualisation des choix du sens du mot résilience a suscité une diversité de compréhension du concept. Cet état de fait conduit à l'étude de la polysémie (du sens multiple) que ce concept fait désormais l'objet à travers les discours des acteurs en raison de sa forte utilisation. Ce problème est abordé dans le deuxième article, montrant ainsi, les liens thématiques entre celui-ci et le deuxième article.

²⁵ Latouche, S., (2004), *La Mégamachine. Raison technoscientifique, raison économique et mythe du progrès*, La Découverte, 204 pages.

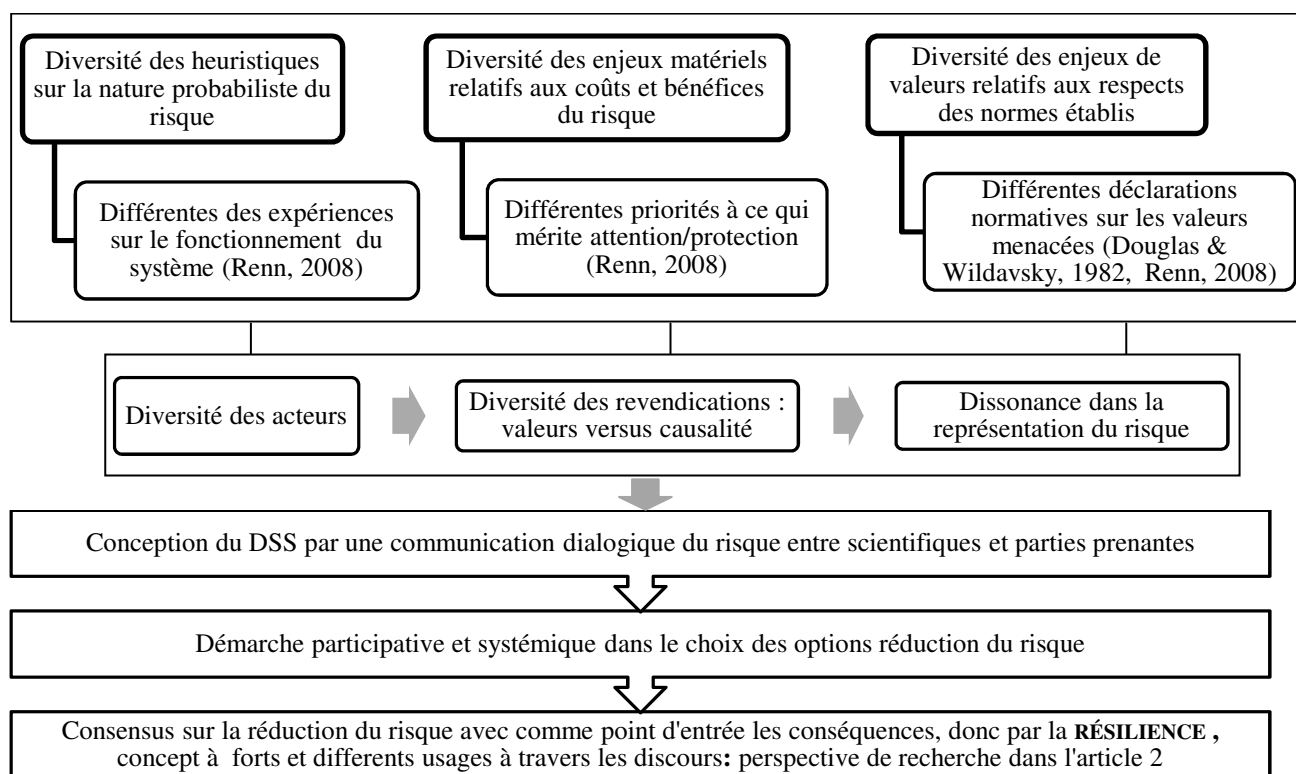


Figure 17 : Schémas du processus de production de l'article 1 et lien avec l'article 2

2. Résumé de l'article 2

L'article n°2 s'adresse, par une approche empirique, à l'utilisation polysémique du mot résilience dans un contexte de gestion des risques côtiers. Ce concept cristallise toutes les attentions à la suite de l'importance accordée à l'approche par la résilience. Cependant, du fait des mêmes contraintes (matérielles et de valeurs), des tensions, cette fois-ci d'ordre de choix des sens, refont surface dans le processus d'application des options de mitigation. Il a été admis qu'à l'issue de nos résultats sur les conflits de représentations dus à l'absence de communication, la résilience a constitué la base du consensus sur le risque. La résilience serait, pour ainsi dire, un concept fédérateur dans le sens où elle a permis la réconciliation des paradigmes contradictoires. Toutefois, le mot de résilience, dans sa conceptualisation, possède tous les germes d'un conflit latent. Ce dernier est lié, par la suite, à des usages divers engendrant de facto des polysémies et des cacophonies relatives à l'appréhension théorique (discours) et pratique (actions) de la résilience. Sur la dimension théorique, la polysémie se situe au niveau du domaine de définition (scientifique, politique, social, etc) du concept. La cacophonie quant à elle, se situe au niveau des critères de définition (qualitatifs, quantitatifs,

normatifs, pertinence, causalité, performativité, etc). Ainsi, le contexte multi-acteurs et multi-critères dans lequel se déploie le concept de résilience est caractérisé par ou miné de discours biaisés par des choix d'approches d'intervention variant selon les intérêts des acteurs. Ce qui aura des conséquences notables sur l'orientation des options opérationnelles conçues pour faciliter le retour rapide à la normale et l'adaptation. Tout ceci révèle désormais d'un problème d'épistémologie inhérent aux différentes représentations sociales du risque. L'autre problème se situe au niveau de la gouvernance de la résilience (conflit entre échelles de décision sur l'applicabilité du concept). Par cela, nous nous inscrivons dans une optique d'analyse des implications (i) *scientifiques* : d'où vient ce concept et quelles théories l'ont engendré ? Et comment doit-il être conceptualisé par la science pour des futures interventions sur le terrain ? (ii) *politiques* : quelle légitimité politique et modalité d'application du concept sur le terrain ? (iii) *sociales* : comment le choix des sens scientifiques ou politiques peut-il avoir un impact sur la société, notamment sur les communautés victimes des ou exposées aux risques ?

Dans le contexte THESEUS, le conflit se recentre spécifiquement sur des questions de terminologies. Celles-ci sont susceptibles d'influencer les choix des acteurs concernant l'application des options et stratégies d'atténuation du risque. Ainsi, cet état de fait nous amène à entreprendre des recherches approfondies sur la résilience afin de comprendre le soubassement des polysémies et de la légitimité des discours et des inquiétudes. Comme nous le constatons, faire sens à (ou rendre intelligible) un concept dans notre contexte d'étude nous invite à suivre une double logique de raisonnement des acteurs cibles dans l'usage des termes définissant la résilience. Dans cet article, les raisonnements terminologiques sur le concept de résilience suivent les logiques paradigmatiques évoquant l'appartenance sociale, disciplinaire, idéologique de l'acteur et/ou de son système. L'analyse empirique part des représentations du risque aux raisonnements des acteurs sur le ou les choix de sens attribué(s) au mot résilience. Notre approche s'inspire de celle de Crozier et Friedberg (1977) qui, dans « l'acteur et le système », parle de raisonnement stratégique et de raisonnement systémique. Dans le premier cas, les auteurs enseignent qu'il s'agit de partir du système/groupe social pour comprendre la rationalité ou le comportement individuel de l'acteur face à des contraintes/contingence. Dans le second cas, ils enseignent qu'il faut partir de l'acteur pour comprendre les contraintes imposées ou conditionnées par son système. Ainsi, pour comprendre les usages terminologiques et le choix des sens, nous partons des heuristiques individuelles pour comprendre le système dans lequel l'acteur se définit et définit la résilience à travers une terminologie propre à ce système. Dans ce type de raisonnement, l'acteur se réfère aux valeurs communes données au concept de résilience et qui commandent le choix collectifs des sens. Ou

inversement, dans la compréhension des choix de sens, nous partons du système, des heuristiques collectives pour comprendre l'acteur et ses préférences individuelles dans ce choix (collectif) des sens. Par ailleurs, dans les deux types de raisonnement, la question de choix de sens, outre les risques de cacophonie terminologique, relève des différentes représentations du monde. En d'autres termes, l'utilisation du concept polysémique de résilience fait place aux enjeux paradigmatiques et scalaires. Cependant, derrière cette question de choix des sens et ses implications, ces enjeux paradigmatiques se manifestent à propos des fondements conceptuels et méthodologiques des approches d'analyse du risque. Celles-ci font usage de méthodes et de modèles (déterministes ou non déterministes) lorsqu'il s'agit de redéployer les concepts de vulnérabilité et de résilience sur des terrains côtiers complexes. Cette nouvelle question se pose en perspective de la recherche menée dans l'article 3.

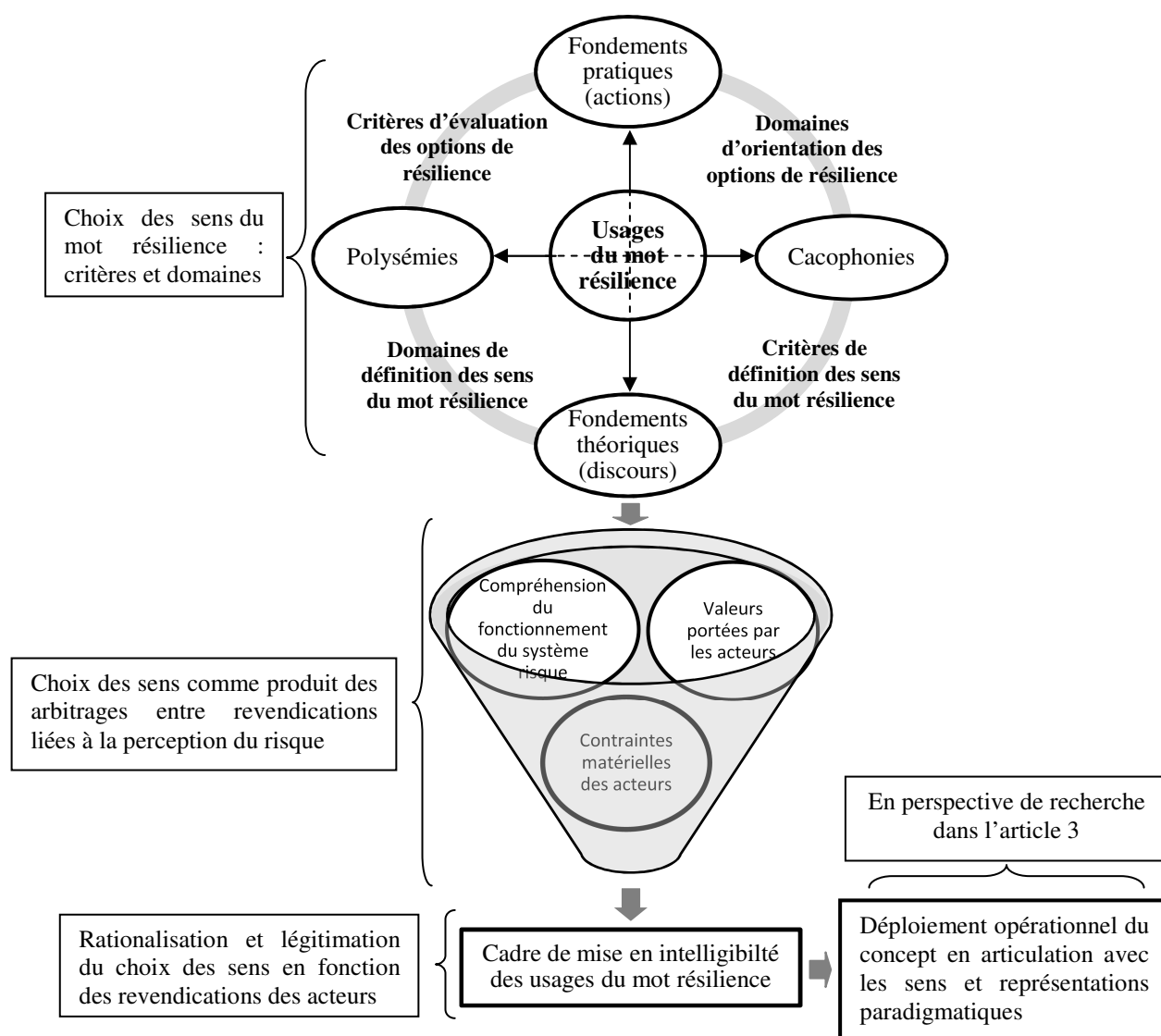


Figure 18 : Schémas du processus de production de l'article 2 et lien avec l'article 3

3. Résumé de l'article 3

L'article n°3 présente les aspects ou la question de *méthodes* et de *modèles* déployés dans la communauté scientifique pour représenter les systèmes côtiers dans une tentative d'atténuation des effets du risque. Le déploiement de ces méthodes et modèles s'accompagne d'une analyse conceptuellement et empiriquement robuste, eu égard aux représentations scientifiques. Cette robustesse se montre à travers les attentes de la société (communautés vulnérables) axée sur le « *désir de vivre les pieds au sec* » ou, dans le pire des cas, « *le désir de vivre les pieds sous l'eau mais de pouvoir rebondir positivement à la suite des événements* ». Donc, par cette capacité de rebondir vers l'état initial normal, cet article s'intègre dans la réflexion faite dans l'article 2 à propos du sens du mot résilience. Toutefois, l'article 3 s'adresse aux difficultés inhérentes aux différentes conceptions du monde quant à la façon d'aborder les socio-écosystèmes (côtiers) et les risques liés aux changements climatiques. Lesquelles conceptions dictent les méthodes et modèles référentiels de gestion des risques côtiers attribués aux changements climatiques.

Nos investigations sur l'utilisation du concept polysémique de résilience et ses implications scientifiques, sociales et politiques étaient une tentative de résorber le conflit de représentations du risque et d'apaiser les tensions paradigmatiques. Néanmoins, ces investigations achoppent d'autres difficultés de représentation conceptuelle et méthodologique. Ceci concerne le déploiement opérationnel sur le terrain des concepts qui semblent à tout point de vue conflictuels, pour ne pas dire opposés. Ces difficultés émergent des conceptions déterministes essentiellement axées sur la réduction de la vulnérabilité et des conceptions non déterministes optant pour le renforcement de la résilience. En effet, deux catégories d'acteurs (scientifiques et public large), à visions du monde complètement différentes, s'opposent autant sur les principes que sur les outils utilisés pour gérer le risque. D'une part, l'approche par la vulnérabilité telle qu'elle est conçue dans le *TheseusDSS*, relève de conceptions réductionnistes des systèmes côtiers. Autrement dit, pour agir sur la vulnérabilité face aux risques, l'ingénierie côtière utilise des modèles analytiques, de simplification de la complexité du système côtier. Le but de cette approche est de permettre un accès facile à, une maîtrise et une quantification de la source du risque, des éléments vulnérables et des dommages causés. D'autre part, l'approche par la résilience essentiellement prônée par les parties prenantes des sites d'études de cas, relève d'une conception non déterminisme des systèmes. A travers cette conception du monde, l'approche par la résilience recommande que pour aborder les systèmes et en atténuer les conséquences, il n'est pas seulement question d'agir sur la base de modèles simplistes, mais d'agir dans un sens plus robuste et sous un angle plus holistique. En d'autres termes, il s'agit

de développer des méthodes et modèles complexes qui prennent en compte l'organisation panarchique du système (pour reprendre l'idée de Gunderson et Holling, 2002). Dans notre contexte, cette conception non déterministe des systèmes met en évidence la complexité du support physique étudiée (système à la fois urbain et côtier), et des confusions et manquements autant au plan scientifique qu'institutionnel en ce qui concerne leur gestion dans une perspective de soutenabilité. Les notions de déterminisme et de non déterminisme sont ici abordées dans une perspective interdisciplinaire. Elles interpellent et lient les sciences sociales et humaines, les sciences de l'écologie et de l'ingénierie du risque ayant trait à l'espace littoral. Elles constituent par ailleurs pour cet article les leviers qui sous-tendent l'architecture conceptuelle édifiée à partir des notions de vulnérabilité et de résilience. Ce choix est partiellement justifié par l'envergure de la problématique des risques associés aux changements climatiques (causes complexes et improbabilités absolues), et des systèmes côtiers sur lesquels se manifestent ces risques (effets complexes et incertitudes absolues). Nous nous inscrivons dans une optique d'innovation dans les recherches sur la vulnérabilité et la résilience des systèmes côtiers face à des risques multicausaux et multi-effets. Cette innovation part du principe d'intervention ou de déploiement non sectoriel des politiques publiques territoriales orientée vers la gestion des risques. Celle-ci doit, par égard à l'éthique de la complexité, allier la systémie dans le raisonnement, la flexibilité dans la méthode et la réflexivité dans les modèles d'analyse des risques. Ceci s'oriente vers une approche de gestion et de gouvernance intégrée pour la soutenabilité des villes côtières.

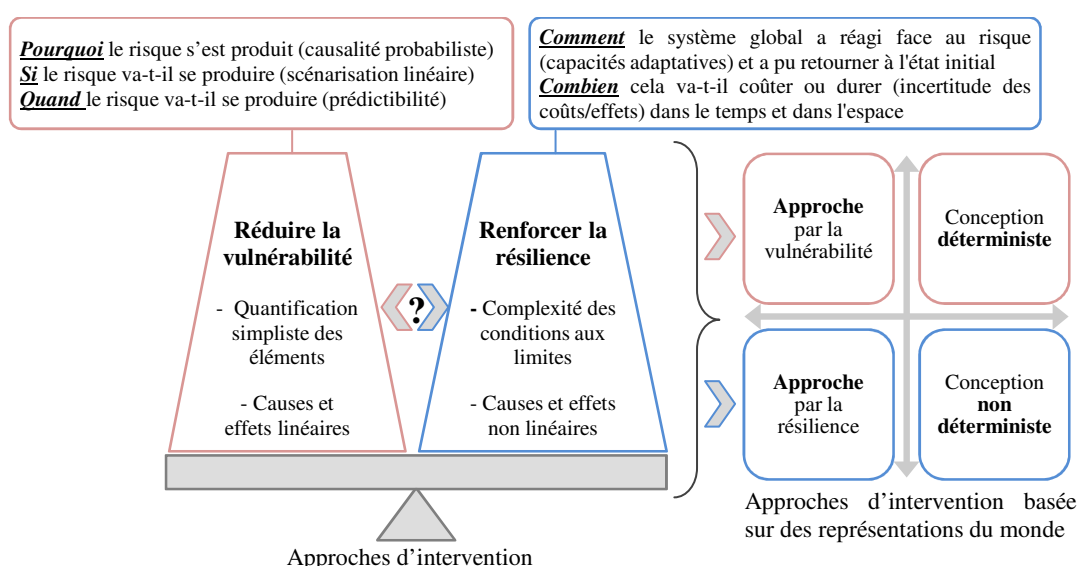


Figure 19 : Schémas du processus de production de l'article 3 et lien avec les articles 1 et 2

Liste des figures

Figure 1 : Les étapes processuelles de la prise de décision dans un DSS, réadaptée.....	17
Figure 2 : Source-transmitter-receiver model	20
Figure 3 : Liens risque-heuristiques-DSS	26
Figure 4 : Interface science-société-décision dans la gestion du risque et de l'incertitude	31
Figure 5 : Modèle conceptuel SPRC appliqué aux risques côtiers dans le <i>Theseus</i> DSS	32
Figure 6 : DSS et modélisation SPRC par approche <i>feedback loops learning</i>	37
Figure 7a : Divergence des heuristiques sur le risque et les options de mitigation.....	39
Figure 7b : Identification des points d'entrée des acteurs à travers leurs heuristiques respectives ...	40
Figure 7c : Processus de réconciliation des représentations via un parcours cognitif consensuel.....	41
Figure 8 : Modélisation analytique du risque par approche vulnérabilité dans SPRC.....	53
Figure 9 : Modélisation complexe et intégrée du risque par approche résilience dans SPRC.....	57
Figure 10 : Relation complexité et résilience pour la gouvernance intégrée du risque côtier	63
Figure 11 : Schéma récapitulatif du processus général de la recherche	70
Figure 12 : Localisation géographique des sites d'étude de cas de la recherche	71
Figure 13 : Articulation entre outil, matériels, codes et approche de recherche	72
Figure 14 : Cadre d'analyse de recherche: de la démarche théorique à la démarche empirique	78
Figure 15 : Articulation entre le modèle de perception du risque et le modèle conceptuel SPRC	80
Figure 16 : Représentation schématique du modèle d'analyse par théorisation ancrée itérative.....	81
Figure 17 : Schémas du processus de production de l'article 1 et lien avec l'article 2.....	106
Figure 18 : Schémas du processus de production de l'article 2 et lien avec l'article 3.....	108
Figure 19 : Schémas du processus de production de l'article 3 et lien avec les articles 1 et 2	110

Glossaire

Surlittoralisation du peuplement : Processus dynamique et démesuré des installations humaines et de leurs activités sur le littoral marqué par une forte occupation des terres et des pressions ou emprises sur les réserves foncières disponibles et autres ressources naturelles marines et côtières.

