

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

N° d'ordre : .....

Série : .....

**Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences**

Filière : Urbanisme

**THEME :**

**L'ESTIMATION DE LA VULNERABILITE URBAINE, CLE DE LA  
GESTION DES RISQUES, CAS DE SKIKDA**

Dirigée par:

Dr. BENCHERIF Mériama

Présentée par :

BENDJEMILA Imen

Jury

Pr. Rouag Djamilia

Présidente

Univ.Cne3

Dr. Bencherif Mériama

Rapporteur

Univ.Cne3

Pr. Ribouh Bachir

Examineur

Univ.Cne3

Pr. Alkama Djamel

Examineur

Univ.Guelma

Dr. Haraoubia Imane

Examinatrice

Univ.Alger

Dr. Madani Said

Examineur

Univ. Setif

Septembre 2018

## Remerciement

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères à mon encadreur **Docteur Chaouche Bencherif Meriama**, pour son implication, sa disponibilité, ses orientations, et la confiance témoignée, depuis le début du magistère, qui s'est prolongé jusqu'à l'accomplissement de cette thèse. Je remercie également **Professeur Chaouche Salah** de m'avoir aidé à trouver les clés pour avancer dans cette recherche, pour son exigence et rigueur scientifique.

Je remercie profondément les enseignants SIG de l'école Carta et plus particulièrement **Mm Aissi Hassina**, spécialiste SIG, dont l'aide, l'écoute, la patience et les conseils avisés, ont contribué à ce que ce travail acquière sa pertinence. Merci infiniment.

Merci à **Sobhi Bekkouche**, doctorant en économie et professionnel dans le traitement des statistiques par SPSS, pour son assistance lors de l'étude de la base de données, pour ses orientations, ses échanges enrichissant et son suivi pour le bon déroulement de la thèse.

J'adresse toute ma reconnaissance au **Professeur Diab Youssef**, directeur scientifique de l'**EIVP**, pour m'avoir donné l'occasion de découvrir les méthodologies de recherche relative à la thématique. Merci pour votre aide, vos conseils, votre bienveillance, qui ont eu un rôle important dans la réussite de ce travail.

Ce travail a aussi vu le jour grâce aussi à la collaboration des intervenants des différents établissements : **URBACO Constantine**, **ONS de Constantine**, **ONS d'Alger**, les ingénieurs de l'**APC Skikda**, **Sonatrach Skikda**, **Direction de l'environnement**, les architectes de la **DUC Skikda**, et surtout la **direction de la protection civile**, pour toutes les consultations, les données, et les conseils qui m'ont été prodigués, sans qui rien n'aurait été possible.

Je tiens à exprimer ma sincère sympathie envers tous mes collègues du département d'Architecture d'Alger : **Dr Haraoubia Imen**, **Dr Kacher Sabrina**, **Dr Med Adel Souami**, **Dalia Youssef Khoudja**, **Bellala Amel**, **Caba Imen**, **Metatha Soumeya**, **Smail Rahma**, **Mefoued Mohcene**, **Machane Amine**, et j'en oublie. J'en garderai les meilleurs souvenirs.

Je tiens à remercier les membres du jury qui ont accepté de porter un regard critique sur ce travail.

Une pensée à tous mes enseignants, auxquels j'exprime ma profonde gratitude.

# SOMMAIRE

Remerciement .....	I
Sommaire.....	II
Liste des figures.....	XIV
Liste des tableaux.....	XVIII
Liste des cartes.....	XXI
Liste des graphes.....	XXIII
Liste des photos.....	XXV

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## **PREMIERE PARTIE : De la vulnérabilité urbaine à la ville résiliente, pour une gestion des risques**

Introduction de la 1 <sup>ère</sup> partie.....	13
---	----

### **CHAPITRE I : Ville: un territoire de vulnérabilités diverses**

Introduction .....	16
<b>I.1. La ville : un intense dynamisme urbain dans un contexte de risque.....</b>	<b>17</b>
I.1.1. La ville face à une croissance sans mesure et une dynamique en évolution.....	17
I.1.1.1. La croissance des villes et territoire un phénomène mondial.....	18
I.1.1.1.1. Le territoire, un espace urbain pas comme les autres.....	19
I.1.1.1.2. territoire et enjeux: le surcroit de la densité accroît la dynamique urbaine.....	20
I.1.1.2. Croissance urbaine des villes et mutation urbaine : développement et résurgence des sociétés urbaines.....	20
I.1.1.2.1. Des mutations dans la ville: enjeux et aspects .....	21
I.1.1.2.2. L'étalement urbain une menace certaine à la croissance spatio-temporelle.....	21
I.1.2. Le paradoxe de la ville : entre développement urbain et répercussion .....	22
I.1.2.1. La ville, une dualité de façade : la face brillante, la face cachée.....	22
I.1.2.1.1. La ville synonyme de développement.....	22
I.1.2.1.2. La ville synonyme de maux urbains .....	23
I.1.2.2. La ville et son contexte : une tension dans l'archipel urbain .....	23
I.1.3. La ville : un territoire à risques.....	24
I.1.3.1. Croissance, dynamique urbaine et risques, une hybridation dangereuse.....	25
I.1.3.2. Risques en ville : une pluralité de menace.....	25

I.1.3.2.1. Appréhender les conséquences des risques urbains, une anticipation s'impose .....	26
I.1.3.2.2. Les villes bassins de divers types de risques, des aléas à identifier ....	26
<b>I.2. La vulnérabilité face aux risques: l'essor d'un concept clé.....</b>	<b>33</b>
I.2.1. La vulnérabilité, une problématique complexe.....	33
I.2.1.1. La vulnérabilité urbaine conjugue une pluralité de définitions.....	34
I.2.1.2. Les capitaux de la vulnérabilité ; de l'exposition aux dommages.....	34
I.2.1.2.1. La vulnérabilité biophysique : pertes, dommages et degré d'exposition	35
I.2.1.2.2. La vulnérabilité sociale et la capacité à faire face.....	37
I.2.1.3. La vulnérabilité urbaine, une chronologie prépondérante .....	37
I.2.1.3.1. Un intérêt qui porte sur l'aléa : les prémices de la vulnérabilité .....	38
I.2.1.3.2. La construction du risque : une vulnérabilité primitive .....	38
I.2.1.3.3. La vulnérabilité urbaine : un fondement avéré.....	39
I.2.2. La vulnérabilité une alternative pour comprendre les risques .....	41
I.2.2.1 La vulnérabilité : composante fondamentale de l'appréciation du risque.....	41
I.2.2.2. Vulnérabilité en milieu urbain : une hiérarchie de multiples facteurs.....	42
I.2.2.2.1. La vulnérabilité liée au territoire, des contraintes à entreprendre.....	42
I.2.2.2.2. La vulnérabilité liée à la société, une influence sur les comportements	43
I.2.2.3. Les dimensions de la vulnérabilité urbaine, un diagnostic au préalable pour	44
mesurer les risques .....	44
<b>I.3. La vulnérabilité territoriale : des milieux connectés sous influence.....</b>	<b>45</b>
I.3.1. Ville : territoire de grandes vulnérabilités.....	46
I.3.1.1. La ville, un espace vulnérable à secourir.....	46
I.3.1.1.1. Ville vulnérable, une configuration spatiale à l'épreuve du risque.....	46
I.3.1.1.2. Ville, risque urbain, un écosystème en danger.....	47
I.3.1.1.3. La transmission de la vulnérabilité à l'échelle territoriale.....	47
I.3.1.2. L'évaluation de la vulnérabilité : entre classe et hiérarchisation.....	48
I.3.1.2.1. L'atteinte à la vie humaine : un risque intolérable.....	48
I.3.1.2.2. La probabilité des dommages ; clés d'une détermination des risques.....	49
I.3.1.3. Acceptabilité du risque et vulnérabilité : une perspective combinée.....	49
I.3.1.4. Politique de la vulnérabilité urbaine : une dialectique entre ville,	50
environnement et acteurs.....	50
I.3.1.5. La réduction de la vulnérabilité urbaine et la gestion des risques .....	51
I.3.1.5.1. Les outils de réduction de la vulnérabilité, pour son atténuation.....	51
I.3.1.5.2. Ville vulnérable et gestion des risques : des manœuvres essentielles ...	53
I.3.2. Rétrospective sur les risques : des villes vulnérables en détresse.....	54
I.3.2.1. Croissance de la population et catastrophes : une évolution dans les deux	54
sens.....	54
I.3.2.2. Les catastrophes dans le monde, la une des actualités.....	55
I.3.2.2.1. Le nombre de victime des catastrophes : une préoccupation capitale.....	56
I.3.2.2.2 Des catastrophes de toutes natures.....	56
I.3.2.3. Un bilan lourd jalonné de catastrophes meurtrières .....	57
I.3.2.4. Les catastrophes au pays développés, le plus grand coût économique.....	58
I.3.2.5. Les catastrophes industrielles dans le monde .....	59
I.3.2.6. Ville et catastrophe : Des expériences comme préceptes pour tirer des leçons	60
I.3.2.6.1. Des catastrophes en chaîne sur les sols japonais.....	60
I.3.2.6.2. La pire catastrophe de l'histoire des Etats-Unis :l'Ouragan Katrina .....	60
I.3.2.6.3. Un accident industriel à l'usine AZF Toulouse (France) .....	61
I.3.2.7. Les catastrophes en Algérie, une prise en charge urgente.....	61
I.3.2.7.1. Le séisme de Chleff : une alarme qui marque un saut dans la gestion	62

des risques.....	
I.3.2.7.2. Les inondations de Bab El Oued Alger : la coïncidence de plusieurs facteurs font la catastrophe .....	63
I.3.2.7.3. Des catastrophes industrielles en Algérie, un challenge entre l'économie et le risque .....	63
Conclusion .....	64

**CHAPITRE II : La résilience, une alternative pour la gestion des risques à travers une mosaïque de stratégies**

Introduction.....	67
<b>II.1. La résilience : une réponse efficiente pour la Vulnérabilité des villes.....</b>	<b>67</b>
II.1.1. La relation résilience-vulnérabilité : une perception neuve.....	68
II.1.1.1. Vulnérabilité et résilience, une diffusion précipitée dans les sciences.....	68
II.1.1.2. Ville, vulnérabilité et résilience : la nécessité d'appréhender la ville en tant que système.....	69
II.1.1.2.1. La ville et système : une logique prépondérante .....	69
II.1.1.2.2. La complexité croissante des systèmes urbains .....	70
II.1.1.2.3. Approcher la vulnérabilité par l'étude du système .....	71
II.1.1.2.4. La résilience des systèmes : une priorité incontestable .....	72
II.1.1.3. Les propriétés de la vulnérabilité renvoient vers la résilience .....	73
II.1.2. La résilience et vulnérabilité, interactions et dépendances.....	74
II.1.2.1. Le rapprochement entre la vulnérabilité et la résilience.....	75
II.1.2.2. La résilience : positiver la vulnérabilité critique .....	75
II.1.2.3. Représentation de la vulnérabilité et la résilience, une combinaison critique .....	76
II.1.2.4. Résilience et vulnérabilité, deux termes en croissance continue.....	77
II.1.3. Résilience : vers une nouvelle vision des risques.....	79
II.1.3.1 Résilience urbaine : émergence et genèse du concept.....	79
II.1.3.2. La résilience comme alternative, une sémantique à exprimer.....	81
II.1.3.3. Résilience et vulnérabilité, un développement des capacités .....	81
<b>II.2. La résilience une nouvelle porte incontournable dans la gestion de risques .....</b>	<b>82</b>
II.2.1. La résilience, un concept pour gérer les risques.....	82
II.2.1.1. Le positionnement de la résilience et la vulnérabilité dans la gestion des risques.....	84
II.2.1.1.1. La vulnérabilité résilience, un nouveau paradigme dans la gestion des risques .....	84
II.2.1.1.2. La formalisation des risques et résilience, un fondement dans la gestion des risques.....	85
II.2.1.2. La résilience dans la gestion des risques, une notion multidimensionnelle .....	86
II.2.1.2.1. Les modalités de construction et de renforcement de la résilience.....	86
II.2.1.2.2. La résilience dans les pratiques d'aménagement, pour la gestion des risques .....	88
II.2.1.3. La résilience urbaine, des projets en faveur de la gestion des risques.....	88
II.2.2. L'évaluation de la résilience urbaine : de la représentation à l'action .....	90
II.2.2.1. Des critères indispensables pour mesurer la résilience .....	90
II.2.2.2. La résilience urbaine, d'une théorie à la pratique.....	90
II.2.2.3. Les facteurs de la résilience, des performances à retenir .....	91

II.2.2.4. Résilience urbaine: une criticité des enjeux.....	92
II.2.2.5. Différents échelles pour mesurer la résilience des systèmes .....	92
II.2.2.5.1. La résilience à l'échelle de l'aléa.....	92
II.2.2.5.2. La résilience à l'échelle urbaine .....	92
II.2.2.5.3. La résilience à l'échelle sociale.....	94
II.2.2.6. La résilience urbaine : diverses réponses.....	94
<b>II.3. Stratégies et politiques de gestion des risques.....</b>	<b>95</b>
II.3.1. La gestion du risque dans le monde, la recherche d'une efficacité à tous les niveaux.....	95
II.3.1.1. Les mécanismes de la gestion des risques.....	95
II.3.1.1.1. L'évaluation de la gestion du risque, pour une meilleure anticipation	95
II.3.1.1.2. Prévision, prévention, protection et mitigation : des principes à développer .....	96
II.3.1.2. Processus de gestion des risques : une évaluation exhaustive et continue.....	
II.3.1.2.1. Cycle de la gestion des risques, une succession impérative .....	97
II.3.1.2.2. Les marches de la gestion des risques.....	98
II.3.1.2.3. La gestion des risques : plusieurs phases pour une meilleure préparation.....	99
II.3.1.3. Politique de gestion des risques urbains, une démarche recherchée .....	101
II.3.1.3.1. Les outils de la politique de prévention dans la gestion des risques ...	101
II.3.1.3.2. La politique de gestion, plusieurs contraintes à confronter .....	102
II.3.2. La gestion des risques : quelles stratégies en Algérie ? .....	103
II.3.2.1. L'Algérie et les risques : la gestion est inéluctable.....	103
II.3.2.1.1. Problématique des risques en Algérie .....	104
II.3.2.1.2. La gestion des risques : un schéma à trois phases .....	105
II.3.2.1.3. Les mesures structurelles de la gestion des risques.....	105
II.3.2.2. La recherche d'une efficacité politique, entre acteur et réglementation.....	106
II.3.2.2.1. stratégies des acteurs et outils de la gestion des risques.....	107
II.3.2.2.2. Une législation pour réglementer la politique de gestion des risques ...	108
II.3.2.2.3. Les principaux acteurs dans la stratégie de la gestion des risques .....	109
II.3.2.3. L'Algérie Résiliente : un saut dans la gestion des risques .....	109
II.3.2.4. Des lacunes et des défaillances : les défis de la gestion des risques pour aboutir à une résilience .....	110
Conclusion .....	112

## **CHAPITRE III : Panorama des méthodes scientifiques : pour une gestion efficace des risques**

Introduction.....	116
<b>III.1. Les méthodes scientifiques au cœur de la gestion des risques .....</b>	<b>116</b>
III.1.1. La vulnérabilité urbaine, différentes approches qui s'émergent et s'affirment....	117
III.1.1.1. Des stratégies à l'origine du développement du concept vulnérabilité.....	117
III.1.1.1.1. Une stratégie matérielle dont la vulnérabilité est structurelle et corporelle .....	117
III.1.1.1.2. Une stratégie humaine pour la vulnérabilité sociale .....	117
III.1.1.1.3. Une stratégie politique par la vulnérabilité institutionnelle.....	118
III.1.1.1.4. Une stratégie qualitative évaluant la vulnérabilité environnementale	118

III.1.1.1.5. Une stratégie économique basée sur la vulnérabilité fonctionnelle .....	118
III.1.1.2. La conception des approches portant sur la vulnérabilité dans la thématique des risques .....	118
III.1.1.3. Les approches d'expérimentation pour mesurer la vulnérabilité du territoire.....	120
III.1.1.3.1. L'approche analytique et l'évaluation des enjeux vulnérables.....	120
III.1.1.3.2. L'approche systémique et la vulnérabilité des systèmes.....	120
III.1.1.3.3. L'approche synthétique une nouvelle vision de la vulnérabilité .....	121
III.1.1.4. Les étapes clés de l'évaluation de la vulnérabilité: des jalons dans la réflexion des chercheurs .....	121
III.1.1.4.1. La vulnérabilité urbaine, une démarche multisectorielle et transversale.....	121
III.1.1.4.2. Des priorités à mettre en œuvre dans l'évaluation de la vulnérabilité urbaine.....	122
III.1.1.4.3. La structuration des échelles spatiales d'analyse de la vulnérabilité urbaine pour la gestion.....	122
III.1.2. L'adoption de la résilience : une démarche efficace en faveur de la gestion des risques .....	122
III.1.2.1. Appréhender la Résilience comme approche scientifique .....	122
III.1.2.2. L'épistémologie de la résilience, un défi pour la gestion des risques.....	123
III.1.2.3. La philosophie de la résilience, entre conditions et mécanismes.....	124
III.1.3. Une méthodologie introduisant les 2 concepts, est-il possible ?.....	126
III.1.3.1. Un changement de regard : de l'analytique à la systémique pour analyser la vulnérabilité et la résilience .....	126
III.1.3.2. La démarche de la vulnérabilité résilience, vers une approche synthétique .....	127
<b>III.2. Mettre en lumière les outils d'aide multicritère à la décision.....</b>	<b>128</b>
III.2.1. Comprendre et appréhender les outils d'aide à la décision.....	128
III.2.1.1. L'aide à la décision: un principe plus qu'une théorie.....	128
III.2.1.1.1. Problème de décision : une action ou une alternative .....	128
III.2.1.1.2. La nécessité de recourir à des méthodes d'aide à la décision.....	130
III.2.1.1.3. Les caractéristiques d'une décision .....	131
III.2.1.2. Les méthodes d'aide à la décision : une diversification selon les caractéristiques des données et des objectifs.....	131
III.2.2. Les méthodes d'analyse multicritère, une mosaïque d'approche pour l'aide à la décision .....	133
III.2.2.1. Les caractéristiques de l'analyse multicritère, un besoin de base .....	133
III.2.2.2. L'analyse multicritère, différents processus au service de l'aide à la décision .....	134
III.2.3. L'aide multicritère à la décision, des solutions plus opérationnelles.....	137
III.2.3.1. L'aide multicritère à la décision une méthode prometteuse pour les décideurs .....	138
III.2.3.2. Les problématiques d'aide multicritère, entre choisir, trier et ranger.....	138
III.2.3.3. Différentes étapes de la méthode multicritère pour gérer les préférences ...	140
<b>III.3. Outil et Processus en faveur de l'approche de la gestion des risques.....</b>	<b>142</b>
III.3.1. L'intégration de l'aide multicritère à la décision pour la gestion des risques à travers l'estimation de la vulnérabilité .....	142
III.3.1.1. L'estimation de la vulnérabilité urbaine dans une démarche d'aide multicritère.....	142
III.3.1.2. Poser la problématique de la vulnérabilité urbaine, un savoir décisionnel	143

III.3.1.3. Une structure et une hiérarchisation pour la démarche de la vulnérabilité	145
III.3.2. SIG et méthode d'aide à la décision : un choix indispensable pour la territorialisation de la vulnérabilité urbaine.....	146
III.3.2.1. Intégration des SIG : un préalable pour la spatialisation des données.....	147
III.3.2.1.1. SIG : ou outil de représentation graphique et de gestion de données par excellence .....	147
III.3.2.1.2. Fonctionnalités de SIG et leurs performances .....	148
III.3.2.2. La détermination d'une stratégie globale : entre les SIG et un modèle multicritère.....	149
III.3.2.2.1. Solution pour coupler SIG avec l'analyse multicritère .....	149
III.3.2.2.2. SIG et multicritère, une approche intégrée .....	150
III.3.2.3. Vers une spatialisation de la vulnérabilité à l'aide des SIG et AMC.....	150
III.3.2.3.1. Spatialiser la vulnérabilité par le biais des SIG .....	151
III.3.2.3.2. L'établissement des critères de quantification de la vulnérabilité urbaine.....	151
III.3.2.4. La possibilité de combinaison entre méthode, une issue pour dépasser les lacunes .....	152
III.3.3. L'importance des logiciels de statistiques dans le traitement des données.....	152
III.3.3.1. Logiciel EXCEL, un outil de calcul et de traitement des statistiques.....	153
III.3.3.2. Logiciel SPSS : un outil d'analyse et d'agrégation des statistiques .....	153
III.3.3.3. La spatialisation des statistiques par ARCGIS : un logiciel SIG de puissantes performances.....	155
Conclusion .....	155
Conclusion de la 1 <sup>ère</sup> partie .....	157

**DEUXIEME PARTIE :**  
**Skikda ville multirisque : Vulnérabilité urbaine et**  
**Résilience les maillions fort de la gestion des risques**

Introduction de la 2 <sup>ème</sup> partie .....	159
--	-----

**CHAPITRE IV: Skikda et risques: une lecture territoriale qui**  
**exprime le paradigme à entreprendre**

Introduction.....	162
<b>IV.1. Skikda, foyer à multiples vulnérabilités</b> .....	162
IV.1.1. Skikda : une situation stratégique et attrayante.....	162
IV.1.1.1. Skikda : une situation géographique privilégiée .....	163
IV.1.1.1.1. Skikda : une importance à l'échelle régionale, nationale et internationale.....	163

IV.1.1.1.2. Skikda et son organisation territoriale.....	164
IV.1.1.2. Le relief à Skikda, une ville qui s'est développée à partir de contraintes physiques.....	164
IV.1.1.2.1. Relief, des contraintes pour l'évolution de la ville .....	164
IV.1.1.2.2. Climat, Vents et température, l'étage bioclimatique de Skikda.....	166
IV.1.1.2.3. Le réseau hydrographique, des Oueds qui traversent la ville .....	167
IV.1.1.3. Skikda : une ville compromise par l'attractivité et les contraintes.....	168
IV.1.2. Le tissu urbain de Skikda pris en sandwich, entre les difficultés du relief et la position de la zone industrielle .....	170
IV.1.2.1. Skikda : un héritage historique à préserver et des obstacles à surmonter ....	170
IV.1.2.1.1. Skikda, sur les traces de l'antiquité .....	170
IV.1.2.1.2. La ville de Skikda se redessine : de Russicada à Philippeville .....	171
IV.1.2.1.3. Skikda post-indépendante, à la recherche d'une planification .....	172
IV.1.2.2. Une dynamique démographique et urbaine, Skikda à l'ère actuelle.....	174
IV.1.2.2.1. Un fort peuplement, Répartition et évolution des habitants .....	175
IV.1.2.2.2. Habitat et urbanisation : un développement et une diversification affirmée .....	176
IV.1.2.3. Les infrastructures de la zone d'étude, entre défis et carences .....	179
IV.1.2.3.1. Le transport : pour désenclaver la ville .....	179
IV.1.2.3.2. Les équipements: une nécessité concentrée dans la ville de Skikda...	180
IV.1.2.3.3. L'industrie : moteur de l'économie de Skikda .....	181
IV.1.2.3.4. L'agriculture, une vocation qui risque de s'éteindre .....	182
IV.1.2.3.5. Le tourisme : en quête de développement et d'amélioration.....	182
IV.1.2.3.6. Le littoral : une potentialité touristique à développer .....	183
IV.1.2.3.7. Le patrimoine forestier : un potentiel à préserver.....	183
IV.1.2.3.8. Des réseaux : des carences à soulever .....	183
IV.1.3. Le développement urbain générateur de vulnérabilités, difficultés et effets.....	184
IV.1.3.1. L'évolution de la ville : des contraintes à dépasser.....	184
IV.1.3.1.1. Un relief qui pose problématique pour l'extension de la ville .....	184
IV.1.3.1.2. Une croissance démographique en l'absence d'une planification urbaine.....	185
IV.1.3.2. L'urbanisation : des Conséquences et répercussions.....	186
IV.1.3.2.1. Le grignotage de l'urbanisation sur les terres agricoles .....	186
IV.1.3.2.2. Les constructions sur des sites à risques.....	187
IV.1.3.2.3. Les bidonvilles, les quartiers marginalisés de la ville.....	187
IV.1.3.2.4. Le chômage : un problème d'ordre sociétal .....	187
IV.1.3.2.5. L'étalement urbain, une suite d'une urbanisation anarchique et mal maîtrisée .....	188
IV.1.3.2.6. L'exode rural : une résultante directe de l'implantation de la zone pétrochimique.....	188
<b>IV.2. Skikda : un territoire exposé à divers aléas.....</b>	<b>189</b>
IV.2.1. Un historique submergé de catastrophes et de dégradation à Skikda.....	189
IV.2.1.1. Aperçu sur les accidents survenus à Skikda.....	189
IV.2.1.2. Le contexte environnemental à Skikda : un grand souci pour sa sauvegarde et sa protection.....	189
IV.2.1.3. L'écosystème côtier : un paysage détruit par une occupation inappropriée	190
IV.2.2. Des risques de plusieurs natures jalonnent le territoire de Skikda.....	190
IV.2.2.1. Les risques naturels : des risques qui pèsent sur le territoire et la population .....	190
IV.2.2.1.1. Les inondations : un danger permanent pour les habitants.....	190