DSS (Decision Support System) ou Système d'aide à la Décision (en français) : outil (informatisé ou non) de production, de développement, de communication et de validation de l'information/connaissances faisant office de base de décision sur un phénomène étudié.

Risque : notion polysémique, mais le risque est défini comme le produit entre la probabilité d'occurrence de l'aléa et les conséquences (dégâts, préjudices directs ou indirects) physiques, humains, sociaux, économiques, environnementaux, financiers, psychologiques. Le risque est aussi mesuré par le rapport entre vulnérabilité et les dommages causés par l'aléa.

Heuristique : terme à divers usages selon les domaines, mais heuristique est une méthode, un processus cognitif et/ou mental suivant un parcours (dit parcours cognitif) utilisé pour découvrir et/ou comprendre un phénomène, une théorie, etc, faisant l'objet de connaissance, en se basant sur l'expérience (individuelle ou collective) ou une démonstration logique, mystique ou intuitive.

Parcours cognitif : parcours élaboré de façon mentale, suivi par un individu en position d'apprentissage et menant à la connaissance. Ce parcours fait appel à différentes méthodes, perceptions ou représentations du phénomène ou de l'objet étudié.

Gouvernance du risque : La gouvernance du risque comprend l'ensemble des acteurs, des règles, des conventions, des processus et mécanismes concernés par la manière dont un risque important en termes d'enjeux est collecté, analysé et communiqué, et la manière dont la décision de gestion a été prise. (voir Renn, 2008 : 374)

Gestion intégrée des zones côtières (GIZC) : La GIZC est une gestion qui prend en compte toutes les dimensions (physique, humaine, sociale, économique, institutionnelle) et échelles (locale, régionale, nationale, globale) et leurs interactions, pour réduire la vulnérabilité et/ou renforcer la résilience des communautés et des écosystèmes côtiers. Elle est « *un processus de décision fondé sur la connaissance fine des territoires et une observation précise des écosystèmes, une analyse prospective des impacts potentiels des décisions et une évaluation continue de leurs effets* » (GESAMP, 1996, UNESCO, 2001).

Résilience : terme polysémique, la résilience est la capacité de rebondir des chocs et de s'auto-ré-organiser tant au plan structurel que fonctionnel.

Vulnérabilité : terme polysémique, la vulnérabilité est un état, une situation défavorable ou une susceptibilité à encourir des dommages ou préjudices causés par un aléa. La vulnérabilité est souvent évaluée à partir des critères d'exposition et de sensibilité.

Adaptation : capacité à se réajuster, se transformer, s'accommoder dans un processus continu face à un nouvel environnement différent de celui initial.

Incertitude : terme à usages multiples, l'incertitude désigne l'indétermination, l'imprévu/imprévisible, l'insondable (en termes de causalité) associé à un phénomène (naturel ou anthropique), une action/entreprise (individuelle ou collective) ou à un futur possible modélisé ou bien représenté (mentalement) dans le temps et dans l'espace.

Revendication de pertinence : revendication accordant une importance aux enjeux matériels (en termes de coûts et/ou de bénéfices) associés à un phénomène (naturel ou anthropique), action/entreprise (individuelle ou collective) ou à un scénario.

Revendication de causalité : revendication accordant une importance aux enjeux liés à l'établissement/définition des liens de causes à effets d'un problème, d'un phénomène (naturel ou anthropique) du point de vue de son fonctionnement.

Revendication normative : revendication accordant une importance aux enjeux de valeurs associées à un phénomène (naturel ou anthropique), action/entreprise (individuelle ou collective) ou à un scénario.

Complexité : terme à définition multiple, la complexité est le caractère non linéaire d'un objet ou d'un phénomène (naturel ou anthropique) tant au plan structural, organisationnel que fonctionnel. Cette non linéarité s'explique par les interactions, rétroactions et implique une difficulté de distinguer les causes et/des effets.

Modélisation systémique : modélisation qui prend en considération le système global qui, par le principe de complexité, de non linéarité, ne réduit pas le système modélisé à la somme de ses composantes individuelles.

Théorisation ancrée itérative : méthode d'élaboration et de démonstration d'une théorie (sur des faits ou phénomènes de société) basée sur des données empiriques traitées et analysées de façon itérative.

Publications

(Articles de revues scientifiques à comité de lecture)

I

Article 1 :

Communicating risk through a DSS: a coastal risk centred empirical analysis”

Idrissa Oumar-Kane^a, Jean-Paul Vanderlinden^{a*}, Juan Baztan^{a, b}, Nabil Touili^a, Simon Claus^c

^a: Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Laboratoire CEARC, OVSQ, 11 Boulevard d’Alember, 78280, Guyancourt France,

^b: Marine Science for Society

^c: Vlaams Instituut voor de Zee, InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, B-8400, Oostende, Belgium,

*Corresponding author: + 33 1 80 28 55 01

e-mail address: idrissa-oumar.kane@uvsq.fr (I.O. Kane), jean-paul.vanderlinden@uvsq.fr (J-P Vanderlinden), jbaztan@marine-sciences-for-society.org (J. Baztan), nabil.touili@uvsq.fr (N. Touili), simon.claus@vliz.be (S. Claus)

Accepted and published January, 16th 2014 by *International Journal of Coastal Engineering, Elsevier*, CENG-02838, Volume 87, pages 210-218 (May 2014).

Sommaire

<i>Résumé (en français)</i>	116
Abstract	117
1. Introduction	117
2. Material and methods	118
2.1 Data description	118
2.1.1. Stakeholder interview corpus	118
2.1.2. The scientific reports corpus	119
2.1.3. The interview with scientists' corpus.....	119
2.2. Data analysis.....	119
3. Results and discussions	120
3.1. First corpus: interview with local stakeholders	120
3.1.1. Relevance claims.....	120
3.1.2. Evidence claims	121
3.1.3. Normative claims	122
3.2. Second corpus: the scientific production geared at the THESEUS DSS development	122
3.2.1. Relevance claims	122
3.2.2. Evidence claims	122
3.2.3. Normative claims	123
3.3. Third corpus: interviews with scientists	123
3.4. Integrating the results associated with each corpus and discussion	123
3.4.1. Confronting our working hypothesis	123
3.4.2. Paradigmatic tensions.....	124
3.4.3. Making stakes explicit.....	124
4. Designing a DSS cognitive pathway	124
4.1. General principles.....	124
4.2. Defining an entry point and a sequence.....	124
5. Conclusion.....	124
6. Acknowledge.....	125
7. References	125

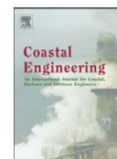
Résumé (en français)

La communication du risque a récemment évolué de la transmission unidirectionnelle de l'information vers des procédures délibératives plus intégratives visant à réconcilier divergentes constructions sociales du risque. Par ailleurs, la communication du risque est désormais considérée comme une activité essentielle et transversale à toutes les phases de gouvernance du risque : analyse, évaluation, caractérisation et gestion. Simultanément, le développement de système d'aide à la décision (SAD) pour gérer les risques est de plus en plus orienté vers la facilitation du processus décisionnel considérant rationnellement toutes ces phases. Ces tendances récentes conduisent à une redéfinition du rôle de la communication du risque dans le contexte de développement du SAD.

Cet article explore ces préoccupations en analysant comment la communication du risque peut être intégrée dans le SAD du projet Theseus. Le matériel porte sur trois corpus : corpus sous-jacents au TheseusSAD, corpus d'enquêtes de perception avec les parties prenantes dans trois sites Theseus, et corpus des interviews semi-structurées avec les scientifiques impliqués dans le TheseusSAD. La méthode consiste à une théorisation ancrée itérative des corpus. Le résultat montre une divergence de paradigmes sur la nature des risques côtiers, la robustesse de la perception des liens de causalité et la complexité du système côtier dans son ensemble.

S'appuyant sur ces résultats, nous créons un système de communication qui permettrait une convergence progressive des paradigmes manifestés dans le SAD. Donc, nous suggérons que le SAD soit en lui-même un lieu de communication du risque où les parcours cognitifs des utilisateurs sont proactifs et créatifs d'échanges interactifs entre concepteurs, usagers et décideurs.

Mots clés : Perception; Représentation social; Communication du risque; Système d'Aide à la Décision ; Vulnérabilité ; Résilience.



Communicating risk through a DSS: A coastal risk centred empirical analysis



Idrissa Oumar Kane^{a,*}, Jean-Paul Vanderlinden^{a,*}, Juan Baztan^{a,b}, Nabil Touili^a, Simon Claus^c

^a Laboratoire CEARC, OVSQ, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 11 Boulevard d'Alembert, 78280 Guyancourt, France

^b Marine Science for Society, Spain

^c Vlaams Instituut voor de Zee, InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, B-8400, Oostende, Belgium

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 June 2013

Received in revised form 28 November 2013

Accepted 16 January 2014

Available online 12 February 2014

Keywords:

Perception

Social representation

Risk communication

Decision support system

Vulnerability

Resilience

ABSTRACT

Risk communication has recently evolved from the design of unidirectional (from scientists to the public) information flow toward a more integrative deliberative procedures (involving scientists, policymakers, stakeholders and the general public) aimed at reconciling diverging social constructs of risk. Furthermore, risk communication is seen now as an activity that is transverse to the risk governance process as a whole. Risk communication is therefore part of the preassessment, appraisal, characterization/evaluation and management phases of risk governance. At the same time the development of risk management Decision Support Systems are increasingly geared at facilitating decision making while taking into account and streamlining all the phases of the risk governance process. These recent trends lead to a redefinition of the role of risk communication in the context of the development of DSS.

This paper explores these issues by analysing how risk communication can be integrated into THESEUS's DSS. A first step of this analysis consists of applying grounded theory to analyse stakeholders' perception in three of THESEUS's application settings. We then compare this theorization to the grounded theorization of the foundational model of THESEUS's DSS. The result of this comparison points to diverging, yet not incompatible, paradigmatic views on the nature of coastal risks. These divergences are further analysed through semi-structured interviews with key informants involved in the development of the DSS.

Building on these results we develop a communication scheme that should allow a progressive convergence of paradigmatic views occurring through the use of the DSS; we are thus proposing that the DSS in itself be a locus where risk communication as a deliberative practice occurs. In order to achieve this we propose that the cognitive pathways followed by DSS users be proactively designed and involves integrative exchanges between designers, users and policy makers.

© 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

This paper proposes an empirically grounded and innovative approach to the use of Decision Support Systems (DSS) as locus of knowledge mobilization integrating diverging social representations. It uses as a case study the analysis of the development of a DSS within the THESEUS project (Zanuttigh, 2011; Zanuttigh et al., 2014-this volume). This DSS has the goal of contributing to the reduction of coastal risks.

Managing coastal risks entails decision-making processes that call for the involvement of a high diversity of stakeholders. This diversity leads to three potential challenges:

- (1). Heuristic diversity: high diversity of experience with the coastal system and associated risk, leading to a variety of understanding of the way the coastal system functions;

- (2). Issue diversity in material terms: differing prioritization as to what should be protected, as to what deserves attention;
- (3). Issue diversity in normative terms: differing moral statements as to how values may be threatened by the risk or by the risk governance/mitigation options that are envisioned.

The issue of conflicting norms leading to diversity in representations has been addressed quite thoroughly in various settings following the seminal work of Douglas and Wildavsky (1982). A recent avatar may be found in Kahan et al. (2012) where the authors show that science numeracy and literacy does not explain diverging perceptions on climate change while groups values does explain this "tragedy of the perception commons". The authors, in their conclusion, summarize what is seen as the current role of risk communication: "communicators should endeavour to create a deliberative climate in which accepting the best available science does not threaten any group's values."

The issue of diverging heuristics leading to different understandings as to the causal linkages leading to the description of the risk has been explored in a variety of settings (Renn, 2008). Yet coastal systems are often identified as archetypes of "complex system" characterized by

* Corresponding author. Tel.: +33 1 80 28 55 01.

E-mail addresses: idrissa-oumar.kane@uvsq.fr (I.O. Kane),

jean-paul.vanderlinden@uvsq.fr (J.-P. Vanderlinden),

jbaztan@marine-sciences-for-society.org (J. Baztan), nabil.touili@uvsq.fr (N. Touili),

simon.claus@vliz.be (S. Claus).

their non-deterministic nature, emerging properties, multiple scales, extremely porous boundaries (Berkes, 2003; Costanza et al., 1993; Ostrom, 2009). There is therefore a genuine possibility that the understanding of causal relationships within coastal systems be complexified by paradigmatic tensions. Coastal risk may be construed as part of a deterministic, simple system, or as part of a non-deterministic complex system. In this paper we argue that a DSS may be a locus where diverging worldviews are integrated in order to accompany risk governance. In order to achieve such integration we analyse how vulnerability and resilience, as risk governance discourses, constitute the bedrock of the deterministic/non-deterministic paradigmatic tensions. We then propose to formally include these considerations into the design to the DSS cognitive pathway.

In this paper, we root this exploration in an empirical analysis centred on the THESEUS project (Zanuttigh, 2011; Zanuttigh et al., 2014–this volume). This project had as objective to examine the application of innovative combined coastal mitigation and adaptation technologies generally aiming at delivering or lower risk coast for human use/development and healthy coastal habitats as sea levels rise and climate changes. Its primary objective was to provide an integrated methodology for planning sustainable defence strategies for the management of coastal erosion and flooding that addresses technical, social, economic and environmental aspects. Conceptually, integration has been achieved within THESEUS by refining the Source Pathway Receptor Consequences (SPRC) model and applying it formally to the coastal system (Narayan et al., 2014). The SPRC model was used to organize the risk assessment, to identify the role within a vulnerability reduction approach of various mitigation options, and define the underlying structure of the THESEUS DSS. One of the project's key outputs is the THESEUS DSS which frames the empirical work that is presented here. This Decision Support System, which is not web based, and has been developed using licence free software, is geared at assisting coastal manager and risk management practitioner, into the choice and design of coastal risk mitigation options (Zanuttigh, 2011; Zanuttigh et al., 2014–this volume). Some of its key design constraints were the need to be usable at a variety of spatial scales (1 to 100 km) and temporal scales (1 to 100 years). A probabilistic multiszenario approach was used in order to take into account projected changes in local climates. Starting from environmental data and scenario, wave transfer function, erosion and flood models, the DSS allows for the establishment of flooding maps and hydraulic vulnerability maps. The data on floods and hydraulic vulnerability is used to assess the economic, social and ecological impacts through associated functions leading to the production of economic, social and ecological vulnerability maps; these maps combined into a single integrated risk assessment map. The THESEUS DSS contains various mitigation options, developed and analysed in the course of the project. The implementation of these mitigation options is modelled, allowing for an analysis of its benefit in terms of risk reduction, under various climate, environmental and socio-economic scenarios (either predefined and user defined).

In this paper, we demonstrate that this DSS may, through careful and empirically grounded cognitive pathway design, become a locus to foster a deliberative climate. It is important to stress here that the purpose of such an exercise is not to develop a single unified representation of the coastal risk system. Its purpose is not to fill some imagined gap in the understanding by stakeholder of the nature of the coastal risk. The purpose for such an exercise is to allow exchange, mutual learning, and the development of deliberative exchange, through a plurality of perspective, on a complex societal issue.

In order to achieve this we have proceeded first by exploring empirically the three following working hypothesis: (1) Representations of coastal risks are diverging, more precisely the representation of coastal risks of local stakeholders and scientists working on the development of THESEUS's DSS are different; (2) These divergences are rooted in different material and moral value systems; and (3) These divergences are rooted in paradigmatic tensions visible through the relative importance

given to intervening within causal chains (deterministic paradigm; vulnerability reduction approach) and the relative importance given to intervening on the system's boundary conditions (non-deterministic approach; resilience enhancement approach). We then analysed the THESEUS proposed DSS structure in terms of cognitive pathway. This allowed one for the development of a cognitive pathway geared at achieving a deliberative climate in which accepting the best available science does not threaten any group's values or worldviews.

In this paper we begin by presenting the methods used for empirical part of the work conducted (Section 2, the present introduction being Section 1). We then proceed by presenting and discussing the results of the empirical work (in Section 3). In Section 4 we develop the proposed cognitive pathway, before concluding (Section 5).

2. Material and methods

2.1. Data description

Three corpuses have been used. A first one consisting of transcribed semi directed interviews with coastal risk stakeholders. A second one consists of scientific reports associated with the development of the DSS. A third one consists of transcribed interviews with scientists involved in the DSS development. This choice of material was made sequentially in the course of the project. After analysing the first corpus, heated exchanges among the THESEUS partners led to the feeling that a comparison of stakeholders' representations and the scientific developments underlying DSS was needed. Following this, we wanted to ascertain how strongly the differences between the two corpuses were associated with the project and its structure (influencing the nature of deliverable in the second corpus) or with the paradigmatic differences that might exist between stakeholders and scientists as individuals.

2.1.1. Stakeholder interview corpus

The "stakeholder interviews" consist of 32 transcribed semi directed interviews with stakeholders in three locations where the THESEUS DSS will be implemented: the Gironde estuary, France (9 interviews), Santander, Spain (12 interviews) and Cesenatico, Italy (11 interviews). The interview framework was built around an aerial photograph of the site, the identification of areas at risk of flooding or erosion, and the discussion of current or envisioned challenge for risk mitigation. The interview framework consisted of three questions that were associated with prompts (see Table 1).

These interviews were chosen as a proxy to local stakeholders' individual and collective representations. The choice of semi directed interviews as an approach to the analysis of representations was made in order to be able to be able to gain an insight into the "experiences, concerns...values, knowledge and ways of thinking, seeing, and acting" (Schostak, 2006) of the interviewee, while keeping a high level of flexibility. The challenges associated with this choice are the near impossibility to represent the results quantitatively and the need to develop robust interpretation procedure.

The average duration of interviews amounted to 50 min (minimum of 17 min, maximum of 73 min). Transcriptions averaged 1812 words (minimum of 882 words, maximum of 3089 words).

The sampling was designed in order to capture a high variety of differing experience in relation with the coastal site under scrutiny. An initial sample of key informants was identified through the scientists' personal networks. Thereafter we relied on advice from the informants themselves, using thus an approach akin to snowball sampling.

Table 2 presents key characteristics of the interviewees' sample.

Such a sampling procedure has the characteristic of not representing the population in statistical terms. Yet statistical representativity is not what we wanted to capture. Our goal was to capture meanings associated with a diversity of experiences. We thus aimed for a diversity of heuristics associated with the coastal risk system. In order to define sample size we conducted saturation analysis. Saturation analysis conducted by

Table 1
Stakeholder interviews, questions and prompts.

Questions	Associated prompts that were used when the information had not been elicited or if the exchanges were losing pace.
1) Looking at the aerial coverage here, can you identify places that are, considering current conditions and considering climate change, at risk of erosion, and at risk of flooding?	For this risk in this area: who are the persons/groups that have a stake, and what is the nature of this stake? Why is this risk important/not important for you and for the key stakeholder that you have identified? What assets, natural or human made are at risk? What about, current, future and recommended options in terms of engineering? What about, current, future and recommended options in terms of rehabilitating or conserving natural defence?
2) We have explored together some key risk, flooding, and erosion, in your area. Now we would like to explore with you things that are done in order to face those risks as they exist now and as they could exist in the future. So a first dimension of this question is: what is being done right now? A second dimension is about what is planned for the future? A third, and important question for us is what do you believe should be done?	What about land use planning as a way to minimize impacts or unwanted transformations (current, future) that you would recommend? What about specific plans to help business recover after a flood (current, future), that you would recommend? What about evacuation plans – emergency measures (current, future), that you would recommend? What about insurance and compensation schemes (current, future), that you would recommend? What about the governance of coastal areas with a focus on risk? What about specific measure in order to face post flood trauma?
3) We are nearing the end of the interview. Regarding floods and erosion, are there things that you feel important that you would like to say? If you were to advise me, who are the two persons should I absolutely meet and why?	

sites indicated that further interviews were not necessary: during field-work, constant comparisons were made between the elements of raw data (individual interviews) until no new findings or views seemed to emerge.

2.1.2. The scientific reports corpus

The scientific reports consist of a series THESEUS Official deliverables identified as key to the definition of the DSS underlying structure. It is chosen as a proxy to the representations stemming from the scientists collective heuristics. Internal and official deliverables are collective endeavours; they are the product of knowledge collectively validated through the agreed channel of knowledge production and consensus seeking among scientists that are active members of the THESEUS consortium. As such they may not reveal individual representations. Furthermore, deliverable are defined through project related rules and constraints. As such they are the product of a very peculiar collective heuristics. Yet, as our focus is on project based scientific production, this is precisely the collective heuristic that we wanted to capture information on.