IV.2.2.1.2. Les séismes, des répliques inquiétantes.....	191
IV.2.2.1.3. Incendie de forêt, un patrimoine en menace .....	192
IV.2.2.1.4. Glissement de terrain, un phénomène courant .....	192
IV.2.2.2. Les aléas technologiques, à l'origine de plusieurs risques .....	193
IV.2.2.2.1. Le risque industriel à Skikda, économie et population en jeu .....	193
IV.2.2.2.2. Transport des matières dangereuses, une protection est exigée .....	194
IV. 2.2.3. La pollution de l'environnement : un impact visible et nuisible.....	194
IV.2.2.3.1. La pollution de l'air, un péril pour santé de la population .....	195
IV.2.2.3.2. La pollution marine, une atteinte sur la faune et la flore .....	195
IV.2.2.3.3. Les déchets liquides et solides, des décharges à régir .....	196
IV.2.3. Une prise de conscience à Skikda et la nécessité d'alternatives face aux risques	196
IV.2.3.1. La prévention et la gestion des risques à Skikda : actualité et réalité...	196
IV.2.3.2. Des études d'impacts et de dangers, l'absence d'une vision globale .....	197
<b>IV.3. Les clefs d'une méthodologie de la gestion des risques de la ville de Skikda.....</b>	<b>197</b>
IV.3.1. Le choix de la méthodologie : l'investigation au cœur du débat.....	198
IV.3.1.1. La recherche d'un processus applicables dans notre contexte d'étude.....	198
IV.3.1.2. Le cadre stratégique qui découle des objectifs de la recherche.....	199
IV.3.1.2.1. Le cadre d'élaboration de la recherche : un préalable à pronostiquer	200
IV.3.1.2.2. Une mission à démontrer, quelle démarche ? .....	200
IV.3.1.2.3. La mise en œuvre de la méthodologie d'estimation de la vulnérabilité.....	201
IV.3.2. Un enrichissement par une méthode combinatoire, pour une synthèse plus globale.....	201
IV.3.2.1. Une connaissance plus fine du territoire par un croisement des analyses	201
IV.3.2.1.1. Des variables pour l'estimation de la vulnérabilité.....	201
IV.3.2.1.2. La corrélation entre les facteurs de vulnérabilités urbaine.....	203
IV.3.2.2. La territorialisation par les SIG, une nécessité pour prendre les décisions à l'échelle locale .....	203
IV.3.2.3. Une épistémologie à développer et des indicateurs de la résilience à évaluer.....	204
IV.3.3. La gestion des risques : de l'analyse à l'application.....	204
Conclusion .....	205

## **CHAPITRE V: L'estimation de la vulnérabilité de la ville de Skikda: différents enjeux à hiérarchiser**

Introduction.....	208
<b>V.1. Quartiers de la ville et enjeux urbains : une analyse descriptive des étapes de calculs des facteurs de la vulnérabilité .....</b>	<b>209</b>
V.1.1. Du district au quartier : la construction d'un support d'informations.....	210
V.1.1.1. Le district comme une base de données des dans la délimitation quartiers	210
V.1.1.2. Le quartier : L'échelle spatiale et urbaine à analyser.....	212
V.1.2. Les principaux enjeux définis à l'issue du diagnostic territorial.....	214
V.1.2.1. De la hiérarchisation des variables, choix et tri s'imposent pour les classer	215
V.1.2.2. Des variables et des enjeux : vers des méthodes et formules de calcul.....	217
V.1.2.2.1. La population et ses catégories d'âge : un enjeu majeur .....	218
V.1.2.2.2. Population moins de 10 ans : une vulnérabilité socioéconomique...	220

V.1.2.2.3. Population plus de 65 ans : une vulnérabilité physique et fonctionnelle.....	220
V.1.2.2.4. L’habitat : un enjeu physique à quantifier .....	220
V.1.2.2.5. Habitat précaire : une fragilité physique .....	221
V.1.2.2.6. Les personnes sans instruction, une vulnérabilité sociale .....	221
V.1.2.2.7. Nombre de chômeurs : une forme de fragilité sociétale.....	222
V.1.2.2.8. Le non raccordement aux réseaux un facteur de la vulnérabilité fonctionnelle et structurelle .....	223
V.1.2.2.9. La présence des établissements recevant publics : une vulnérabilité organisationnelle et matérielle .....	223
<b>V.2. L’évaluation par multiples corrélations entre différents facteurs de la vulnérabilité urbaine .....</b>	<b>225</b>
V.2.1. Une estimation itérative de la vulnérabilité physique et humaine.....	226
V.2.1.1. La faisabilité de l’ACP dans l’analyse des six variables .....	227
V.2.1.2. Une corrélation primaire des variables de la vulnérabilité biophysique ...	228
V.2.2 L’ajout des variables sociales et fonctionnelles dans l’analyse factorielle .....	230
V.2.2.1. L’adéquation de l’ACP avec les variables sociales et fonctionnelle .....	231
V.2.2.2. La corrélation entre les variables biophysique et sociale de la vulnérabilité urbaine.....	231
V.2.3. La considération des ERP dans l’analyse factorielle .....	236
V.2.3.1 La compatibilité des 21 variables avec l’ACP .....	237
V.2.3.2. La corrélation entre tous les variables de la vulnérabilité urbaine.....	237
<b>V.3. Un modèle déterminant pour mesurer la vulnérabilité urbaine.....</b>	<b>241</b>
V.3.1. Le choix d’un modèle de représentation de la vulnérabilité, les variables fondent le scénario.....	241
V.3.1.1. Test de fiabilité : l’outil de mesure de la crédibilité des données des variables .....	242
V.3.1.2. La représentation de la variance de la vulnérabilité par une factorisation des variables.....	243
V.3.1.2.1. La qualité de représentation de la vulnérabilité : une extraction des variables.....	244
V.3.1.2.2.La variance totale de la vulnérabilité: des composantes en expérimentation.....	245
V.3.1.2.3. La représentation de la corrélation des variables dans les profils de vulnérabilité.....	248
V.3.1.2.4. La rotation des profils : une hiérarchisation plus modérée du spectre de la vulnérabilité .....	249
V.3.1.2.5. La factorisation des variables dans l’espace selon le spectre des profils de la vulnérabilité.....	255
V.3.2. Des profils hiérarchiques des variables au classement de la vulnérabilité : un modèle à explorer.....	256
V.3.2.1. Classification de la vulnérabilité par une hiérarchie des variables .....	256
V.3.2.2. L’estimation de la vulnérabilité : une formule s’impose pour l’évaluer ....	258
Conclusion .....	260

## **CHAPITRE VI : La spatialisation de la vulnérabilité urbaine : un préalable pour une meilleure gestion des risques**

Introduction.....	263
<b>VI.1. De l'estimation de la vulnérabilité urbaine de Skikda à sa territorialité, une base de données à représenter.....</b>	<b>264</b>
VI.1.1. Spatialisation des variables de la vulnérabilité urbaine, des enjeux à repérer	264
VI.1.1.1. Le cadre humain et physique, les variables évidentes de la vulnérabilité urbaine.....	265
VI.1.1.1.1. La densité de la population, dépend des choix d'implantation .....	266
VI.1.1.1.2. La densité d'habitation, conduite par l'histoire de l'urbanisation ...	267
VI.1.1.1.3. La population moins de 10 ans, caractérise les quartiers les plus anciens.....	269
VI. 1.1.1.4. La population plus de 65 ans, une présence contrastée dans les quartiers.....	270
VI.1.1.2. Le cadre socioéconomique, structurelle et fonctionnelle, des variables démonstratives de la vulnérabilité urbaine .....	272
VI.1.1.2.1. La présence de l'habitat précaire, des quartiers en tourment .....	272
VI.1.1.2.2. Un nombre de chômeur élevé dans les quartiers de Skikda .....	274
VI.1.1.2.3. Une population sans instruction élevée dans certains quartiers à Skikda.....	275
VI.1.1.2.4. Le non raccordement aux réseaux, des variables révélant une nouvelle spatialité .....	277
VI.1.1.2.5. Les équipements, une concentration problématique .....	281
VI.1.2. La Spectroscopie de la vulnérabilité, une variabilité territoriale.....	282
VI.1.2.1 De l'équation à l'échelle spatiale, pour une représentation de la vulnérabilité urbaine .....	282
VI.1.2.2 Un inventaire sur les trois classes de vulnérabilité pour une analyse plus approfondie.....	284
<b>VI.2. Différents aléas à cartographier, pour une territorialisation des risques à Skikda.....</b>	<b>286</b>
VI.2.1. Les inondations, un aléa au centre de Skikda .....	287
VI.2.2. Les glissements de terrain, des dégâts apparents dans les quartiers de Skikda.....	289
VI.2.3. Différents effets de l'aléa industriel : un périmètre à cerner.....	292
VI.2.3.1. Les effets thermiques : concerne les habitants et les êtres vivants.....	293
VI.2.3.2. Les effets suppressifs: des seuils dépassant les limites de la zone industrielle.....	296
VI.2.3.3. Les effets toxiques : sont irréversibles pour la santé des individus.....	300
<b>VI. 3. Les risques dans la zone d'étude : une superposition clé pour la gestion des risques .....</b>	<b>301</b>

VI.3.1. Des couches à référence spatiale aux couches de l'analyse spatiale, un croisement entre vulnérabilité et aléas .....	302
VI.3.1.1. Interaction entre la territorialisation de la vulnérabilité et la spatialisation de l'inondation .....	302
VI.3.1.2. Interaction entre la territorialisation de la vulnérabilité et la spatialisation du glissement de terrains.....	304
VI.3.1.3. Superposition des risques industriels et vulnérabilités.....	306
VI.3.2. Des risques qui s'hybrident à Skikda, une superposition critique à décrire et à retracer.....	313
VI.3.2.1. Des risques à appréhender dans la zone d'étude, d'une vision globale à une vision cruciale .....	313
VI.3.2.2. La superposition des risques comme manœuvre prépondérante de la démarche, et le besoin d'engager la résilience.....	315
Conclusion .....	316

## CHAPITRE VII: Résilience et vulnérabilité des villes Algériennes : les vectrices de la gestion des risques

Introduction.....	319
<b>VII.1. Essai d'évaluation de la résilience urbaine à Skikda: moyens et capacité de réponse</b> .....	320
VII.1.1. Vulnérabilité et résilience : des procédés à améliorer pour gérer les risques... ..	320
VII.1.1.1. Etat des lieux de la capacité de réponses aux risques prévues à Skikda... ..	320
VII.1.1.2. Des indicateurs préliminaires pour évaluer la résilience des quartiers vulnérables .....	323
VII.1.2. Un passage tactique de la vulnérabilité à la résilience, pour la gestion des risques à Skikda.....	326
VII.1.2.1 La résilience face à la gestion des risques, des décisions locales.....	327
VII.1.2.1.1. De l'aide à la décision pour la gestion des risques d'inondation ... ..	327
VII.1.2.1.2. De l'aide à la décision pour la gestion des risques de glissement de terrains.....	329
VII.1.2.1.3. De l'aide à la décision pour la gestion des risques industriels .....	330
VII.1.2.2 Une modélisation synthétique englobant tous les risques: tentative d'application sur Skikda.....	334
VII.1.3. Des mesures pour prévenir et promouvoir la résilience à Skikda.....	337
VII.1.3.1. L'intégration des réseaux urbains dans la résilience du système urbain.....	337
VII.1.3.2. L'implémentation des acteurs du système urbain dans la gestion des risques, pour une résilience plus opérationnelle .....	342
<b>VII.2. Quels modèles de gestion des risques pour la ville Algérienne ?</b> .....	344
VII.2.1. Des villes Algériennes à l'épreuve de la résilience face aux risques.....	344
VII.2.1.1. Une boucle de concept et de processus, pour réduire la vulnérabilité et augmenter la résilience.....	344
VII.2.1.2 La nécessité d'une démarche collaborative au service de la gestion des risques pour la ville algérienne .....	347
VII.2.2. Une gestion efficace des risques, pour une ville Algérienne plus résiliente .....	349
VII.2.2.1 L'urbanisme Algérien et la gestion des risques.....	349

VII.2.2.2 Cycle de la gestion des risques de la ville algérienne, des prérogatives à prévoir et à maîtriser.....	350
<b>VII.3. Des perspectives pour une ville durable : Ville résiliente, intelligente au service de la gestion des risques</b> .....	<b>351</b>
VII.3.1. Des concepts et des processus prometteurs, pour une ville durable à l'encontre des risques.....	351
VII. 3.1.1. La ville résiliente, une démarche de durabilité contre les risques .....	351
VII.3.1.2. Des SIG intelligents comme une démarche, pour une gestion intelligente des risques urbains.....	353
VII.3.2. Un futur plus sûr pour la ville de demain? .....	354
VII.3.2.1. La ville durable, résiliente, bassin de l'intelligence, vers une utopie ou un accomplissement patent .....	354
VII.3.2.2. La ville à la croisée des chemins, des échelles différentes pour une ville sans risques.....	355
VII.3.2.3. Pour une ville résiliente, et un urbanisme résilient, une architecture résiliente s'impose .....	356
VII.3.3 Des pistes de recherche à entrevoir pour la gestion des risques .....	357
Conclusion .....	358
Conclusion de la 2 <sup>ème</sup> partie.....	360
Conclusion générale.....	362
Bibliographie.....	371
Annexes	
Résumés	

## LISTE DES FIGURES

N° de figure	Titre	N° de Page
01	La croissance annuelle de la population mondiale	18
02	Conceptualisation du risque	27
03	La logique du raisonnement des causes et effets de risques	28
04	Méthodologie d'élaboration des cartes de risques à partir de la superposition de la vulnérabilité et des aléas	36
05	De la vulnérabilité physique à la vulnérabilité biophysique	37
06	Genèse et développement du concept vulnérabilité en sciences sociales	40
07	Le spectre de la vulnérabilité urbaine	44
08	Les composantes de l'écosystème urbain et risques	47
09	Schématisation des effets industriels	49
10	Les outils de maîtrise et de réduction de la vulnérabilité urbaine	53
11	Représentation du classement des niveaux de risque par pays (dédié aux risques naturels)	57
12	La résilience un concept pluridisciplinaire	69
13	Les théories de la complexité chez les géographes	70
14	La détermination de la vulnérabilité dans les sciences sociales	71
15	La vulnérabilité synthétique	73
16	Différentes acceptations de la relation « résilience, vulnérabilité »	76
17	Les acceptations du concept de résilience	80
18	Processus de résilience et vulnérabilité	83
19	Résilience et vulnérabilité dans un même continuum	84
20	Proposition d'un nouveau formalisme du risque	85
21	Les capacités à étudier pour analyser la résilience des réseaux techniques	87
22	la gestion du risque inondation dans le cadre du projet FloodResilienCity	89
23	La stratégie de résilience urbaine dans le projet FloodProBE	89
24	« Quartier résilient » à Francfort	93
25	La résilience des infrastructures exposées au choc	94
26	Analyse et évaluation du risque : acceptabilité du risque	96
27	Relation entre risque et crise	97

<b>28</b>	Temporalité de la gestion des risques	98
<b>29</b>	Processus de gestion des risques	99
<b>30</b>	La boucle de la gestion des risques	100
<b>31</b>	Les axes de la politique de prévention	102
<b>32</b>	Une urbanisation massive dans le nord algérien	103
<b>33</b>	Une vision chronologique sur la réduction des catastrophes en Algérie	106
<b>34</b>	Moteurs de progrès de la RRC	110
<b>35</b>	Synthèse graphique des différentes approches d'évaluation des vulnérabilités	119
<b>36</b>	Les approches analytique et systémique	123
<b>37</b>	L'approche synthétique	124
<b>38</b>	L'interdépendance des capacités	125
<b>39</b>	Les spécificités des approches analytique et systémique	126
<b>40</b>	La vulnérabilité résilience au cœur des démarches	127
<b>41</b>	Comparaison des contextes de décision en univers certain, risqué et incertain	129
<b>42</b>	Tri des actions	130
<b>43</b>	Le processus d'aide à l'évaluation	134
<b>44</b>	Hiérarchie des critères	136
<b>45</b>	Affectation des poids aux critères	136
<b>46</b>	Choisir, trier et classer les critères	139
<b>47</b>	Un modèle hiérarchique	140
<b>48</b>	Classement des décisions selon les préférences	141
<b>49</b>	Hiérarchie des facteurs de vulnérabilité urbaine	144
<b>50</b>	Processus de territorialisation des données géographiques par les SIG	148
<b>51</b>	Une attractivité internationale	163
<b>52</b>	Situation de la ville de Skikda au niveau national	163
<b>53</b>	Rayonnement du territoire de la ville de Skikda	168
<b>54</b>	Développement de Skikda entre 1838 et 1962	172
<b>55</b>	Développement de Skikda entre 1962 et 2008	173
<b>56</b>	Le système urbain et les infrastructures à Skikda	179
<b>57</b>	L'implication des méthodes dans l'objectif de la recherche	199

<b>58</b>	Les missions à prévoir dans le cadre de la recherche	200
<b>59</b>	Le développement de la logique d'investigation	202
<b>60</b>	Le fil conducteur de la recherche	205
<b>61</b>	La base de données de le l'échelle locale à la quantification	210
<b>62</b>	Correspondance des limites des districts avec les quartiers	213
<b>63</b>	Le choix des variables selon le contexte d'étude	216
<b>64</b>	La logique de détermination des variables	217
<b>65</b>	L'extraction du nombre de la population et de la densité à partir des districts	219
<b>66</b>	Hiérarchie de la corrélation entre les variables de la vulnérabilité urbaine	226
<b>67</b>	Schéma synthétisant les trois tests	237
<b>68</b>	La variance pour l'explication de la vulnérabilité	243
<b>69</b>	La représentation des profils de vulnérabilité par l'extraction de la variance	247
<b>70</b>	Des profils de vulnérabilité aux matrices des variables	248
<b>71</b>	La représentation des profils de vulnérabilité par après rotation	250
<b>72</b>	La modélisation de la factorisation de la hiérarchie des variables et quartiers	259
<b>73</b>	Les trois principales couronnes de l'évolution de Skikda	265
<b>74</b>	Représentation de la densité de population dans les 3 couronnes	267
<b>75</b>	Représentation de la densité d'habitation dans les 3 couronnes	268
<b>76</b>	Représentation de population mois 10 ans dans les 3 couronnes	270
<b>77</b>	Représentation de la population +65 ans dans les 3 couronnes	272
<b>78</b>	Représentation de l'habitat précaire dans les 3 couronnes	274
<b>79</b>	Représentation des chômeurs dans les 3 couronnes	275
<b>80</b>	Représentation de la population sans instruction dans les 3 couronnes	277
<b>81</b>	Représentation de la population sans raccordement à l'eau	279
<b>82</b>	Représentation de la population sans raccordement à l'assainissement	280
<b>83</b>	Représentation de la population sans raccordement à l'électricité	280
<b>84</b>	Représentation de la population sans raccordement au gaz	281
<b>85</b>	Spatialité des équipements à Skikda	282
<b>86</b>	La spectroscopie de la vulnérabilité selon la démarche établie	285
<b>87</b>	Processus de gestion des risques prévu par les autorités locales à Skikda	322

<b>88</b>	Cycle vulnérabilité et résilience	324
<b>89</b>	Processus de gestion des risques prévu par les autorités locales à Skikda	325
<b>90</b>	Les stratégies d'amélioration des capacités de réponse	326
<b>91</b>	Modélisation systémique de la ville	337
<b>92</b>	Impact de la détérioration d'un réseau de transport	338
<b>93</b>	L'intégration des réseaux routiers dans la gestion des risques	339
<b>94</b>	Vue sur les réseaux technique en ville	339
<b>95</b>	Scénario présentant l'impact d'une inondation	340
<b>96</b>	Redondances des réseaux	340
<b>97</b>	Regard sur l'implication des réseaux techniques dans la gestion des risques	342
<b>98</b>	L'implication des acteurs dans la gestion des risques à Skikda	343
<b>99</b>	Les dispositifs réglementaires pour la gestion des risques dans le cadre du développement durable	345
<b>100</b>	Exemple d'un scénario pouvant être produit	346
<b>101</b>	Vulnérabilité et résilience au cœur de la gestion des risques dans les villes algérienne	347
<b>102</b>	Processus et échelles d'intervention des acteurs	348
<b>103</b>	Principe de la démarche collaborative	348
<b>104</b>	Processus de la démarche collaborative pour la gestion des risques	349
<b>105</b>	Cycle de la gestion des risques pour la ville algérienne	350
<b>106</b>	Les acceptions des concepts résilience et durabilité	353
<b>107</b>	Les concepts alliés à la ville résiliente	355
<b>108</b>	Les échelles de résilience de la ville	355

## LISTE DES TABLEAUX

N° de tableau	Titre	N° de page
01	Typologie des risques	29
02	Le classement des niveaux de risque	49
03	Bilan des événements les plus meurtriers survenus dans le monde entre 2001 et 2015	58
04	Les 20 événements les plus coûteux survenus dans le monde entre 2001 et 2015	59
05	Les accidents industriels dans le monde	59
06	Exemple de catastrophes en Algérie, type et impact	62
07	Propriétés des concepts vulnérabilité et résilience	74
08	L'occurrence des concepts utilisés pour définir la résilience	86
09	Les différents risques en Algérie selon leur temporalité	104
10	Classification des démarches d'aide à la décision	132
11	Comparaison binaire des critères	137
12	Répartition annuelle des données climatiques	166
13	Structuration du territoire de la ville de Skikda	168
14	L'évolution et l'estimation de la population dans le groupement communal	174
15	Le parc du logement dans le groupe communal	176
16	Les différents complexes du pôle industrielle de Skikda	182
17	La croissance urbaine de la zone d'étude (prévisions 2028)	186
18	Quelques exemples des tragédies déjà passés dans la zone d'étude	189
19	Quartiers exposés au risque de glissement	193
20	Revue de la littérature sur les références utilisées	200
21	La correspondance entre variable et quartier	217
22	Statistiques descriptives des 6 variables	227
23	Test d'application sur les 6 variables	227
24	La corrélation linéaire entre les 6 variables de la vulnérabilité	228
25	Statistiques descriptives des 13 variables	230
26	Possibilité d'applicabilité sur les 13 variables	231
27	Corrélation des 13 variables	232

<b>28</b>	Statistiques descriptives des 21 variables	236
<b>29</b>	Test de compatibilité de l'ACP avec les 21 variables	237
<b>30</b>	Corrélation des 21 variables	238
<b>31</b>	Récapitulatif de traitement des observations	242
<b>32</b>	Statistiques de fiabilité	243
<b>33</b>	Qualités de représentation des variables	244
<b>34</b>	Variance totale expliquée	246
<b>35</b>	Matrice des profils de vulnérabilité	248
<b>36</b>	Rotation des profils par la méthode Varimax	249
<b>37</b>	Rotation des matrices des composantes	250
<b>38</b>	Classification des variables de la vulnérabilité	257
<b>39</b>	Factorisation des quartiers aux profils de la vulnérabilité	259
<b>40</b>	Les quartiers exposés aux inondations à Skikda	288
<b>41</b>	Les quartiers exposés aux glissements de terrains à Skikda	291
<b>42</b>	Les scénarios thermiques, suppressifs, et toxiques dans la zone industrielle	292
<b>43</b>	Les quartiers exposés aux effets thermiques	295
<b>44</b>	Les quartiers exposés aux effets suppressifs létaux	297
<b>45</b>	Les quartiers exposés aux effets suppressifs irréversible	298
<b>46</b>	Les quartiers exposés aux effets suppressifs- brise de vitre	299
<b>47</b>	Les quartiers exposés aux effets toxiques à Skikda	301
<b>48</b>	L'interaction entre inondation et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés	303
<b>49</b>	L'interaction entre glissement de terrain et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés	305
<b>50</b>	L'interaction entre effet thermique et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés	307
<b>51</b>	L'interaction entre effet suppressif et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés	309
<b>52</b>	L'interaction entre effet toxique et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés	311
<b>53</b>	Des opérations et des actions pour améliorer les capacités de réponse aux risques	321

<b>54</b>	Des opérations et des actions pour améliorer les capacités de réponse aux risques	323
<b>55</b>	Positionnement des indicateurs de résilience dans les trois classes de la vulnérabilité	325
<b>56</b>	Une modélisation de la vulnérabilité et des aléas par rapport aux indicateurs de résilience	327
<b>57</b>	Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'inondation	328
<b>58</b>	Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque de glissement de terrains	329
<b>59</b>	Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'effet thermique	330
<b>60</b>	Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'effet suppressif	331
<b>61</b>	Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'effet toxique	332
<b>62</b>	Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque industriel	333
<b>63</b>	Récapitulatif du modèle d'aide à la décision	334
<b>64</b>	Les décisions pour une gestion de tous les risques	336
<b>65</b>	Les acceptions des concepts résilience et durabilité	352

## LISTE DES CARTES

N° de carte	Titre	N° de page
01	Situation régionale de la wilaya de Skikda	164
02	Topographie de la ville de Skikda	165
03	Le réseau hydrographique dans de la wilaya de Skikda	167
04	Délimitation du territoire d'étude	169
05	Typologie d'habitat	178
06	Les différents équipements de la zone d'étude	180
07	L'évolution de la ville de Skikda	185
08	La situation de Skikda par rapport à la sismicité en Algérie	191
09	Périmètre d'intervention	209
10	Délimitation des districts de la zone d'étude	211
11	Délimitation des quartiers de la zone d'étude	212
12	Exemple de superposition de plusieurs districts sur le quartier (cas du noyau colonial)	214
13	La spatialisation de la densité de population	266
14	La spatialisation de la densité urbaine dans les 107 quartiers	267
15	La spatialisation de la population moins de 10 ans	269
16	La spatialisation de la population + 65 ans	271
17	La spatialisation de l'habitat précaire	273
18	La spatialisation du nombre de chômeurs dans les 107 quartiers	274
19	La spatialisation de la population sans instruction	276
20	La spatialisation des raccordements aux différents réseaux (eau, assainissement, électricité, gaz)	278
21	La spatialisation des équipements dans les 107 quartiers	281
22	Carte de territorialisation de la vulnérabilité urbaine	283
23	La spatialité des inondations dans à Skikda	287
24	La spatialité des glissements de terrains à Skikda	289
25	Repérage des zones d'impact des effets thermiques	293
26	Rayonnement des effets thermiques	294
27	Rayonnement des effets suppressifs	296

<b>28</b>	Rayonnement des effets toxiques	300
<b>29</b>	Superposition de vulnérabilité urbaine et inondation	302
<b>30</b>	Superposition de vulnérabilité urbaine et glissements de terrains	304
<b>31</b>	Superposition de vulnérabilité urbaine et effet thermique	306
<b>32</b>	Superposition de vulnérabilité urbaine et effet suppressif	308
<b>33</b>	Superposition de vulnérabilité urbaine et effet toxique	310
<b>34</b>	Superposition des effets de risque industriel	311
<b>35</b>	Superposition de risque industriel et vulnérabilité	312
<b>36</b>	Superposition de tous les risques avec la vulnérabilité	314
<b>37</b>	Détermination des indicateurs de résilience par rapport à la hiérarchie de la vulnérabilité	324
<b>38</b>	Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'inondation	328
<b>39</b>	Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques de glissement de terrains	329
<b>40</b>	Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'effet thermique	330
<b>41</b>	Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'effet suppressif	331
<b>42</b>	Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'effet toxique	332
<b>43</b>	Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques industriels	333
<b>44</b>	Modélisation synthétique d'aide à la décision pour une gestion globale des risques	335
<b>45</b>	Scénario d'intervention pour augmenter la résilience des quartiers exposés aux risques	338
<b>46</b>	Scénario d'impact d'explosion sur le réseau électrique	341

## LISTE DES GRAPHES

N° de graphe	Titre	N° de page
01	Evolution passée (1950-2015) et projetée (2016-2050) de la population mondiale	19
02	Courbe de Farmer	27
03	Acceptabilité du risque	50
04	Catastrophes naturelles et évolution de la population (2001-2015)	55
05	Nombre de catastrophe dans le monde (1950-2015)	55
06	Nombre d'évènements et de victimes dans le monde (2001-2015)	56
07	Nombre d'évènements selon la nature de l'aléa (2001-2015)	56
08	Coûts des évènements dans le monde (2001-2015)	58
09	Données issues de Web of Science	78
10	Données issues de la Base Factiva	78
11	Structuration par âge du groupement communal	176
12	Répartition de la population active et en chômage	188
13	Le tracé d'effondrement de la variance des profils de la vulnérabilité	247
14	Présentation des matrices du profil 1	251
15	Présentation des matrices du profil 2	252
16	Présentation des matrices du profil 3	253
17	Présentation des matrices du profil 4	253
18	Présentation des matrices du profil 5	254
19	Présentation des matrices du profil 6	254
20	Tracé des profils dans l'espace après rotation	255
21	La distribution de la densité de population	266
22	La distribution de la densité d'habitation	268
23	La distribution de population moins 10 ans	270
24	La distribution de population + 65 ans	271
25	La distribution de l'habitat précaire	273
26	La distribution du nombre de chômeur	275
27	La distribution de la population sans instruction	276

<b>28</b>	La distribution des constructions non raccordées aux différents réseaux	279
<b>29</b>	Classification de la vulnérabilité urbaine	284
<b>30</b>	Distribution des quartiers exposés aux glissements de terrains	290
<b>31</b>	Distribution des quartiers exposés aux effets thermiques	294
<b>32</b>	Nombre de quartiers exposés aux effets suppressifs	296
<b>34</b>	Nombre de quartiers exposés aux effets toxiques	301
<b>35</b>	Répartitions de la vulnérabilité et inondation	304
<b>36</b>	Répartitions de la vulnérabilité et glissements de terrains	306
<b>37</b>	Répartitions de la vulnérabilité et effets thermiques	308
<b>38</b>	Répartitions de la vulnérabilité et effets suppressifs	310
<b>39</b>	Répartitions de la vulnérabilité et des risques industriels	312
<b>40</b>	Répartitions des risques selon la hiérarchie de la vulnérabilité	113

## LISTE DES PHOTOS

<b>N° de photo</b>	<b>Titre</b>	<b>N° de page</b>
<b>01</b>	La Nouvelle Orléans sous les eaux	60
<b>02</b>	Explosion dans la raffinerie de Skikda en 2004	63
<b>03</b>	De l'habitat colonial au centre-ville	177
<b>04</b>	Habitat collectif à Salah Boulkeroua	177
<b>05</b>	Un lotissement à Skikda	178
<b>06</b>	Des bidonvilles dans le quartier Saleh Boulkeroua	187
<b>07</b>	Inondation à Skikda (02-02-2011)	191
<b>08</b>	Incendie de forets à Skikda (septembre 2017)	192
<b>09</b>	Glissement de terrains à Stora casino	192
<b>10</b>	Incendie dans la zone industrielle (juin 2006)	194

## Introduction générale

Être à l'abri des dangers, qui était et serait toujours une priorité de l'homme, s'est manifesté tant par la construction de son habitat que par son regroupement. Les premiers établissements humains ont consolidé leurs forces pour se protéger et exploiter les potentialités de la nature. Du bourg, au village, à la ville, les territoires présentent divers dangers, dont le risque diffère selon la concentration des populations. Le contexte urbain se trouve secoué ces dernières décennies par des catastrophes qui appellent à revoir la manière dont ces villes sont conçues (Chaline C et Dubois-Maury J, 2004).

D'abord, la ville est considérée comme le centre d'échange de culture, de technologie, de meilleurs accès aux soins, d'emploi, etc. C'est un espace présentant une certaine dynamique urbaine, car il concentre, population, habitat, infrastructure, etc. Cette dynamique en mouvement permanent a pour finalité de matérialiser un environnement équilibré et satisfaire les besoins de la population urbaine. Par cette image positive, la ville continue d'attirer plus de population, sauf que les catastrophes survenues en ville ont donné une nouvelle vision à « *la ville est vue comme un espace à risque* » (Reghezza M, 2006).

En outre, l'urbanisation massive des villes a joué un rôle paradoxal, en créant plus de liens et de richesses sociales, culturelles et économiques, mais elle a fait apparaître aussi de nouveaux maux, tels que la marginalisation sociospatiale, la prolifération des bidonvilles, la consommation des terres agricoles, etc., qui ont accentué les risques en milieu urbain. La croissance urbaine est un phénomène planétaire qui préoccupe tous les acteurs de la ville et son avenir, «*Si on prend en compte que 50% de la population vit en ville et que, d'ici à 2050, ce chiffre devrait atteindre 70%, il est indispensable de se doter rapidement de nouveaux outils et de définir de nouvelles approches qui renforcent les administrations locales et les habitants ainsi que leurs capacités à faire face à de nouveaux problèmes et à mieux protéger les ressources humaines, économiques et naturelles de nos villes*» (ONU-habitat, 2014). La gestion ne cesse d'obéir à de nouvelles conditions, des mutations et parfois des réformes dans les modes de vie urbains, affectant ainsi, les modes de transport, l'urbanisme, l'aménagement des villes, l'industrie, les modes de consommation et d'énergie, la gestion des déchets, etc.

De ce fait, les pressions sont multiples et la ville se montre de plus en plus vulnérable (Chaline C et Dubois-Maury J, 2004). La situation devient de plus en plus alarmante ces dernières années, où, on assiste à une fréquence de catastrophe très élevée, jusqu'à enregistrer une moyenne de 410 catastrophes naturelles par an entre 2000 à 2016 (planète-info, 2018), avec des conséquences

considérables sur le plan matériel, économique, environnemental et surtout humain. Devant cette situation, le développement urbain est menacé, avec en conséquence, l'homme citoyen. Du fait que la ville concentre plusieurs enjeux, les risques sont multiples, qu'ils soient naturels ou anthropiques, ils présentent un danger certain pour les milieux urbains.

Frappées par des catastrophes tragiques, l'ouragan de Katrina aux Etats-Unis, séisme au Japon, à Mexico, en Italie, les inondations en Inde, etc., les pays veulent dépasser le constat et la comptabilisation des dégâts pour une prise en charge réelle des phénomènes avant leur provenance. Les conséquences de ces catastrophes dépendent de l'ampleur et de l'intensité des risques ainsi que de l'importance des enjeux exposés, car, les villes sont parfois confrontées à une exposition à différents types de risque ; inondation, glissement de terrains, séisme, accident industriel, etc., « *Un territoire urbain ne fait jamais face à un seul risque, mais à un ensemble de risques en interactions. Sur un même espace, des aléas inondation, vagues de chaleur/froid ou séisme coexistent souvent avec des activités industrielles telles que des centrales énergétiques, des usines chimiques ou de transports de matières dangereuses. Or, la gestion des risques demeure focalisée sur des approches mono-aléa au détriment d'une approche globale, plus systémique, intégrant les interactions entre des aléas multiples et les risques associés sur un même territoire* » (Touili N, 2018). En conséquence, des prises de conscience et des réformes dans la vision des risques et sur leurs modes de gestion sont devenues une préoccupation mondiale.

## **Motivation du choix du thème**

La récurrence des catastrophes à l'échelle mondiale a suscité beaucoup de travaux de recherche, qui présentent de multiples réflexions sur la façon de définir les risques et leurs gestions provoquant ainsi l'émergence de plusieurs concepts comme la vulnérabilité urbaine et la résilience, auxquelles différentes approches sont associées pour permettre une gestion des risques urbains.

Les études récentes ont montré que les aléas à l'origine des risques ne peuvent être pensées séparément des enjeux existants sur le territoire de la ville (Reghezza M, 2013), qu'ils soient humains, matériels ou environnementaux, leurs interactions engendrent des conséquences dont la gravité dépend de la vulnérabilité de ces enjeux exposés aux aléas et de la résilience du système urbain (Lhomme S, 2011). « *La relation que les risques entretiennent avec les espaces qu'ils touchent n'a jamais été aisée à définir : d'une part, la variété des espaces affectés, très divers tant dans leurs formes que dans leurs contenus ; d'autre part parce que ceux-ci n'ont été que*

*rarement considérés comme significatifs pour la compréhension des risques et leur gestion* » (November V, 2005).

En revanche, en tant que berceau des risques, les milieux urbains, amènent à examiner leurs caractéristiques et à considérer leurs fonctionnements et leurs développements pour gérer la vulnérabilité face aux aléas menaçants.

Le coût des catastrophes inquiète les pouvoirs politiques à l'échelle mondiale, et le besoin d'engager une gestion de ces risques devient primordiale. Pour cela, la problématique des risques est placée au centre des priorités, elle prend une dimension internationale, où, pouvoirs politique, population, organisations mondiales, professionnels et scientifiques, essayent d'appréhender cette question par l'enrichissement de la connaissance des risques, la compréhension des comportements des villes et leurs vulnérabilités.

Du passé, au présent, l'histoire est marquée par plusieurs tragédies qui confirment la vulnérabilité des villes, où certaines de ces villes ont disparus (à l'exemple de Pompéi) et d'autres survivent toujours malgré les désastres. Si elles existent toujours, c'est qu'elles présentent des spécificités de résistance, d'adaptation face au choc suite à un aléa. *« En effet, l'histoire des villes est marquée par la survie de nombreuses cités détruites, plusieurs fois, dont la population a été décimée ou déplacée, et qui pourtant figurent toujours aujourd'hui sur la scène mondiale : Beyrouth, Varsovie, Chicago, Tokyo »* (Vale et Campanella, 2005).

C'est dans ce sens que notre réflexion s'est forgée, nous partirons du principe que la vulnérabilité des villes nécessite une prise en charge des risques faisant appel à l'élaboration d'une stratégie permettant une gestion efficace de ces risques urbains. *« La gestion des situations d'urgence et de crise doit devenir un véritable objet de recherche, non seulement des politistes et sociologues, mais aussi des géographes, dans le but de participer à la construction de connaissances réellement utiles à la réduction de la vulnérabilité des sociétés et des territoires du Sud comme du Nord »*. (D'Ercole et Metzger, 2011)

L'Algérie, à l'instar des autres pays, n'échappe pas au fléau des catastrophes urbaines. Plusieurs catastrophes ont touché les différentes villes algériennes dont on citera les plus récentes : les inondations de Bab El Oued (2001) et de Ghardaïa (2008), le séisme de Boumerdes (2003) l'explosion à Skikda (2004), les inondations à Skikda (2011), le séisme à Médéa (2016) etc., pour lesquels, les autorités du pays ont tiré la sonnette d'alarme sur la nécessité de la gestion des risques par l'adoption de nouveaux outils réglementaires, des mesures techniques (tel que les mesures parasismiques) pour prévenir ces catastrophes. Ajoutant à ces mesures prises au niveau national, d'autres mesures telles que l'inscription dans des coopérations étrangères qui ont

marqué la volonté du pays à adopter de nouveaux concepts tels que la considération de la vulnérabilité et de la résilience.

Ainsi, grâce aux retours des expériences qui ont été une base utile pour distinguer les défaillances et l'incapacité de gérer les situations d'urgence, de déterminer la vulnérabilité du tissu urbain, que l'on peut inclure les enseignements à prendre en considération pour une meilleure maîtrise des risques urbains.

## **Problématique**

Prendre conscience sur les risques auxquels les villes pouvant être affrontées présente un défi majeur pour faire face aux aléas. Le contexte urbain, se différenciant d'une ville à une autre, est exposé à une pluralité de problématiques urbaines d'une façon distincte: l'explosion urbaine et démographique, la complexité des enjeux urbains, l'exposition à des aléas multiples, le manque d'une culture face aux risques, la non prise en charge des aléas dans les orientations d'aménagements et planification de la ville, et l'absence d'une concertation entre les acteurs de la ville, etc., tous ses facteurs rendent la ville plus vulnérable et difficile à gérer.

La gestion des risques s'est appuyée, pendant longtemps sur, la maîtrise de l'aléa, son identification et sa spatialisation sur le territoire, mais, la fragilité des enjeux face aux catastrophes a interpellé les scientifiques pour étudier leurs caractéristiques. A partir de là, la vulnérabilité urbaine est rentrée dans la sphère de la gestion des risques et a induit à un changement de regard sur la vision des risques. Elle devient un nouveau concept pour comprendre et mesurer les risques en ville. La vulnérabilité est vue, à cet effet, comme étant des « *Conditions déterminées par des facteurs ou processus physiques, sociaux, économiques ou environnementaux qui accentuent la sensibilité d'une collectivité aux conséquences des aléas* » (ONU/Secrétariat de la Stratégie internationale de prévention des catastrophes, Genève, 2004).

Etudier les risques en ville, c'est définir l'ensemble des enjeux humains, matériels, économiques, sociaux et environnementaux, etc., afin d'envisager toutes les mesures possibles pour atténuer leurs vulnérabilités. La richesse de biens matériels et humains présente une complexité urbaine par les interactions qui se créent entre les différentes composantes du milieu urbain à travers les différentes échelles spatiales, sociales et environnementales. Comprendre cette complexité et déterminer ses spécificités et ses comportements permet de mesurer la vulnérabilité urbaine et d'instaurer une stratégie de gestion des risques.

Nous passons donc d'une identification et une spatialité des aléas, à l'identification et la spatialité de la vulnérabilité urbaine. D'un côté, l'estimation de la vulnérabilité urbaine est donc considérée comme une nouvelle forme de représentation spatiale utile pour la gestion des risques, laquelle s'articule autour des facteurs qui créent et diffusent la vulnérabilité au sein du territoire qui agit sur la dynamique urbaine. De l'autre côté, la résilience essaye de s'imposer dans la problématique de la gestion des risques en interrogeant la capacité des villes à faire face aux catastrophes, « *Une ville résiliente évalue, planifie et prend des mesures pour se préparer et réagir à tous les aléas qu'ils soient soudains ou à évolution lente, prévus ou non. Les villes résilientes sont donc mieux à même de protéger et d'améliorer la vie des gens, de sécuriser leurs acquis, de promouvoir un environnement favorable aux investissements et de favoriser les changements positifs* » (ONU, 2014).

## Questionnement

En somme, la ville développe des interactions et des liens entre les personnes, les activités et les biens ; elle produit des richesses et des facilités, mais aussi de la vulnérabilité. Cela nous a conduit à poser une série de questions :

- **La ville lieu privilégiée de concentration** des populations et de densification des tissus urbains favorise-elle la vulnérabilité du territoire ?
- La complexité et l'interconnectivité de nombreux systèmes dans **la ville** (infrastructure, habitation, transport, ...) peuvent-ils accentuer la vulnérabilité des milieux urbains ?
- Peut-on **évaluer la vulnérabilité territoriale** des villes face aux risques ? Quels outils pour mesurer les enjeux de la vulnérabilité urbaine ?
- L'analyse des différents facteurs de vulnérabilité renforce-t-elle **la maîtrise des risques** en milieu urbain ?
- Une politique cohérente **d'aménagement du territoire** tenant compte de la vulnérabilité urbaine peut-elle contribuer à un développement urbain harmonieux ?
- **La concertation des acteurs** sociaux et de la vie urbaine conduit-elle à une maîtrise de la vulnérabilité urbaine pour devenir un facteur de dynamisation ?
- La connaissance de **la vulnérabilité urbaine** génère-t-elle une meilleure gestion des risques ?
- Quelle politique de gestion faut-il adopter pour la maîtrise de la vulnérabilité urbaine dans les villes ?
- **L'estimation de la vulnérabilité urbaine** s'impose-t-elle en tant que clé indispensable pour une meilleure **gestion des risques** ?

- Le recours à des **villes résilientes** permet-il de favoriser une bonne gouvernance politique, sociale et culturelle en vue d'une meilleure **gestion des vulnérabilités urbaines** ?

Tout ce questionnement se résume dans la question principale suivante :

**La ville**, est le lieu privilégié d'inspiration et du progrès, moteur de croissance économique, un parc de biens matériels et une arène physique et culturelle. Tous ces atouts favorisent-ils **la vulnérabilité urbaine** où **l'estimation** demeure plus qu'indispensable pour **la résilience** de la ville à travers des outils efficaces pour une meilleure **gestion des risques** ?

### **Thématique d'ensemble et hypothèses**

L'origine de cette recherche s'est imprégnée des questionnements de l'auteur depuis le début de son cursus en magistère, où la question des risques industriels dans la ville de Skikda, ont amené la réflexion sur la problématique de la vulnérabilité de la ville. Le caractère multirisque du territoire des villes renvoie vers l'analyse de ses caractéristiques afin de comprendre leurs comportements.

Dans ce contexte, il convient d'entrevoir la problématique de la gestion des risques dans toutes ses dimensions et en prenant en considération les avancées technologiques dans ce domaine pour mettre en œuvre une approche pragmatique de la vulnérabilité urbaine vis-à-vis de la question des risques. La polysémie des concepts traitant la gestion des risques, les multiples visions et approches sur la vulnérabilité urbaine étaient un atout pour canaliser notre réflexion sur des pistes de recherche actualisées dans le domaine de la gestion des risques.

D'une part, la vulnérabilité urbaine se manifeste tant par l'homme que par son environnement. Son « spectre » se développe du territoire à la ville, avec des enjeux de nature différente : habitations, établissements recevant du public, activités, différents réseaux. Un diagnostic approfondi des dimensions humaines, techniques, matérielles, économiques, fonctionnelles et organisationnelles permettra une maîtrise de la vulnérabilité urbaine. D'autre part, la résilience œuvre pour améliorer la capacité des villes à résister et à s'adapter aux crises. Elle porte sur l'étude des interdépendances entre les éléments du système urbain.

Notre raisonnement est simple, il s'inscrit autour de **trois hypothèses** prenant appui sur le cas d'étude et lesquelles contribueront à construire le processus de développement de notre recherche.

**D'abord, il s'agit de tester l'hypothèse selon laquelle, la vulnérabilité urbaine viserait à hiérarchiser les espaces à partir desquels se diffuserait la vulnérabilité territoriale. Elle nous renseigne sur les enjeux des risques qu'encourt la ville, à travers les analyses des**

**corrélations entre les différents facteurs de vulnérabilité permettant d'estimer les différentes zones vulnérables.** Nous tentons de définir les critères considérés comme source de vulnérabilité. Donc, la recherche sera axée sur la réduction des facteurs de la vulnérabilité urbaine dans une unité unique pour pouvoir la représenter spatialement. Cette estimation devrait prouver son efficacité pour la territorialité de la vulnérabilité urbaine par une hiérarchie des variables prédéfinies pour son explication.

Cette réflexion nous amène à formuler **la deuxième hypothèse qui énonce que, la spatialisation de la vulnérabilité exigerait le recours au SIG et intégrerait des bases de données de nature et de sources différentes, pour permettre de révéler les interactions entre les différentes échelles territoriales qui cerneraient les situations potentielles vulnérables pour la gestion des risques.** À ce stade de réflexion l'étude du phénomène nous induit à faire une lecture spatiale des risques à travers la superposition cartographique des couches d'informations de la vulnérabilité urbaine et des aléas pour définir les zones à risques dans une classification dans différents niveaux du plus faible au plus fort.

Pour répondre à la question de la gestion des risques, nous partons également de **l'hypothèse que la résilience constituerait un moyen incontournable visant à maîtriser les risques générés par les interactions résultant du croisement de la vulnérabilité urbaine et des aléas pour une modélisation d'un outil d'aide à la décision pour la gestion des risques dans une vision synthétique de la vulnérabilité.** A cet effet, la résilience s'active dans l'évaluation de la capacité de résistance et de récupération des zones vulnérables pour lesquelles la gestion du risque est nécessaire.

Ces hypothèses sont fort ambitieuses. Afin de les vérifier, nous nous sommes appuyés sur un soubassement théorique approfondi sur les thématiques, traitant, d'un côté la vulnérabilité face aux risques et leur gestion et de l'autre côté, sur la résilience comme nouveau concept à adopter.

## **Les objectifs de la recherche**

Rien qu'en observant les bilans des catastrophes sur le plan humain, matériel, économique, social, environnemental, etc., nous comprenons que la situation devient inquiétante. La gestion des risques urbains a pour objectif primordial de maîtriser, d'atténuer et d'améliorer la prise en charge des risques. Les concepts développés pour aborder la gestion des risques se concentrent sur les composants du système urbain afin de réduire leurs vulnérabilités et améliorer la résilience contre les catastrophes.

En cherchant un développement cohérent et durable, la ville est invitée à centrer ses intérêts sur la construction d'une politique stratégique dont les décisions pertinentes doivent être prises pour assurer un avenir plus sûr.

L'objet de cette recherche repose sur l'étude de la vulnérabilité de la ville en mettant en évidence des mesures cruciales pour gérer les risques urbains. Au-delà de l'identification spatiale des enjeux urbains, l'analyse doit déboucher sur les actions possibles pour réduire la vulnérabilité et établir une gestion des risques. De ce fait, l'étude propose une vision pour la ville de demain qui se veut résiliente, orientée vers des politiques de réduction des vulnérabilités aux risques qui exigent une maîtrise de la vulnérabilité urbaine pour une meilleure résilience face aux risques.

Par ailleurs, le rapprochement entre l'état de l'art de la problématique et le cas d'étude permet d'apporter une méthodologie applicable dans un cas d'étude algérien, par conséquent notre travail s'inscrit dans un triple objectif :

Le premier est d'ordre scientifique pour lequel nous donnons un éclairage sur les questions de la vulnérabilité des territoires en général et la de vulnérabilité urbaine en particulier où seront traités les différents facteurs qui permettront le développement cohérent et rassurant des villes. Par ailleurs, il ouvre le champ pour d'autres recherches plus spécialisées vu l'actualisation et la pertinence de la thématique.