Table 2
Interviewee category.

	Santander	Gironde	Cesenatico
River basin authority/erosion manager	X	X	X
Land use planner	X	X	X
City council employee	X		X
Regional level employee of the Ministry for Environment	X	X	
Flood risk manager	X	X	
Individual dealing with social and sportive activities in the harbour	X		X
Harbour administrator		X	
Harbour user	X		X
Coastal manager at the local or regional level	X	X	X
Industry owner	X		X
Representative of the local Chamber of Commerce and Industry, of a local cooperative	X	X	X
Academic/scientists	X	X	X
Employee from an NGO dealing with public education	X		X
Employee from an NGO dealing with environmental protection		X	X

Table 3 gives a summary description of the various reports that were used.

2.1.3. The interview with scientists' corpus

The "interviews with scientists" is composed of 10 verbatim transcriptions of semi-structured interviews conducted with scientists involved in the development and design of the Theseus DSS. The interview framework was designed to elicit the interviewee understanding of the coastal system and the potential human interventions on such a system. Building through the results of the analysis of the interviews with stakeholders we designed an interview framework geared at identifying their personal understanding of the deterministic or non-deterministic nature of the coastal system. We aimed at eliciting representations associated with their disciplinary background, moving toward the identification of the key paradigmatic characteristics of their work on coastal systems. These interviews were thus conducted to serve as a proxy to the individual heuristics of individual researcher; this is a way that is focused on potential paradigmatic a priori. The interview questions are presented in Table 4.

The population of potential interviewee consisted of THESEUS scientists involved in the conceptual design, and in the analysis of risk mitigation options. This excluded specifically scientists whose sole involvement was in the programming of the DSS. The interviewees were selected to optimise disciplinary diversity (2 ecologists, 2 economists, 2 ecologists, 1 sociologists, 1 data manager, 1 climate scientists, 1 interdisciplinary risk expert), to maximise national diversity and to capture a variety of involvement in the THESEUS project timeline and work packages.

The average duration of interviews was 39 min, the shortest interview lasted 18 min, and the longest was 69 min. The average transcription size amounted 1648 words (minimum of 880 words, maximum of 3747 words).

2.3. Data analysis

The data analysis was conducted using iterative-grounded theory. Grounded theory is a systematic methodology in social science involving the discovery of theory through the analysis of (essentially) qualitative data (Charmaz, 2006; McCreadie and Payne, 2010; Strauss and Corbin, 1997). Iterative-grounded theory consists of using a general conceptual framework to conduct a thematic analysis, this order to build a bottom theorization in close relation with an existing

Table 3

Scientific reports corpus used as a proxy to the representations stemming from the scientists' collective heuristics.

Title of report	Pages	Focus
Integrated report on risk assessment in study sites	59	Integration, assessment
Homogeneous methods for the development of local scenarios	110	Integration, foresight
Integrated report on design of innovative coastal structures and best practices for coastal defence. Results from numerical, experimental and prototype testing	672	Engineering, mitigation
Integrated report on contrasting ecological outcomes of alternative management strategies. In particular this will consider i) management of natural habitats that offer coastal protection, ii) ecological design of hard coastal defences and iii) managed retreat	245	Ecology, management strategies
Structured portfolio of tested operational innovative tools and protocols for policy and management purposes of coastal flooding risks.	300	Governance, social science

framework. The existing conceptual framework that was chosen is Renn's integrative framework for risk perceptions (2008, Touili et al., in press).

All three corpuses were first coded using the following pre-set categories pertaining to Renn's conceptual model: "relevance claim" identifying quotes where the interviewee states what is a phenomenon worthy of attention; "evidence claim", identifying quotes where the interviewee establishes causal linkages related to coastal flooding and; normative claim, identifying quotes where the interviewee states what is good, acceptable and tolerable regarding coastal flooding risk management options. The following pre set categories pertaining to worldviews associated with coastal systems were also used: "determinism", identifying quotes where causal statements and linkages are clearly identified in terms of increased flooding or erosion risks; "non-determinism", identifying quotes where the coastal system's boundary conditions are identified as pathways to reduced flood and erosion risks without obvious causal chain expressed in the statement; "vulnerability", identifying quotes pertaining to actual or potential intervention in a well identified causal chain; and "resilience", identifying quotes pertaining to actual or potential intervention on boundary conditions.

Furthermore in the course of the coding of the stakeholder interviews the following emerging thematic categories were identified and there after applied to all 3 corpuses: "uncertainty", identifying quotes where the interviewee states the role played by uncertainty; "future" identifying quotes where the interviewee states his beliefs about future states of the coastal flooding risk related issues and; "options",

identifying quotes where the interviewee states his beliefs about coastal flooding risk mitigation options.

The association of the various themes was explored among each corpus separately, and then across corpuses. This part of the analysis was conducted by connecting key thematic concepts within and across corpuses in order to assess which concepts were connected by the interviewee, which were opposed, and which did not seem to be connected.

3. Results and discussions

3.1. First corpus: interview with local stakeholders

3.1.1. Relevance claims

In general terms our analysis of the interview corpus shows that relevance is centred on consequences, and established by the interviewees through a mix of expert-based knowledge and personal heuristics; yet interviewees generally express the fact that relevance is proxied by actual current investment in risk mitigation and that investment decisions are driven by a mix of technocratic and economic considerations feeding political decisions that are themselves mostly run by normative claims. Relevance claims made were essentially presented as conditional to policy decision for which the key determinant identified was congruent with the normative claims expressed by stakeholders/voters.

"[...]when you see the evolution of the rising waters or change in land use, yes, there are different types of experience you need to take into

Table 4

Scientists' interviews, questions and prompts.

Questions	Associated prompts that were used when the information had not been elicited or if the exchanges were losing pace.
1) According to your training and experience, how do you justify the use of the concept of vulnerability?	What are the targeted features that seem relevant in the study and analysis of this concept?
2) How do you see the evolution of vulnerability in temporal scale?	What are the collected data that seem relevant in the study and analysis of this concept?
3) In your practical approach, how do you implement vulnerability analysis?	What are the targeted features that seem relevant in the study and analysis of this concept?
4) What are indicators of vulnerability that have been selected in your case of study and by what criteria of selection?	What are the collected data that seem relevant in the study and analysis of this concept?
5) According to you, how do you justify the use of the concept of resilience?	Can you make a list of indicators of vulnerability which you are working on, in order of: Relevancy, Importance, Priority regarding to the problem, their issues and the weight they represent in the decision?
6) How do you see the evolution of resilience in temporal scale?	How have they been identified, selected and aggregated?
7) In your approach both theoretically and in practice, how do you implement resilience?	When have they been identified, selected and aggregated?
8) What are indicators of resilience that have been selected in your case of study and by what criteria of selection?	What are the targeted features that seem relevant in the study and analysis of this concept?
9) What is the relationship between vulnerability and resilience?	How do you see the evolution of resilience in temporal scale?
10) What is a complex system?	If you adopt resilience approach, why do you prefer this approach of risk management?
11) If the interventions carry on the SOURCE of the risk, does it mean that we deal with vulnerability? Or resilience? Or both at once?	How do you apply it spatially and through time scale?
	Can you make a list of indicators of resilience which you are working on, in order of: Relevancy, Importance, Priority regarding to the problem, their issues and the weight they represent in the decision?
	How have they been identified, selected and aggregated?
	When have they been identified, selected and aggregated?
	According to you, what would justify the use of vulnerability approach?
	According to you, what would justify the use of resilience approach?
	Is there a link between the complexity of a system and the choice of vulnerability or resilience?
	Same question for the PATHWAY, RECEPTOR and CONSEQUENCES.

account, that of the older population, who have experimented floods, that of the younger people who are obliged to refer to maps, data and the like[...]" (105_cb_gi)

"[...]one undertakes work that is funded either by the community or in part by the government agencies, it depend how serious is the issue[...]" (197_df_gi)

"[...]it is about ensuring a balance between protection and restoration of waterways, it is about biological productivity, it is about protecting of goods, infrastructures, all depends on the will of the population and of the elected officials." (43_cb_gir)

3.1.2. Evidence claims

In terms of evidence claims, our results allow for two levels of analysis. These are associated with the three following questions: (a) What are, according to interviewees, the causes and effects of flooding; (b) What is the interviewees' basis for their beliefs on the causes and effects of flooding; (c) What is the interviewees' basis to apprehend the probabilistic nature of floods.

In all study sites, interviewees stress the importance of individual and collective behaviours as the main cause of the damages associated to past flood events. This is an extremely important result: meteorology, local topography, and the likes are not seen as the main cause of flooding. Human behaviour, as an overarching boundary condition, is identified. When attributing floods to behaviour, interviewees stress the unforeseeable impact of human activities on either flood management infrastructures (interfering with dykes, storm sewer and the likes) or with sensitive habitat (sand dunes mostly, and flood plains to a lesser extent).

"The problem is that we expose people to danger[...]" (32_in_gi)

"[...]when there's flood, it because of dykes breaking due because they are not in good condition, not well taken care of." (34_fr_gi)

"[...]people use dykes according to their very narrow interests. Duck hunters often dig holes in dykes" (179_df_gir) "these actions are totally un believable, they are associated with local habits totally disconnected from a culture of risk[...]" (183_df_gi)

"The drainage network belonged in the past to multiple owners that were farmers who knew the stakes associated to drainage, nowadays farmers are gone, urban came increasingly, they are very happy to live in the countryside without thinking of the need to clean the ditch next to his house[...]" (72_fy_gi)

"[...]to protect the dunes one must already protect them from humans[...]" (219_cb_gir)

"[...]obviously people do not care, they prefer to build a house and have a home by the sea rather than think that they will be flooded." (105_lc_gi)

"[...]damages can be more important here simply because the protections are weaker, of lower quality, they have been eroded, worn, not taken care of[...]" (27_pr_gi)

Furthermore interviewees stress the fact that one's mitigation strategy may have a distant effect on others: raising grounds increase flooding risk on non raised rounds, breakwaters through changes in sedimentary dynamics lead to erosion-based floods elsewhere, etc.

"When you rise the level of the quay, it will potentially increase the risk of flooding of adjacent lands[...]" (91_en_gir)

"Elected officials (mayors) and people say: "you want to protect the city so you want to flood upstream when it is flooded. "...And politicians, all there in, say: "you do not want to protect us, you want us to protect the city[...]" (98_nm_gi)

"You see they put a break water here, it keeps the sand, then the next beach does not get sand anymore[...]" (234_im_gqi)

Stakeholders thus express a systemic, and multi scale, view of the coastal system and an explanation to its poorly predicted evolution.

At a more collective level, within evidence claims, the interviewees identify ill designed policies, again framed as a boundary condition, in terms of governance process, mostly poor land use planning (e.g., real estate developments below sea level), administrative segmentation (e.g. different beach replenishing procedure in adjoining municipalities) and lack of administrative coordination (e.g.: building permit that are turned down at the local level then given at a regional level), "absurd" engineering infrastructures (e.g., flood gates that have never been functioning properly), and funding.

When a dyke is rebuilt one needs a "statement of work" so you have to build your case. When for example if you want to displace earth for your dyke you need to have an authorization according to the amount of land that will be moved. The authorization requires a public inquiry with the length of time that it can represent, if you are on levees that can break because they are very eroded, time is fundamental. (238_fy_gi)

"I would rather not talk about land use plans, as they make no sense at all." (54_im_gi)

"When I think of the flood gates I laugh, how could they believe that the sand would not block them[...]" (168_ap_gi)

"[...]the coastal regulations could have been "slightly" better analyzed[...]" (im_137_gi)

"[...]there is no overall vision or relevant actors to manage all of these dikes[...]" (240_df_gir)

Basically, when considering the causes of flooding risk, participants identify a critical lack of risk governance, not a lack of knowledge. When considering the knowledge base that may be mobilized within evidence claims, participants stress the importance of individual and collective heuristics.

Our analysis shows that, for participants, the reliance on personal heuristics is stated as unavoidable because

- (a) interviewees state that the science that is available shows problems of scale (i.e. available evidence concerns areas that are too small to be representative of flood event at risk management scale),

"[...]you see big models, climate science, it is good for the whole country or for a large region, but when you think about you village, your home, it does not tell much" (91_nm_gi) "the approach we have at the estuary and its projects is much more territorial, more localized, knowing that we do not have any definitive answer[...]" (49_df_gir)

- (b) they state that the complexity of flood dynamics cannot possibly be captured by science as it is practiced,

"[...]we ran flood models and realized that we had identified areas at risk of flood and we observe that they are not, other areas identified by the models as not at risk are clearly prone to flooding[...]" (54_im_gi)

- (c) they state that floods are multi-factorial events, where the human factor is very rarely recognized,

"[...]how do you really want to know and prevent floods. Floods are many different things for different people and their consequence have many cause, the water, the dykes, the storm, the people, the government, what you need with flood is experience." (222_im_gi)

- (d) in some instances, there are clear statements where criticised engineering options are and associated with science-based knowledge, thus disqualifying the latter for the interviewees.

"When I think of the flood gates I laugh, how could they believe that the sand would not block them[...]" (168_ap_gi)

3.1.3. Normative claims

Normative claims were at the core of the interviewees' statements. Very briefly said the results show the following line of thought that clearly dominates. (A) Risk management is a political decision → (B) Political authorities will only move if their move is accepted by the affected population or by the affected economic agents → (C) Acceptability is contingent upon the redistributive nature of the decision to be made → (D) Coastal flooding boils down to the acceptability (in terms of norms) of the options envisioned → (E) In the end the risk may very well not be managed in a way that makes sense in terms of increased safety.

"[...]one must work at a human scale especially at the level of the manager the manager, that is to say that the mayor should have a satisfactory solution for its electoral base[...]" (230_lc_gi)

This influence of boundary conditions manifested itself when putting in balance the collective benefits and individual losses of a risk management option. Normatively it was clearly expressed that the only acceptable way to envision coastal risk entails considering risk management options where the cost of flooding risk and management options is born collectively, even if the assets protected benefit to a minority.

"[...]how to improve globally taking into account solidarity between territories, the solidarity within the community[...]" (438_df_gir)

Furthermore, risk management strategies that are good collectively cannot really be implemented if they arm individual interests. Analysing this line of discourse shows that this "rule" suffers one exception: if the overexposed population chooses overexposure in order to reap benefits

that are seen as "exaggerated" by the interviewees or overexpose themselves knowingly (e.g., high value seafront real estate development, clearly below sea level), then no public money should be spent on managing the risk they are exposing themselves to. In all study sites it appears that resolving conflicting normative claims are at the core of the process of envisioning flooding risk. This is critical for the purpose of contributing to safer coasts. Any risk mitigation option that will be developed will necessarily pass through a deliberation process regarding its acceptability, potentially regardless of the scientific quality of the knowledge that generated this mitigation option.

If they have built their home in a flood zone and they were told that it was possible to build and comes 20 years after we tell them now you have lost 20% of your home, it's a quite hard. If they inhabited an area where one should not live and they still made the decision to live, it is too bad for them. (132_fg_gir)

These results may be summarized as follows: for the stakeholders coastal risk management is essentially a question of values, the decisions are made in order to influence the evolution of a non deterministic system, this is through interventions on the system's boundary conditions.

3.2. Second corpus: the scientific production geared at the THESEUS DSS development

The organization of this corpus follows the timeline of the project. The analysis was conducted following the chronological order of document production. Through the analysis the following elements emerge.

3.2.1. Relevance claims

Relevance claim in this corpus belong to three categories. First the concept of relevance is approached through an analysis of the economic costs associated with flooding and erosion. Second the concept of relevance is approached in ecological terms – with non-economic valuation of biodiversity and ecosystem services. Third relevance is established in terms of the analysis of potential life losses. All these relevance claims resort to science, approached through the channel of disciplinary expertise.

3.2.2. Evidence claims

In terms of evidence claim, one finds a dominant reference to the conceptual model underlying THESEUS scientific activity, from risk assessment procedures to DSS development: the "Source Pathway Receptor Consequence" model (SPRC). Second, we find references, yet quite marginally, to approaches not necessarily compatible with the SPRC model. The SPRC model offers to represent flood and erosion risks as a causal chain – spatially grounded – linking Source – Pathways – Receptors – and Consequences. The uncertainties associated with the risk under scrutiny are represented as a probability density function characterizing the source. Intervention in order to reduce risk is identified as either physical intervention in order to modify the pathways or receptors, or interventions geared at reducing the intensity of the linkages between receptors and consequences through vulnerability reduction measures. This representation is very much loaded with concepts associated with deterministic systems. Throughout the corpus the fact that such a representation is a simplification of reality is sometimes acknowledged and justified by the need to define modes of interventions that are pragmatically implementable. Furthermore, resilience as a word is used throughout the analysis dealing with infrastructure, ecosystems and communities as subsystems of the coastal system. Within the part of the corpus dealing with engineering, resilience is mostly used as a characteristic of human-built infrastructures that are able to retain their original characteristics (as engineered artefacts) after a shock (overtopping) or as the ability for a beach to recover after a storm and associated erosion. This use of "resilience" is akin to the

historical use associated with metallurgy and is the most accepted use within engineering (Roger, 2012). The part of the corpus focusing on ecology essentially uses resilience as the ability for an ecosystem to recover after a flood event or as the recovery time after a flood event. Recovery time is seen as a proxy to the system's collapse (or change of regime), which may therefore be interpreted as a characteristic associated with linear response between (non linear) tipping points. Again this usage of resilience is rooted in its historical meaning and its evolution within both engineering and ecology (Roger, 2012). While these uses may border on a non-deterministic representation of these subsystems of the coastal system, their central characteristics remains associated with the ability to represent probabilities (or probability density functions) associated with future state of these subsystems. The ability to identify robust probabilities associated with future states is a characteristic associated with deterministic systems. The part of the corpus focusing on social science uses the concept of resilience as a boundary condition of complex socio-ecological systems (Roger, 2012; Wardekker et al., 2010).

3.2.3. Normative claims

In terms of normative claims we observe that this corpus is centred on the values associated with science (robustness of results and being inscribed in the Khunian normal science paradigm). Pragmatism and the need for science to lead to operational reduction of coastal risks are also regularly called upon.

These results may be summarized as follows: the representation of the coastal system, within the scientific production analysed, is one that consists of a set of non-deterministic and deterministic subsystems that may be represented formally as a deterministic system comprising well identified causal chains. This simplification is built without compromising the key values associated with science as a mode of knowledge production. This simplification is justified by the need for pragmatism when considering the building of a DSS.

3.3. Third corpus: interviews with scientists

This third corpus allowed one for a finer analysis of the social representations of the scientists involved in the DSS development.

First, the dichotomy deterministic/non-deterministic system is much more present when interviewing individual scientists than when analysing the scientific production. When discussing the nature of the coastal risk system and its representation scientists express the fact that while they consider that fundamentally they are working on a non-deterministic system, a deterministic representation of some of its part is pragmatically and scientifically justified. This dichotomy appears, in the interview framework, through the differential treatment the interviewees give to the vulnerability/resilience distinction. Vulnerability analysis is associated to the ability to identify linear causal linkages, while resilience is associated to systems that cannot be represented as a set of linear causal linkages. Vulnerability can thus be associated with deterministic representation of the world, while resilience is associated with a complex system representation.

"We try to do by vulnerability because it is difficult to know exactly when the complexity of others system will be affected. I mean if you come in complex system like economic, the interactions between economic and environmental, then it is difficult to know exactly when resilience will be affected, it is very difficult to predict the relevant thresholds, but yet, I can identify vulnerable relationship within this system." (123_q1_th)

"[...]we are dealing in all case with both vulnerability and resilience at once[...]" (147_q1_th)

"[...]many natural systems are complexes. I mean the number of inter-link between organism, species, interconnected so much[...]" (86_su_th)

"No! I don't see link between complex system and vulnerability. Vulnerability can be very straightforward[...]" (107_fq_th)

The interviewees pointed to the importance of temporal and spatial scales when judging the relative adequacy of deterministic and non-deterministic (proxied by the vulnerability/resilience distinction) approaches to inform risk mitigation.

"[...]we see resilience the very important characteristic for ecosystems for the long term sustainability[...]" (64_uc_th)

In terms of relevance claim, interviewee did stress the categories identified above, this is in accordance with their disciplinary interest (robust evaluation of economic losses, ecosystem services, life losses). Interviewee also stressed the importance of the political process leading to recognized relevance.

In terms of evidence claim, interviewee stressed the importance of science as the way to establish robust evidence claims within disciplinary field. They often referred to the knowledge gap hypothesis in order to justify the need for science.

Talking of indicator selection "[...]you basically ask how do you do good science[...]" (53_uc_th)

"I do think we try to translate in many ...knowledge and to transmit this to government or the NGO[...]" (36_uc_th)

Finally their normative claims, when expressed, focused on the values associated with science as a professional practice as well as certain degree of pragmatism.