Le second est d'ordre pédagogique car la recherche en question vise à sensibiliser les enseignants et étudiants aux questions liées aux risques majeurs et la vulnérabilité des territoires car le produit formé (les étudiants) est appelé à travailler dans les différentes institutions qui interviennent sur les villes et ses problèmes où le risque, sous toutes ses formes, n'est jamais loin.

Le troisième objectif, plus pratique et professionnel, s'oriente vers le sens de la sensibilisation et l'implication de nombreux acteurs qui font la ville sur le phénomène des vulnérabilités urbaine et les mesures nécessaires pour une prise en charge des espaces vulnérables et des populations exposées.

### **Choix et présentation du cas d'étude**

Le territoire de la ville de Skikda est soumis à une double problématique. La première est relative à l'urbanisation massive et le développement accéléré des infrastructures et habitations sans une planification stratégique prenant en considération la particularité du site de la ville. La deuxième réside dans la présence des aléas en ville qui présentent des risques différents pour les

enjeux exposés. Ce constat a engendré plusieurs répercussions, telles que la construction sur des sites à risques, les disparités sociospatiales, la prolifération des bidonvilles, etc.

Située à l'Est algérien, la ville de Skikda rayonne au niveau régional, national et international. En passant d'une ville agricole à une ville industrielle ; son parcours est véhiculé par le développement des potentialités et des mutations dans son contexte urbain. Sa place administrative en tant que chef-lieu de la wilaya et l'implantation du pôle industriel en 1973, ont généré une croissance démographique remarquable atteignant 226 947 hab. (RGPH, 2008) et une augmentation de l'aire urbaine qui s'étale sur 148 km<sup>2</sup>, engendrant ainsi une consommation outrancière des terrains agricoles.

La ville de Skikda est soumise à des aléas naturels (inondation, glissement de terrains, incendie de forêts) et technologiques (industriels, transport des matières dangereuses) faisant d'elle, plusieurs fois, le théâtre d'incidents majeurs qui l'ont secoué. Les pouvoirs publics, la population et les industriels ont pris conscience de la nécessité de gérer ces risques qui ne sont plus rassurants. Une rétrospective de ces drames montre clairement la vulnérabilité de la ville face aux crises. Depuis l'élaboration de la loi du 04-20 relative à la prévention des risques et à la gestion des catastrophes, Skikda est décrétée ville à risques majeurs. Plusieurs mesures et initiatives ont été prises pour atténuer cette vulnérabilité.

La ville de Skikda présente donc, un exemple type d'une ville multirisque pour la réalisation des objectifs de la recherche et la mise en œuvre d'une stratégie de gestion des risques.

## **La méthodologie d'approche**

En s'appuyant sur les jalons de la problématique, notre démarche est basée sur les approches existantes et sur les données du terrain pour concevoir une méthodologie appropriée à notre contexte d'étude. Notre thématique porte sur les liens qui existent entre les enjeux du territoire et les risques qui en découlent. Elle repose sur la prise en charge de toutes les dimensions de la vulnérabilité pour engager une gestion des risques dans une vision globale. Pour cela, une autopsie effectuée sur le tissu urbain de la ville de Skikda permet de comprendre les contraintes qui se tissent entre les enjeux du territoire et les risques auxquels elle est exposée.

La collecte de données propres au cas d'étude constitue un soubassement théorique de premier rang pour mieux cerner la problématique. Cette étape est primordiale dans le choix de la méthodologie, et qui est aussi la base sur laquelle nous avons pu chercher les matériaux : sociologiques, historiques, statistiques, urbains, etc. Ce fond documentaire hétérogène était soumis à une confrontation permanente des différentes sources (statistiques, documents

cadastraux, documents d'urbanisme, thèses, rapports...). Les avancées technologiques dans le domaine de traitement de l'information ont été subtiles par le biais des logiciels. Le passage des statistiques à une représentation spatiale donne une meilleure lecture des résultats.

Les méthodes d'analyses que nous utilisons exploitent plusieurs techniques pour aboutir aux résultats escomptés entre autre ; l'observation, la prise de photos, des enquêtes sur terrains, des interviews, etc. Chaque instrument dévoile un sens dans la matérialisation des objectifs de la problématique et de la vérification des hypothèses émises.

Les données ont été recueillies auprès des différentes directions à savoir ; ONS (office nationale des statistiques) d'Alger et de Constantine, direction de la protection civile, direction de l'environnement, direction d'urbanisme et de construction, Sonatrach Skikda, APC Skikda, direction de l'hydraulique, bureau d'étude Urbaco de Constantine, etc. Des rencontres, des entretiens ainsi que des consultations avec des professionnels sont organisés pour constituer la base de données qui compose l'assise essentielle en vue de l'application de la méthodologie choisie et ainsi assurer ainsi la fiabilité des résultats. Cependant, l'ambivalence, ou parfois, l'absence de certaines informations était discutée, consultée et déterminée avec les responsables des différents secteurs.

Par ailleurs, nous avons fait recours à l'exploitation du logiciel des statistiques SPSS qui permet d'analyser et de corrélérer les variables de la vulnérabilité urbaine, et du logiciel ARCGIS intégré au SIG utilisé essentiellement pour le stockage, la gestion, et le traitement de données géographiques dont la finalité est la représentation cartographique. D'autres logiciels sont aussi exploités tels que Excel et Autocad (Excel pour les informations statistiques et l'Autocad pour utiliser la base de données cartographique).

## **Structuration de la thèse**

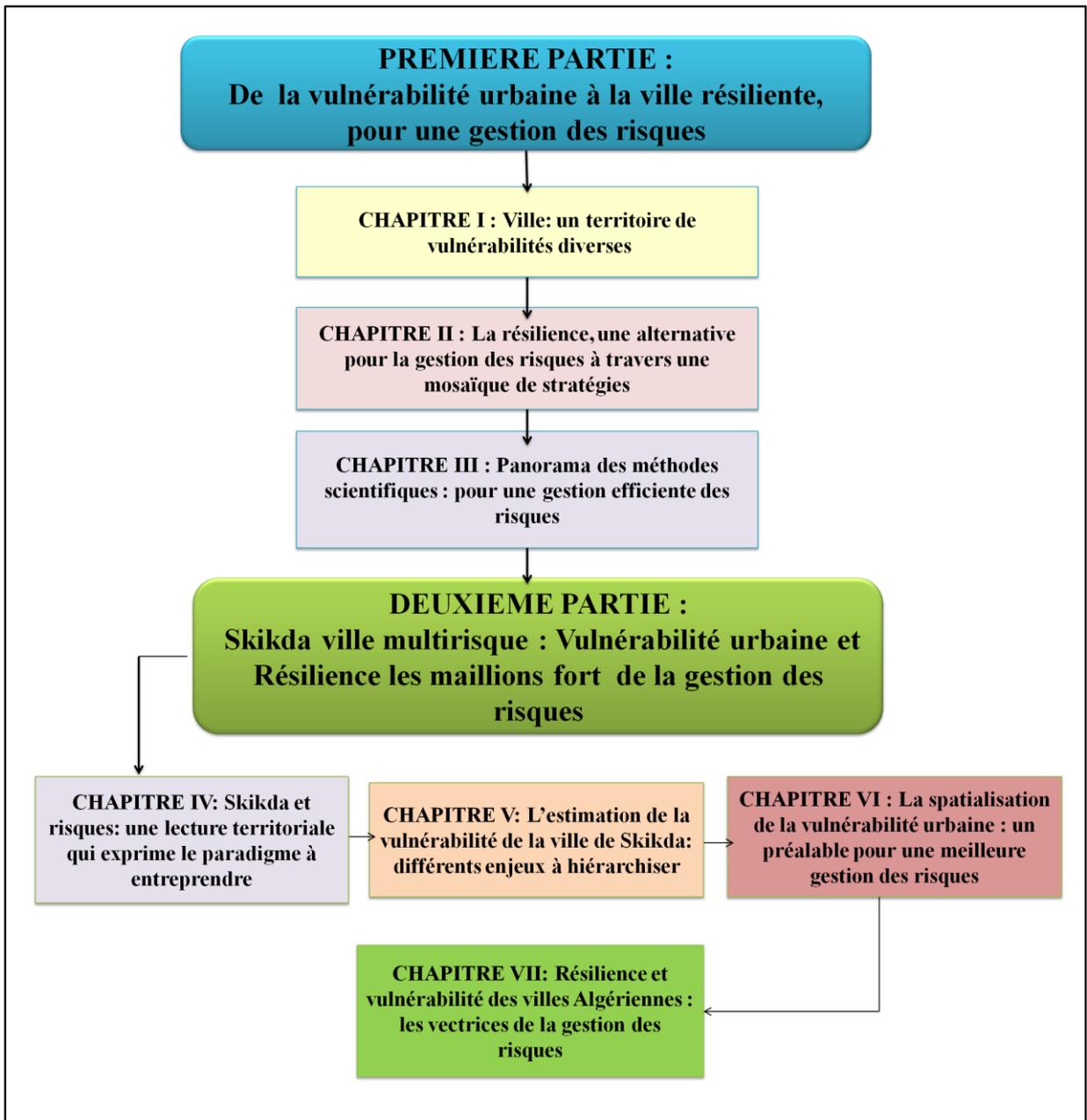
A travers ce modeste travail, nous essayons de répondre aux questions posées précédemment, en nous focalisant sur l'étude de la vulnérabilité urbaine par l'analyse de ses facteurs, de mettre en vigueur une lecture territoriale des risques urbains, et de définir les décisions les plus convenables pour permettre une gestion des risques urbains par l'évaluation de la résilience.

Ainsi, la recherche en question obéit aux orientations méthodologiques et s'articule en deux parties distinctes :

**La première partie** d'ordre théorique, met l'accent sur l'état de l'art de la problématique en insistant sur la lecture territoriale des concepts développés en l'occurrence ; la vulnérabilité urbaine, la résilience dans le processus de la gestion des risques. Elle comporte trois chapitres,

dont **le premier chapitre** traite de la vulnérabilité urbaine comme une nouvelle forme de représentation spatiale utile pour la gestion des risques. Il identifie la territorialité de la vulnérabilité et analyse ses représentations et ses répercussions sur la dynamique urbaine. Le **deuxième chapitre**, quant à lui, développe la relation entre vulnérabilité urbaine et résilience, l'implication récente de la résilience dans le domaine de la gestion des risques, et évoque aussi les politiques déployées face à la gestion des risques en Algérie. Enfin, le **troisième chapitre**, expose les différentes approches méthodologiques employées, à travers le monde, pour une meilleure gestion des risques.

**La deuxième partie**, d'ordre pratique, propose un modèle de gestions des risques à travers la ville de Skikda et se compose de quatre chapitres. Le **quatrième chapitre propose** un diagnostic territorial sur la ville de Skikda, son niveau de développement urbain, sa dynamique urbaine, ses atouts, ses faiblesses et son degré de vulnérabilité face aux risques. Cette lecture permet de déterminer les méthodes, les outils et les techniques qui permettraient d'évaluer la vulnérabilité urbaine au sein du territoire en question. Le **cinquième chapitre**, concerne l'estimation de la vulnérabilité urbaine à travers un système articulé autour d'une multitude de facteurs en interaction, souvent très complexe, selon la nature des éléments vulnérables, leur niveau d'organisation, leur implantation géographique et la période analysée. Tout ceci se fera sous l'angle d'une hiérarchisation des ces facteurs suivant les échelles de corrélations pour obtenir une classification de la vulnérabilité urbaine. Pour le **sixième chapitre**, il convient d'effectuer une représentation cartographique à l'aide des SIG pour territorialiser cette vulnérabilité et spatialiser les aléas. Il suggère une superposition spatiale de ces derniers avec les vulnérabilités pour déterminer les niveaux de risques dans les quartiers exposés. Pour ce qui est du **septième chapitre**, il s'intéresse à l'évaluation de la résilience de la ville de Skikda, et s'oriente vers une modélisation d'un outil d'aide à la décision pour la gestion des risques dans une vision synthétique de la vulnérabilité et la résilience, pour expliquer enfin l'importance de la ville durable et résiliente comme réponse à la vulnérabilité de la ville.





**PREMIERE PARTIE :**  
**De la vulnérabilité urbaine à la ville  
résiliente, pour une gestion des risques**

## **Introduction:**

La première partie présente l'état de l'art de la problématique. Elle tente de traiter les concepts liés à la thématique de la gestion des risques urbains.

Tout d'abord, la croissance urbaine est un phénomène mondial. Par la dynamique et le développement qu'elle crée, les villes ne présentent pas les mêmes aspects ni les mêmes caractéristiques des territoires. Du fait de la complexité et la multiplication des enjeux, chacune présente différentes vulnérabilités vis-à-vis les risques, auxquelles elles sont exposées ou peuvent être provoquées.

En outre, la récurrence des catastrophes urbaines ne cesse d'accroître. Les études sur la thématique des risques se multiplient (Pottier, 2003), et par conséquent, l'étude de la vulnérabilité urbaine est marquée par des évolutions dans la façon d'appréhender les risques.

Un état des lieux du territoire, permet de voir au plus près la complexité de ses enjeux et des interrelations qui existent entre eux. La vulnérabilité contribue à évaluer les enjeux exposés, mais, elle passe de leurs quantifications à une étude du système urbain en considérant les aspects physiques, sociaux, environnementaux, etc.

Alors que, le concept de vulnérabilité se positionne dans le domaine des risques, d'autres chercheurs s'intéressent à la question de la résilience et affirment le besoin d'adopter dans la démarche des risques (Zevenbergen et al., 2011 ; Serre D, 2006 ; Toubin M, 2014, Regezza M, 2013 ; Lhomme S, 2011). En effet, la résilience tend à approfondir ses recherches et à développer ses outils et ses pertinences pour faciliter sa pratique dans la gestion des risques urbains. Pour s'enrichir, le concept de résilience s'est procuré lui aussi d'une polysémie qui va élargir son usage dans la gestion des risques, mais, cette pluralité de définition a amplifié la difficulté de sa mise en œuvre (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al., 2013).

Pendant que ces deux concepts vulnérabilité et résilience développent leurs champs d'action dans le domaine de gestion des risques, la définition des deux termes reste en fonction de leur utilisation dans les approches choisies.

Dans son application, le concept de résilience, tantôt s'approche de la vulnérabilité en déterminant les impacts potentiels des risques, tantôt se distingue par sa philosophie et ses approches sur la réponse des systèmes face aux risques. Clarifier ces deux concepts, leurs usages et évolutions sont essentiels pour identifier les repères à entreprendre dans la gestion des risques à l'échelle locale. Étudier les concepts, leur fondement et leur processus de développement font l'objet de ce chapitre.

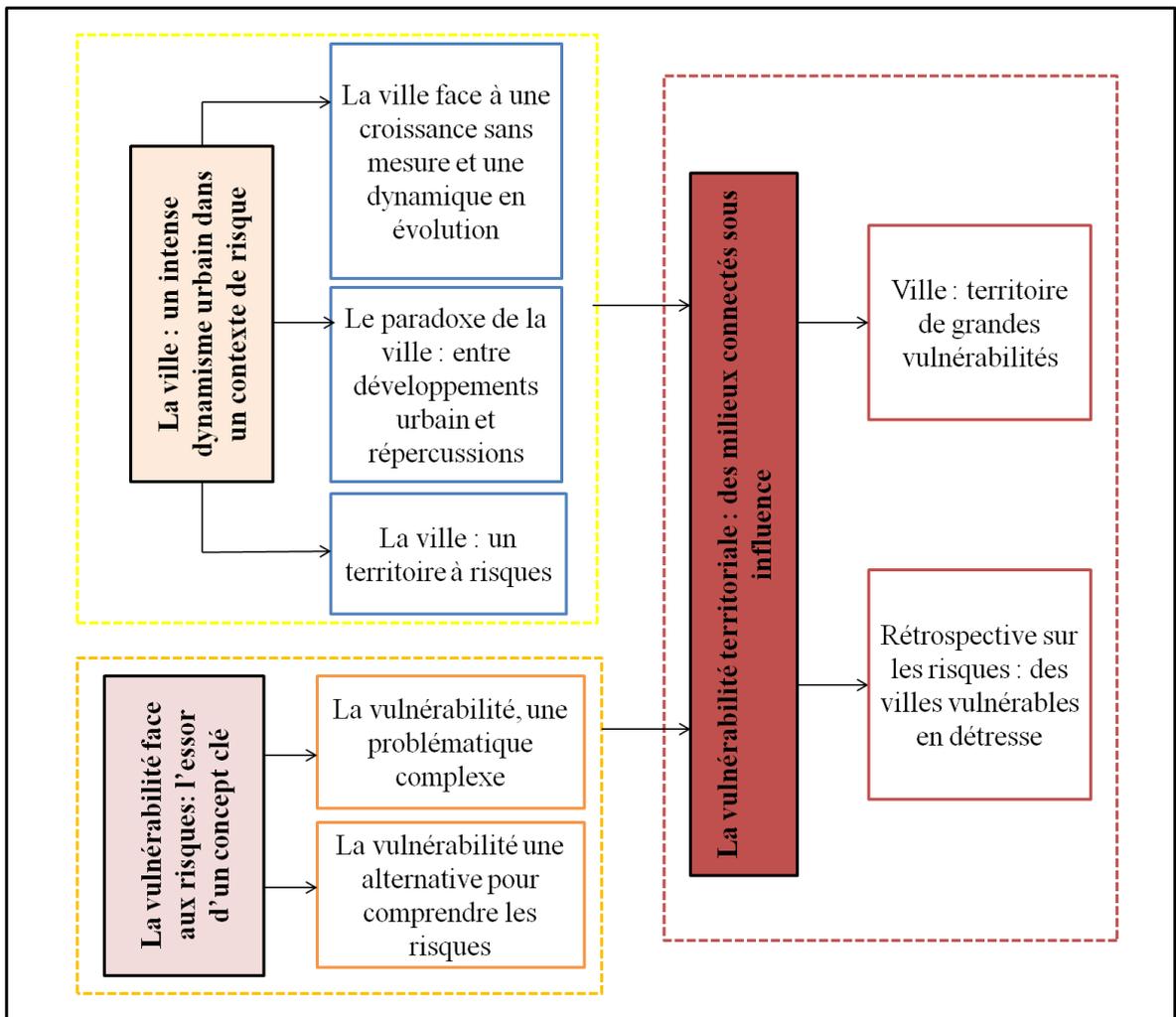
Le rappel des définitions des concepts essentiels relatifs à la thématique de la gestion des risques, doit être accompagné par les méthodes établies pour approcher ces deux concepts dans le domaine des risques.

En Algérie, comme d'autres pays du monde, les catastrophes ont frappé beaucoup de villes, et ont marqué l'histoire par leurs conséquences dramatiques sur la population, le bâti, l'environnement, et l'économie du pays. Les risques se présentent en plusieurs catégories : des aléas naturels, technologiques et environnementaux. Cependant, la vulnérabilité des villes diffère selon les spécificités de leurs tissus urbains. Des efforts ont été employés pour gérer les risques, mais cette question préoccupe toujours les pouvoirs publics et la population. Skikda, est l'une des villes Algérienne, où, les risques jalonnent son territoire.

De ce fait, pour aborder la question des risques à l'échelle locale, il est impératif de clarifier les différentes méthodes employées pour traiter la gestion des risques. Un survol documentaire sur les approches utilisées pour la vulnérabilité et la résilience est nécessaire afin de déceler les possibilités d'application d'une méthode qui répond aux objectifs posés au préalable et aux spécificités du cas d'étude.

# Chapitre I

## Ville: un territoire de vulnérabilités diverses



## Introduction

De nos jours, les villes connaissent un accroissement de la population qui nécessite une prise en charge particulière. Selon les nations unies, la population urbaine atteindra les 2/3 de la population mondiale en 2030, les villes auront à consommer 75% des ressources de la planète et seront responsables de 80% du CO2.

Le groupement d'habitat est révélateur de la qualité de vie, il symbolise le cadre urbain qui est prometteur d'une mixité aux fonctions multiples : entre habitat, loisir, emploi et espace de circulation<sup>1</sup>, une dynamique qui procure à la ville une attractivité.

La complexité des enjeux et la dynamique que crée la ville dans toutes ses dimensions : sociales, techniques, économiques, physiques, etc., rendent sa maîtrise difficile et renvoient à des études approfondies dans chaque spécialité (Reghezza M, 2006). Rares sont les recherches qui prennent en considération les liens entre ces dimensions et les répercussions en cas de dysfonctionnement par les risques qu'encourent les villes (Lhomme S, 2011). Ce qui induit à l'augmentation de la vulnérabilité des villes et se traduit sous plusieurs formes, selon la nature du risque et l'importance des enjeux exposés.

*« Une permanence des dangers quotidiens de la vie urbaine, dangers chroniques et presque banalisés, mais eux aussi, produits par les dysfonctionnements ou les usages mal maîtrisés des technologies contemporaines, y compris au plan domestique » (Chaline et Dubois-Maury, 1994).*

Le risque diffère de par sa nature, son intensité et son origine, etc. Qu'il soit naturel ou anthropique, son existence remet en cause le fait humain et ses choix de s'installer sur des sites vulnérables ou de provoquer par ses erreurs des catastrophes. *« Ce n'est pas le cyclone Katrina qui a dévasté la Nouvelle-Orléans, ce sont les inondations qui ont suivi l'effondrement des levées. Or ces inondations ne se sont produites que par suite de la combinaison de toute une série de facteurs : la non-prise en compte d'une information régulatrice existante ; les défaillances dans le système d'alerte et dans les procédures d'évacuation au moment de la catastrophe ; enfin et surtout les conséquences d'un urbanisme aberrant construisant une ville entière sous le niveau de la mer » (Mancebo F, 2006).*

---

<sup>1</sup> La définition des fonctions de la ville par la charte d'Athènes dans le livre de le Corbusier, 1933.

## **I.1. La ville : un intense dynamisme urbain dans un contexte de risque**

Les villes offrent des qualités qui attirent plus de population. Ces villes sont les moteurs de l'économie, les lieux de développement, d'échanges de cultures et de sciences, autant de potentialités qui lui procurent une énergie pour vivre la nuit et le jour, dépassant même les règles de la campagne<sup>2</sup> (Damon J, 2011). En revanche, le siècle dernier a connu plusieurs catastrophes qui ont interpellé le monde sur la question des risques qui menacent les villes et deviennent de plus en plus récurrents.

### **I. 1.1. La ville face à une croissance sans mesure et une dynamique en évolution**

*« La ville est une notion floue correspondant souvent à des réalités différentes d'une région à l'autre. Sous le terme de ville, plusieurs types d'organisations peuvent se retrouver en fonction de sa situation, de sa taille, de son organisation interne, de son rôle dans la vie du territoire régional ou national. Néanmoins, un certain nombre de traits communs caractérisent les villes »* (Resilis, 2013).

La ville a fait l'objet de plusieurs études, en géographie, économie, sciences sociales, urbanisme, ... une polysémie de définitions la caractérise. Elle est expliquée en fonction du nombre de la population, par rapport à son niveau de développement économique, technologique, sociale et culturelle, autant de définitions selon les pays, le contexte et les disciplines (statistique, géographie, sociologie, etc.)<sup>3</sup>.

*« Vu du ciel, toute ville est d'abord un plan : une géométrie qui épouse des dénivelés et poursuit un cours d'eau. Un espace fini par une périphérie que l'on appelle faubourg ou banlieue, selon le cas. Cet ordonnancement avoue l'histoire des décisions publiques, des besoins des populations, des conséquences de ce que l'on appelle communément progrès. Ici, l'usine étouffe désormais au cœur d'un quartier. Là, une gare a été rattrapée par l'habitat ou les services. Ailleurs, les parcs cet espace verts ont résisté aux pressions urbaines »* (Damon J, 2011).

---

<sup>2</sup> La ville est différente de la campagne ou du village par son aspect, et sa composition, caractérisé par l'enchevêtrement des rues, des immeubles, une continuité de bâti et des infrastructures, etc.