"In English we say why do you use this concept or how do you justify it? I use it because it is useful, sorry but that is the answer[...]" (11_fq_th)

3.4. Integrating the results associated with each corpus and discussion

3.4.1. Confronting our working hypothesis

Our first working hypothesis stated: "Representations of coastal risks are diverging, more precisely the representation of coastal risks of local stakeholders and scientists working on the development of THESEUS's DSS are different." The analysis shows that while there are divergences of representation these are not irreconcilable. Both stakeholders and scientists see and understand the complexity and non-deterministic nature of the coastal system. Yet when envisioning it, scientists represent it formally as a deterministic system, while not making the associated simplifying hypothesis explicit. One of the consequences is that when envisioning risk mitigation, stakeholders do put an emphasis on the challenges associated with boundary conditions while scientists may emphasize changing causal chains in the SPRC model.

Our second working hypothesis stated: "These divergences are rooted in different material and moral value systems." Again our results show that this hypothesis is correct. Yet these differences may be reconciled. In terms of moral values, scientists' value statements are closely associated with the normative framework of science as a knowledge production mechanism. The normative statements of stakeholders deal with issues of equity and mix the risk itself and its associated mitigation options. In terms of material value, scientists root relevance assessment into quantitative assessments of potential consequences. Stakeholders develop a more had hoc assessment based on the

observation of what is being done to avoid consequences as the product of political negotiations.

Our third working hypothesis stated: “Divergences are rooted in paradigmatic tensions visible through the relative importance given to intervening within causal chains (deterministic paradigm; vulnerability reduction approach) and the relative importance given to intervening on the system's boundary conditions (non-deterministic approach; resilience enhancement approach).” This last hypothesis is only partially validated. Both stakeholders and scientists frame the coastal system as non-deterministic system. Yet a tension is identified. It lies into the formal representation geared at the DSS design, which is deterministic and quite linear through the use of the SPRC model and through the use of vulnerability reduction as the key intervention.

3.4.2. Paradigmatic tensions

Considering the results presented here above, we can first state that the challenge in terms of understanding the coastal system does not lie necessarily in a knowledge gap. It lies rather in the risk associated with the descriptive, analytical, and intervention capabilities of placating a deterministic representation on a non-deterministic complex coastal system. This challenge has two dimensions. First, the simplified representation and its usefulness, if left unexplained, may lead to poor acceptance of the simplified representation. Second, the simplified representation may lead to interventions that are occulting the need to work simultaneously on boundary conditions.

If we get back to our original goal of using a DSS for the purpose of fostering a deliberative climate in which accepting the best available science does not threaten any group understanding of the coastal system, our results entail being able to manage information flows in a way that clearly illustrates the complementarity of intervention within deterministic causal chain and intervention on boundary conditions. In concrete terms it means for instance identifying the right intervention on the pathway (setting up the right dyke) while not forgetting that boundary conditions do matter (dykes need to be managed and that therefore local governance should allow for such a management).

3.4.3. Making stakes explicit

Our results show that normative claims, dealing with justice and equity, dominate stakeholders' discourse on coastal risk. Our results also show that for stakeholders the core element associated to the concept of risk are the consequence associated with an event. Yet the conceptual representation underlying the DSS, the SPRC model, is built upon a set of value that is centred on scientific robustness and pragmatism, and which has an “entry” point the source.

In order to use the DSS to foster a deliberative climate in which accepting the best available science does not threaten any group values or representations, it seems therefore necessary to ensure that all normative and relevance claims are made explicit, and are kept explicitly documented. In concrete terms this may entail that any problem framing, along the SPRC structure of the DSS, should be approached through the “C” of consequences – as the stakeholder's initial expression of relevance – and should include a real time discussion of potential conflicts in terms of equity, justice, and also, scientific robustness and pragmatism – while progressively identifying material issues along the way.

4. Designing a DSS cognitive pathway

4.1. General principles

In the light of our results, we consider that stakeholders, when they are engaged in deliberative decision-making process regarding coastal risks, are facing a social learning experience (Chouinard and Perron, 2002; Chouinard et al., 1999). Social learning entails learning from the other parties that are present. It also entails acquiring skills to engage in the process of acquiring this knowledge. In order to facilitate such a

learning experience, we propose using the DSS as a locus of progressive discovery of (a) different material values, (b) different moral values and (c) different paradigmatic representations and (d) of the process of fostering exchange in an environment that does not threaten any group's value.

4.2. Defining an entry point and a sequence

Our results showed that stakeholders associate risk with the modified state of the receptor or the consequences of flooding and erosion. This is a quite fundamental result in our context. It is thus important to stress the fact that while the DSS relies on the SPRC model (the source is the “entry point”), information exchange, aka risk communication, must in its initial step be focused on the consequences in order to gain access to stakeholders. This choice of cognitive entry point will allow a progressive reconciliation of stakeholders – i.e. future DSS users and their client/constituents, – perceptions with the knowledge base that is prevailing in the course of the DSS development.

When engaging in exchanges on the consequences key elements need to be documented. First, what is the set of moral and material values that leads stakeholders to consider these consequences as worthy of attention? Second, the stakeholders' heuristics that led to this identification needs to be compared to the scientific knowledge available in terms of cost benefit analysis, ecosystem services analysis and threat to human life. Third, a preliminary identification of the boundary conditions used as explanatory factor for the existence of these consequences should be conducted. These steps should be conducted explicitly and documented carefully. Using the consequences as an entry point entails thereafter to “move up” the SPRC causal chain.

In order to achieve this we propose the progressive build up of a “claim” database. When establishing the Consequences, Receptors, Pathways and Sources including their probabilistic nature space should be provided to express: (1) what are the important phenomena that should receive our attention, (2) what are the causal linkages that are expressed, (3) what is good, tolerable, and/or acceptable and (4) what are the boundary conditions that seems to influence the status of the object under scrutiny.

This cognitive pathway entails knowledge acquisition by the experts involved into the DSS development as well as by its users and stakeholders. This part of the communication scheme is thus leading to a co-construction of the decisions made in the course of the DSS use. This co-construction should all for a safe expression of the values and of the paradigmatic views of all involved.

5. Conclusion

In this paper we envisioned risk communication as a dialogic learning experience involving jointly stakeholders and scientists. Through a coastal risk centred empirical analysis we have identified the nature of the learning experience that was needed to achieve such a dialogue in a non-threatening context. For this specific context, we demonstrated moral and material values, as well as paradigmatic differences between parties in presence, were compatible. We then proposed to structure the interactions with the DSS along a cognitive pathway designed at sustaining mutual learning. One of the side result of this enquiry lies into a robust exploration of the joint importance of deterministic and non-deterministic representations of complex systems in order to achieve a mix of pragmatic interventions at the causal chain level (vulnerability reduction measures) and at the boundary condition level (resilience enhancement measures).

With this analysis we give an opportunity to extent perception analysis beyond the knowledge gap discourse by offering an analysis that focuses on values and on understanding paradigmatic positions. We also offer a framework for the dovetailing of robust qualitative social science with the development of quantitatively centred DSS by contextualizing it.

Finally, this allows proposing a genuinely dialogic risk communication scheme that will allow a more robust and socially acceptable use of a DSS.

In order to build on these results and associated proposition, several research leads need to be explored in the future. First, the framework that has been used here needs testing in other settings, with DSS structured along different conceptual models. Second, real time experiments into the implementation of a communication scheme such as the one proposed here would allow a firmer ground testing of such an approach. Finally, combining the proposal made with other techniques such as visualisation, joint scenario development, and model co-construction, could lead to a better understanding of science and policy integration leading to risk reduction.

Acknowledgement

The support of the European Commission through FP7.2009-1, Contract 244104 – THESEUS (“Innovative technologies for safer European coasts in a changing climate”), is gratefully acknowledged.

References

- Berkes, F., 2003. Alternatives to conventional management: lessons from small-scale fisheries. *Environments* 31, 6–19.
- Charmaz, K., 2006. *Constructing grounded theory: a practical guide through qualitative analysis*. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Chouinard, O., Perron, J., 2002. Learning about community capacity in the Fundy Model Forest. *For. Chron.* 78, 637–642.
- Chouinard, O., Pruneau, D., Boubacar, D., 1999. La notion de développement de communautés responsables comme source d'inspiration pour la recherche en éducation relative en environnement. *Can. J. Environ. Educ.* 4, 142–154.
- Costanza, R., Wainger, L., Folke, C., Mäler, K.-G., 1993. Modeling complex ecological economic systems. *Bioscience* 43, 545–555.
- Douglas, M., Wildavsky, A.B., 1982. *Risk and culture: an essay on the selection of technical and environmental dangers*. University of California Press, Berkeley (224 pp.).
- Kahan, D.M., Peters, E., Wittlin, M., Slovic, P., Larrimore Ouellette, L., Braman, D., Mandel, G., 2012. The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. *Nat. Clim. Chang.* 2, 732–735.
- McCreadie, M., Payne, S., 2010. Evolving grounded theory methodology: towards a discursive approach. *Int. J. Nurs. Stud.* 47 (6), 781–793.
- Narayan, S., Nicholls, R.J., Clarke, D., Hanson, S., Reeve, D., Horrillo-Caraballo, J., le Cozannet, G., Hissel, F., Kowalska, B., Parda, B., Willems, P., Ohle, N., Zanuttigh, B., Losada, I., Ge, J., Trifonova, E., Penning-Rowell, E., Vanderlinden, J.-P., 2014. The SPR systemsmodel as a conceptual foundation for rapid integrated risk appraisals: Lessons from Europe. *Coast. Eng.* 87, 15–31.
- Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325, 419–422.
- Renn, O., 2008. *Risk governance: coping with uncertainty in a complex world*. Earthscan, London (455 pp.).
- Roger, P., 2012. Resilience revisited. An etymology and genealogy of a contested concept/Climate Future Working Paper Series, 4, 1 (29 pp.).
- Schostak, J., 2006. *Interviewing and representation in qualitative fieldwork*. Open University Press, New-York.
- Strauss, A.L., Corbin, J., 1997. *Grounded theory in practice*. Sage Publications, Thousand Oaks (280 pp.).
- Touili, N., Baztan, J., Vanderlinden, J.-P., Kane, I.O., Diaz-Simal, P., Pietrantoni, L., 2014. Public perception of engineering-based coastal flooding and erosion risk mitigation options: lessons from three European coastal settings. *Coast. Eng.* (in press, Prepublication available online January 28, 2014).
- Warddekker, J.A., de Jong, A., Knoop, J.M., van der Sluijs, J.P., 2010. Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 77, 987–998.
- Zanuttigh, B., 2011. Coastal flood protection: what perspective in a changing climate? The THESEUS approach. *Environ. Sci. Pol.* 14, 845–863.
- Zanuttigh, B., Zagonari, F., Bagli, S., Pescaroli, G., Bozzeda, F., Nicholls, R., Hoggart, S., Vanderlinden, J.-P., 2014. Theseus decision support system for coastal risk management. *Coast. Eng.* 87, 218–239 (this volume).

II

Article 2 :

L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière

Kane, Idrissa Oumar^{a*} et Vanderlinden, Jean-Paul^b

^{a*} Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, OVSQ, laboratoire Cultures-Environnement-Arctique-Représentations-Climat (CEARC), 11 Boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt, France, idrissa-oumar.kane@uvsq.fr, +33 1 80 28 54 92.

^b Professeur en sciences économiques, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, OVSQ, laboratoire Cultures-Environnements-Arctique-Représentations-Climat (CEARC), 11 Boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt, France, jean-paul.vanderlinden@uvsq.fr, +33 1 80 28 55 01.

Article publié au Journal *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*.

Acceptation : novembre 2015, Hors-série 23, Adaptation aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer en zones côtière

L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière

Kane, Idrissa Oumar et Vanderlinden, Jean-Paul

Sommaire

La résilience, un concept polysémique.....	129
Conceptualiser le choix du sens attribué au concept de résilience.....	131
Méthodologie	132
Résultats	134
Discussion : Mise en intelligibilité de la polysémie.....	136
Conclusion.....	137
Remerciement.....	138
Références	138
Résumé	141

VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement

Hors-série 23 (novembre 2015)

Adaptation aux changements climatiques et à l'augmentation du niveau de la mer en zones côtières

Idrissa Oumar Kane et Jean-Paul Vanderlinden

L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière

Avertissement

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.

revues.org

Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le Cléo, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique

Idrissa Oumar Kane et Jean-Paul Vanderlinden, « L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 23 | novembre 2015, mis en ligne le 25 novembre 2015, consulté le 18 janvier 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/16661> ; DOI : 10.4000/vertigo.16661

Éditeur : Les éditions en environnements VertigO

<http://vertigo.revues.org>

<http://www.revues.org>

Document accessible en ligne sur :

<http://vertigo.revues.org/16661>

Document généré automatiquement le 18 janvier 2016. La pagination ne correspond pas à la pagination de l'édition papier.

© Tous droits réservés

Idrissa Oumar Kane et Jean-Paul Vanderlinden

L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière

- 1 La résilience constitue un concept mobilisé tant dans le monde scientifique que dans celui des politiques publiques pour s'adresser aux nombreux défis liés aux changements globaux (Walker et Cooper, 2011). Ce concept est utilisé pour traiter et comprendre la dynamique des systèmes socio-écologiques complexes (Walker et al., 2006, Folk, 2006, Berkes et al., 2003). Par ailleurs, dans le monde des politiques publiques, il est adopté et mis en valeur pour différents enjeux. Par exemple, en France, il entre dans le cadre de la « Défense et la sécurité nationale » (Livre Blanc, 2013). , au Royaume-Uni, en 2004, le concept est mobilisé dans le *Civil Contengencies Act*, (Cabinet Office, 2011) , au Canada, le concept s'inscrit dans un vaste programme portant sur l'« Enquête sur la préparation aux situations d'urgence et sur la résilience (Statistique Canada, 2014). Dans un contexte de changement climatique, Rogers (2012) affirme : *“resilience is a current buzzword in a range of policy and practice issues from economics to emergencies to climate change and beyond”*. Dans contexte de grande diversité d'application, Kaplan (2005) souligne que les véritables défis pour lesquels le concept de résilience est mobilisé doivent être liés à son utilité et à son intégrité conceptuelle. Ce dernier point semble particulièrement important, car le concept semble être caractérisé par une diversité de sens. Boyden et Cooper (2007) reconnaissent que la résilience ne possède pas encore une définition généralement acceptée ou une théorie crédible sur la façon dont ce concept fonctionne. Kaplan (2005) suggère que la résilience peut être un outil conceptuel pour raffiner les modèles de prédiction. Quoi qu'il en soit, le sens originel du concept s'est fortement diversifié surtout dans les débats sur les changements climatiques. C'est cette diversité et ses conséquences qui nous intéressent dans le cadre du présent article.

La résilience : un concept polysémique

- 2 Une explication possible de cette diversité de sens peut trouver sa source dans l'histoire du concept et son évolution. Les premières utilisations de ses racines remontent au I^{er} ou II^e siècle (voir tableau 1). C'est au XIX^e siècle que le concept apparaît dans l'univers des sciences et techniques, plus précisément dans le domaine de la métallurgie. La résilience est alors comprise dans le sens de revenir à l'état initial après déformation des solides causée par une force extérieure (Rankine, 1858). Ces travaux entre autres, ont servi de jalon pour les conceptualisations contemporaines de la résilience. Dans les années 70, Holling, (1973) introduit le concept dans l'écologie. Ses travaux marquent le passage d'un sens mécaniste de la résilience à un sens plutôt axé sur les systèmes reproductibles et évolutifs. De ce fait, le concept prend le sens de capacité d'un écosystème à absorber une perturbation extérieure, à conserver les fonctions maintenant son équilibre intérieur (homéostasie) et à persister tout en subissant cette perturbation. (Walker et al., 2006 et 2004 ; Adger et al., 2005 ; Grimm et Calabrese, 2011). Plus tard, Gunderson et Holling, (2002) affine le sens du concept par les termes transformation et auto-ré-organisation au sujet des systèmes socio-écologiques complexes. Dans cette perspective, Adger et al., (2011) saisissent le sens du mot résilience sous l'angle de capacité adaptative du fait des changements dynamiques et non linéaires des systèmes. A la même époque, le concept fait son apparition dans les sciences sociales et humaines. Il est utilisé dans les analyses de la relation entre l'individu et son environnement (Kagan, 1975 ; Adger et al., 2011, 2005). Parallèlement, les disciplines psycho-sociales se saisissent du concept. Garnezy et Masten (1986) et Werner et Smith (1982) ont, entre autres, beaucoup fait l'usage de ce concept tant sur le plan théorique que pratique. Ces auteurs s'accordent sur la résilience comme capacité d'un individu à faire face à l'adversité/trauma et de continuer de vivre malgré les contraintes. Plus récemment le mot est orienté dans une perspective

de gouvernance (Welsh, 2013 ; Walker et Cooper, 2011) et de protection civile (Rogers, 2012 ; Walkate et al., 2013). Welsh (2013) conçoit la résilience dans le sens de gouvernance adaptative, de maintien et de la sécurité des fonctions du système lui permettant de faire face et de se remettre des chocs endogènes et exogènes. En ce qui concerne la protection civile, Rogers (2012) fait savoir qu'à la suite des chocs, le mot résilience ne se réduit pas seulement à la capacité de rebondir vers l'état initial, mais aussi de progresser de l'avant à partir des expériences vécues et des leçons apprises.

- 3 Notre hypothèse de travail est que cette diversité de sens associé au concept de résilience pose des défis en termes d'opérationnalisation du concept sur le terrain. À propos de ces défis, Vogel et al. (2007) identifient les problèmes qui se posent lorsque les concepts d'adaptation, de vulnérabilité et de résilience se rencontrent sur un terrain particulier. Au cœur de leur réflexion se trouvent les questions liées à la polysémie et à l'application de ces concepts dans des systèmes non déterministes. Récemment, Kane et al. (2014) ont pu démontrer que ces défis d'application ont une étroite relation avec les représentations paradigmatiques divergentes quant au caractère déterministe ou non des systèmes côtiers. En effet, si ces représentations expriment la nature non déterministe des systèmes côtiers, les modèles dominants, véhiculés souvent par la communauté scientifique, eux, représentent souvent implicitement des systèmes déterministes. Un récapitulatif du caractère polysémique du concept de résilience est présenté dans le Tableau 1.

Tableau 1. Les différents sens du concept résilience placé dans leurs contextes historiques et thématiques

Concept	Usages/Sens	Auteurs	Domaines thématiques	Contextes
Résilience	Usages anciens			I ^{er} et III ^{ème} siècle
	<i>Resilire/resilio</i> = <i>bondir</i>	Sénèque l'ancien, Plinie l'ancien cité par Alexander, (2013)	Littérature et philosophie	Ecrits poétiques et philosophiques
	<i>Resilire/resilio</i> = <i>se rétrécir</i> ou <i>se contracter</i>	Ovide cité par Alexander (2013)		
	<i>Resilire/resilio</i> = <i>revenir en sautant</i>	Cicéron cité par Gaffiot (1934)		
	Usages modernes			XVI ^{ème} siècle
	<i>Resilire/resilio</i> = <i>rebondir</i> ou <i>de revenir</i> (sur un mot)	Thomas Blount (1618–1679) in <i>Glossographia</i>	Lexicographie	
	<i>Resilientia</i> = <i>esquiver</i>	Cité par Rogers (2012)	x	
	Usages contemporains			XIX ^e → nos jours
	Revenir à l'état initial après déformation des solides causée par une force extérieure	Rankine (1858)	Métallurgie (résistance des métaux)	Révolution scientifique et technique
	<i>resilio</i> (<i>re-salio</i>) = rebondir	Lewis et Short (1879) ; Lewis (1890)	Littérature	
	capacité à absorber une perturbation extérieure, homéostasie et persistance	Holling (1973)	Écologie	Théories sur la dégradation de l'environnement Sciences humaines et sociales
	capacité à faire face à l'adversité/trauma et continuer de vivre malgré les contraintes	Garmezy et Masten (1986), Werner et Smith (1982)	Psycho-sociale	
	transformation et auto-ré-organisation (Panarchy)	Gunderson et Holling (2002)	Systèmes socio-écologiques	Théories sur les changements globaux (technologiques,

capacité adaptative des systèmes	Adger et al. (2011), Walker et al. (2006)		
Gouvernance adaptative, maintien et sécurité des fonctions, faire face et se remettre des chocs	Welsh (2013), Walker et Cooper (2011)	Gouvernance politique	
Rebondir de l'avant à partir des expériences vécues et des leçons apprises	Rogers (2012), Walkate et al. (2013)	Protection civile	environnementaux, climatiques) et impacts sur l'homme

- 4 Notre hypothèse de recherche a été générée par l'observation de la difficulté à s'accorder sur le sens à donner au concept de résilience dans le cadre d'un projet de recherche international hautement interdisciplinaire : le projet THESEUS. L'objectif de ce projet est de mettre en place une méthodologie intégrée axée sur une planification des stratégies de défense durables pour la gestion de l'érosion et les inondations. Dans ce cadre, sont mobilisées 31 institutions de recherche et d'enseignements supérieurs, originaires 18 pays différents, dont les expertises relèvent tant des aspects techniques, sociaux, économiques qu'environnementaux (Zanuttigh, 2011, 2014, Narayan et al., 2014, Touili et al., 2014). Les objectifs de ce projet, au cœur desquels se trouve le concept de résilience, s'inscrivent entre autres dans les recommandations de la Directive européenne relative à « l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation » (Commission européenne, 2007).
- 5 Il est apparu très tôt dans les travaux conduits dans le cadre de THESEUS, que non seulement plusieurs le concept de résilience était utilisé sous des acceptions différentes, mais que ces acceptions différentes généraient des divergences en matière de préconisations d'actions et généraient l'établissement de rapports de force entre individus et entre communautés disciplinaires. Ces observations nous ont menés à concevoir la recherche dont les résultats sont présentés ici et dont l'objectif principal est formulé de la façon qui suit : analyser les conditions et les portées scientifique et politique du déploiement sur un terrain côtier de la polysémie du concept de résilience, ceci dans un contexte de changements climatiques.