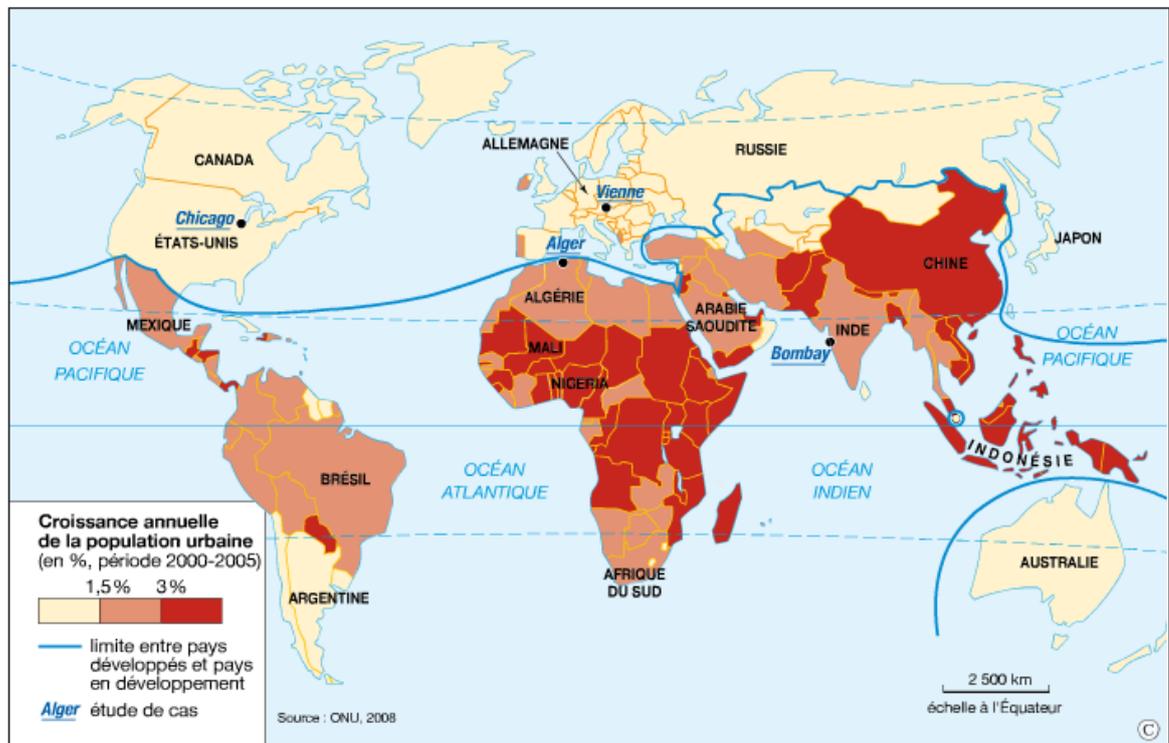
<sup>3</sup> En Algérie, le terme est utilisé pour une agglomération de plus de 5000 habitants, Au Canada, en fonction des Provinces, ville est un statut officiel pour certaines municipalités, en Espagne, le terme est utilisé pour une agglomération de plus de 10 000 habitants, en France, une agglomération de 2000 habitants, de 200 au Danemark, 50 000 au Japon. Les Nations unies retiennent le seuil de 20 000 habitants.

La concentration des activités (infrastructures) était considérés comme une qualité qu’offre l’espace urbain, ces regroupements ont opéré des mutations dans les fonctions de l’espace et ont créé une dynamique pour la création d’un équilibre tant recherché par l’homme<sup>4</sup>.

### I.1.1.1. La croissance des villes et territoire, un phénomène mondial

Le développement des villes connaît une explosion dans le monde entier<sup>5</sup>, dépassant les 10 millions d’habitants dans beaucoup de villes<sup>6</sup> (ONU, 2008), cette croissance résulte de l’attractivité de la ville, qui est perçu comme un espace protecteur (Sylviane Tabarly, 2010). « Dans les pays en voie de développement, en particulier pour les néo-urbains, la ville conserve l’image de l’abri ». (Reghezza M, 2006).

Figure n°1 : La croissance annuelle de la population mondiale



Source : ONU, 2008

La croissance urbaine<sup>7</sup> découle de deux sources : l’accroissement naturel et l’exode rural, la première cause étant naturelle, elle a un rapport avec la fécondité, et la deuxième étant le résultat

<sup>4</sup> Le fait urbain est apparu il y a des millénaires dans les foyers de grandes civilisations (vallée de l’Indus, du Nil et du Jourdain, du Gange, Méditerranée)

<sup>5</sup> Selon les Nations unies, les villes des pays en développement absorberont la plus grande part de la croissance démographique d’ici 2050 - plus de deux milliards d’individus.

<sup>6</sup> La Révolution industrielle du XIXème siècle a conduit à une accélération du phénomène, aujourd’hui la ville est devenue dans certaines métropoles : Londres, Paris, New York, et parfois mégapoles dans d’autres: Tokyo, Mexico, le Caire,...

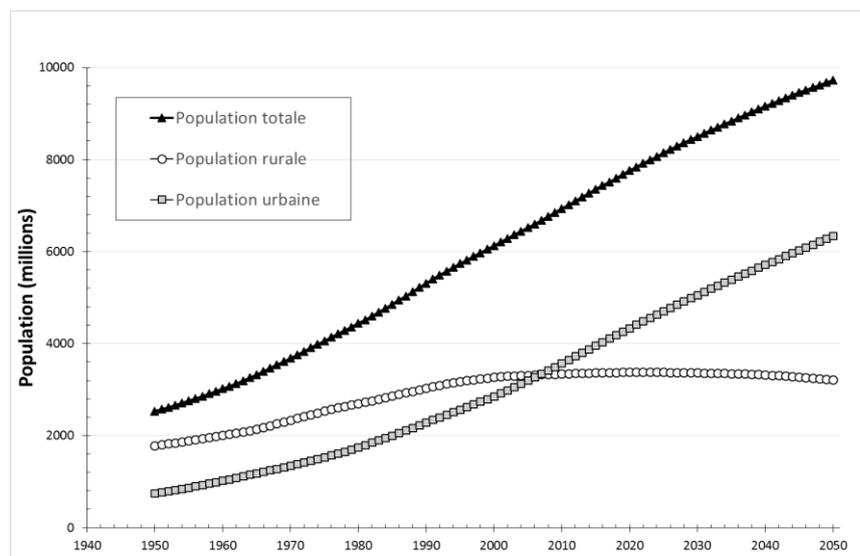
<sup>7</sup> Croissance urbaine : l’augmentation de la population des villes.

de l'industrialisation des villes « *le taux de croissance de la population urbaine tend à rejoindre le taux d'accroissement de la population globale* » (Ridha L, 2008). Cette croissance des villes est donc appréciable dans quatre aspects :

- La croissance démographique : par l'augmentation de la population qui résulte de l'exode rural ou de l'immigration.
- La croissance fonctionnelle : le surcroît des fonctions et des activités dans la ville.
- La croissance spatiale : les extensions par l'étalement urbain et les nouvelles constructions pour abriter les personnes et les activités.
- La croissance économique : par le développement des technologies, des industries et la révolution numérique.

A partir de ces aspects, une dynamique sociospatiale et des mutations urbaines s'installent pour chercher une complémentarité entre les activités dont l'homme a besoin.

**Graphe n°1 : Evolution passée (1950-2015) et projetée (2016-2050) de la population mondiale**



Le graphe ci-contre indique qu'à l'an 2007 la population urbaine arrive à égalité avec population rurale puis elle la dépasse au fil du temps et la population rurale régresse légèrement.

Source : FAO<sup>8</sup>, 2016

#### I.1.1.1.1. Le territoire, un espace urbain pas comme les autres

Parler d'un territoire c'est évoquer plusieurs disciplines qui touchent ses particularités. Un territoire désigne un espace social dont les limites sont définies (Coanus T, 2010). Au sein de ce territoire : une politique s'impose, une organisation et un aménagement spécifique pour le déroulement des activités entre les différentes structures de cet espace urbain. Ce qui crée par

<sup>8</sup> FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

conséquent une dynamique urbaine aux différents niveaux : social, économique, spatial, etc. Cette dynamique reflète le degré de développement du territoire.

Les divisions administratives limitant les territoires permettent d'avoir une hiérarchie dans les échelles spatiales entre ville, commune, etc. (Coanus T, 2010). Le territoire est décrit comme « *espace disposant d'une manière ou d'une autre, d'un attribut de possession ou d'identification* » (Coanus T, 2010).

En effet, s'intéresser à la ville c'est étudier son territoire et déterminer ses particularités (physiques, géographiques, spatiales et urbaines).

#### **I.1.1.1.2. territoire et enjeux: le surcroît de la densité accroît la dynamique urbaine**

Dans un territoire, plusieurs composants de la vie urbaine se rencontrent, habitat, infrastructure, voies de circulation, réseaux de transport, lieu de loisir, etc. En outre : l'ethnologie, la sociologie et la géographie influent sur les pratiques urbaines, sur l'urbanisme et l'architecture des lieux (Dauphiné, 2001).

Les sociétés urbaines symbolisent leurs modes de vie dans le territoire, ainsi, par leurs activités et leurs transformations de l'espace, une dynamique spécifique surgit pour chaque territoire, cette diversité se nourrit de ces différentes formes d'appropriation de l'espace à la faveur de la dynamique urbaine. Le territoire est considéré à la fois le produit, le support et l'objet de cette dynamique urbaine, il reflète une représentation, une identité auto-référencée de la société qui la construit. « *Ce qui ouvre un champ d'investigation sur la diversité des manières contemporaines de faire du territoire, de s'identifier, à des lieux et d'y nouer des liens* » (Coanus T, 2010).

#### **I.1.1.2. Croissance urbaine des villes et mutation urbaine : développement et résurgence des sociétés urbaines**

La croissance urbaine varie d'un pays à l'autre, d'une ville à une autre, mais elle se manifeste par la concentration de la population, des habitations et des infrastructures.

Cette croissance donne une nouvelle image de la ville. Pour la société urbaine, elle symbolise la modernité, elle abrite toutes les nouvelles innovations dans le monde industriel ainsi que scientifique ; c'est le centre de la progression et de la culture. Tout apparaît pour la première fois dans les villes. Suite à ces transformations, l'espace urbain a connu les premières répercussions de ces développements économiques, sociaux et spatiaux.

#### **I.1.1.2.1. Des mutations dans la ville: enjeux et aspects**

Les villes sont des entités qui ne cessent de s'accroître, suite à plusieurs facteurs (économique, démographique, technologiques...), leur croissance est en relation avec l'évolution de la population dans l'espace urbain. Il ressort que cette croissance urbaine crée des mutations dans la dynamique du territoire par la production de nouvelles conditions auxquelles le territoire doit s'adapter. Ces mutations se concrétisent sous deux formes: d'une part, une densification urbaine<sup>9</sup> de son tissu (souvent les villes sont congestionnées et abritent une population qui dépasse leurs capacités), d'autre part, une deuxième forme où l'espace urbain va s'étaler et prend de nouvelles extensions.

La complexité du territoire est l'écho des trois aspects : objectif, subjectif et conventionnel, l'objectivité dans la matérialité des pratiques, la subjectivité dans la symbolique des individus et leurs traditions, et conventionnelle dans le processus adopté par les collectivités (Coanus T, 2010). Ces représentations complexes peuvent produire des risques, ou s'affronter à des aléas pour lesquels les sociétés doivent faire face. « *Dans de nombreux pays, l'afflux de population vers les zones urbaines a entraîné de fortes disparités socio-économiques dans les villes et une pression accrue sur les infrastructures, notamment celles qui fournissent l'énergie, l'eau et les transports. A l'avenir, il est prévu que la population des zones urbaines continue d'augmenter. Avec cette forte pression démographique des villes, les populations urbaines défavorisées seront contraintes de s'installer sur les terrains de la périphérie, disposant de moins de ressources et les plus vulnérables aux changements climatiques* ». (Damon J, 2011)

Au sein des villes, il existe une polarisation dans le territoire, certains espaces urbains sont privilégiés par rapport à d'autres, en revanche, des populations souffrent d'inégalité, de chômage, d'exclusion sociale, d'échec scolaire, pollution, etc., (Wackermann G et al, 2005).

#### **I.1.1.2.2. L'étalement urbain une menace certaine à la croissance spatio-temporelle**

L'évolution de l'espace urbain résulte de la liaison entre les individus et le territoire. À la suite de cette conjonction, de nouvelles formes de relations apparaissent et plusieurs répercussions se manifestent. Les formes d'expansion urbaine offrent de grandes opportunités pour la ville, mais posent aussi des problèmes majeurs quant à leur gestion.

---

<sup>9</sup> La densification urbaine se manifeste par la concentration de la population dans certaines zones urbaines, généralement l'ancien centre-ville.

L'étalement urbain consommateur d'espace, a conduit à une fragilisation du système urbain, du fait que les infrastructures et les activités ne sont pas réparties d'une façon équitable sur le territoire (Mancebo F et Andres L, 2006).

Cette forme de croissance s'observe souvent à la périphérie des villes, parfois d'une façon informelle (sans viabilisation et sans raccordement aux réseaux d'assainissement, eau potable...), et peut être sur des sites à risques exposant la population aux aléas naturels ou technologiques (Gourbesville, 2008). La gestion de l'étalement urbain n'est pas toujours planifiée, la croissance urbaine dépasse l'accroissement de la population (Sainteny G, 2008), cependant, les villes subissent une pression urbaine et politique pour répondre efficacement aux besoins de la population urbaine (population des villes).

### **I.1.2. Le paradoxe de la ville : entre développement urbain et répercussion**

Dans les 30 prochaines années la population mondiale va doubler (ONU, 2008), la croissance des villes présente un enjeu majeur à étudier. Avec ce surcroît, les risques vont augmenter et même de nouveaux se créeront.

#### **I.1.2.1. La ville, une dualité de façade : la face brillante, la face cachée**

La ville symbole de développement et de meilleur cadre de vie se trouve confronter à des problèmes relatifs à la concentration des hommes et d'habitations métamorphosant ainsi cette image marquée par l'insécurité urbaine, risques urbains, problèmes des nouvelles technologies d'informations et de communication, etc.

*«Des siècles durant et parfois encore dans le Tiers Monde, la ville a pu représenter un lieu de plus grande sécurité, au sein d'un immense monde rural soumis aux violences de la nature et des hommes. Si ce surcroît de sécurité n'a jamais été que très relatif, tout porte à croire, aujourd'hui, que la situation tend à s'inverser.»* (Chaline C et Dubois-Maury J, 1994).

##### **I.1.2.1.1. La ville synonyme de développement**

Depuis la sédentarisation de l'homme, le besoin de vivre en groupe est apparu, l'homme a compris qu'il ne peut faire face seul à la nature et ses dangers. Son isolation augmente sa vulnérabilité. Les premiers établissements humains se forment dans des sites stratégiques pour des raisons de défenses et à proximité des sources d'eau. *« La ville est un refuge »* (Reghezza M, 2006). La ville est synonyme d'humanité par les liens sociaux qu'elles créent, par la sécurité qu'elle offre pour ses habitants, elle «civilise» en donnant l'idée d'avoir une meilleure qualité de vie et un cadre de vie agréable, car elle assure plusieurs conditions :

- La sécurité (espace clos, la nature espace couvert)
- La justice et l'organisation (un monde règlementé et rationnel)
- Le confort qu'elle offre pour les habitants et la qualité de services

«Elle est au total moins dangereuse que l'océan rural qui l'entoure. Elle sécurise par ses remparts, la présence active des autorités, une justice plus efficace, un meilleur clergé, davantage d'hôpitaux et de médecins, un ravitaillement mieux assuré». (Delumeau, 1989).

Avec tous ce que la ville garantit, l'accès à l'emploi, aux soins, à la culture, etc. Les hommes, attirés par ces facilités, se dirigent vers les villes. L'exode est de plus en plus un phénomène social au niveau mondial et par conséquent la ville s'agrandit et devient grande ville, métropole, et même parfois une mégapole. « Si l'urbain se fait naturel, le paysage en retour civilise » (Reghezza M, 2006).

#### **I.1.2.1.2. La ville synonyme de maux urbains**

Pour répondre aux besoins de l'homme, la ville réunit plusieurs enjeux (humains, matériels, naturels) dans un espace urbain, où, l'endommagement d'un de ses composants peut créer des dangers et menacer l'équilibre de la ville. Cet aspect négatif est à prendre en considération surtout lorsqu'il s'agit de risque de catastrophes au sein de la ville<sup>10</sup>, du fait que les préjudices seront importants.

« Sans quitter votre sujet de Lisbonne, convenez par exemple, que la nature n'avait point rassemblé là vingt mille maisons de six à sept étages, et que si les habitants de cette grande ville eussent été dispersées plus également et plus légèrement logés, le dégât eût été beaucoup moindre, et peut-être nul » (Rousseau J-J, 1756).

Le risque est plus grand dans les tissus denses et la concentration des enjeux aggrave le danger. Face à cette situation, la question des risques en ville devient une préoccupation universelle. Des organismes mondiaux qui se créent. Les recherches sur la ville se multiplient, les pouvoirs publics de nombreux pays s'engagent pour revoir leur politique d'aménagement et cherchent à sensibiliser la population, allant parfois même, à séduire les citadins pour partir en compagnie<sup>11</sup> afin de désengorger les villes et maîtriser ce développement urbain incontrôlable (Reghezza M, 2006).

#### **I.1.2.2. La ville et son contexte : une tension dans l'archipel urbain**

Ville sûre, ville à risques, la ville présente deux images différentes. Sa complexité lui procure,

---

<sup>10</sup> Une catastrophe dans le désert ne constitue pas un risque en absence des enjeux.

<sup>11</sup> La politique algérienne et afin d'attirer la population pour urbaniser le Sahara, elle s'oriente vers la création des emplois avec des salaires prometteurs et des logements.

d'une part, les meilleurs services pour ses habitants et d'autre part l'expose à de nouvelles problématiques, par son étalement, ses déchets, sa pollution et ses nuisances de toutes natures. « *La nature a, historiquement, toujours été à la fois une ressource et une menace, poussant les populations à s'agglomérer en ville* ». (Damon J, 2011)

La ville est géographiquement et statistiquement à géométrie variable. Comprendre la ville c'est pronostiquer sa dynamique, comprendre les enjeux et leurs spécificités et prévoir une politique d'aménagement visant un développement cohérent prenant en considération tous les aspects de la complexité urbaine.

En effet, la ville aujourd'hui est le produit d'une histoire et de son évolution, dont l'impact de l'urbanisation caractérise son état de développement et l'expose aux dangers résultant de ses choix. Afin de mieux comprendre la relation qu'entretiennent les hommes avec la ville, plusieurs études (Dauphiné A, 2003) jaillissent pour déceler la connexion entre les composants de la ville et les facteurs découlant (l'explosion démographique, les réponses sociales, les décisions politiques, etc).

La situation est paradoxale, depuis le siècle dernier 19<sup>ème</sup>, les politiques urbaines se focalisent sur l'amélioration du cadre et de la qualité de vie pour renouveler et revitaliser les territoires de la ville ; or que cette dernière connaît une série d'événements dangereux pour lesquels elle doit se préparer pour mieux les anticiper.(Dubois-Maury J et Chaline C, 2004)

### **I.1.3. La ville : un territoire à risques**

Comprendre les risques en ville, c'est d'abord se focaliser sur la ville et le comportement des territoires et leur relation avec les risques (Lhomme S, 2011). La plupart des villes à travers le monde, partagent les mêmes dysfonctionnements de l'espace urbain, mais elles se distinguent par la quantité et la qualité de ses endommagements (Chaline C, 2001). Un balisage thématique de la ville et ses dangers est plus que nécessaire. Une double problématique se présente entre ville et risque urbains.

« *La ville n'est pas à l'abri certes des catastrophes* » (Reghezza M, 2006). Un recensement annuel a montré que le nombre de catastrophes urbaines se produisant en villes sont dans les environs de 180 (Chaline C et Dubois-Maury J, 2004).

Malgré les catastrophes survenues, la ville continue à gagner de la population, se densifie, elle s'étale, et cherche à être durable. C'est dans ce sens qu'à l'ère actuelle, la thématique des risques en ville prend une dimension internationale et la réflexion se focalise sur la gestion et la maîtrise des risques qui menacent les villes du monde entier. « *Mais la ville réelle est un ensemble fragile*

*et périssable. Les villes meurent en effet, comme les individus qui les ont construites. C'est ce que nous rappellent les destinées tragiques ou inattendues de Pompéi, de Babylone, de Troyes,..... » (Damon J, 2011).*

#### **I.1.3.1. Croissance, dynamique urbaine et risques, une hybridation dangereuse**

Les villes confrontent plusieurs problèmes à gérer : l'étalement urbain qui se fait sans une planification au préalable, accéléré par rapport à la programmation urbaine, la pollution (qui provient de plusieurs industries, des embouteillages, ...), le traitement des déchets urbains, l'assainissement des eaux usées,...etc. Les répercussions de la concentration de la population et l'accroissement progressif des enjeux sont à l'origine des mutations qui s'opèrent dans l'espace urbain. Certaines zones sont saturées et d'autres connaissent une marginalité ; plusieurs défis pour lesquels la ville doit faire face, ajoutant à cela les risques qui menacent les villes.

*« Jamais, sans doute, la ville n'est apparue aussi vulnérable et soumise aux chocs d'événements dévastateurs ». (Chaline C et Dubois-Maury J, 2004)*

De nombreuse voix s'élèvent ces dernières années pour tirer la sonnette d'alarme contre les événements dévastateurs qui ont mis en lumière l'incapacité de nos villes à maîtriser les risques. Ces phénomènes sont accentués par les effets du réchauffement climatique, des modes d'urbanisation, de la croissance urbaine et du développement socio-économique, qui ont amplifié l'éventualité de catastrophe urbaine (Dauphiné A, 2003).

La convergence vers des analyses viables en abordant des analyses théoriques, stratégiques et opérationnelles à l'égard des risques est une préoccupation majeure.

*« D'une part, il est généralement considéré qu'en milieu urbain les risques naturels ont tendance à avoir des conséquences plus lourdes ; d'autres risques caractéristiques du milieu urbain viennent, d'autre part, renforcer la probabilité d'occurrence de catastrophes de toutes sortes. Ce constat est valable aussi bien pour les villes des pays en développement que celles des pays industrialisés, malgré leurs particularités respectives». (November V, 1994)*

En revanche, les risques ne causent pas toujours des catastrophes, ils peuvent apparaître sous une destruction continue comme c'est le cas pour les habitations qui grignotent les sites à glissement, le risque s'aggrave encore plus si le terrain est soumis aux séismes ou aux inondations.

#### **I.1.3.2. Risques en ville : une pluralité de menace**

Les villes sont des lieux à risque par excellence puisqu'elles concentrent des enjeux humains, économiques et technologiques. S'interroger sur les risques urbains, c'est comprendre leurs

natures et les mécanismes selon lesquels ils se produisent. « *L'insécurité de l'espace urbain est stigmatisée* » (Reghezza M, 2006).

### **I.1.3.2.1. Appréhender les conséquences des risques urbains, une anticipation s'impose**

Les travaux les plus pertinents portant sur la thématique des risques urbains sont récents et remontent aux années 1990 (Dauphiné, 2001). Le risque est abordé selon quatre univers : scientifique (par l'évaluation du risque, l'identification des facteurs aggravants et la mesure de sa potentialité), sociétal (par l'étude de la perception du risque, l'acceptabilité individuelle et collective), politico-administratif (par la mise en place des interventions publiques et les décisions pertinentes pour la gestion de la crise), et judiciaire (pour régir les modalités et les responsabilités de la gestion des risques).

Cependant, pour comprendre les risques urbains, les scientifiques donnent plusieurs définitions tel que l'exposition à un danger et la mesure de ce danger (risk en anglais) ; c'est la possibilité de la survenance d'un dommage suite à l'exposition à un phénomène dangereux (Previnfo, 2006) ; danger éventuel plus ou moins prévisible (Petit Robert), Danger, inconvénient plus ou moins probable auquel on est exposé (Petit Larousse). Ainsi, les rétrospectives sur les catastrophes ont montré que le risque urbain peut être calculé en termes de dégâts humains et matériels dans un lieu précis et une période déterminée sous l'effet d'un aléa. (Previnfo, 2006).

A partir de ces explications, le risque résulte d'une vulnérabilité face à un aléa. Si la probabilité du risque devient réalité, il se transforme en : accident, catastrophe, incident, crise, etc. On ne parle de risque que s'il y a une présence des enjeux vulnérables.

Les enjeux peuvent aggraver le risque par leur réaction et leur conjonction, en outre, la gestion du risque implique la gestion de la vulnérabilité des enjeux exposés.

Le risque est expliqué mathématiquement par : Probabilité x Gravité

$$\begin{aligned} &= (\text{Probabilité} \times \text{Intensité}) \times \text{Vulnérabilité} \\ &= \text{Probabilité} \times (\text{Intensité} \times \text{Vulnérabilité}) \end{aligned}$$

Les risques<sup>12</sup> sont calculés dans les plans de prévention, comme suit :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$

En revanche, d'autres paramètres peuvent participer à l'estimation du risque (Tira M, 1997) :

$$R = f(I, P, V, T, E), \text{ où:}$$

---

<sup>12</sup> On admet que le risque est une inondation : l'aléa est la probabilité de la survenance de l'aléa, les enjeux sont les personnes et les biens exposés, la vulnérabilité est le niveau d'endommagement des enjeux.

R : représente le risque,

I : est l'intensité de l'évènement,

P : la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité I ( $P = f(I)$ ),

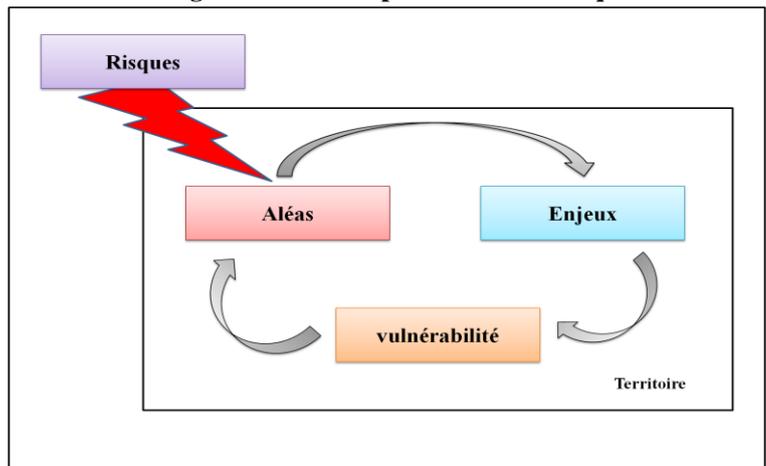
T : la typologie de l'élément potentiellement soumis à un risque (population, biens, infrastructures...)