Conceptualiser le choix du sens attribué au concept de résilience

- 6 Notre cadre conceptuel repose sur deux hypothèses de travail. La première est que les acteurs confrontés au concept de résilience font face à un choix implicite du sens qu'ils donneront au concept et que ce choix trouve son origine dans l'histoire du concept et de ses variations au cours du temps et à travers les champs disciplinaires (voir tableau 1). Le premier élément de notre cadre conceptuel repose donc sur l'idée que relativement à la diversité des acceptions du concept de résilience, les acteurs ont la possibilité, à tout le moins implicite, de choisir le sens qu'ils donneront au concept.
- 7 Notre seconde hypothèse de travail est que le choix effectué par les acteurs dépendra de la perception qu'ils ont du risque pour lequel ils mobilisent le concept de résilience. Nous traitons la perception en utilisant le cadre intégrateur de Renn (2008). Dans son modèle intégrateur, Renn effectue une analyse exhaustive des approches existant pour l'analyse des déterminants des perceptions du risque. Il propose une classification croisée entre échelles (du contexte culturel jusqu'à l'heuristique en passant par les contextes institutionnels et les facteurs cognitifs affectifs) et nature de la manifestation (individuelle ou collective). Pour Renn ces déterminants constituent les fondements sur lesquels les acteurs s'appuieront pour étayer leurs discours sur le risque. Si ce cadre nous permet d'organiser les déterminants de la perception, il ne propose pas de modalités d'accès à ces déterminants. D'un point de vue empirique, ce à quoi le chercheur a accès, c'est le discours des acteurs. Or l'analyse du discours des acteurs montre que ce discours est le produit d'un arbitrage dynamique entre la compréhension du fonctionnement du système entourant le risque, les valeurs portées par les acteurs et leurs contraintes matérielles. Ce constat, exprimé par Renn (2008), a été validé empiriquement pour

des cas côtiers dans un contexte de changements climatiques par Touili et *al.* (2014), Kane et *al.* (2014) et Vanderlinden et *al.* (2015). Notre hypothèse de travail, combinée aux travaux de Renn et leurs applications sur des terrains côtiers nous mène au second élément de notre cadre conceptuel : le choix d'une acception du concept de résilience sera le produit d'un arbitrage entre (i) compréhension du fonctionnement du système *risques*, (ii) valeur portée par les acteurs et (iii) leurs contraintes matérielles.

- 8 Cette conceptualisation de notre objectif de recherche nous permet de formuler la question de recherche qui suit : quels sont les liens entre choix d'une acception du concept de résilience et représentations paradigmatiques et enjeux matériel ou moral.

Méthodologie

- 9 La construction du matériel empirique a été essentiellement guidée par notre cadre conceptuel. Il s'agissait de capturer différents discours, centrés sur le concept de résilience, mais relevant d'une grande diversité d'expérience (tant culturellement, qu'institutionnellement, que géographiquement). Il s'agissait donc d'identifier ou de construire, dans le cadre du projet THESEUS, différents corpus relevant tant de l'expérience collective qu'individuelle, mobilisant une diversité d'acteurs, et faisant référence au concept de résilience. Deux corpus préexistants au sein du projet THESEUS satisfaisaient ces conditions, un troisième été construit spécifiquement dans le cadre de la recherche conduite ici (voir tableau 2).

Tableau 2. Corpus de l'étude : types de corpus, procédures, acteurs et objets

Types de corpus	Procédure	Acteurs/ Institutions	Objet d'interview/ recherche
<i>Corpus 1 :</i> Heuristiques individuelles/ collectives des parties prenantes (<i>stakeholders</i>)	32 interviews semi-directives : 12 à Santander (Espagne), 11 à Cesenatico (Italie) et 9 à Gironde (France)	Parties prenantes établies dans les sites d'étude	analyse des usages sur la base des revendications de pertinence et normatives en fonction des expériences collectives vécues
<i>Corpus 2 :</i> Heuristiques scientifiques collectives	Rapports (délivrables officiels) du projet Theseus (THESEUS, 2011a, b, c, 2012, 2013)	Expertise collective du <i>TheseusDSS</i> (Theseus Decision Support System)	analyse des usages sur la base des revendications de pertinence et normatives en fonction des expériences collectives vécues
<i>Corpus 3 :</i> Heuristiques scientifiques individuelles	10 entretiens semi-directifs avec experts de différentes disciplines	Expertise individuelle impliquée dans le <i>TheseusDSS</i>	analyse des usages sur la base des revendications de pertinence et normatives en fonction des expériences individuelles vécues

- 10 Le premier corpus, préexistant, a été choisi afin de capturer les expériences individuelles et collectives des parties prenantes. Il a été construit dans le cadre d'une enquête de perception du risque. Cette enquête consiste à pris la forme de 32 entretiens semi-directifs conduits dans l'estuaire de la Gironde en France (9 entretiens), à Santander en Espagne (12 entretiens) et à Cesenatico en Italie (11 entretiens). Ces trois sites font partie des cas d'étude du projet THESEUS (une description plus complète de ce corpus peut être trouvée dans Touili et *al.* 2014 et Touili, 2015, ce volume). L'utilisation de ce corpus n'a pas pour objectif l'établissement de dynamiques comparatistes, elle a pour objectif de nous donner accès à une diversité d'expérience, expérience relatée dans un cadre maîtrisé et connu afin de limiter les défis d'interprétation.
- 11 Le second corpus a été choisi, car il est le produit d'actions collectives, engageant chercheurs et acteurs, et centré sur le tandem réduction de vulnérabilité/augmentation de la résilience. Il s'agit de rapports, produits d'une négociation entre acteurs. Ces rapports ont le caractère officiel de livrables du projet, c'est-à-dire les rapports liés aux engagements contractuels des parties en présence et les engageant. Ce corpus est accessible par le site web <http://theseusproject.eu>. Les livrables utilisés figurent dans le Tableau 3.
- 12 L'utilisation de ces deux corpus nous donnait accès aux expériences individuelles et collectives des acteurs, et aux expériences collectives des chercheurs. Nous avons donc choisi de

construire un troisième corpus, destiné à nous donner accès à l'expérience individuelle des chercheurs. Nous avons pour cela conduit des entretiens semi-directifs avec 10 chercheurs (4 écologistes, 2 économistes, 1 sociologue, 1 gestionnaire, 1 climatologue, 1 expert en gestion du risque). L'échantillonnage a été guidé par la nécessité de maximiser la diversité des répondants en termes de disciplines et de nationalités. Le cadre d'entrevue est présenté dans le tableau 3. A nouveau, l'objectif ici était de capturer une diversité d'expérience et de contextualisation du concept de résilience tout en gardant une maîtrise suffisante du contexte pour autoriser l'interprétation.

Tableau 3. Cadre d'entretien pour les chercheurs

Section/ Thème	Question
Vulnérabilité	1) Comment justifiez-vous l'utilisation du concept de vulnérabilité dans le contexte des risques côtiers et du changement climatique ? 2) Comment traitez-vous/ appréhendez vous ce concept dans un cadre dynamique ? 3) En termes pratiques comment envisagez-vous la mise en œuvre d'une approche via la vulnérabilité ? 4) Quels indicateurs de vulnérabilité utilisez-vous ? Qu'est-ce qui a guidé votre choix d'indicateurs ?
Résilience	5) Comment justifiez-vous l'utilisation du concept de résilience dans le contexte des risques côtiers et du changement climatique ? 6) Comment traitez-vous/ appréhendez vous ce concept de résilience dans un cadre dynamique ? 7) En termes pratiques comment envisagez-vous la mise en œuvre d'une approche via la résilience ? 8) Quels indicateurs de résilience utilisez-vous ? Qu'est-ce qui a guidé votre choix d'indicateurs ?
Résilience et vulnérabilité	9) Comment liez-vous les concepts de résilience et de vulnérabilité ?
Complexité des systèmes côtiers	10) Pour vous qu'est-ce qui caractérise un système dit « complexe » ? 11) Comment lieriez-vous les concepts de résilience, de vulnérabilité et de complexité côtière ?
Modélisation du risque côtier, vulnérabilité et résilience	12) Dans le cadre d'un modèle « <i>Source Pathway Receptor Consequences</i> », si on concentre une intervention sur la source, s'agit-il plutôt 'une approche par la résilience ou d'une approche par la vulnérabilité ? 13) Dans le cadre d'un modèle « <i>Source Pathway Receptor Consequences</i> », si on concentre une intervention sur le cheminement (<i>pathway</i>), s'agit-il plutôt 'une approche par la résilience ou d'une approche par la vulnérabilité ? 14) Dans le cadre d'un modèle « <i>Source Pathway Receptor Consequences</i> », si on concentre une intervention sur le <i>receptor</i> , s'agit-il plutôt 'une approche par la résilience ou d'une approche par la vulnérabilité ? 15) Dans le cadre d'un modèle « <i>Source Pathway Receptor Consequences</i> », si on concentre une intervention sur les conséquences, s'agit-il plutôt 'une approche par la résilience ou d'une approche par la vulnérabilité ?

- 13 L'objet de ces corpus n'est pas de comparer les différents discours ou les différents sites, ce ne serait pas envisageable avec les corpus en question. L'objet par contre est, en cohérence avec le cadre conceptuel qui est le nôtre, d'avoir accès simultanément à l'utilisation du concept de résilience et à un discours portant sur les risques côtiers dans un contexte de changements climatiques.
- 14 Les corpus ont été analysés via une série d'itérations destinées à (i) identifier les sens prêter au concept de résilience, (ii) identifier comment ce sens s'insérerait dans le contexte textuel

et (iii) établir ce qui dans ce contexte relevait soit des représentations paradigmatiques, soit des valeurs portées, soit enfin des contraintes matérielles invoquées. Ces procédures d'identification ont pris la forme de codages thématiques récurrents, en utilisant des thèmes émergeant liés aux points (i), (ii) et (iii) ci-dessus. Les différentes citations identifiées ont ensuite été reliées entre elles en fonction de leur appartenance à des logiques convergentes, puis ces mises en réseau ont fait l'objet d'une interprétation dans une approche inspirée de la théorisation ancrée itérative (Charmaz, 2006, McCreaddie et Payne, 2010, Strauss et Corbin, 1997). Il ne s'agit néanmoins pas d'un exercice de théorisation ancrée au sens strict.

Résultats

- 15 Un premier résultat vient de l'analyse de la façon dont, au sein des différents corpus, est associé le concept de résilience à celui de mesure de réduction du risque. Dans ce cadre une distinction qui permet d'opérationnaliser notre approche est d'établir une distinction entre mesures structurelle et non-structurelle de réduction des risques côtiers (Touili et *al.*, 2014, Vanderlinden et *al.*, 2015). En effet, les mesures structurelles relèvent fondamentalement de la gestion du mécanisme de mise en risque des biens et des personnes, que ce soit par l'installation de brises lames, de digues, de plaines inondables et autres. Cette gestion relève plus de l'intervention sur une chaîne de causalité réduite et ne faisant pas appel à des concepts relevant de la systémique. Il s'agit plus de résistance, d'évitement, que de résilience. D'autre part, les mesures non structurelles, relevant de la gouvernance, se rapprochent par leur flexibilité potentielle, leur caractère dynamique et adaptatif de la résilience, du moins dans son acception plus récente, s'éloignant de la définition réduite de la résilience, définition héritée de la métallurgie. Cette distinction transparaît dans les entretiens avec les acteurs des trois communautés côtières. Les acteurs locaux soulignent le danger d'une approche limitée aux mesures structurelles :

« Dans le processus de reprise d'activité, de retour à la normale, les digues sont, aujourd'hui, une fausse sécurité dans la mesure où elles sont fragiles, et de toute façon le pire des cas ce n'est pas sans digues. » (extrait d'entrevue, Estuaire de la Gironde, France, les extraits choisis le sont en raison de leur représentativité du corpus et de leur qualité illustrative).
- 16 Dans ce cadre la résilience comme concept est séparée des mesures structurelles, soulignant le fait que ces éléments relèvent d'univers différents :

“If we think risk as a product of probability of flooding and consequences, how I see it is that, if the decision maker want to minimize risk and [reduce] the probability of flooding, through structural measures and the marine intervention likes dykes or different kind of structures, he is affecting risk but he is not affecting resilience” (extrait d'entrevue, Baie de Santander, Espagne).
- 17 D'autre part les mesures non structurelles de réduction des risques sont rapprochées de la résilience :

[la résilience consiste à] « préparer les plans communaux de sauvegarde (PCS), [pour] faciliter l'alerte précoce après la détection d'un événement futur. » (extrait d'entrevue, Gironde, France).
- 18 L'accent n'est plus mis tant sur la résistance et l'évitement que sur la prise en charge du processus dans son ensemble, depuis l'alerte (cf , citation ci-dessus), jusqu'au retour à la normale.

[La résilience] « permet de mieux formaliser ou d'organiser ce retour à la normale. » (extrait d'entrevue, Estuaire de la Gironde, France).
- 19 Cette attention au processus, dans sa dimension dynamique peut être également intégrée dans les mesures de suivi post trauma :

« [...] Assurer l'évacuation des personnes c'est en fait réduire le nombre de victimes d'un événement, c'est limiter les impacts psychologiques de l'événement, c'est faciliter le retour à la normale après l'événement. » (Extrait d'entrevue, Estuaire de la Gironde, France).
- 20 Finalement le concept de résilience est invoqué comme clé pour la définition du contexte de déploiement des mesures non-structurelles relevant du secteur privé :

- 21 “ [...] it is helpful to insurance arrangements if coastal communities can maximize their own resilience, by wise spatial planning and building regulations, and sensible evacuation plans for use in the event of a flood requiring emergency response.³” (extrait d’entrevue, Baie de Santander, Espagne).
- 22 La séparation du structurel et du non-structurel en termes de résilience n’est pas toujours aussi claire et il arrive que les mesures structurelles soient associées à la résilience, soit en termes de « résistance »,
- [For business manager], “resilience is usually understood in terms of the resilience of equipment or technologies, particularly Information Technologies, and is often also conceived in terms of physical resilience⁴.” (extrait d’entrevue, Cesenatico, Italie),
- 23 soit en termes d’évitement
- [La résilience c’est] « comment l’événement va perturber le territoire et dans quelle mesure ce territoire pourra se reconstruire d’une activité, voir bien comment absorber l’événement, de bien localiser les activités économiques des autres territoires qui ne sont pas touchées. » (extrait d’entrevue, Estuaire de la Gironde, France).
- 24 Un second résultat, provenant du corpus constitué par les livrables du projet THESEUS, tient à l’association du concept de résilience soit à des mesures structurelles, mais pour des cas très précis, soit à des mix écologiques, structurel/non structurel, soit encore à des mesures non-structurelles pour des cas plus généraux. Sur le front des mesures structurelles, l’adjectif « résilient » est par exemple utilisé pour décrire la propriété qu’à une digue de préserver son intégrité après un épisode de submersion : « the present work task [...] focuses on the safety of coastal dikes and especially their strength resilience against wave overtopping⁵. » (OD2.7, page 322). Dans un tel contexte d’ingénierie, l’objectif dans un contexte de résilience n’est pas de tenir compte du caractère non déterministe du système côtier, mais d’effectuer les recherches nécessaires pour capturer sa dimension déterministe : « An accurate prediction of wave overtopping is required in order to assess vulnerability and resilience of coastal structures⁶ » (OD 2.7, page 338). Une telle approche ne se limite pas à la conception, elle s’applique également à l’analyse de structures plus ou moins anthropisées : « Beach stability is defined by its resilience to storm impact and examined through calculation of beach scarp erosion due to a storm⁷ » (O.D. 2.7, page 649). Du point de vue des mesures impliquant un mix de structurel et de non structurel (mesure de gouvernance permettant au système naturel de contribuer à la résilience de la zone côtière) l’utilisation du concept de résilience est présentée comme un concept complexe non nécessairement accessible : « Our evaluation of the resilience of salt marshes to disturbance, including climate change, might for the time being still be somewhat naïve and informed by limited current research⁸ » (O.D. 3.3, page 73). Il est néanmoins appliqué à deux niveaux : (1) celui de la résilience de structure naturelle en cas de choc, « Grazing marshes are therefore more at risk to endured flooding, although indications are also that they are relatively resilient to exposure⁹ » (O.D.3.3 page 68), (2) celui de contribution des structures naturelles à la résilience du milieu côtier, « Dune restoration and resilience to sea flooding¹⁰ » (O.D. 3.3, page 111). Sur le front des mesures non-structurelles la résilience est clairement abordée sous l’angle de la systémique des systèmes complexes. L’ensemble du livrable portant sur les mesures non structurelles (OD 4.8) porte sur l’analyse des propriétés systémiques de résilience et leur application dans des contextes de gouvernance : assurance, aménagement du territoire, planification de la continuité, gestion post trauma, communication du risque et évacuation.
- 25 Finalement, les entretiens avec les chercheurs viennent confirmer en les précisant les observations faites dans l’analyse des deux autres corpus. Pour les chercheurs interviewés, et de manière assez homogène, le concept de résilience est un concept qui devrait s’appliquer à l’ensemble des approches de réduction du risque en adoptant une posture admettant le caractère irréductible des incertitudes associées à la complexité du système côtier. Néanmoins, ils soulignent également l’impossibilité dans l’état actuel des connaissances de passer de la parole aux actes, tant les contraintes cognitives, que matérielles ne permet une approche par la systémique des systèmes complexes :

- « it is difficult to know exactly when resilience will be affected, [...] Because resilience is about the whole of the system, resilience is the system as a whole¹¹ » (extrait d'entretiens, chercheur).
- 26 Au-delà des questions de choix de mesure de réduction de risque et de représentations paradigmatiques, le concept de résilience est associé à différentes dimensions relevant des valeurs. Au cœur de cette dimension se situe le caractère jugé indispensable de la participation des acteurs dans un contexte de résilience :
- “The social and physical environment being managed for resilience [which] is defined by [the] choices of actors regarding what are considered to be desirable attributes of the system¹²” (extrait d'entrevue, Baie de Santander, Espagne).
- 27 Cette participation relève des différentes dimensions de la gouvernance des risques côtiers :
- “By resilience, social planners or the government or others institutions should intervene to try to implement policies and measures ‘to avoid the irreversibility’¹³” (extrait d'entrevue, Baie de Santander, Espagne),
- 28 [Au regard de la complexité des acteurs], la résilience c'est
- « construire une politique partagée de gestion du risque, et le traduire par une convention financière entre l'État et les autres acteurs territoriaux, animée par ce qu'on appelle établissement public territorial de bassin (EPTB). (Extrait d'entretien, Estuaire de la Gironde, France).