V : la vulnérabilité pour une intensité I en fonction de la typologie T de l'élément soumis à un risque ( $V = f(I, T)$ )

E : la valeur estimée de l'élément T ( $E = f(T)$ ).

De ce fait, le risque dans un territoire est la probabilité d'une confrontation entre un phénomène dangereux appelé aléa (dont l'intensité et la probabilité d'occurrence sont à évaluer) et les enjeux présentant une certaine vulnérabilité et répartis sur un territoire (Ayrat, 2001). (voir figure n°2)

Figure n°2 : Conceptualisation du risque

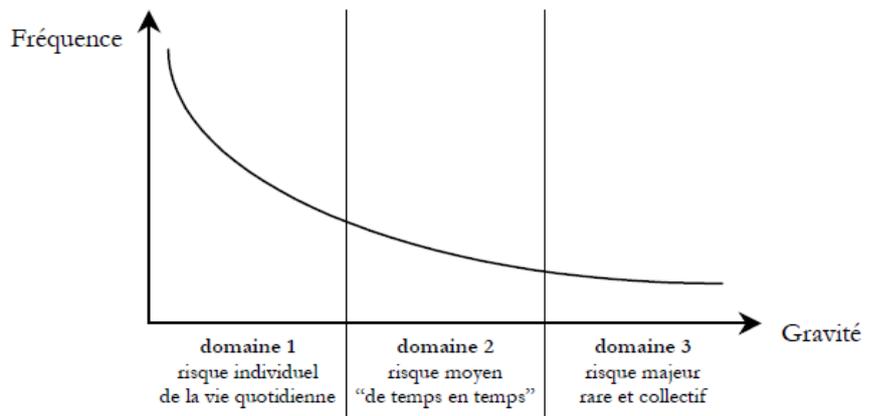


Source : Auteur, 2014

Un risque est considéré comme risque majeur quand les conséquences sur les personnes et les biens sont importants et dépassant les capacités de gestion prévu. Un risque majeur est caractérisé par sa faible fréquence et par son énorme gravité.

La courbe de Farmer illustre les 3 domaines des risques en fonction de la fréquence et la gravité<sup>13</sup>, elle met en exergue les caractéristiques d'un risque majeur découlant d'une faible fréquence et une énorme gravité (graphe n°2).

Graphe n°2 : Courbe de Farmer

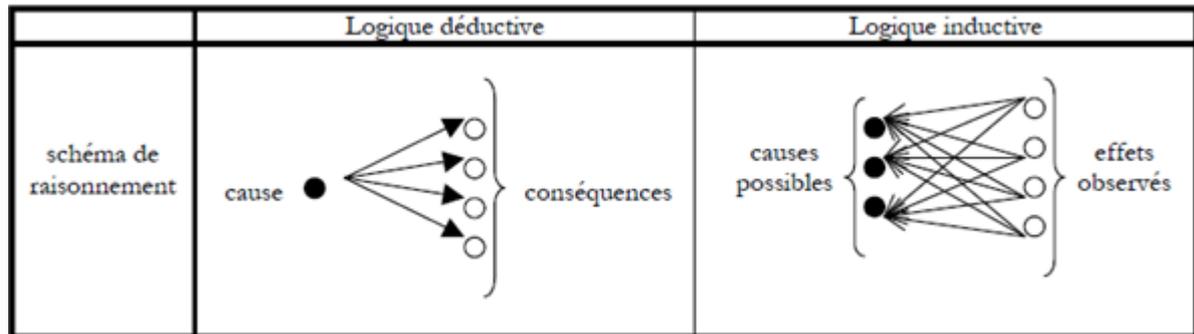


Source : Gleyze J-F, 2002

<sup>13</sup> La gravité selon nombre de victimes, dégâts matériels et environnementaux.

Il existe deux logiques de raisonnement pour déterminer le risque urbain avec la quantification de l'aléa par : la mesure de la probabilité de la survenance de l'évènement en estimant sa fréquence d'occurrence dans une logique déductive et la mesure des causes de la probabilité à partir des effets observés dans une logique inductive.

Figure n°3 : La logique du raisonnement des causes et effets de risques



Source : Gleyze J-F, 2002

En effet, l'aléa (hazard en anglais) produit en ville est considéré comme l'évènement destructeur où la probabilité de sa survenance peut causer des dommages matériels et humains. Il est caractérisé par son intensité, sa gravité et l'occurrence dans une durée bien définie sur un espace considéré<sup>14</sup> (Dauphiné, 2001). Il ne peut constituer un risque s'il n'y a pas des enjeux. La connaissance de l'aléa exige une analyse spécifique relative à sa nature (la collecte de données concernant l'aléa ne reste toujours pas efficaces, les banques de données sont récentes et dépassent rarement 50 ans, ce qui n'est pas évident pour étudier la fréquence de l'aléa), les données de l'aléa sont quantifiables (vitesse, intensité, magnitude, hauteur...). (Veyret Y, 2004 ; Meschinet de Richemond N, 2003).

La présence des enjeux dans un territoire constitue le risque et l'aggrave du fait de l'importance des biens, des personnes et de l'environnement exposés aux aléas et qui sont susceptibles de subir des dommages (Veyret Y, 2004). Ces enjeux sont quantifiables et mesurables en nombre de personnes menacées ou par rapport à la vulnérabilité des infrastructures exposées et des biens (la présence des écoles, les hôpitaux, les habitations, les équipements, les réseaux de transport, le réseau routier, etc.).

La vulnérabilité des enjeux urbains exposés aux risques, représente leur fragilité devant un aléa. Elle est estimée par rapport aux dommages qui peuvent affecter ces enjeux (bien et personnes). Elle peut être physique, fonctionnelle, humaine, socio-économique et environnementale (Veyret Y, 2004). Le concept de vulnérabilité a fait l'objet d'étude dans plusieurs disciplines : les

<sup>14</sup> La pollution peut être un aléa selon sa toxicité et la durée d'exposition de l'écosystème.

sciences de l'ingénieur, les sciences sociales, humaines, histoires, droit, économie, etc. L'analyse de la vulnérabilité dans la ville bute sur l'évaluation des impacts d'un aléa potentiel sur les enjeux. Elle est variable d'une ville à une autre, d'un enjeu à un autre et s'exprime par : les caractéristiques physiques de l'aléa (durée, intensité, gravité, étendue, rapidité, etc.), les moyens, outils et barrières conçus pour limiter les conséquences, les capacités de réponse des pouvoirs publics et la population, les spécificités des enjeux exposés (une quantification des biens, leur localisation, activités, etc.).

#### I.1.3.2.2. Les villes bassins de divers types de risques, des aléas à identifier

Théâtre de plusieurs types de risque, les villes cherchent à anticiper leurs particularités par une classification selon leurs origines et leurs natures. Il ressort, qu'il existe plusieurs formes de typologies, suivant la politique des pays, l'approche des scientifiques, l'origine et la nature de risques. Bien que deux grandes classifications s'émergent : risques naturels et anthropiques, ces deux classes sont composées de plusieurs catégories et sont classées selon le tableau :

Tableau n °1 : Typologie des risques

Catégorie de risque	Risque
Risques naturels	Séismes, Inondations, glissement de terrains, tempêtes, cyclone, Volcan, avalanche, feux de forêts.
Risques anthropiques	Risques technologiques : industriels, nucléaires et risques de transport des matières dangereuses, rupture de barrage. La pollution Le terrorisme et les conflits de guerre, Accidents de toutes natures (routier, domestique, etc.) Maladies contagieuses, etc.

Source : Auteur selon Gleyze J-F, 2002

Pour notre cas d'étude, nous nous sommes intéressés aux risques naturels et technologiques qui font l'objet de notre recherche.

Dans la catégorie des risques naturels, les villes désormais peuvent être soumises aux risques d'inondation, glissement de terrain, séisme, volcan, avalanche de neige, tempête, incendie de forêt, cyclone.

Les inondations constituent un risque dans le monde entier<sup>15</sup> (Toubin M, 2014). Avec la poussée d'urbanisation, les cours d'eau ont souvent été aménagés, couverts, déviés, ce qui augmente par conséquent la vulnérabilité des hommes et des biens. Ils se produisent de deux composantes :

<sup>15</sup> La moitié des catastrophes dans le monde sont des inondations.

l'eau qui déborde de son lit d'écoulement et de l'homme en urbanisant l'espace alluvial avec des constructions, équipements. L'inondation est une submersion d'une zone habituellement hors d'eau.

A son tour, le risque sismique<sup>16</sup> est présent à l'échelle mondiale, son intensité varie d'une région à une autre. Les séismes résultent d'une tectonique des plaques, où, l'activité sismique est située dans les failles et lorsque les frottements sont importants, de l'énergie se produit est stockée le long de la faille. La libération de l'énergie permet de regagner le retard des mouvements des plaques, ce qui donne des séismes. Des répliques surviennent après la secousse principale, parfois plus meurtrières. Le séisme se caractérise par deux paramètres : sa magnitude et son intensité (la magnitude est l'énergie libérée par le séisme, elle est généralement mesurée sur l'échelle de Richter, l'intensité mesure les effets du séisme dans un lieu précis appréciée par l'échelle MSK<sup>17</sup>).

Autre danger sur la ville, sont les éruptions volcaniques, souvent prévisibles, le volcanisme est une des manifestations de la tectonique des plaques. Il se situe aux frontières entre deux plaques. Il existe un autre type de volcanisme, appelé le point chaud indépendant des mouvements de plaques. Le volcan se manifeste par la remontée des magmas<sup>18</sup>, ses coulées en surface sont variables<sup>19</sup>, Il résulte de ce phénomène deux types d'éruptions : des explosives par les nuées ardentes constituées d'un mélange de gaz brûlants transportant des roches éjectées par des émissions brutales et dirigées et les coulées de lave, dont la température moyenne est de 1 000 °C, sont caractéristiques des éruptions effusives (des émanations de gaz ; et de la coulée de boue).

Quant aux mouvements de terrain, ce sont des phénomènes naturels dont l'origine est très diverse<sup>20</sup>, naturelle ou anthropique. Ils se manifestent par des déplacements du sol ou du sous-sol, qui peuvent être lents (quelques millimètres par an) ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour).

---

<sup>16</sup> Chaque année, il y a plus de 150 séismes de magnitude supérieure ou égale à 6 à l'échelle de Richter (c'est-à-dire de séismes potentiellement destructeurs) à la surface du globe.

<sup>17</sup> L'échelle MSK comporte douze degrés, le premier degré correspond à un séisme non perceptible, le douzième à un changement total du paysage.

<sup>18</sup> Un magma contient des proportions variables de gaz dissous, essentiellement de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et de l'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>).

<sup>19</sup> Des explosions violentes, des séismes, des éruptions volcaniques sous-marines ou des glissements de terrain produit en mer ou à proximité de la côte, peuvent être à l'origine de raz-de-marée, aussi appelés tsunami.

<sup>20</sup> Chaque année, ils provoquent en moyenne la mort de 800 à 1 000 personnes dans le monde et causent des dommages très importants.

Ces glissements<sup>21</sup> se présentent comme des tassements et des affaissements par des mouvements lents et continus, des effondrements de cavités souterraines<sup>22</sup> par des mouvements rapides et discontinus, des coulées boueuses et torrentielles<sup>23</sup> par le transport de matériaux sous forme plus ou moins fluide et de l'érosion littorale des côtes rocheuses par effondrement des falaises ou des côtes sableuses par les vagues et les courants marins.

Pour les villes exposées au risque d'avalanche, cet aléa constitue une catastrophe naturelle la moins meurtrière. Sa prévision est difficile, d'où, vient la nécessité de développer des moyens de prévention. Une avalanche se réalise par un déplacement rapide d'une masse de neige sur une pente, suite à une rupture du manteau neigeux. La quantité de la masse est variée, la vitesse de la chute dépend de la nature de la neige, des conditions et de la pente d'écoulement. Les facteurs aggravants une avalanche peuvent se produire spontanément ou provoqués par un agent extérieur. Ses causes sont : l'excès du poids par les importantes chutes de neige, pluie, accumulation par le vent ou accidentelle (passage d'un skieur ou d'un animal), le changement de température<sup>24</sup> et le vent façonne le manteau neigeux par la création de plaques et de corniches.

Les forêts situées dans les villes ou à proximité présentent un risque de production d'un feu affectant les strates arborées et peuvent toucher l'urbain. Ses facteurs de déclenchement varie entre les facteurs naturels qui sont liés aux conditions du milieu (météorologiques, les forts vents, de l'entretien de la forêt, etc.) et les facteurs anthropiques qui sont fréquemment à l'origine du déclenchement des incendies de forêt dans 70 % à 80 % des cas, ils sont regroupés en cinq catégories : les causes accidentelles, les imprudences, les travaux agricoles et forestiers, la malveillance et les loisirs (IRMA<sup>25</sup>, 2004).

Parmi les phénomènes météorologiques, le risque cyclonique est classés parmi les plus dévastateurs, il survient généralement dans les zones intertropicales. Le cyclone est un système de vent en rotation de grande échelle qui résulte d'une chute importante de la pression atmosphérique au-dessus des eaux chaudes tropicales. Sa durée varie de quelques heures à une trentaine de jours, avec une vitesse comprise entre 10 et 40 km/h. Il est formé d'une énorme masse nuageuse en spirale pouvant s'étendre sur un rayon de 500 km à 1 000 km. Son caractère

---

<sup>21</sup> Les glissements de terrain se produisent de la saturation des sols en eau.

<sup>22</sup> L'évolution des cavités souterraines naturelles ou artificielles (carrières et ouvrages souterrains) peut entraîner un effondrement par des écroulements et des chutes de blocs.

<sup>23</sup> Les coulées boueuses se créent de certains glissements avec afflux d'eau. Les coulées torrentielles se produisent dans le lit de torrents au moment des crues.

<sup>24</sup> Après des chutes de neige dans la période de froid prolongée, où, le manteau neigeux ne peut se stabiliser, par contre, lorsqu'il fait chaud sur une longue période le manteau se consolide, en revanche, au printemps, la chaleur de mi-journée favorise le déclenchement d'avalanches, car la neige devient lourde et mouillée.

<sup>25</sup> IRMA : Institut des risques majeurs en France, 2004.

destructeur est dû aux précipitations pouvant être très abondantes. Le cyclone peut être à l'origine d'aléas importants : inondations, glissements de terrain (coulées boueuses en particulier), une surélévation du niveau de la mer, la formation des vagues hautes générées par le vent dont les rafales sont d'une grande vitesse de l'ordre de 350 km/h et les changements de direction d'une façon brutale qui peuvent causer des dégâts considérables.

Dernier type de risque naturel est la tempête, elle correspond à l'avènement d'une perturbation atmosphérique, d'une dépression, où, deux masses d'air s'affrontent (différentes particularités de température, teneur en eau), tandis que les tornades sont un type particulier de manifestation des tempêtes, il se caractérise par une durée de vie limitée et par une aire géographique spécifique, ces phénomènes sont généralement localisés, et peuvent, cependant, engendrer des effets dévastateurs par l'effet de la force des vents induits.

Les risques technologiques qui menacent les villes figurent les risques nucléaires, industriels, de transport des matières dangereuses et les risques de rupture de digue.

D'une part l'industrialisation des villes a engendré son exposition aux risques industriels, qui sont un phénomène accidentel qui se produit sur le site industriel et peut causer des conséquences néfastes pour les employés, les populations péri-industrielles, les biens et l'environnement. Les établissements générateurs de risques industriels<sup>26</sup> produisent des produits chimiques<sup>27</sup> et pétrochimiques<sup>28</sup>. Les conséquences d'un accident industriel se résument en trois effets: les effets thermiques résultent de la combustion d'un produit inflammable ou d'une explosion ; les effets mécaniques sont dus à une surpression, résultant d'une onde de choc (déflagration ou détonation), provoquée par une explosion et les effets toxiques proviennent suite à une fuite et par l'inhalation d'une substance chimique toxique (chlore, ammoniac, phosgène, etc.). (Prim.net, 2002).

D'autre part, le risque nucléaire se matérialise par la survenance d'un accident provoquant un rejet d'éléments radioactifs<sup>29</sup> à l'extérieur des installations prévues pour les contenir. La découverte de la radioactivité a suscité de nombreux espoirs de par ses premières applications : radiographie, radiothérapie, etc., il a fallu que l'accident de Tchernobyl en 1986 survienne pour savoir les dangers potentiels des utilisations de l'énergie nucléaire, la radioactivité et les

---

<sup>26</sup> Les établissements industriels produisent, utilisent, stockent des produits répertoriés dans une nomenclature spécifique.

<sup>27</sup> Les industries chimiques fabriquent des produits chimiques de base, des produits destinés à l'agroalimentaire (notamment les engrais), des produits pharmaceutiques et de consommation courante (exemple eau de javel).

<sup>28</sup> Les industries pétrochimiques produisent les produits dérivés du pétrole (essences, goudrons, gaz de pétrole liquéfié).

<sup>29</sup> Les éléments composés d'atomes ayant des noyaux instables sont des éléments radioactifs, encore appelés radioéléments ou radionucléides.

rayonnements<sup>30</sup> peuvent engendrer des conséquences néfastes sur l'homme et l'environnement à court et à moyen termes. La Contamination et irradiation internes se produit par le rejet accidentel d'éléments radioactifs qui provoque une contamination de l'air, de l'environnement et de l'organisme interne de L'homme par l'inhalation des éléments radioactifs ou la consommation des aliments contaminés.

Une autre catégorie de risque s'ajoute et qui constitue une menace quotidienne dans beaucoup de villes industrielles concerne le transport de matières dangereuses (dont les carburants, le gaz, les engrais et les produits hautement toxiques, explosifs ou polluants présentant des risques pour la population et l'environnement) appelé TMD. Ce risque est la potentialité d'un accident lors du transport de ces matières dangereuses par les différentes voies routières, ferroviaires, maritimes et canalisations. Les conséquences possibles d'un accident de TMD peuvent produire des explosions (le mélange de plusieurs produits, l'échauffement d'une cuve, etc.), et des incendies (l'inflammation accidentelle d'une fuite) et un dégagement de nuage toxique (par la fuite de produit toxique).

Le phénomène de rupture de barrage (un ouvrage artificiel ou naturel retenant de l'eau<sup>31</sup>) correspond à une destruction partielle ou totale d'un barrage. Les causes de rupture peuvent être diverses : techniques (de la construction ou des matériaux, vieillissement des installations) ; naturelles (séismes, crues exceptionnelles, glissements de terrain; humaines (erreurs d'exploitation, de surveillance et d'entretien, malveillance). La rupture de barrage peut être faite d'une manière progressive ou brutale ; elle dépend des caractéristiques propres du barrage.

## **I.2. La vulnérabilité face aux risques: l'essor d'un concept clé**

L'introduction du concept vulnérabilité à la définition du risque a permis d'élargir son utilisation pour toucher plusieurs aspects dans le domaine de la gestion des risques. Le concept s'est répandu très vite à l'échelle internationale dans la thématique des risques (D'Ercole, 1994).

### **I.2.1. La vulnérabilité, une problématique complexe**

Depuis que le concept de vulnérabilité est placé au centre de la recherche sur les catastrophes naturelles<sup>32</sup>, il devient multidimensionnel. Les caractéristiques du terme risque et son champ

---

<sup>30</sup> Le rayonnement contient des atomes radio actifs, c'est le temps mis pour que la moitié des atomes radio actifs d'une substance soient désintégrés.

<sup>31</sup> Les barrages ont plusieurs fonctions : le maintien des eaux qui surviennent des crues pour la période de sécheresse, l'irrigation des cultures, l'alimentation en eau des villes, la production d'énergie électrique, le tourisme et les loisirs, la lutte contre les incendies...

<sup>32</sup> En 1994, la Conférence de Yokohama, qui s'est tenue dans le cadre de l'IDNDR (*International Decade for Natural Disasters Reduction*).

pluridisciplinaire ont entraîné une évolution et des transformations dans le sens du terme vulnérabilité et ses applications varient selon les approches scientifiques.

La vulnérabilité dépend des objectifs. À cet effet, certains chercheurs ont signalé la problématique du concept dans sa démarche et ses limites : « *le mot souffre d'un trop-plein sémantique puisqu'il évoque aussi bien la dépendance ou la fragilité, la centralité, l'absence de régulation efficaces, le gigantisme ou la faible résilience.* » (Fabiani et Theys, 1987).

#### **I.2.1.1. La vulnérabilité urbaine conjugue une pluralité de définitions**

Le concept vulnérabilité possède une polysémie de définition. La vulnérabilité urbaine désigne la probabilité qu'une ville soit affectée par un aléa, elle dépend de la présence des enjeux et de leur fragilité face à un incident majeur<sup>33</sup>. Elle se manifeste dans l'affrontement entre un aléa et une société. Cette combinaison complexe se traduit par des dommages multiples sur les biens et les personnes. L'importance des dommages montre le degré de la vulnérabilité des enjeux exposés. « *La vulnérabilité apparaît comme la propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique. Cette propension varie selon le poids de certains facteurs qu'il est nécessaire d'identifier et d'analyser car ils induisent un certain type de réponse de la société.* » (D'Ercole et al, 1994)

L'évolution du terme de vulnérabilité est en fonction des démarches et de la manière dont les chercheurs l'expliquent. Les études rétrospectives ont montré la nécessité d'introduire le concept vulnérabilité dans une échelle globale en misant sur l'étude de l'impact du risque et sur l'organisation et la dynamique urbaine.

Le concept de vulnérabilité peut être analysé à partir des problématiques des risques à l'échelle urbaine pour comprendre les dimensions clés de celle-ci.

#### **I.2.1.2. Les capitaux de la vulnérabilité ; de l'exposition aux dommages**

Vulnérabilité vient du latin « *vulnus* » et qui désigne « blessure » utilisé pour les soldats blessés qui risquent de mourir. Dans cette définition la blessure désigne les dommages et le risque de la perte de vie humaine (Reghezza M, 2006). A partir de cette définition, on peut aborder le concept selon deux aspects importants : le premier aspect porte sur les dommages matériels par la définition du risque comme un phénomène destructeur capable de causer des dommages et le deuxième renvoie à étudier la capacité des sociétés pour affronter la catastrophe.

---

<sup>33</sup> On entend par incident majeur : un événement qui perturbe durablement le système urbain et son fonctionnement.

### I.2.1.2.1. La vulnérabilité biophysique : pertes, dommages et degré d'exposition

La vulnérabilité biophysique (Brooks, 2003) s'intéresse à l'endommagement physique qui est caractérisé par son degré d'exposition et sa capacité de résistance. « *The vulnerability of a human system as determined by the nature of the physical hazard(s) to which it is exposed, the likelihood or frequency of occurrence of the hazard(s), the extent of human exposure to hazard, and the system's sensitivity to the impacts of the hazard(s)* » (Brooks, 2003).

- Vulnérabilité comme degré d'endommagement : elle est déterminée par l'impact sur le cadre physique. « *Le risque est la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement particulier et de l'impact que cet événement causerait en cas d'occurrence. Par conséquent, le risque a deux composantes : la probabilité qu'un événement se produise et l'impact (ou conséquence) associé à cet événement* » (Sayers et alii, 2002).

Dans ce volet, le risque est calculé à partir de l'impact de l'aléa sur l'enjeu, l'évaluation de la vulnérabilité permet d'avoir le degré de pertes sur de l'enjeu menacé que l'on peut appeler « *sensibilité* » (Reghezza, 2006).

La vulnérabilité physique désigne dans cette vision les conséquences de l'impact physique de l'aléa sur les infrastructures, bâtiments, réseaux et population. L'identification de ces éléments rend la vulnérabilité facilement quantifiable. Cette quantification se fait par le biais des indices de vulnérabilité, des seuils et des matrices pour hiérarchiser les différents niveaux de son importance selon les enjeux exposés et la nature de l'aléa.

Le retour d'expérience joue un rôle important dans la prévision des endommagements possibles et dans le choix des scénarios probables. La simulation et la modélisation<sup>34</sup> permettent d'évaluer le degré de pertes. Cependant, la vulnérabilité physique néglige l'aspect social de la vulnérabilité qui se réduit à une simple quantification des possibilités de pertes de vies humaines.