Discussion : mise en intelligibilité de la polysémie

- 29 Les résultats présentés ci-dessus nous amènent à une série d'interrogations. La première tient à l'utilisation du concept de résilience en lui prêtant un sens particulier chargé d'a priori sur la nature du système côtier et son fonctionnement, la seconde porte sur les déterminants implicites des choix de mesure de réduction du risque, choix légitimé par l'invocation du concept de résilience. En effet, à la lumière de nos résultats, dans un contexte de gouvernance, « résilience » est un concept holiste, impliquant la participation, et clairement en adéquation avec le caractère dynamique des systèmes côtiers. Néanmoins le passage de la gouvernance à l'intervention sur le terrain semble être associé avec une autre acception de « résilience », réductrice et mécaniste, soit en raison de la culture historique des champs mobilisés (l'ingénierie côtière par exemple) soit pour des raisons pragmatiques associées au manque d'outil pour faire face concrètement aux systèmes complexes.
- 30 La première interrogation soulève les enjeux de relation entre *science et résilience* et *politique et résilience*. Lorsque le concept de résilience franchit les frontières de la science pour entrer dans la sphère politique de l'intervention, il est susceptible, de changer de sens. Le concept passe non seulement d'un mode de raisonnement à un autre, mais aussi d'une réalité paradigmatique, historique à une autre. (Cash, et al., 2003). L'utilisation du concept de résilience comme concept légitimant risque de légitimer des pratiques mécanistes ou économiste du concept. En effet, au niveau politique, le concept de résilience, au sens *auto-organisation*, a tendance à prendre un sens d'« *autonomie* » des communautés (Davoudi et al., 2012). Cette terminologie peut, en conséquence, conduire dans certains contextes, au « *désengagement* » de l'État au profit, non des communautés, mais du secteur marchand : assurances et travaux publics. Ceci peut être facilité par l'emprise de l'économie sur le 'marché du risque'. De ce point de vue, un paradoxe apparaît entre ce que Welsh (2013) appelle « *governmentalisation of resilience* » et ce que Walker et Cooper (2011) et Rogers (2012) évoquent par « *libéralisation de la résilience* ». Le premier est lié aux intérêts politiques que suscite le concept et le second au contexte actuel marqué par des pratiques néolibérales de sécurité. Le concept de résilience serait alors un cheval de Troie pour la conquête du risque côtier par des intérêts particuliers.
- 31 La seconde interrogation est liée au contexte côtier tel qu'il est compris aujourd'hui. Les risques devenant systémiques, les mesures structurelles font l'objet de réserves de la part des populations. En effet, ces dernières les jugent inflexibles, voire inadaptées, au regard des scénarios climatiques. C'est en ce sens que Warner et al. (2009) soutiennent que la mise en place par les pouvoirs publics des digues conduirait à une mal-adaptation dans la mesure où celles-ci seront amenées à être remplacées en raison du scénario d'élévation du niveau de la

mer. L'origine de cette dissonance est liée à l'absence d'intégration entre mesures structurelles et non structurelles pour renforcer la résilience – au sens systémique. Par exemple dans certains sites, l'option de construction des digues ne suit pas les plans et l'évolution de l'occupation du sol. En plus, les protections antiérosives et les digues sont souvent faites de façon anarchique et individuelle sans tenir compte de la continuité socio-éco systémique (voir Touili et al., 2014, Kane et al., 2014). Les discours tenus par les acteurs économiques et/ou politiques risquent alors de devenir biaisés et contradictoires en s'éloignant de l'intérêt des communautés locales. Pour les premiers, le renforcement des systèmes de défense contribue à la résilience. En effet, la résilience est représentée par cette terminologie : exposition signifie moins de résilience et renforcement des digues signifie résilience. Pour les seconds, l'exposition relève d'un processus dynamique et complexe de l'occupation du sol souvent caractérisé par des erreurs politiques de l'aménagement du territoire. En outre, les systèmes de défense, du fait qu'ils sont conçus que pour des objectifs de protection, ne participent pas nécessairement au retour à des conditions souhaitées. Dans ce cas, les critères exposition et digues ne doivent pas constituer une condition d'assurabilité. Cette dissonance dans les sens donnés au mot résilience rejoint les résultats de Harries, et Penning-Rowsell (2011) dans le cadre l'accord conclu entre l'ABI (*Association of British Insurers -ABI*) et les autorités britanniques.

- 32 Finalement, la question est de savoir si l'invocation de la résilience, facilite le diktat de l'économique, et de son allié l'ingénierie côtière. Les politiques, sous couvert d'holisme, renoncent dans les faits à leur responsabilité de gouverner la résilience des populations quelque que soit leur degré d'exposition et de sensibilité au risque. En d'autres termes, face à l'inertie institutionnelle (Harries et Penning-Rowsell, 2011), s'agit-il de vouloir laisser, comme le souligne Beck (cité par Lash et al., 1996), les compagnies d'assurances privées et les compagnies de constructions publiques exploiter et marquer la frontière de la société du risque en imposant leur logique de rationalité économique-réductrice. En entretenant la cacophonie, certains acteurs prennent rarement en compte les inégalités dans les capacités de résilience ainsi que les choix et préférences des termes ou mots qui guident leur participation. La mise en intelligibilité à travers les domaines d'action pose également la question de l'adéquation des options définies pour renforcer la résilience. Dans la gestion des risques côtiers climatiques, certains usages du mot résilience peuvent avoir des conséquences sur l'application du concept sur le terrain. Compte tenu des valeurs sous-jacentes, le discours change de nature. Le conflit dépasse la dimension conceptuelle pour se transformer en un conflit d'intérêts. Les acteurs se disputent sur les critères de définition, la désirabilité ou l'acceptabilité des options de résilience. Les résultats empiriques montrent que derrière les termes utilisés par se cachent des connotations qui ne répondent pas nécessairement à éthique unique de la résilience.

Conclusion

- 33 L'étude de la polysémie de la résilience dans le contexte de la gestion des risques côtiers climatiques revêt un double intérêt. D'une part, elle peut contribuer à clarifier le concept et les termes référents pour mieux le communiquer auprès des praticiens. À la lumière de cette analyse, nous reconnaissons que la multiplicité d'usages du mot résilience est attribuée à la diversité des heuristiques individuelles ou collectives. En d'autres termes, les usages du mot résilience reposent essentiellement sur une question de valeurs/paradigmes et d'intérêts d'ordre scientifique, politique, financiers et économiques. Ces derniers orientent les choix des options de mitigation sur le terrain. D'autre part, la mise en intelligibilité des usages a permis de comprendre la polysémie croissante du concept à travers les échelles et les domaines d'action. L'approche pourrait être de ne pas faire de cette polysémie un frein, mais une opportunité pour agir collectivement. La résilience est devenue, certes, une option pour les acteurs afin de faire face aux défis des changements climatiques. Néanmoins, les pouvoirs publics n'en ont pas encore fait un concept au contenu politique clarifié au risque d'en faire un instrument pour légitimer leur pouvoir ou leur retrait. Les scientifiques n'en ont pas jusque-là fini avec les controverses et les ambiguïtés au risque d'en faire un concept plus théorique qu'opérationnel. L'économique, du fait de sa position d'influence sur le politique, pourrait en faire un moyen de légitimation des profits. Les enjeux scalaires interpellent différentes instances de décision

où les légitimités des usages et du sens donné au concept se posent en termes de finalités et de question de performativité. Dans ce contexte d'incertitude, le concept de résilience préoccupe autant qu'il séduit. Ainsi, faire sens du concept sur le terrain passe nécessairement par un travail de pédagogie permettant de répertorier et de capitaliser les usages qui définissent la résilience dans une perspective de complexité des systèmes côtiers et d'adaptation aux risques côtiers climatiques. Dans cette optique, l'enjeu primordial reste à tisser la toile de la résilience à partir des instances locales considérées comme vitrines d'expérimentation du concept pour et avec les communautés.

Remerciements

34 Les recherches associées à cet article a bénéficié d'un soutien du projet Theseus, 7^e Programme Cadre de l'Union Européenne (Contrat n° 244104) www.theseusproject.eu avec l'appui et la collaboration scientifique constants de Juan Baztan (Laboratoire CEARC, OVSQ, UVSQ, 11 Boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt France et Marine Science for Society, courriel : jbaztan@marine-sciences-for-society.org)

Bibliographie

- Adger, W. N., K. Brown, D. R. Nelson, F. Berkes, H. Eakin, C. Folke, K. Galvin, L.H. Gunderson, M. Goulden, K. O'Brien, J. Ruitenbeek et E. L. Tompkins, 2011, Resilience implications of policy responses to climate change, *Wires Climate Change*, 1, pp. 757-66.
- Adger, W. N., P. H Terry, C. Folke, S. R. Carpenter et J. Rockström, 2005, Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters, *Science*, 309, pp. 1036-1039.
- Alexander, D.E., 2013, Resilience and disaster risk reduction : an etymological journey, *Natural Hazards and Earth System Sciences* 13 :2707-16
- Berkes, F., et al. 2003. *Navigating social-ecological systems. Building resilience for complexity and change*. Cambridge.
- Blount, T., 1707, *Glossographia Anglicana Nova : Or a Dictionary, Interpreting Such Hard Words of Whatever*, Printed for D. Brown, 606 p.
- Boyden, J., & Cooper, E. (2007). Questioning the power of resilience : are children up to the task of disrupting the transmission of poverty ? *Young Lives. An International Study of Childhood Poverty, CPRC Working Paper* 73, 1-17.
- Cabinet Office, 2011. *The role of local resilience forum*, London, 61p.
- Cash, D. W., W. C. Clark, F. Alcock, N. M. Dickson, N. Eckley, D. H. Guston, J. Jäger et R. B. Mitchell, 2003, Knowledge systems for sustainable development, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 100, pp. 8086-8091.
- Charmaz, K., 2006, *Constructing grounded theory : A practical guide through qualitative analysis*. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Commission Européenne. 2007, Directive 2007/60/CE relative à "L'évaluation et à la gestion des risques d'inondation " Bruxelles.
- Davoudi, S., K. Shaw, L. J. Haider, A. E. Quinlan, G. D Peterson, C. Wilkinson, H. Fünfgeld, D. McEvoy et L. Porter, 2012, Applying the resilience perspective to planning : critical thoughts from theory and practice, *Planning Theory and Practice*, 13, pp. 299-333.
- Folke, C., 2006, Resilience : The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses, *Global Environmental Change*, 16, 253-267.
- Gaffiot F. 1934, *Dictionnaire latin-français*, ed. Hachette, p. 1719, Paris
- Garmezy N., Masten A.S., 1986, Stress, Competence, and Resilience : Common Frontiers for Therapist and Psychopathologist, *Behavior Therapy*, 17, 500-521
- Grimm, V., & Calabrese, J. M. (2011). What Is Resilience ? A Short Introduction. 1-12.
- Gunderson L., Holling C., (ed.), 2002. *Panarchy. Understanding transformation in human and natural systems*. Washington D.C, Island Press
- Harries, T., and Penning-Roswell, E., 2011, Victim pressure, institutional inertia and climate change adaptation : The case of flood risk, *Global Environmental Change*, 21, 188-197.

- Holling, C., 1973, Resilience and stability on ecological system, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1-23.
- Kagan, J., 1975, Resilience in cognitive development, *Ethos* 3, 231-247.
- Kane, I. O., J.-P. Vanderlinden, J. Baztan, N. Touili et S. Claus, 2014, Communicating risk through DSS design : a coastal risk centred empirical analysis, *Coastal Engineering*, 87, pp. 210-218.
- Kaplan, H.B., 2005, Understanding the concept of resilience, In Goldstein S., & Brooks R., (Eds.), *Handbook of resilience in children*, New York, Kluwer Academic/Plenum.
- Lash, S., B. Szerszynski et B. Wynne, (ed), 1996, Risk, Environment and Modernity : towards a new Ecology, in Part I, Environment, knowledge and indeterminacy : beyond modernist ecology, *London SAGE publication*, UK, pp. 27-43.
- Lewis, C., 1890, *An Elementary Latin Dictionary*, New York, Cincinnati, and Chicago American Book Company.
- Lewis, C., and Short, C., 1879, *A Latin Dictionary*. Oxford, Clarendon Press, Founded on the translation of Freund's Latin-German lexicon by Andrews' edition LLD, 1-2019 pp.
- Livre Blanc, 2013, *Défense et sécurité nationale*. Odile Jacob/La Documentation française. 341 p.
- McCreaddie, M., et Payne, S., 2010, Evolving grounded theory methodology : Towards a discursive approach, *International Journal of Nursing Studies*, 47(6), 781-793.
- Narayan, S., R.J. Nicholls, D. Clarke, S. Hanson, D. Reeve, J. Horrillo-Caraballo, G. le Cozannet, F. Hissel, B. Kowalska, B. Parda, P. Willems, N. Ohle, B. Zanuttigh, I. Losada, J. Ge, E. Trifonova, E. Penning-Rowsell et J.-P. Vanderlinden, 2014, The SPR systems model as a conceptual foundation for rapid integrated risk appraisals : Lessons from Europe, *Coastal Engineering*, 87, pp. 15-31.
- Rankine, W.J., 1858, *A manual of applied mechanics* : London and Glasgow, Richard Griffin & Company
- Renn, O., 2008. Risk governance : Coping with uncertainty in a complex world. Earthscan, London, 455 pp.
- Rogers, P., 2012, Resilience revisited : an etymology and genealogy of a contested concept, *Climate Futures*, Working Paper Number, 4, 1-29.
- Strauss, A.L., et Corbin, J., 1997, *Grounded theory in practice*, Sage Publications, Thousand Oaks, 280 p.
- THESEUS, 2011a, *Official Deliverable OD1.15, Integrated Report on Risk Assessment in the Study Sites*, Projet FP7-EU-Theseus, 59 p.
- THESEUS, 2011b, *Official Deliverable OD3.3 Natural habitats for coastal protection and relevant multi-stressor coastal risks. Report and European scale overview*, Projet FP7-EU-Theseus, 672 p.
- THESEUS, 2011c, *Official Deliverable 5.1 THESEUS Decision Support System*, Projet FP7-EU-Theseus 64 pages.
- THESEUS, 2012, *Official Deliverable OD2.7 Integrated report on design of innovative coastal structures and best practices for coastal defence*, Projet FP7-EU-Theseus, 59 p.
- THESEUS, 2013, *Official Deliverable OD4.8 Structured portfolio of tested operational innovative tools and protocols for policy and management purposes of coastal flooding risks*, Projet FP7-EU-Theseus, 306 p.
- Touili, N., J. Baztan, J.-P. Vanderlinden, I.O. Kane, P. Diaz-Simal et L. Pietrantoni, 2014, Public perception of engineering-based coastal flooding and erosion risk mitigation options : Lessons from three European coastal settings, *Coastal Engineering*, 87, pp. 205-209.
- Touili, N., 2015, Portfolio d'options pour le renforcement de la résilience : application de principes systémiques de résilience à la gestion des risques d'inondation en Gironde, *Vertigo*, à paraître ce volume
- Vanderlinden, J.-P., J. Baztan, T. Coates, O. G. Davila, F. Hissel, I.O. Kane, P. Koundouri, L. McFadden, D. Parker, E. Penning-Rowsell, L. Pietrantoni, G. Pescaroli, G. Prati, B. Rulleau, M. Stithou, et N. Touil, 2015, Nonstructural approaches to coastal risk mitigations, 37 pages, B. Zanuttigh, R. Nicholls, J.-P. Vanderlinden, H. F. Burcharth, & R. C. Thomson (dir), *Coastal Risk Management in a Changing Climate*, London, Elsevier/Butterworth-Heinemann, 237-74.
- Vogel, C., S. C. Moser, R. E. Kasperson et G. D. Dabelko, 2007, Linking vulnerability, adaptation, and resilience science to practice : Pathways, players, and partnerships, *Global Environmental Change*, 17, 3-4, pp. 349-364.
- Walkate, S., R. McGarry et G. Mythen, 2013, Searching for resilience : A conceptual excavation, *Armed Forces & Society*, 00, 0, pp. 1-20.

- Walker, B., J. M. Anderies, A. P. Kinzig et P. Ryan, 2006, Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development : introduction to the special issue, *Ecology and Society*, 11, 1, pp. 1-12.
- Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter et A. Kinzig, 2004, Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems, *Ecology and Society*, 9, 2, pp. 1-5.
- Walker, J., et Cooper, M., 2011, Genealogies of resilience from systems ecology to the political economy of crisis adaptation, *Security Dialogue*, 14, 1-29.
- Warner, K., N. Ranger, S. Surminski, M. Arnold, J. Linnerooth-Bayer, E. Michel-Kerjan, P. Kovacs et C. Herweijer, 2009, Adaptation to climate change : linking disaster risk reduction and insurance, UNISDR, 18 p.
- Welsh, M., 2013, Resilience and responsibility : governing uncertainty in a complex world, *The Geographical Journal*, 1-12.
- Werner, E., & Smith, R.S., 1982. *Vulnerable but invincible : A longitudinal study of resilient children and youth*, New York, McGraw-Hill.
- Zanuttigh, B., 2011, Coastal flood protection : What perspective in a changing climate ? The THESEUS approach, *Environmental Science & Policy*, 14, 845-63.
- Zanuttigh, B., 2014, Coasts@Risk : THESEUS, a new wave in coastal protection, Editorial, *Coastal Engineering*, 87, 1-3.

Notes

- 2 Si nous pensons le risque comme un produit de la probabilité d'inondation et des conséquences, alors si le décideur veut minimiser les risques et [réduire] la probabilité d'inondation, par des mesures structurelles et/ou des interventions sur la source maritime, il va préconiser des digues ou ce genre des structures, il influence le risque, mais il n'améliore pas la résilience.
- 3 Il est bénéfique pour les régimes d'assurance que les communautés côtières maximisent leur résilience, que ce soit par l'aménagement du territoire, les règlements de construction, et les plans d'évacuation intelligent en prévision d'inondations nécessitant une intervention d'urgence.
- 4 La résilience est généralement comprise en termes de la résilience des équipements ou technologies, notamment les technologies de l'information et est également souvent conçue en termes de résistance physique.
- 5 Cette tâche [...] se concentre sur la sécurité des digues côtières et surtout leur capacité de résistance après un franchissement des vagues (une submersion).
- 6 Une prévision précise (des conditions de) de franchissement des vagues est nécessaire pour évaluer la vulnérabilité et la résilience des structures côtières.
- 7 La stabilité de la plage est définie par sa capacité de résistance à l'impact de la tempête et évacuée par le calcul de l'érosion d'arrachage de la plage lors d'une tempête.
- 8 Notre évaluation de la résilience des marais salants aux perturbations, notamment le changement climatique, peut être encore un peu naïve et s'appuyer sur la recherche actuelle qui est limitée.
- 9 Les prés salés sont donc plus à risque de subir des inondations, mais ils résistent relativement bien à l'exposition (à l'eau salé).
- 10 Restauration des dunes et résilience aux inondations.
- 11 Il est difficile de savoir exactement quand la résilience est affectée, [...] Étant donné que la résilience porte sur l'ensemble du système, la résilience porte sur le système dans son ensemble.
- 12 L'environnement social et physique étant gérés pour la résilience qui est définie par les choix des acteurs en termes caractéristiques désirables du système.
- 13 Pour la résilience, les planificateurs sociaux ou du gouvernement ou d'autres institutions devraient intervenir pour tenter de mettre en œuvre les politiques et mesures pour éviter l'irréversibilité.

Pour citer cet article

Référence électronique

Idrissa Oumar Kane et Jean-Paul Vanderlinden, « L'utilisation du concept polysémique de résilience : une analyse empirique en zone côtière », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 23 | novembre 2015, mis en ligne le 25 novembre 2015, consulté le 18 janvier 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/16661> ; DOI : 10.4000/vertigo.16661

À propos des auteurs**Idrissa Oumar Kane**

Doctorant en aménagement du territoire, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, OVSQ, laboratoire Cultures-Environnements-Arctique-Représentations-Climat (CEARC), 11 Boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt, France, courriel : idrissa-oumar.kane@uvsq.fr

Jean-Paul Vanderlinden

Professeur en sciences économiques, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, OVSQ, laboratoire Cultures-Environnements-Arctique-Représentations-Climat (CEARC), 11 Boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt, France, courriel : jean-paul.vanderlinden@uvsq.fr

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumés

Le concept de résilience est aujourd'hui mobilisé dans le cadre des analyses portant sur l'adaptation des régions côtières aux impacts des changements climatiques. Or il s'agit d'un mot utilisé dans de nombreux cadres disciplinaires et auxquels il est associé une variété de sens et de contextes. Cet article propose de : (i) faire une analyse des usages du mot résilience pour comprendre les implications scientifiques, politiques, voir sociales, de la polysémie du concept, ceci dans les discours des différents acteurs, en milieu côtier, et dans un contexte de changements climatiques et (ii) mettre en place un cadre de mise en *intelligibilité* des usages de « résilience » à travers divers domaines d'action. Un projet international multi partenarial et hautement interdisciplinaire, le projet THESEUS, est utilisé comme étude de cas. Les principaux résultats montrent : (1) au niveau scientifique, les usages du mot résilience obéissent à une logique de paradigmes suivant les contextes de production des savoirs, (2) au niveau politique, les implications terminologiques suscitent un risque d'instrumentalisation du concept et un risque de conflit d'intérêts.

Resilience, as a concept, is now widely used for the analysis of adaptation to climate change in coastal areas. This concept is mobilized by many disciplinary fields and it is thus associated to a high variety of meanings and contexts. This article proposes to : (i) conduct an analysis of the use of the concept of resilience in order to understand the scientific, political and social impact that this polisemy has on stakeholders' discourses and (ii) establish a framework that renders explicit the uses of resilience in a variety of settings. An international multi partnership and highly interdisciplinary project, the THESEUS project, is used as a case study. The main results show : (1) at the scientific level, the uses of the word resilience obey to a paradigmatic logic associated to knowledge production environments, (2) at the policymaking and implementation levels, the variety of meanings generates a risk of instrumentalisation as well as potential conflicts of interests.

Entrées d'index

Mots-clés : résilience, zone côtière, changements climatiques, politique, polysémie, intelligibilité

Keywords : resilience, coastal zones, climate change, science, policy, polysemy, intelligibility

III

Article 3 :

Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins ?

Kane Idrissa Oumar*

* Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, OVSQ, laboratoire Cultures-Environnement-Arctique-Représentations-Climat (CEARC), 11 Boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt, France, idrissa-oumar.kane@uvsq.fr, +33 1 80 28 54 92.

Article soumis à la Revue « *Nature, sciences et sociétés* », Date de soumission : 21 Août 2016

Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins ?

Kane Idrissa Oumar

Sommaire

Résumé	145
Abstract	145
1. Introduction	146
2. Matériels & méthodes	149
3. Résultats	152
3.1. Les conceptions déterministes comme fondements de la vulnérabilité	152
3.2. Les conceptions non déterministes comme fondement de la résilience	153
4. Discussion : confrontation des postulats conceptuels et paradigmatiques	155
5. Conclusion.....	158
6. Remerciements	159
7. Références	159

Vulnérabilité et résilience des systèmes côtiers, entre conceptions déterministes et non déterministes : les sciences du risque côtier à la croisée des chemins ?

Vulnerability and resilience of coastal systems, between determinism and non-determinism: are coastal risk studies at the crossroad?

Kane Idrissa Oumar*

* Doctorant, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, OVSQ, laboratoire Cultures-Environnement-Arctique-Représentations-Climat (CEARC), 11 Boulevard d'Alembert, 78280, Guyancourt, France, idrissa-oumar.kane@uvsq.fr, +33 1 80 28 54 92.

Résumé

L'émergence concurrente du discours de réduction des vulnérabilités et de celui d'augmentation de la résilience, soulève la question de l'interaction de ces deux concepts dans le cadre d'une gestion opérationnelle des risques en général, et du risque climatique en particulier. Dans le contexte côtier, l'analyse des risques attribués aux changements climatiques implique des paradigmes déterministes, centrés sur le concept de vulnérabilité, et non déterministes, centrés sur le concept de résilience. Cet article s'inscrit dans une relecture critique et constructive de ces conceptions antagonistes, ceci en utilisant un ancrage empirique. Deux types de matériaux sont utilisés : un corpus empirique issu d'entrevues et un corpus constitué de production scientifique d'un projet. La méthode consiste à une théorisation ancrée itérative du corpus. Nos résultats montrent que 1) les conceptions déterministes constituent le fondement de la vulnérabilité et 2) les conceptions non déterministes constituent le fondement de la résilience. Que les interrelations dynamiques entre ces deux concepts et les paradigmes associés doivent être prises en compte de façon proactive.

Abstract

We currently observe the joint emergence of a vulnerability reduction centered discourse and of a resilience enhancement centered discourse. This raises the issues associated with the dynamic interplay between these concepts and associated paradigms. In the context of coastal system facing climate change, risk analysis approaches imply deterministic and non-deterministic paradigms. These conceptions imply on the one hand vulnerability approach and on the other hand resilience approach. These two ways of envisioning coastal climate risks must be implemented from a critical

and constructive review of these antagonist paradigms. Two types of materials have been used: empirical datas derived from semi-structured interviews and theoretical datas derived from general literature. The empirical datas is organized in three categories of surveys: epistemological, methodological and normative surveys. The method consists of doing iterative grounded theorization of the empirical datas after coding this latter. Following this approach, the results show that 1) the deterministic conceptions are the foundation of vulnerability paradigms and 2) the non deterministic conceptions are the foundation of resilience paradigms.

Vulnérabilité ; résilience ; paradigmes déterministes ; paradigmes non déterministes

Vulnerability; resilience; determinist paradigms; non determinist paradigms

Introduction

Cet article²⁶ analyse les conceptions déterministes et non déterministes véhiculés dans les sciences du risque pour aborder les systèmes côtiers face au changement climatique. Dans ce contexte, ces conceptions impliquent différentes rationalités d'acteurs quant à la gestion des risques liés aux changements climatiques. En effet, ces rationalités sont enracinées dans les tensions paradigmatiques visibles d'une part à travers l'importance accordée à l'intervention sur les chaînes de causalité (paradigme de la vulnérabilité) et d'autre part à travers l'importance accordée à l'intervention sur les conditions aux limites des systèmes (paradigme de la résilience) (Kane et al., 2014). Ainsi, les sciences des risques côtiers semblent être aujourd'hui à la croisée des chemins. Cet état de fait s'explique par deux difficultés majeures.

D'un point de vue conceptuel, les difficultés concernent les choix de modèles d'analyse des risques côtiers. Ces choix restent suspendus entre l'utilisation de deux catégories de modèles. La première catégorie est composée de modèles linéaires largement dominant dans l'analyse des risques et ayant comme soubassement les conceptions scientifiques réductrices des systèmes. En effet, ces modèles relèvent du paradigme newtonien de représentation mécanique des systèmes dans une perspective de prédictibilité : telle cause produit tel effet. Cette conception s'inspire du déterminisme Laplacien qui stipule que « nous devons donc envisager l'état présent de l'univers comme l'effet de son état antérieur et comme cause de celui qui va suivre ». (Laplace, *Essai philosophique sur les probabilités*, 1814, Œuvre de Laplace », Tome VII, p. VI). En outre, les modèles linéaires d'analyse

²⁶ Les résultats préliminaires ont été présentés lors du 82^{ème} Congrès de l'Association Francophone des Savoirs, Université Concordia, Montréal Cf. <http://www.acfas.ca/evenements/congres/programme/82/600/617/c>

des risques se réfèrent souvent à une approche analytique des systèmes (côtiers) dans une perspective simpliste : le tout égal à la somme des parties. Cette conception renvoie au réductionnisme cartésien qui suggère "diviser chacune des difficultés en autant de parcelles qu'il se pourrait, et qu'il serait requis pour les mieux résoudre". (Descartes, *Discours de la méthode*, 1637). La deuxième catégorie est constituée de modèles non linéaires. Ces derniers demeurent actuellement peu mis en œuvre dans la gestion opérationnelle du risque. Ces modèles relèvent du paradigme de la complexité où le système (le tout à la fois harmonieux et chaotique) transcende la somme de ses composantes. (Morin et Le Moigne, 1999). Pour Prigogine (1996), ces types de modèles marquent « *la fin des certitudes* » dans la prédiction de l'évolution des systèmes traités comme non déterministes. Dans une perspective de réflexivité et de rupture avec les conceptions réductrices des systèmes, Prigogine, avec Stengers, défendait dix ans plutôt, la thèse du processus de « *métamorphose de la science* » vers une pensée plus complexe et évolutive. Par ailleurs, dans une perspective d'une nouvelle configuration des rapports entre science et société, Alix (2011) prône pour une vision systémique de la science dans les systèmes de production des savoirs. Ainsi, les tenants de ces conceptions intègrent l'incertitude dans les modèles non linéaires et considèrent la globalité du système. Cette globalité implique la symbiose, la réciprocité et les compensations entre systèmes humains et systèmes naturels. (Serres, 1992 : 72). Chez Gunderson et Holling (2002), cette non linéarité se résume par la notion de '*panarchy*' décrivant les interactions dynamiques entre systèmes et/ou sous-systèmes, à différents niveaux d'(auto)organisation. Chez Lorenz (1972), cette non linéarité, en cas de perturbation(s), s'explique par la sensibilité aux conditions initiales du système global où une petite cause peut produire de grands effets, appelé « effet papillon ». Face à cette non linéarité et interactions complexes, Costanza (1997), affirme qu'il s'avère difficile de distinguer une cause d'un effet.

D'un point de vue méthodologique, l'autre difficulté porte sur les choix entre l'approche de 'réduction de la vulnérabilité' et celle du 'renforcement de la résilience'. Ces approches méthodologiques constituent les volets opérationnels des approches élaborées dans les modèles conceptuels. En effet, la réduction de la vulnérabilité repose sur des modèles linéaires, pour lesquels les causalités sont identifiées, et le renforcement de la résilience repose sur les modèles non linéaires. L'approche par la vulnérabilité s'appuie sur des modèles analytiques conçus pour prédire les risques dans des systèmes (côtiers) traités comme déterministes. L'approche par la résilience s'appuie sur une modélisation de la complexité où l'incertitude absolue domine dans des systèmes traités comme non déterministes.

À travers cette analyse, cet article se propose de dresser ici les principes gnoséologiques qui guident ces différentes conceptions. L'objectif est, en raison de la nature des systèmes et des risques étudiés, d'orienter l'analyse vers des choix conceptuels et méthodologiques ad hoc. Nous avons utilisé deux types de matériaux. Le matériel empirique provient du corpus des enquêtes épistémologiques, méthodologiques et normatives sur l'environnement scientifique de l'interviewé. L'autre matériel est théorique dérivé de la littérature scientifique servant d'appui substantiel. Pour l'analyse, le matériel empirique est soumis à une théorisation ancrée itérative à la suite d'un travail de transcription et de codage dans ATLAS.ti®. Les résultats de cette analyse montrent que 1) la réduction de la vulnérabilité consiste à envisager une intervention partielle et sélective sur les systèmes côtiers en raison des considérations déterministes des éléments, 2) le renforcement de la résilience consiste à envisager une intervention intégrée et holistique sur les systèmes côtiers en raison des considérations non déterministes des éléments. Les principales sections de l'article s'articulent de la façon suivante: la présente introduction (section 1), le matériel et les méthodes de recherche (section 2), l'exposé des résultats (section 3), la discussion (section 4) et enfin, la conclusion (section 5).

Une étude de cas au sein d'un projet de recherche

Dans cet article, l'étude de cas de la recherche est centrée sur le Projet THESEUS du septième (7^{ème}) Programme Cadre de l'Union Européenne. Il s'agit d'un projet international multi partenarial et hautement interdisciplinaire. L'objectif de ce projet est de mettre en place une méthodologie intégrée axée sur une planification des stratégies de défense durables pour la gestion de l'érosion et les inondations. Dans ce cadre, ont été mobilisées 31 institutions de recherche et d'enseignements supérieurs, originaires de 18 pays différents, dont les expertises relèvent tant des aspects techniques, sociaux, économiques qu'environnementaux. (Vanderlinden et al., 2015). Pour favoriser l'interdisciplinarité, il a été mise en place, par les acteurs scientifiques impliqués, un cadre de développement et validation collective des connaissances, opérationnalisé sous la forme d'un système expert appelé *TheseusDSS* (Système d'Aide à la Décision THESEUS).

Le *TheseusDSS* appuie les acteurs (gestionnaires et praticiens) dans les choix et la conception des options de réduction des risques côtiers. Un modèle conceptuel, appelé SPRC (Source-Pathway-Receptor-Consequences) forme la structure de ce système d'aide à la décision. Il a été conçu pour organiser les options de réduction de la vulnérabilité développées au cours du projet à travers les quatre composantes du modèle. Il s'agit d'identification des liens de causalité du risque à travers les

composantes SPRC se fondant sur une approche probabiliste multi-scénarios (climatiques, environnementaux et socio-économiques) à différentes échelles temporelles (1-100 ans) et spatiales (1-100 kms). Ce modèle s'appuie sur les données environnementales, hydrologiques, océanographiques pour élaborer de façon intégrée une carte des zones inondables et une carte de la vulnérabilité (sociale, économique et écologique) du territoire. Ces outils aident à l'évaluation des impacts sur ces enjeux exposés et à appliquer les options de mitigation sur la base des différents scénarios.

Le *TheseusDSS* est organisé en différentes « *Workpackages* » (six au total) complémentaires. Cette étude se focalise principalement sur le workpackage quatre (WP4) portant sur la « Mitigation du risque: science and société » dont les options sont axées sur la résilience. Il s'agit des options sur (1) les dispositifs assurantiels, (2) l'aménagement du territoire, (3) les Plans de continuité des activités, (4) la Gestion post crise, (5) les Plans d'évacuation et (6) la Communication du risque et rôle de la science pour la construction de la résilience. Mais, ces options de renforcement de la résilience sont développées dans un système expert (*TheseusDSS*) plus penché sur des options de réduction de la vulnérabilité. Ces différentes options mettent en évidence l'antagonisme entre deux paradigmes (déterministes et non déterministes) sur lesquels reposent les discours des acteurs. L'intérêt scientifique de cette étude est que celle-ci s'interroge et se focalise sur la subtilité des « méthodes » d'analyse du risque et d'intervention dans les systèmes côtiers. Cette interrogation trouve sa pertinence dans un contexte caractérisé par l'indétermination absolue des changements climatiques et ses risques sur ces systèmes. Toutefois, l'intérêt de cette étude ne réside pas dans la tentative de résolution du conflit entre ces deux paradigmes. Il s'agit plutôt une tentative d'explorer les possibilités d'intégration des approches vulnérabilité et résilience utilisées dans les sciences du risque côtier tout en privilégiant celle qui s'inscrit dans le paradigme de la complexité.

Matériels & méthodes

Le matériel de cet article provient essentiellement des heuristiques individuelles des chercheurs impliqués dans le développement de l'outil d'aide à la décision du projet *Theseus*. En effet, ce matériel est essentiellement empirique issue des interviews semi-directives avec les chercheurs. Ce corpus donne accès à l'expérience individuelle des chercheurs. Nous avons pour cela conduit des entretiens semi-directifs avec 10 chercheurs (4 écologistes, 2 économistes, 1 sociologue, 1 gestionnaire, 1 climatologue, 1 expert en gestion du risque). L'échantillonnage a été guidé par la nécessité de maximiser la diversité des répondants en termes de disciplines et de nationalités. Mais

aussi, la diversité des nationalités des interviewés permet de saisir la variété des contextes (géographique, scientifique, institutionnel) de représentation et de gestion de l'espace côtier. La durée moyenne des interviews est de 39 minutes, dont la plus courte est de 18 minutes, et la plus longue 69 minutes. En termes de nombres de mots, la taille moyenne de la transcription est de 1648 mots (minimum 880 mots, maximum 3747 mots). Toutefois, eu égard à l'objet de la problématique abordée, la question d'un changement d'approche d'analyse des données a été de mise. L'objectif était de capturer une diversité d'expérience sur la conception et l'application des concepts de vulnérabilité et de résilience dans les systèmes côtiers face aux risques associés aux changements climatiques. Le cadre d'entrevue est présenté dans le tableau 1, ci-après.

Tableau 1 : Cadre d'entretien pour les chercheurs

Section/ Thème	Question
Vulnérabilité	1) Comment justifiez vous l'utilisation du concept de vulnérabilité dans le contexte des risques côtiers et du changement climatique ? 2) Comment traitez vous/ appréhendez vous ce concept dans un cadre dynamique? 3) En termes pratiques comment envisagez-vous la mise en œuvre d'une approche via la vulnérabilité ? 4) Quels indicateurs de vulnérabilité utilisez vous ? Qu'est ce qui a guidé votre choix d'indicateurs?
Résilience	5) Comment justifiez vous l'utilisation du concept de résilience dans le contexte des risques côtiers et du changement climatique ? 6) Comment traitez vous/ appréhendez vous ce concept de résilience dans un cadre dynamique? 7) En termes pratiques comment envisagez-vous la mise en œuvre d'une approche via la résilience ? 8) Quels indicateurs de résilience utilisez vous ? Qu'est ce qui a guidé votre choix d'indicateurs?
Résilience et vulnérabilité	9) Comment liez vous les concepts de résilience et de vulnérabilité ?
Complexité des systèmes côtiers	10) Pour vous qu'est ce qui caractérise un système dit « complexe » ? 11) Comment lieriez-vous les concepts de résilience, de vulnérabilité et de complexité côtière ?
Modélisation du risque côtier, vulnérabilité et résilience	12) Dans le cadre d'un modèle « <i>Source Pathway Receptor Consequences</i> », si on concentre une intervention sur la source, s'agit-il plutôt d'une approche par la résilience ou d'une approche par la vulnérabilité ? 13) Dans le cadre d'un modèle « <i>Source Pathway Receptor Consequences</i> », si on concentre une intervention sur le <i>pathway</i> , s'agit-il plutôt d'une approche par la résilience ou d'une approche par la vulnérabilité ? 14) Dans le cadre d'un modèle « <i>Source Pathway Receptor Consequences</i> », si on concentre une intervention sur le <i>receptor</i> , s'agit-il plutôt d'une approche par la résilience ou d'une approche par

la vulnérabilité ?

15) Dans le cadre d'un modèle « *Source Pathway Receptor Consequences* », si on concentre une intervention sur les conséquences, s'agit-il plutôt d'une approche par la résilience ou d'une approche par la vulnérabilité ?

La collecte des données a suivi un processus séquentiel organisé en fonction de trois types d'enquêtes à partir desquelles sont élaborés nos postulats évoqués dans l'introduction. Nous avons commencé d'abord par l'enquête épistémologique. L'objet est de connaître les référentiels épistémologiques relatifs aux fondamentaux conceptuels sur lesquels le chercheur inscrit ou construit ses connaissances concernant l'analyse des systèmes, des risques, et les principes paradigmatiques qui guident ses activités de recherche scientifique. Ce type d'enquête a permis, *in fine*, d'analyser le statut et l'orientation scientifique de la connaissance produite. Ensuite, s'appuyant sur cette enquête épistémologique, nous nous sommes intéressés aux outils et méthodes de production des savoirs d'où l'enquête méthodologique. Celle-ci porte sur les modèles conceptuels et/ou techniques mettant en évidence des paradigmes à l'étude. L'objet de cette enquête est d'inscrire l'enquête dans une posture autocritique des méthodes d'analyse utilisés dans la modélisation du système et des risques côtiers. Cette séquence d'enquête nous conduit à s'intéresser à la dimension normative de l'interview. L'enquête normative est une enquête où le jugement de valeur du scientifique sur ses orientations épistémologiques et méthodologiques est requis. Cette dernière place le chercheur face à la dualité entre ses valeurs scientifiques (les logiques disciplinaires d'analyse du risque et concepts associés) et les faits (la réalité extérieure c'est-à-dire l'aléa naturel, la société et les dommages). L'ensemble du corpus obtenu de ces deux types d'enquêtes est transcrit (au total 11 fichiers numériques). Mais, dans ce cas d'étude, seul le corpus des heuristiques scientifiques (60% des corpus traités) ont été utilisés. Après la transcription du corpus numérique, un travail de codage du matériau empirique par thèmes (voir tableau 1) et par type d'enquêtes (a, b et c) a été effectué dans ATLAS.ti[®]. Ceci avait pour objectif de faciliter l'analyse et l'interprétation des données en fonction des codes prédéfinis. Le codage est effectué à partir des concepts clés de l'article (vulnérabilité et résilience) et porte sur les notions de base d'analyse conceptuelle (déterminisme et non déterminisme). Le code [vulnérabilité] renferme des données relatives à la façon dont l'interviewé établit le lien entre le concept en question et ce qui relève des « [conceptions déterministes] » à propos des systèmes et des risques. Le code « [résilience] » renferme des données relative à la façon dont l'interviewé établit le lien entre le concept en question et ce qui relève des « [conceptions non déterministes] » à propos des systèmes et des risques. Le code « [épistémologie] » cadre l'analyse et renferme des données relatives à la

façon dont l'interviewé établit les liens épistémologiques entre les concepts de vulnérabilité et de résilience à propos des choix d'analyse et d'intervention sur les systèmes et les risques côtiers. Les différentes citations identifiées ont ensuite été reliées entre elles en fonction de leur appartenance à des logiques convergentes, puis ces mises en réseau ont fait l'objet d'une interprétation dans une approche inspirée de la théorisation ancrée itérative. Celle-ci est une méthodologie utilisée en sciences sociales pour construire des théories à partir des données du terrain et basée sur une analyse essentiellement qualitative de ces données (Strauss and Corbin, 1997, Charmaz, 2006, McCreaddie and Payne, 2010). Elle constitue le lieu d'émergence et de validation des postulats présentés dans cet article et autour desquels s'articulent et structurent les résultats de la recherche.