- Vulnérabilité comme degré d'exposition

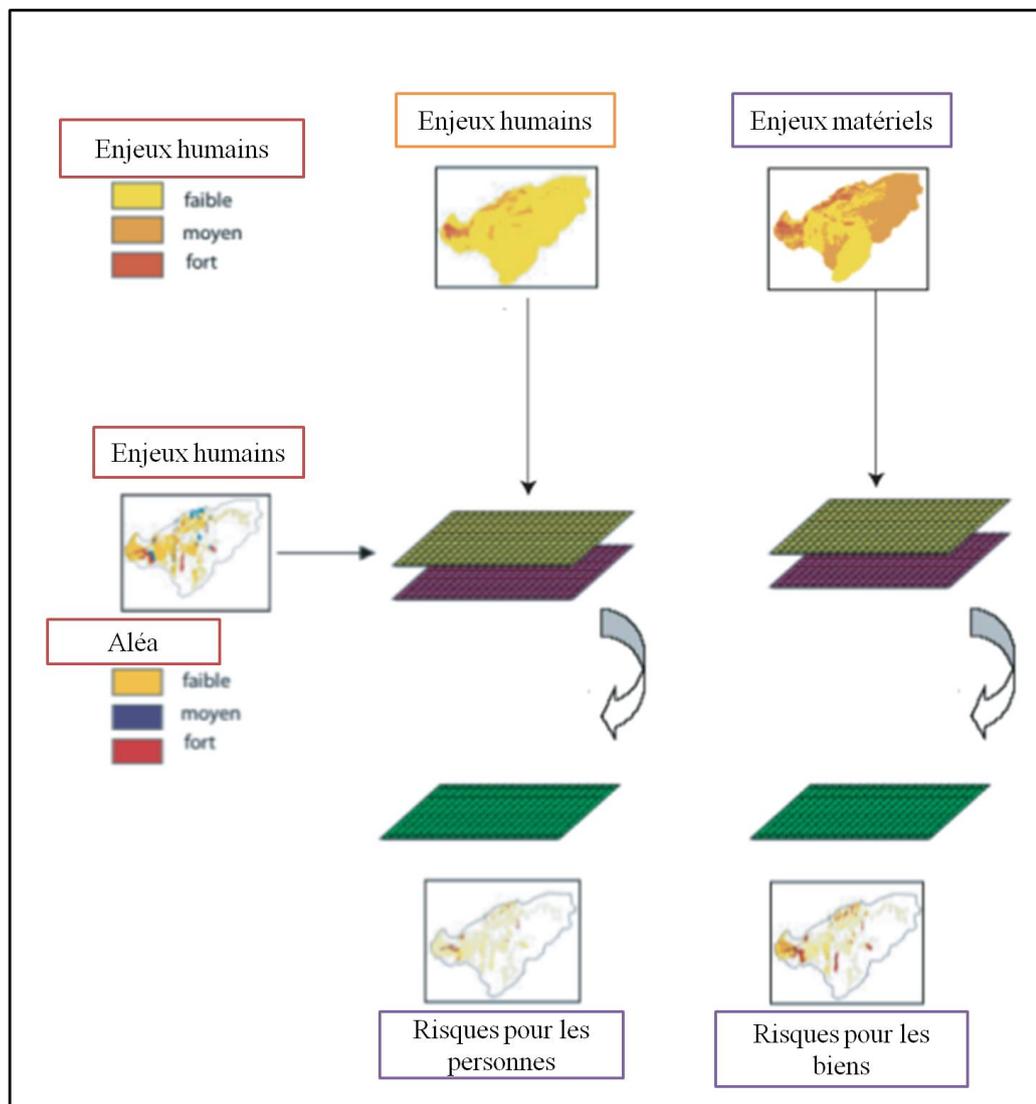
Les enjeux ne sont pas exposés de la manière à l'aléa, en même temps. L'aléa varie dans la nature et l'intensité et d'une façon distincte dans le territoire. Cet espace dépend des caractéristiques de résistance du site. « *La mesure du degré d'exposition et le type d'exposition au risque.* » (Cannon, 1994) La vulnérabilité est par conséquent le risque d'exposition d'un enjeu à l'aléa (Cutter, Mitchell et Scott, 2000).

---

<sup>34</sup> Les modélisations et les simulations sont utilisées pour les différents risques : Séisme, Inondation, Explosion d'une usine industrielle, pour cela, plusieurs logiciels sont adaptés.

Dès lors, la vulnérabilité rentre dans le domaine de la spatialisation des enjeux et par conséquent du risque (Pigeon, 2005). Il s'agit donc de mesurer le degré d'exposition et l'exposition à l'aléa. Le croisement entre les deux catégories donne une territorialisation du risque. Cette démarche a fait appel aux outils informatiques pour la spatialisation comme les systèmes d'information géographiques SIG (qui sera abordé dans le 3<sup>ème</sup> chapitre) et la télédétection qui permettent une superposition des cartes d'aléas avec les cartes d'enjeux. « *La susceptibilité de subir des pertes dues à l'exposition à l'aléa.* » (Reghezza M, 2006).

**Figure n° 4 : Méthodologie d'élaboration des cartes de risques à partir de la superposition de la vulnérabilité et des aléas**



Source : Widmer B et Billot C, 2003

- Vulnérabilité et capacité de résistance physique

L'avancée scientifique a montré que les caractéristiques physiques de l'enjeu jouent un rôle dans sa sensibilité indépendamment de l'intensité de l'aléa. Cette conception de la vulnérabilité insiste sur les propriétés intrinsèques de l'enjeu et sa capacité de résister<sup>35</sup> au choc. Cette catégorie peut être exploitée dans la réduction de la vulnérabilité aux séismes, aux inondations et aux systèmes de digues, etc.

Figure n° 5: De la vulnérabilité physique à la vulnérabilité biophysique

Sensibilité	Risque = Aléa × Valeur	Degré de pertes et de dommages
Susceptibilité - exposition	Risque = Aléa + Enjeu	Degré d'exposition
Fragilité	Risque = Aléa + Enjeu vulnérable	Capacité de résistance physique
Vulnérabilité biophysique		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nature de l'aléa</li> <li>- fréquence de l'aléa</li> <li>- exposition à l'aléa</li> <li>- capacité de résistance physique</li> </ul>

Source : Reghezza M, 2006

#### I.2.1.2.2. La vulnérabilité sociale et la capacité à faire face

La vulnérabilité sociale s'intéresse à l'analyse des comportements sociaux face aux risques. Elle se base sur la perception, l'apprentissage et la préparation de la population aux catastrophes (D'Ercole, 1996). Cette vision de la vulnérabilité repose sur la possibilité des politiques de gestion à étudier les facteurs influençant la vulnérabilité et améliorant par conséquent les capacités de réponse de la société (facteurs socio-économiques, démographiques, psychologiques). Le recours à l'étude de la vulnérabilité sociale est le début d'une recherche transdisciplinaire dans la thématique des risques urbains (Reghezza M, 2006).

#### I.2.1.3. La vulnérabilité urbaine, une chronologie prépondérante

L'histoire de la ville n'échappe pas à la présence des risques, du fait de la concentration d'hommes et des biens. Ces risques qui ne cessent de croître à l'image de l'évolution des villes augmentent par conséquent la vulnérabilité urbaine (Veyret Y, 2003). L'avancement dans les sciences encourage plusieurs études et recherches dans cette thématique.

<sup>35</sup> Dans cette catégorie la vulnérabilité physique est évaluée à partir des fragilités des systèmes comme le cas pour les risques industriels provoqués par la défaillance technique de l'unité.

### **I.2.1.3.1. Un intérêt qui porte sur l'aléa : les prémices de la vulnérabilité**

Les catastrophes ont été expliquées dans le passé par le destin, la malchance, les messages divins, ou ils proviennent du diable (Reghezza M, 2006), selon les croyances, les traditions des sociétés antérieures, qui encaissent ces crises en croyant qu'ils sont incapables de gérer cette situation inévitable.

Les scientifiques ont tenté d'installer de nouvelles idéologies, parmi eux Descartes a tenté de trouver des explications dans des conceptions philosophiques, puis les philosophes des lumières ont séparé entre la nature et la physique. C'était à cette époque que l'on commence à interpréter les catastrophes comme phénomène naturel. En 1755, et après le désastre de Lisbonne, Voltaire et Rousseau ont confirmé cette idéologie.

Durant les 18<sup>ème</sup>, 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> siècles, les recherches ont continué leurs investigations pour comprendre ces phénomènes et visaient à réduire l'impact de ces événements.

Au début du 19<sup>ème</sup> siècle, les ingénieurs militaires ou civils donnaient des solutions techniques<sup>36</sup> pour gérer ces risques naturels. De là, est apparue le fondement du paradigme technocentriste qui explique que la science détermine la gestion de la catastrophe qu'elle soit naturel ou physique à travers l'élaboration des solutions techniques.

Il s'agit de tirer de la science les solutions techniques envisageables et prendre les décisions adéquates quant à la gestion de ces phénomènes, et prévoir des plans d'urgence et de secours (Giro P-O, 2002).

### **I.2.1.3.2. La construction du risque : une vulnérabilité primitive**

Dans le paradigme technocentriste, les sciences sociales sont exclues de l'explication du risque. Les anglo-saxons s'intéressent au rapport nature/société dans la géographie vers 1920. « *It is not the human fact which is geography, any more than it is the environmental fact, but rather the relation which may exist between the two. (. . . ) Geography is a science of relationships*», (Barrows, 1923).

Après les années 1950, il y a eu lieu à un changement de regard sur la façon de penser sur le risque. Ce dernier qui ne désigne pas forcément l'aléa mais plutôt la relation entre la nature et l'homme. Ce qui veut dire inclure les interactions entre les sciences sociales et la géographie (Burton et Kates, 1964). « *Interroger l'interaction entre le système social et le système naturel dans la variété des environnements et des cultures.* » (White, 1974). Ainsi, penser la dimension

---

<sup>36</sup> En 1927 après les inondations catastrophiques du Mississippi, par le génie des ingénieurs, ils ont effectué une véritable étude sur l'aménagement des bassins versants des grands fleuves.

sociale dans le risque c'est parler de la vulnérabilité (Hewitt et Burton, 1971).

La capacité de la société d'affronter la catastrophe devient un enjeu majeur dans l'étude des risques. En outre, les individus n'ont pas les mêmes réactions en cas de crise. On parle alors de « culture du risque » (Propeck-Zimmermann, E. et Saint-Gérand, T., 2003). « *La catastrophe est vue comme contingente, dans la mesure où elle dépend avant tout de la réponse de la société exposée* » (Reghezza M, 2006).

Après les années 1970, le constat a révélé que le nombre des catastrophes n'a pas été réduit et que les solutions techniques d'ingénierie apportées ont parfois aggravées les conséquences. L'école de Chicago en Amérique a lancé un programme de recherche sur les risques urbains, alors que les géographes ont intégré les facteurs économiques, sociaux et politiques dans la gestion des risques. La genèse du concept de vulnérabilité fut le fruit de ces travaux (Reghezza M, 2006).

#### **I.2.1.3.3. La vulnérabilité urbaine : un fondement avéré**

B. Wisner, O'Keefe, P. et Westgate, K sont les premiers à utiliser le concept vulnérabilité (Reghezza M, 2006), « *Les catastrophes marquent l'interface entre un phénomène physique extrême et une population humaine vulnérable* » (B. Wisner et al., 1976).

La multiplication des catastrophes doit être recherché dans la vulnérabilité des sociétés puisque les phénomènes naturels surviennent scientifiquement dans des périodes plus au moins prévisibles comme c'est le cas pour les séismes, les inondations... ou sur des sites à risques constants comme l'exemple du glissement de terrain, volcan...

Un renversement est opéré dans l'appréhension du risque, au lieu de penser le risque en fonction de l'aléa, la vulnérabilité est placée dans le centre d'étude sur le risque.

« *On ne trouve pas de corrélation entre le nombre et l'intensité des aléas naturels et le nombre et l'intensité des catastrophes, c'est qu'un autre facteur entre en jeu, un facteur qui doit être considéré comme interne à la société envisagée et qui permet de comprendre pourquoi les sociétés ne sont pas frappées à l'identique par des aléas de même nature et de même force* ». (Reghezza M, 2006)

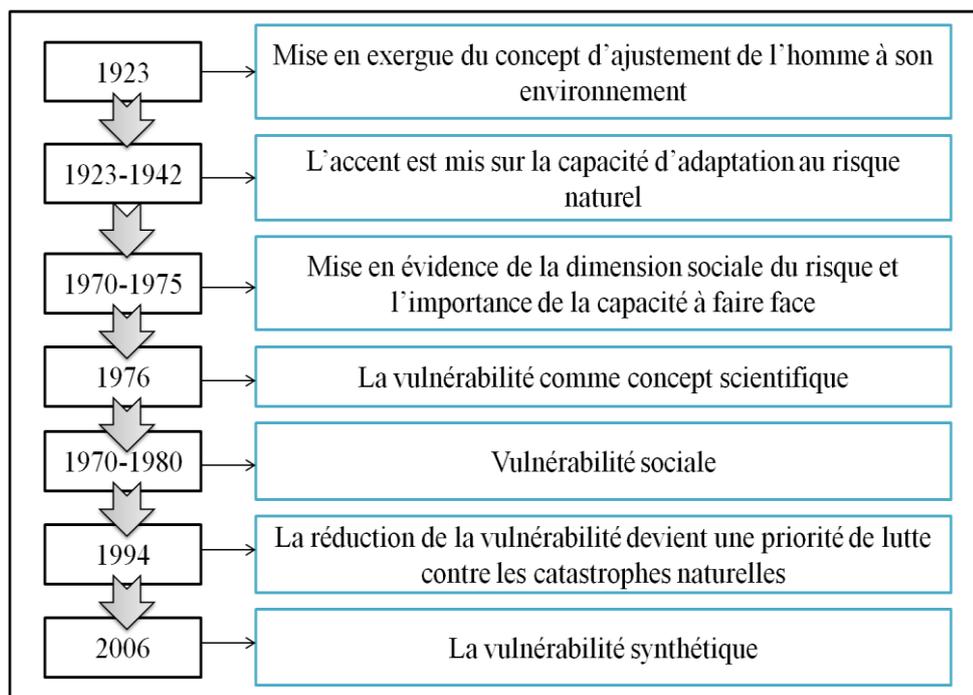
La vulnérabilité s'accroît avec la croissance de la population et des infrastructures ; plus la ville est développée, plus les risques vont augmenter, et la gestion du risque se met en avant par conséquent. C'est le cas pour les pays industriels qui ont donné naissance à des risques technologiques et de nouvelles formes de vulnérabilités.

A cette étape, l'étude du risque se concentre sur un paradigme structuraliste qui s'appuie sur des

études socioéconomiques, où les conditions socio-économiques des individus et des groupes sociaux est pensée comme un facteur d'inégalité face aux risques et aux catastrophes (Hewitt, 1983; Quarantelli, 1998; Fara, 2001) prenant en compte les interactions entre différents facteurs de la vulnérabilité comme la pauvreté<sup>37</sup>, chômage, etc. (Prowse, 2003, p. 4). « *L'aléa peut certes causer une catastrophe, mais seulement s'il affecte une population vulnérable* » (Reghezza M, 2006).

Un autre paradigme constructiviste qui vient compléter les deux autres repose sur d'autres facteurs internes qui relèvent de la société, comme : la discrimination raciale, l'alphabétisation, le sexe, l'âge, l'ethnie ou la religion, ... dont on peut citer plusieurs auteurs (Cutter, 1995; Wisner, 2002; Fordham, 2000 ; Denton, 2002 ; Cannon, 2002 ; Lavell, 1994, 1999 ; Davis et alii, 1994). Dans cet aspect, il s'agit de structurer la vulnérabilité en plusieurs catégories : sociale, politique économique, ou environnementale, etc., et de considérer les facteurs liés à chaque structure en sous catégories afin d'évaluer la vulnérabilité de la petite échelle jusqu'à sa globalité<sup>38</sup>.

Figure n°6 : Genèse et développement du concept vulnérabilité en sciences sociales



Source : D'après Reghezza M, Auteur, 2015

<sup>37</sup> Les pauvres sont les plus exposés aux aléas, la précarité de leurs habitations les rend plus vulnérable aux catastrophes, la vulnérabilité est un indicateur de pauvreté, mais elle contribue à l'aggraver.

<sup>38</sup> Le paradigme technocentriste est remis en cause parce qu'il ne prend pas en charge la vulnérabilité humaine face à la catastrophe, il se contentait de répondre aux risques par des solutions techniques, et n'intègre pas la vulnérabilité sociale qui est le sujet et l'actrice dans la vulnérabilité aux risques

Le terme de vulnérabilité connaît son essor avec l'organisation des nations unies l'ONU en 1990 de la Décennie Internationale pour la Réduction des Catastrophes Naturelles<sup>39</sup>.

Lors de cette rencontre les chercheurs ont mis le point sur la réduction de la vulnérabilité face aux risques et sa gestion. Ensuite avec le sommet de Rio (1992)<sup>40</sup>, et l'apparition du développement durable, le concept de vulnérabilité prend de l'ampleur au niveau international pour avoir une gestion rationnelle, raisonnable et raisonné des risques selon l'IDNDR.

Avec le réchauffement climatique, la vulnérabilité prend une dimension différente, c'est le cas où l'on est confronté à un aléa mal connu et que l'on ne connaît pas les conséquences sur le territoire et la société. Elle tend à chercher une vulnérabilité toute nouvelle qui s'intéresse à la gestion des conséquences de l'aléa dans l'absence de ses données.

### **I. 2.2. La vulnérabilité une alternative pour comprendre les risques**

« La société vulnérable » (Fabiani et Theys, 1987) et « La société du risque » du sociologue allemand (U. Beck, 2001) ont donné une nouvelle dimension de la problématique des risques, ainsi la société bascule d'une société à risque à une société vulnérable par rapport à l'insécurité, du terrorisme, etc., la vulnérabilité a augmenté plus que le nombre des aléas auxquels nous sommes exposés.

#### **I.2.2.1 La vulnérabilité : composante fondamentale de l'appréciation du risque**

L'étymologie du terme risque a influencé celui de vulnérabilité, du fait que la vulnérabilité est liée à sa production. La prise en compte de la vulnérabilité dans l'appréciation du risque est inéluctable, elle est une composante fondamentale (D'Ercole, 1991).

L'histoire a révélé la nécessité de dépasser l'ancienne approche du risque fondé sur la mesure de l'aléa. La survenance de ces derniers d'une façon récurrente en milieu urbain renvoie vers un glissement dans la démarche qui consiste à rechercher pourquoi les enjeux exposés ne peuvent pas résister aux aléas ? Quelles sont les facteurs responsables de cette vulnérabilité ? Comment peut-on réduire cette vulnérabilité pour y faire face ? La vulnérabilité est ainsi anthropocentrée (Leone F et Vinet F, 2006).

La vulnérabilité du point de vue sociale ou biophysique (Reghezza et al, 2012) est apprécié par l'endommagement (D'Ercole, 1996). Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de cet endommagement, selon la qualité des données du contexte urbain et la nature des aléas (Chaline C et Dubois-Maury, 1994). La vulnérabilité est accentuée par les enjeux inhérents au milieu

---

<sup>39</sup> «International Decade for Natural Disaster Reduction » (IDNDR).

<sup>40</sup> Le risque est révélateur de la non durabilité (Gray et Wiedermann, 1997).

urbain (morphologie urbaine<sup>41</sup>, segmentation de la société urbaine<sup>42</sup>) et d'autres externes (croissance urbaine, choix politique d'aménagement, etc.).

La vulnérabilité se manifeste à travers des pertes de vie humaines, de l'endommagement des enjeux physiques exposés et de leurs fonctions, ce qui augmente le coût économiques pour la réparation et une atteinte au développement des villes à long terme, surtout en cas d'endommagement répété.

Elle dépend de plusieurs facteurs (la situation géographique, l'exposition aux aléas, la capacité de résister, etc. Pour analyser la vulnérabilité, il faut mettre en œuvre un diagnostic du territoire, qui consiste à faire une autopsie de la ville en question pour comprendre sa composition, sa configuration, et une hiérarchisation des caractéristiques des facteurs de la vulnérabilité urbaine. En effet l'établissement de ces facteurs permet de l'estimer. Plusieurs approches sont applicables selon les données, les méthodes scientifiques et la politique de chaque contexte, que nous comptons expliquer dans le 3<sup>ème</sup> chapitre.

#### **I.2.2.2. Vulnérabilité en milieu urbain : une hiérarchie de multiples facteurs**

La vulnérabilité touche le territoire et par conséquent l'homme. Son aggravation dépend des facteurs liés à la réponse de la société et au territoire concerné. Certains chercheurs ont parlé de vulnérabilité territoriale (J-C Thouret, R. D'Ercole, 1996), ils s'intéressent à analyser le territoire et ses composants et soulignent que la vulnérabilité relève des particularités des sociétés qui y vivent. Ainsi, la culture, la perception du danger, le niveau d'apprentissage influencent la vulnérabilité (Giran-Samat, 2012).

##### **I.2.2.2.1. La vulnérabilité liée au territoire, des contraintes à entreprendre**

La vulnérabilité se diffuse dans un territoire d'une façon géographique, et structurelle.

La vulnérabilité géographique s'intéresse à l'exposition du territoire à un aléa. Dans cette dimension, l'aléa est géographiquement localisé et estimé comme les exemples des séismes, inondations, risque industriel, etc. La réponse du territoire varie selon les caractéristiques physiques et la capacité de résistance (Dans le cas des inondations la vitesse d'écoulement d'eau, la hauteur, la durée, la topographie du terrain, etc., plusieurs variables qui déterminent les dommages sur le territoire, les bâtisses situées en zone inondable sont les plus vulnérables).

---

<sup>41</sup> Elle accentue la vulnérabilité par l'extension urbaine vers les sites à risques.

<sup>42</sup> Elle reflète la ségrégation dans le développement, les conflits socio-économiques et la non répartition équilibrée dans un le territoire.

La vulnérabilité géographique prend en compte tous les enjeux présents sur le territoire et leur localisation par rapport à l'aléa et détermine leurs vulnérabilités.

Quant à la vulnérabilité structurelle celle-ci dépend de la résistance des enjeux physiques aux aléas ; les aménagements et les ouvrages, peuvent constituer un danger en cas de catastrophe surtout pour les sinistrés (Le cas de la rupture des digues dans un séisme peut être à l'origine d'une catastrophe).

#### **I.2.2.2.2. La vulnérabilité liée à la société, une influence sur les comportements**

La vulnérabilité sociale s'intéresse aux comportements en cas de crise, elle se distingue par plusieurs formes (organisationnelles, individuelles et de dépendance).

La vulnérabilité organisationnelle se fixe sur la capacité des organisations (acteurs de la vulnérabilité : collectivités locales, décideurs, industriel, etc.) à s'adapter à d'éventuelles crises, à s'organiser pour une meilleure évacuation des personnes au moment de la catastrophe et sur la possibilité à s'arranger pour déplacer quelques enjeux pour limiter les dégâts. Elle prend en considération aussi les rétablissements recevant le public (ERP) pour prévoir les plans de secours vu qu'ils concentrent beaucoup de personnes. La vulnérabilité organisationnelle s'attache aussi à trouver les alternatives dans le cas où un passage stratégique pour les pompiers soit paralysé par un accident (Un séisme qui a détruit le passage pour la protection civile, ou des réseaux de haute tension qui sont tombés sur les chemins clés pour l'évacuation des sinistrés). Une bonne organisation au moment de la catastrophe réduit les dégâts et par conséquent réduit la vulnérabilité aux risques.

Par contre la vulnérabilité individuelle s'intéresse à la vulnérabilité des personnes face aux risques, elle étudie la réaction des individus exposés aux accidents et leur capacité à avoir la bonne conduite minimisant ainsi leur vulnérabilité.

Les exemples des catastrophes ont montré la vulnérabilité des personnes lors de la crise et leur incapacité d'agir ou parfois même d'aggraver la situation<sup>43</sup> ; la vulnérabilité des individus résulte aussi de leurs non information sur les risques et la non disponibilité des moyens<sup>44</sup> pour agir (Veyret y, 2004).

---

<sup>43</sup> Au lendemain du séisme de Boumerdes : « en 2003 Les premiers camps de tentes apparaissent, toujours à proximité des bâtiments, comme si l'instinct de survie poussait les gens à se rassembler autour de ce qui fut leur port d'attache, le nid de leur amour familial ». Tarik Ramzi , journal l'Expression, 2003.