Résultats

Les conceptions déterministes comme fondement de la vulnérabilité

Dans cette partie de l'article, nous allons broser les éléments d'analyse empirique des liens entre déterminisme et vulnérabilité. Ceci s'inscrit dans la réponse au postulat selon lequel la réduction de la vulnérabilité consiste à envisager une intervention partielle et sélective sur les systèmes côtiers en raison des considérations déterministes des éléments. À travers notre étude de cas, quelques éléments d'heuristiques tirés des corpus empiriques expliquent la prédominance des conceptions déterministes des systèmes côtiers face aux risques inondations. Ainsi, la réduction de la vulnérabilité s'appuie sur une approche partielle, analytique ou réductionniste de l'exposition et de la sensibilité des éléments du système côtier. Certaines heuristiques évoquent des indicateurs factuels qui permettent de renseigner sur la vulnérabilité qui, pour l'appréhender, nécessite d'analyser chaque composante du système affecté : “ Vulnerability is quantified by looking at the people affected where they are, in good health or bad health, and whether they are richer or poor, [...] single parent or family, [...] older or young, those who are in the crime factors, governing vulnerability...”, « Vulnérabilité, [...] surtout du côté de l'ingénieur, c'est beaucoup la valeur économique des biens qui sont soumis aux risques, qui sont exposés en tout cas aux risques... ». (Entrevue avec les chercheurs). Dans ce registre, le risque est souvent représenté par des postulats réductionnistes qui expliquent la vulnérabilité du système : “If people get older, they get vulnerable, if they get richer, they get less vulnerable...”, Well, when dealing with vulnerability, I'm trying to model the existing situation to see in a particular area how many people live, where they live, what is the characteristic of their households and what are the infrastructures on the side, and what are the current protection measures, what protection measures will be taken in

future” (Entrevue avec les chercheurs). Dans d’autres contextes, l’intervention sur le système privilégie l’intervention sur une des composantes du risque : « Dans le Plan d’Action pour la Prévention des Inondations de l’estuaire de la Gironde, on s’aperçoit que la plupart des actions -on dirait huit actions « scientifiques »- traiterait uniquement de la mitigation de l’aléa en lui-même. La chose qu’on fait mieux dans un système complexe c’est la caractérisation de l’aléa... » (Entrevue avec les chercheurs).

Les conceptions non déterministes comme fondement de la résilience

Cette partie de l’article analyse les données empiriques qui répondent au deuxième postulat. Celui-ci stipule que le renforcement de la résilience consiste à envisager une intervention intégrée et holistique sur les systèmes côtiers en raison des comportements indéterminés, voire non déterministes, des éléments. Ces conceptions proviennent des heuristiques qui font le lien entre non déterminisme et résilience.

À l’issue de nos interviews, les liens entre conceptions non déterministes et résilience révèle diverses appréhensions. Cette mise en relation prend en considération un certain nombre de principes qui expliquent comment intervenir sur les systèmes côtiers en cas de risques inondation ou d’érosion. Ainsi, à travers les heuristiques des chercheurs, la question de l’incertitude attire plus l’attention des interviewés. L’incertitude est essentiellement d’ordre épistémique relative à la difficulté de prédire l’évolution du système (après le choc) : “We use some expects, but in resilience you don’t know how to protect the people, how to protect the environment because you are facing a confusedly new chocks” (entrevue avec les chercheurs). Les raisons de cette incapacité de prédiction s’expliquent par la complexité autant dans la nature probabiliste des aléas que dans les conséquences sur le système affecté : “If you come in complex system [...], the interactions between economic and environmental, then it is difficult to know exactly when resilience will be affected, it is very difficult to predict the relevant thresholds. ” (entrevue avec les chercheurs). Sous l’angle du raisonnement systémique, les objectifs de renforcement de la résilience sont orientés vers la prise en compte de l’«effet papillon » (causes locales, conséquences globales) dans le processus d’analyse du risque. Ces propos suivants constituent des exemples de la nature diffuse des risques : [Dans la ville de Bordeaux], « si c’est le port qui est bloqué, c’est toute la façade atlantique de la France qui va être touché, y a peut-être des industries qui vont sentir cette inondation. » (entrevue avec les chercheurs). Sur ce point de vue, l’approche par résilience est considérée comme une approche plus adéquate que la vulnérabilité pour gérer la complexité. Dans notre étude de cas,

certaines scientifiques interviewés ont souvent conçu l'idée selon laquelle réduire la vulnérabilité revient à augmenter la résilience du système et inversement. Tandis que d'autres en font une opposition entre les deux approches où l'une doit être séparée avec l'autre quand il s'agit d'intervention pratique. Ceci met en évidence le dualisme entre l'approche par la vulnérabilité et l'approche par la résilience dans les conceptions. Les deux heuristiques suivantes s'inscrivent dans cette vision du monde : (i) « La question de la résilience est encore plus large, ça englobe les interactions avec d'autres systèmes, [...], des choses qui vont au-delà de ce qui est la vulnérabilité » et (ii) "Resilience is the system as the whole, whereas vulnerability it's a property that can be defined into variables in the system, or to populations, or to parameters" (entrevue avec les chercheurs).

Certaines conceptions établissent une distinction d'échelle, distinction associée aux frontières définies pour le système analysé : « La vulnérabilité, [...], on peut la définir simplement en regardant l'état du système sans qu'il y ait à comprendre l'interaction avec d'autres systèmes. Tandis que la résilience, on va plus loin dans le fonctionnement du système, les interactions avec d'autres systèmes pour comprendre s'il est résilient » (entrevue avec les chercheurs). D'autres se fondent sur des logiques disciplinaires qui cadrent le domaine de l'analyse pour établir un *distingo* conceptuel: "I understand the difference between the terms, but if we are dealing with this, in a way to understand the effects of flooding on habitat, I think we can separate them." (entrevue avec les chercheurs). Certains interviewés préconisent l'interdépendance des deux approches : "It is very hard to look at resilience without including vulnerability and looking at vulnerability without accounting the resilience." (entrevue avec les chercheurs) Par ailleurs, l'approche par la résilience constitue, pour d'autres chercheurs, un prélude d'une intervention holistique et intégrée évitant les erreurs inhérentes à une vision simpliste et réduite du système :

"In Bordeaux a narrow view of resilience had been adopted, reducing this complex multifaceted concept to one of resistance. This has led to a narrow focus on specific areas, such as Bordeaux the city and a policy of encouraging movement to the areas considered safe. There is then no consideration how the 'at risk' areas might be made more resilient as the strategy is largely one of abandonment. Neither is resilience, in the wider sense, considered in the urban areas as these have been designated as 'safe'." (Entrevue avec les chercheurs)

Discussion : Confrontation des postulats conceptuels et paradigmatiques

L'intervention par approche vulnérabilité ou la primauté de l'analyse par les causes

Le rapport entre vulnérabilité au risque et conceptions déterministes des systèmes renvoie à l'explication des liens de causalité et des facteurs attenant qui rendent un système sensible aux dommages d'un risque potentiel ou réel. Dans le contexte des risques côtiers liés au climat changeant, la vulnérabilité se rapporte à la susceptibilité des composantes physiques à subir ou à expérimenter des dommages ou des effets négatifs d'un aléa. Brooks et al., (2005) soulignent que "vulnerability depends critically on context, and the factors that make a system vulnerable to a hazard will depend on the nature of the system and the type of hazard in question". La procédure d'intervention sur le risque montre les liens entre le déterminisme et la vulnérabilité. Ils s'articulent autour des objectifs substantifs (réduire la vulnérabilité des systèmes côtiers) conformément aux mêmes logiques paradigmatiques. Du point de vue des objectifs contextuels, l'effet contre-productif de ces approches d'intervention s'explique par le fait qu'à force de linéariser, les conceptions déterministes ont peu ou prou abouti à des changements durables de système. Car, à travers ces conceptions, la gestion risque, étant une entreprise à long terme, est faite avec des moyens à court terme (conception temporelle linéaire de la vulnérabilité). De plus, ces éléments d'approches procédurales ne se limitent qu'à certaines parties du système liées entre elles par des lois de causalité linéaire (conception spatiale réductionniste de la vulnérabilité). Concevoir la notion de vulnérabilité à l'échelle d'un système revient à évaluer séparément la sensibilité des composantes socio-économiques et environnementales. Dans une conception déterministe, la question du "pourquoi" le risque s'est produit dans le système, précède celles relatives au "si" et au « quand » le risque va-t-il se produire. Ces questions se traduisent, en termes de méthodes et de procédures, par l'identification et l'analyse des mécanismes causaux (le « pourquoi »), par la scénarisation ou la définition et projection de différents scénarios (le « si ») et par la prévision et la quantification de l'incertitude ou des scénarios définis (le « quand »). Ainsi, concernant les risques inondation dans les systèmes côtiers, les mêmes causes (tempêtes, fortes pluies) liées aux scénarios climatiques produisent (visiblement ou prévisiblement) les mêmes effets (pertes de vie, dégâts financiers, matériels, maladies, traumatisme, etc). La quantification de la vulnérabilité est souvent orientée vers la prédiction de l'évolution des systèmes côtiers après la manifestation de l'aléa sur les composantes physiques. En effet, les données relatives à l'exposition et à la sensibilité constituent des indicateurs potentiels non négligeables pour caractériser ou modéliser le comportement futur de ces systèmes à

la suite de l'inondation. La modélisation linéaire de ces risques part du principe déterministe dans l'analyse de la dynamique des systèmes côtiers.

Intervention par approche résilience ou la primauté de l'analyse par les conséquences

Le rapport entre résilience face au risque et conceptions non déterministes des systèmes implique une démarche cognitive d'analyse des scénarios situés au niveau des conditions aux limites (*boundaries scenarios analysis*) de ces systèmes. (Costanza, 1997). Au plan substantif, le renforcement de la résilience s'inscrit dans une approche orientée vers le renforcement des capacités de retour à l'équilibre socio-écosystémique. Au plan procédural, la non linéarité des systèmes côtiers suggère une intervention systémique par les conditions aux limites du système. Et enfin, au plan contextuel, la prise de conscience de la complexité des systèmes côtiers doit conduire à l'élaboration de modèles plus représentatifs des différentes sensibilités collectives au risque. Dans l'analyse du risque, les modèles non déterministes ne se fondent pas sur des *a priori* scientifiques (factuels ou tendanciels) pour prédire l'évolution du système. Mais, la démarche préconisée est l'intégration de la notion de non linéarité, d'incertitude dans la modélisation du risque. Cette démarche reste balbutiante dans les cindyniques et existe plus dans le volet théorique que, peu ou prou, dans le volet opérationnel. La pratique de vulnérabilité afférente à la conception déterministe domine actuellement les travaux de modélisation. La pratique de la résilience référencée dans le non déterminisme reste, de nos jours, une nouvelle perspective de recherche dans les sciences du risque. Le concept de résilience s'insère dans le cadre du paradigme de la complexité socio-écologique. (Gunderson and Holling, 2002 ; Duit et al., 2010). En substance, la résilience considère l'ensemble des aspects ou critères de définition attribués aux systèmes non déterministes. À travers cette conception, deux principales observations permettent d'étayer notre démarche de corrélation entre résilience et systèmes non déterministes. La première observation porte sur la question de l'incertitude (ignorance) liée à l'évolution du système à la suite de la modification des conditions initiales. Sur ce, il s'avère impossible de connaître ou de modéliser d'avance la résilience d'un système avant que la perturbation extérieure se produise. Ceci évoque la question de l'imprévisibilité du comment le système va réagir face à la perturbation. Deuxièmement, la résilience décrit la nature chaotique, le désordre du système à l'instant t qui procède la perturbation. Sur ce même point de vue, conformément au principe non déterministe, le renforcement de la résilience ne procède pas par l'intérieur du système en analysant séparément les différentes composantes. Mais, l'approche vaut une intervention à travers les conditions aux limites du système. Car, en cas de rencontre entre le danger et le système, les composantes (sociales,

économiques et écologiques) subissent directement ou indirectement le choc du fait des interactions multipolaires et des niveaux d'homéostasie différenciés. Donc, la nature non déterministe du système joue un rôle important sur la stabilité et l'équilibre et la capacité d'adaptation. En d'autres termes, l'évaluation *ex post* de la résilience s'appuie sur la capacité collective de l'ensemble des composantes à absorber le choc, à continuer d'exister et à revenir à l'état normal sans perdre leurs attributs et leurs fonctionnalités.

Réduire la vulnérabilité ou renforcer la résilience : essai de recadrage conceptuel

Cette partie est une contribution à un recadrage conceptuel dans un contexte où la science semble être à la croisée des chemins entre l'option de réduction de la vulnérabilité et celle de renforcement de la résilience des socio-écosystèmes. Dans l'histoire de leur formation conceptuelle, l'usage du concept de résilience est plus ancien que celui de la vulnérabilité. Klein (2002) fait savoir qu'« avant que le changement climatique ne soit apparu comme une orientation académique en matière de recherche scientifique, la vulnérabilité en tant que telle n'était pas un concept pertinent scientifiquement ». L'ancienneté de la résilience et sa réapparition dans les discours fait d'elle un concept polysémique. (Kane et Vanderlinden, 2015). En revanche, Adger, (2006) soutient que la résilience reflète l'idée que l'action humaine et les structures sociales font partie intégrante de la nature et donc toute distinction entre les systèmes sociaux et naturels est arbitraire. La nature des relations pourra être soit entièrement sociale, entièrement écologique, ou un mélange de composantes à la fois sociales et écologiques. Berkes et al., (2003) pensent que la résilience de l'un des deux systèmes en interactions dépend nécessairement de la résilience de l'autre système et que la vulnérabilité de l'un peut induire à la vulnérabilité de l'autre. Pour Turner (2010), dans le contexte de la soutenabilité socio-écologique, la vulnérabilité permet d'identifier les parties du système sensiblement fragiles aux perturbations et la résilience, les caractéristiques qui rendent le système résistant ou solide face aux perturbations. Quant à Brooks et al., (2005), ces derniers avancent l'idée que la résilience écologique peut contribuer à la réduction de la vulnérabilité sociale dans un système socio-écologique complexe. Par ailleurs, certaines conceptualisations admettent que plus le système est résilient, moins il est vulnérable et vice versa. Sur ce point, Folke, (2006) semble catégorique : « a vulnerable socio-ecological system has lost resilience ». Par ailleurs, Miller et al., (2010) se fondent sur le rapport entre la capacité de résilience et le niveau d'exposition et de sensibilité qui, selon Renn, (2008 : 69) sont des paramètres nécessaires pour caractériser le degré de vulnérabilité. Cette caractérisation des systèmes du point de vue vulnérabilité ou résilience est faite par Miller et al., (2010) à travers cette assertion: « logically, one can therefore have high resilience,

but if exposure and sensitivity are high, then a system is nevertheless considered vulnerable ». Ces auteurs soutiennent, en définitive, que réduire l'exposition et la sensibilité des composantes à l'aléa aide à renforcer la résilience du système global. Magnan, (2013) aborde les deux concepts en considération de la complexité et de la diversité des réalités géographiques. Cet auteur s'interroge, par une mise en garde, sur une vulnérabilité collective (« *tous vulnérables* ») vu la nature systémique des conséquences. Nonobstant, il admet que cette vulnérabilité collective reste différenciée selon les degrés d'exposition et de sensibilité des individus. La solution est dans ce cas, selon lui, que tous s'adaptent pour s'inscrire dans une perspective de résilience collective. En définitive, malgré les différences au niveau conceptuel, Adger (2006) affirme que la recherche sur la notion de vulnérabilité et celle axée sur la résilience se convergent vers des éléments d'intérêts communs que sont les chocs et les stressés subis par le système socio-écologique, les réactions de ce système, et la capacité d'action d'adaptative. Miller et al., (2010), y ajoutent que les approches résilience et vulnérabilité s'intéressent toutes les deux à la manière dont les systèmes répondent aux changements. Toutefois, la procédure d'intervention sur la vulnérabilité ne suit pas la même logique ou le même chemin que celle sur la résilience. Dans le processus d'analyse du risque, l'intégration de ces deux approches peut être envisageable. Le but n'est pas d'accepter ou non leur caractère interchangeable. Mais cette intégration est de réduire la vulnérabilité en considérant la sensibilité aux conditions aux limites du système côtier afin de renforcer sa résilience.

Conclusion

Cet article a permis la mise en évidence, par une démarche d'abord empirique puis critique, des concepts de vulnérabilité et de résilience respectivement dans les paradigmes déterministes et non déterministes. Cette analyse dans le contexte des risques (côtiers) climatiques a d'abord procédé par une tentative de recadrage conceptuel afin de situer les indécisions pratiques (ou dilemme conceptuel) sur les options de réduction de la vulnérabilité ou du renforcement de la résilience. Ensuite, l'exploration du paradigme de la complexité a fait office de définir le bien-fondé de cette analyse conceptuelle. Enfin, à travers ce paradigme de la complexité, notre approche d'analyse se table sur l'adoption de différents modèles scientifiques pour étudier les expériences théoriques et pratiques d'analyse de la résilience dans les conceptions non déterministes. À la lumière de ce raisonnement procédural, le dilemme semble être résorbé dans le sens où cela aide à concevoir les systèmes dans une approche intégrée, spécifiquement interdisciplinaire du risque. En effet, ceci combine une intervention au niveau des conditions aux limites du système (objectif de renforcement

de la résilience) et une intervention par analyse holistique de la sensibilité et de l'exposition des composantes socio-écosystémiques (objectifs de réduction de la vulnérabilité).

Remerciement

Cet article est rédigé dans le cadre du projet FP7-EU Theseus, “Innovative technologies for safer European coasts in a changing climate”, auquel nous exprimons notre gratitude, avec le soutien constant de Jean-Paul Vanderlinden et Juan Baztan, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

Références

- Adger, N., 2006. Vulnerability, *Global Environmental Change*, 16, 268-281, doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006
- Alix, J.-P., 2011. Société de la connaissance : réforme ou révolution ?, *Natures Sciences Sociétés*, 19, 277-281, doi: 10.1051/nss/2011148
- Berkes, F., Colding, J., et Folke, C., 2003. *Navigating social-ecological systems. Building resilience for complexity and change*, Cambridge University Press.
- Brooks, N., Adger, N., et Kelly, M., 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation, *Global Environmental Change*, 15, 151–163, doi:10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006
- Charmaz, K., 2006. *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*, Thousand Oaks, Sage Publications.
- Costanza, R., 1997. *Frontiers in ecological economics: transdisciplinary essays*, Cheltenham, Edward Elgar Pub.
- Duit, A., Galaz, V., Eckerberg, K., et Ebbesson, J., 2010. Governance, complexity, and resilience, *Global Environmental Change*, 20, 363-368, doi:10.1016/j.gloenvcha.2010.04.006
- Folke, C., 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses, *Global Environmental Change*, 16, 253-267, doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002
- Gunderson, L., et Holling, C., (Ed.), 2002. *Panarchy. Understanding transformation in human and natural systems*, Washington D.C, Island Press.
- Kane, I.O., Vanderlinden, J.-P., Baztan, J., Touili, N., et Claus, S., 2014. Communicating risk through DSS design: a coastal risk centred empirical analysis, *Coastal Engineering*, 87, 210-218, <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2014.01.007>

- Klein, R., 2002. *Coastal vulnerability, resilience and adaptation to climate change. An interdisciplinary perspective*, PhD Thesis, Universität zu Kiel.
- Lorenz, E.N., 1972. Predictability: does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas? in Book : *Essence of Chaos*, University of Washington Press, Seattle, 1993.
- Magnan, A., 2013. *Changement climatique : tous vulnérables ?*, Paris, Édition Rue d'ULM.
- McCreaddie, M., and Payne, S., 2010. Evolving grounded theory methodology: Towards a discursive approach, *International Journal of Nursing Studies*, 47, 6, 781-793, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2009.11.006>
- Miller, F., Osbahr, H., Boyd, E., Thomalla, F., Bharwani, S., Ziervogel, G., Walker, B., Birkmann, J., Van der Leeuw, S., Rockström, Y., Hinkel, J., Downing, T., Folke, C., et Nelson, D., 2010. Resilience and vulnerability: complementary or conflicting concepts? *Ecology and Society*, 15, 3, 1-25, [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art11/>
- Morin, E., et Le Moigne, J.-L., 1999. *Intelligence de la complexité*, Paris, Edition Harmattan.
- Prigogine, I., 1996. *La fin des certitudes: temps, chaos et les lois de la nature*, Paris, Edition Odile Jacob.
- Prigogine, I., et Stengers, I., 1986. *La nouvelle alliance: métamorphose de la science*, Paris, Edition Gallimard, Collection folio essai.
- Renn, O., 2008. *Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world*, London, Earthscan.
- Serres, M., 1992. *Le contrat naturel*, Paris, Edition Flammarion.
- Strauss, A.L., and Corbin, J., 1997. *Grounded theory in practice*, Thousand Oaks, Sage Publications.
- Turner II, B.L., 2010. Vulnerability and resilience: coalescing or paralleling approaches for sustainability science? *Global Environmental Change*, 20, 570-576, doi:10.1016/j.gloenvcha.2010.07.003
- Vanderlinden, J.-P., Baztan, J., Coates, T., Davila, O.G., Hissel, F., Kane, I.O., Koundouri, P., et Touil, N., 2015. Nonstructural approaches to coastal risk mitigations, in Zanuttigh, B., Nichols, R., Vanderlinden, J.-P., Burcharth, H.F., et Thomson, R.C., (Eds.), *Coastal Risk Management in a Changing Climate*, London, Elsevier/Butterworth-Heinemann, 237-274.