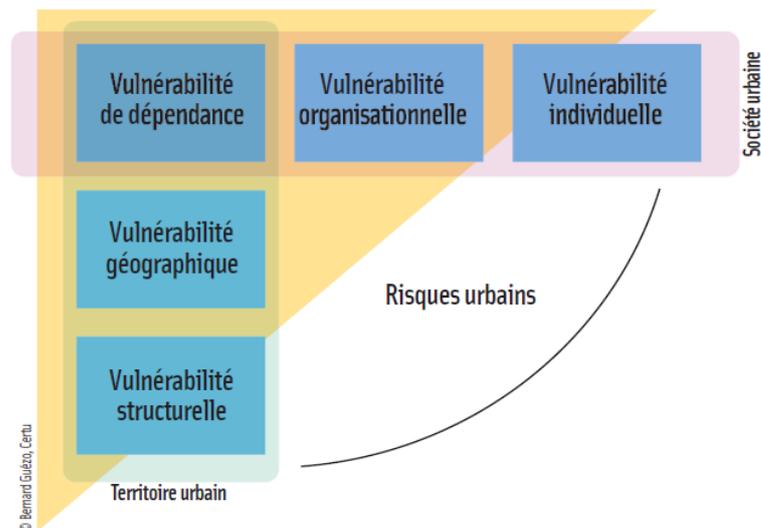
<sup>44</sup> Le cas des risques industriels, ils nécessitent des dispositions particulières pour éviter d'aggraver les effets, des consignes de sécurité doivent être informées aux publics et aux personnels des sites industriels comme le risque toxique ou il faut éviter l'exposition directe au nuage toxique

Par ailleurs, la vulnérabilité de dépendance se préoccupe des interactions entre l'ensemble des enjeux exposés aux aléas, les relations entre l'espace géographique, ses caractéristiques et les activités qui s'y déroulent. Elle se résume dans l'atteinte de l'équilibre du territoire et la possibilité d'endommagement en cas de crise. La perturbation des liens entre les éléments de cet espace et la prolifération des dysfonctionnements augmente la vulnérabilité et le risque par conséquent<sup>45</sup>.

Figure n°7 : Le spectre de la vulnérabilité urbaine

**Le spectre de la vulnérabilité urbaine**

La figure n°07 montre le spectre de la vulnérabilité urbaine à travers ses différentes hiérarchies face aux risques urbains (annexe n°1).



Source : Thecni.Cités, Certu, 2006

**I.2.2.3. Les dimensions de la vulnérabilité urbaine, un diagnostic au préalable pour mesurer les risques**

Le diagnostic de la vulnérabilité est primordial pour comprendre l'impact sur les enjeux et soulever les ambiguïtés quant à la situation à risque (Brooks, 2003) pour prendre les mesures préventives nécessaires. Elle prend en charge différentes dimensions (Y. Veyret, B. Chocat, 2005) :

Les dimensions physiques et humaines concernent la répartition de la population, en déterminant l'habitat à l'échelle locale, la densité de population et du bâti, l'importance de l'aléa, le type d'habitat, qualité de l'habitat (en bon ou mauvais état), application des normes techniques (parasismiques, etc.), qualité des réseaux (énergie, alimentation en eau potable, assainissement, etc.), la ségrégation socio-spatiale et la croissance urbaine.

<sup>45</sup> Des dégâts sur les réseaux peuvent paralyser les systèmes d'assainissement (risque environnemental) ou d'électricité (des coûts économiques) et aggraver ainsi les risques.

De même elle se préoccupe des dimensions socio-économiques et culturelles, en étudiant le niveau des revenus, le niveau d'instruction, de l'information sur les risques et leur gestion, le niveau d'apprentissage du risque et le niveau d'acceptabilité du risque (facteurs culturels, religieux, ...). Aussi, elle s'intéresse aux dimensions socio-politiques qui s'influencent par l'histoire locale ; la mémoire du risque : la gouvernance, la concertation, l'application de la réglementation et des normes de construction, la maîtrise de l'urbanisation, les plans d'urbanisme incluant la gestion du risque, les moyens de prévention, d'alerte et de préparation à la gestion de crise.

En somme, Les dimensions de la vulnérabilité urbaine permettent de prendre en compte les modes d'atteintes, les réactions de la société face à l'aléa et élargir le champ de la vulnérabilité du bâtiment, de la population et du fonctionnement urbain. De ce fait, on parle de vulnérabilité globale.

### **I.3. La vulnérabilité territoriale : des milieux connectés sous influence**

Les risques ne peuvent être considérés sans l'espace urbain. La dynamique que crée ce dernier participe dans la matérialisation des risques. On ne peut comprendre les risques sans étudier leur contexte et comprendre le territoire dans lequel ils s'inscrivent (Veyret Y, 2004). Pour savoir le lien entre le risque et son territoire, la vulnérabilité se place en premier rang et donne une représentation explicite des phénomènes en question (Frédéric Leone et Freddy Vinet, 2006).

Les gestionnaires de l'urbain doivent prendre en considération la vulnérabilité face aux risques dans l'aménagement des villes (Reghezza, 2013). Appréhender les risques urbains, c'est connaître la vulnérabilité des villes pour un avenir plus sûr. *« Peut-on douter qu'il s'en forme aussi dans les déserts ? Mais nous n'en parlons point parce qu'ils ne font aucun mal aux messieurs des villes, les seuls hommes dont nous tenons compte ; ils en font peu aux animaux et aux sauvages qui habitent épars dans des lieux retirés, et qui ne craignent ni la chute des toits, ni l'embrassement des maisons. Mais que signifie un pareil privilège ? Serait-ce donc à dire que l'ordre du monde doit changer selon nos caprices, que la nature doit être soumise à nos lois, et que, pour lui interdire un tremblement de terre en quelque lieu, nous n'avons qu'à y bâtir une ville ? »*J.-J. Rousseau, Lettre à M. de Voltaire (18 août 1756).

Un risque ne se conçoit s'il ne se produise pas dans un milieu urbain. Les risques se rattachent à la ville, et la ville voulant fuir ou éviter ces dangers qui menacent son existence. Néanmoins, la ville de part sa complexité, crée des dangers.

### **I.3.1. Ville : territoire de grandes vulnérabilités**

La population urbaine continue à croître, par la densification des tissus urbains et par l'étalement urbain sans prendre en considération la vulnérabilité du fait de l'exposition aux risques urbains.

#### **I.3.1.1. La ville, un espace vulnérable à secourir**

La vulnérabilité d'une ville révèle sa fragilité devant des phénomènes dangereux (naturels ou anthropiques) qui peuvent menacer son équilibre et sa dynamique. Elle concerne l'étude des facteurs urbains qui peuvent provoquer, voire même, aggraver son existence (D'Ercole *et al.*, 2009).

##### **I.3.1.1.1. Ville vulnérable, une configuration spatiale à l'épreuve du risque**

Les risques en ville diffèrent selon l'origine de l'aléa. La ville vulnérable est, d'une part, exposée aux effets des aléas extrinsèques de l'espace urbain comme c'est le cas des tremblements de terre, Ouragan,...etc., d'autre part, elle est aussi exposée aux aléas inhérents à la ville et qui découlent des défaillances des maux urbains (attaque terroriste, endommagement des réseaux, violence urbaine, etc.).

L'impact des risques dépend des caractéristiques de la vulnérabilité de la ville et de l'aléa qu'on appelle : « risques urbains ». Cette désignation porte une très large philosophie touchant plusieurs domaines (économie, géographie, sociale, culturelle, etc.). Appréhender les risques urbains, c'est anticiper les enjeux qui sont liés à un aléa produit dans la ville.

*"Dans ces conditions de vulnérabilité, on croise une configuration spatiale déjà là, qui en elle-même a de l'importance, ce que j'appellerais la configuration géographique. Le World Trade Center, ce n'est pas la même chose que les plages de Thaïlande, qui ne sont pas la même chose que les favelas de Rio, qui ne sont pas la même chose que les Abruzzes récemment touchées par un tremblement de terre. (...) Le rôle du géographe par rapport à l'analyse de la vulnérabilité, c'est de se poser la question des conditions de possibilités d'un phénomène catastrophique et ensuite d'analyser comment ce phénomène catastrophique modifie la configuration matérielle, l'organisation sociale, l'organisation politique"*(Michel Lussault, 2010).

Cette thématique renvoie à comprendre le contexte urbain et ses spécificités endogènes et d'identifier les aléas exogènes et qui peuvent affecter la ville.

C. Chaline et de J. Dubois-Maury dans leur livre " La ville et ses dangers", explique la problématique de la spécificité des risques urbains : « Existe-t-il une catégorie de dangers spécifiquement urbains engendrés par la ville ? Ou bien ne fait-elle qu'aggraver et démultiplier

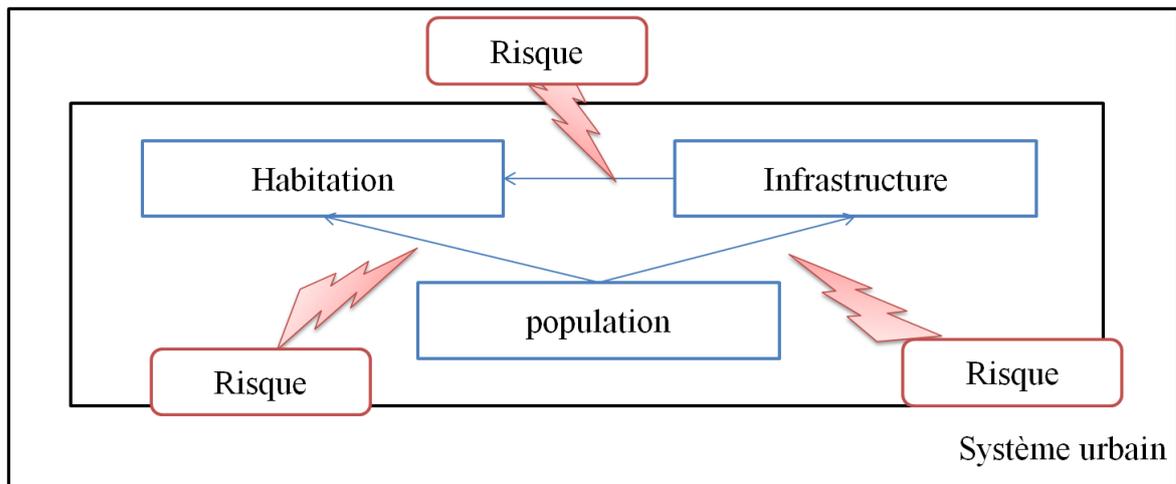
les effets d'accidents d'origine exogène ? Dès lors le risque urbain devient une "production sociale" révélatrice de carences ou de négligences dans l'organisation et le fonctionnement de la ville» (Chaline Cet Dubois-Maury J, 1994).

Les mêmes aléas n'ont pas les mêmes effets sur une ville et sur un espace rural qui contient moins d'enjeux exposés et étendue sur un large espace. En revanche, il est très utile pour étudier les risques urbains de définir les différentes échelles spatiales de la vulnérabilité.

### I.3.1.1.2. Ville, risque urbain, un écosystème en danger

Parler d'écosystème urbain fait appel au développement durable et ses dimensions (économiques, sociales et environnementales). La complexité du milieu urbain résulte des éléments qui le compose et leurs relations. L'affectation d'un élément peut avoir un impact direct ou indirect sur les autres éléments de l'écosystème (figure n°8) quel que soit la nature des risques (naturels ou anthropiques). Il s'agit de considérer l'interdépendance entre les éléments et non chaque élément isolément (Serre D, 2006).

Figure n°8 : Les composantes de l'écosystème urbain et risques



Source : Auteur, 2015

Cette explication démontre que l'aléa dépend de la présence des enjeux vulnérables. Les conséquences des risques peuvent provoquer des catastrophes. Cette dernière qui peut causer d'importants dégâts humains et matériels et fragiliser l'écosystème par la destruction des éléments qui le compose est une paralysie de son fonctionnement, d'où le recours à l'atténuation de la vulnérabilité du système qui est un enjeu majeur dans la thématique des risques urbains.

### I.3.1.1.3. La transmission de la vulnérabilité à l'échelle territoriale

La vulnérabilité du territoire est en lien avec la capacité de résistance physique et humaine face aux résonances de l'aléa. Les villes sont les plus affectées par les catastrophes puisqu'elles

concentrent une grande partie de la population et des infrastructures essentielles pour le développement de l'économie des pays (Pigeon, 2007). De ce fait, le milieu urbain s'avère le plus touché par les risques. Face à ces derniers, les territoires ne réagissent pas de la même façon (Ulrich Beck, 2001), les impacts varient selon les facteurs de la vulnérabilité urbaine.

La présence des enjeux et leurs multiplication est un catalyseur de vulnérabilités. L'explosion démographique contribue à densifier les villes, à urbaniser même les sites à risque<sup>46</sup>, à la construction des bidonvilles, donc à augmenter et à créer d'autres formes de vulnérabilités.

La vulnérabilité territoriale expose le lien entre les enjeux situés au territoire et le territoire lui-même. La transmission de la vulnérabilité se fait d'un enjeu majeur au territoire et peut affecter d'autres enjeux aggravant ainsi les conséquences. Le territoire, un bassin de vulnérabilités, dont la potentialité de l'endommagement varie d'un espace à un autre. L'identification et la localisation de la racine spatiale du risque permettent de déterminer la vulnérabilité (D'Ercole R et Metzger P, 2009).

### **I.3.1.2. L'évaluation de la vulnérabilité : entre classe et hiérarchisation**

L'évaluation de la vulnérabilité se fait de différentes manières. Le classement varie selon la valeur et le seuil du risque<sup>47</sup> et aussi l'indicateur du risque où, l'indicateur physique est mesuré par la réaction du système exposé face aux événements perturbateurs. Le seuil<sup>48</sup> est fixé par le niveau au-delà duquel le système est menacé (selon la réglementation).

L'intégration entre l'étude d'impact sur les humains et sur les enjeux physiques paraît difficile, la présence de la population est séparée des dégâts matériels dans l'étude des risques.

#### **I.3.1.2.1. L'atteinte à la vie humaine : un risque intolérable**

L'évaluation des enjeux humains selon leur exposition varie en nombre et en conséquence. Les études statistiques permettent de mesurer après une catastrophe l'impact sur la population exposée<sup>49</sup>. Le risque sur les êtres humains peut être individuel ou sociétal<sup>50</sup>. L'analyse des conséquences est mesurée par la proximité du danger.

---

<sup>46</sup>Des agglomérations urbaines sont situées à moins de 25 km de volcans en activité, comme Arequipa, Quito, Managua, Kagoshima ou Naples.

<sup>47</sup> La réglementation régit la définition du risque et se réfère au retour d'expérience et des expertises pour définir les seuils.

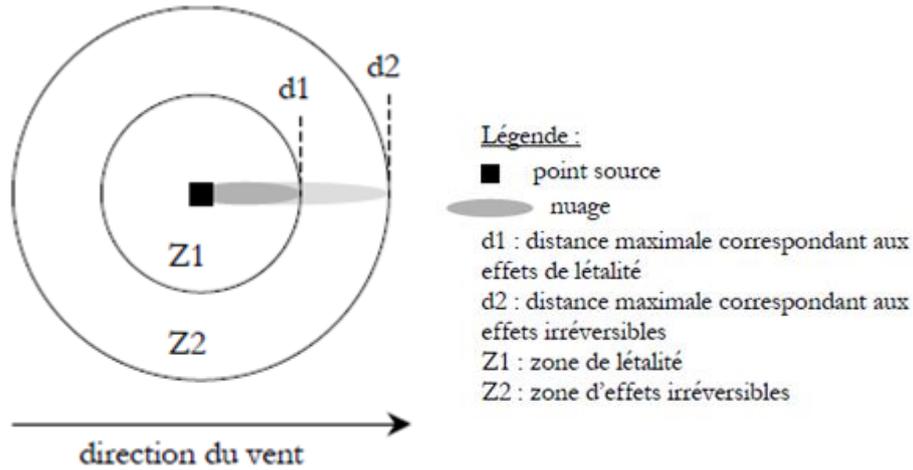
<sup>48</sup> L'évaluation des seuils-niveaux est utilisée dans plusieurs types de risque (risque industriel : effet toxique, thermique, suppression ; risque nucléaire ; etc.).

<sup>49</sup> En cas de séisme le bilan humain est quantifié en nombre de morts et de blessés.

<sup>50</sup> Individuel caractérise la probabilité qu'une personne soit atteinte d'un risque, sociétal est la probabilité qu'un nombre de personne sont exposées à un risque donné.

Les effets induits peuvent éventuellement être divisés en deux zones ; la zone d'effet létal correspond à la zone la plus exposée, dont, les effets sont meurtriers et la zone d'effet irréversible, c'est la zone où la probabilité d'atteintes des personnes est moindre (figure n°9).

Figure n°9: Schématisation des effets industriels



Dans le cas d'un risque industriel, il est préconisé : soit d'éloigner les sources de danger ou les enjeux exposés, soit par mettre les barrières de sécurité nécessaires pour amortir le choc.

Source : Gleyze J-F, 2002

### I.3.1.2.2. La probabilité des dommages ; clés d'une détermination des risques

A partir de la définition simple du risque (le produit de l'aléa par la vulnérabilité), il ressort que, l'analyse par la quantification des aléas et des vulnérabilités se fait par classement<sup>51</sup> entre niveau faible, moyen et fort. L'appréciation des dommages<sup>52</sup> est ainsi représentée par un tableau hiérarchisant les niveaux de risques en fonction de l'aléa et la vulnérabilité.

Tableau n°2 : Le classement des niveaux de risque

	Vulnérabilité forte	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible
Aléa fort	Risque fort	Risque fort	Risque moyen
Aléa moyen	Risque fort	Risque moyen	Risque moyen
Aléa faible	Risque moyen	Risque moyen	Risque faible

Source : Gleyze J-F, 2002

### I.3.1.3. Acceptabilité du risque et vulnérabilité : une perspective combinée

La répétition et le nombre des catastrophes arrivées en villes ont conduit à une acceptation indirecte des risques en villes (Zimmermann E-P et Saint-Gerand T, 2008), depuis que la population, au niveau mondial, a manifesté ses inquiétudes et que les pouvoirs publics ont

<sup>51</sup> Les études du risque sont fondées sur des prospections et des incertitudes d'où le recours à des estimations probabilistes est nécessaire pour mettre en œuvre les décisions nécessaires.

<sup>52</sup> Ce type d'appréciation a été utilisé par plusieurs chercheurs Samuel Rufat, Propeck Zimmemerman, Reghezza Magali, Emmanuel Hubert, Yvette Veyret, etc.) et pour des aléas différents (inondation, glissement de terrain, risque industriel, etc.).

concentré leurs efforts pour la question de la vulnérabilité des villes face aux risques. Cette thématique devient au cœur du débat des chercheurs dans toutes les disciplines. Cette étape marque le début de l'acceptabilité (Reghezza M, 2006).

« L'acceptabilité du risque est liée à l'aléa et ses paramètres de fréquence, intensité... mais aussi et surtout à l'état de la société qui désigne la capacité d'un organisme, d'un être, et par extension d'un groupe social à dépasser une épreuve voire à s'appuyer dessus pour progresser et reconstruire » (Leone F et Vinet F, 2008)

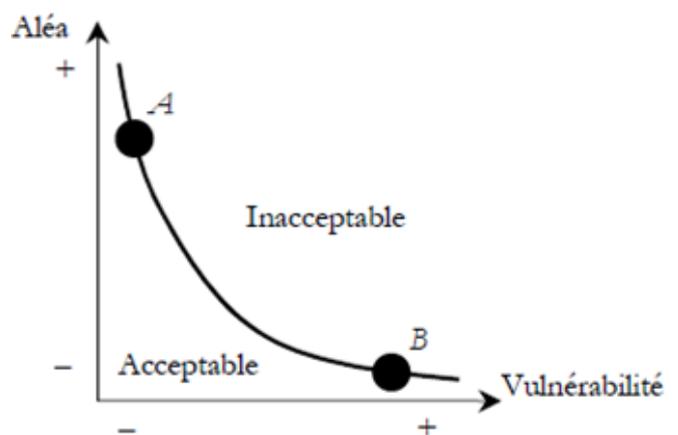
La question s'oriente vers le degré de cette acceptabilité qui est synonyme de la réduction de la vulnérabilité. Ce degré varie selon le niveau de risque et les facteurs de la vulnérabilité (Peretti-Watel, 2001). La perception du risque peut influencer à son tour l'acceptabilité, ou le refus du risque ; la sensibilisation et l'apprentissage réduisent la vulnérabilité (Une population mal-informée des risques auxquels ils sont exposés va augmenter leur vulnérabilité parce qu'ils ignorent les mesures préventives afin de bien réagir, la panique va aggraver les conséquences). Par contre approcher les risques par la quantification des enjeux exposés dévoilera ainsi la vulnérabilité urbaine (Dauphiné A, 2001).

Pour mesurer l'acceptabilité du risque ; il s'agit de déterminer le seuil à partir duquel le risque soit tolérable (selon la fréquence et les pertes probables) :

Risque = f (aléa, vulnérabilité), le risque est le résultat d'un aléa probable et une vulnérabilité.

Le point A représente un aléa fort et le point B exprime l'aléa faible, ils attribuent au même niveau de risque.

Graphes n°3 : Acceptabilité du risque



Source : Gleyze J-F, 2002

#### I.3.1.4. Politique de la vulnérabilité urbaine : une dialectique entre ville, environnement et acteurs

Les possibilités d'usage de l'expression de la vulnérabilité urbaine prennent des dimensions variées. Cependant, son implication dans les systèmes techniques, économiques, sociaux, etc., exige une politique prenant en compte la vulnérabilité urbaine pour déterminer les stratégies d'action des acteurs dans une démarche décisive.

Intégrer la politique dans la vulnérabilité urbaine permet d'avoir une réflexion sur le comportement de l'ensemble des acteurs de la vie urbaine pour l'atténuer. La prise en compte de la vulnérabilité est incontournable pour l'étude du territoire exposé aux risques urbains. De ce fait, elle constitue un des outils de la gestion des risques et non un facteur de fragilité (D'Ercole et Al, 2015).

La politique de la vulnérabilité urbaine porte sur l'organisation des acteurs à travers plusieurs échelles sociales, spatiales, économiques, temporelles, etc. Son engagement permet d'agir et d'interagir avec les phénomènes qui présentent un risque sur le milieu urbain.

### **I.3.1.5. La réduction de la vulnérabilité urbaine et la gestion des risques**

Les catastrophes survenues en milieu urbain ces dernières années ont interpellé les pouvoirs publics à gérer les risques<sup>53</sup> qui ne cessent de croître et qui sont de plus en plus fréquents (Dauphiné A, 2001).

Vouloir maîtriser les risques urbains implique une prise en charge des facteurs déclenchant ou aggravant (la densité urbaine, les aléas, la précarité sociale, etc.) les différentes dimensions de la vulnérabilité urbaine. Plusieurs causes sont à l'origine des risques ; leurs identifications s'inscrivent dans la problématique de la gestion des risques.

Le constat fait appel à vouloir gérer ces risques, par l'adoption d'une politique efficace dans la prise des décisions stratégiques et développer des outils adéquats afin d'avoir une vision prospective pour prévenir les dangers.

#### **I.3.1.5.1. Les outils de réduction de la vulnérabilité, pour son atténuation**

Pour comprendre les risques urbains, il convient de connaître les risques et la vulnérabilité de la ville pour anticiper et prévoir une gestion de ces risques urbains et mettre en avant les outils nécessaires.

La réduction de la vulnérabilité implique la prise en charge de tous ses facteurs démographiques, institutionnels, organisationnels, politiques, conjoncturels, techniques, socio-économiques, culturels ou psycho-social (D'Ercole, 1994). La thématique de la vulnérabilité urbaine a donné naissance à plusieurs méthodologies d'approches pour son estimation.

Au niveau géographique, la réduction de la vulnérabilité impose une maîtrise de l'urbanisation en évitant l'exposition des enjeux aux aléas source de danger (On ne peut réduire les aléas

---

<sup>53</sup> Le cyclone de Katrina a montré que le développement économique et les efforts fournis pour réduire la vulnérabilité fut insuffisants pour absorber la catastrophe.

naturels ce qui impose d'éviter les terrains à risques comme : les territoires situés à proximité des volcans, des installations industriels, etc.).

Au niveau structurel, la réduction de la vulnérabilité par la prise en compte du risque dans la conception architecturale et structurale<sup>54</sup> des bâtisses.

Au niveau organisationnel, la réduction de la vulnérabilité par la préparation des plans de gestion de la crise<sup>55</sup> (Alerte et secours), par une bonne gouvernance de la part des acteurs (pouvoir public, collectivité locale, industriel<sup>56</sup>, etc.) et de l'exploitation des moyens techniques et humains.

Au niveau social, la conscience de la population et son information sur les risques lui permet de savoir affronter la crise, d'acquérir les bons réflexes et de développer une réelle culture du risque (Elle s'appuie sur les échanges et les formations sur les risques entre les différents acteurs, la connaissance des dispositifs réglementaires, la médiatisation par la publicité, les annonces radio et télé, etc.).

La réduction de la vulnérabilité de dépendance se fait par l'identification des conséquences sur le fonctionnement qui résulte des différentes situations à risques, c'est-à-dire de définir les dysfonctionnements prévisibles pour renforcer les procédés de sécurisation pour réduire la vulnérabilité<sup>57</sup>. Ces outils varient selon le contexte et la nature des aléas. Cependant, ils existent des outils qui sont indispensables à préparer pour toutes les villes, où, les mêmes facteurs de vulnérabilité exigent les moyens similaires.

La mise en place des plans de prévention des risques<sup>58</sup> à travers les projets d'aménagements et d'urbanisme sont à la base, un outil primordial dans la réduction des risques (Zimmerman E-P et Saint-Gérant T, 2008).

L'objectif de la réduction de la vulnérabilité est de chercher une acceptabilité des risques par leur gestion. Cette vulnérabilité est estimée par les approches quantitatives à l'aide des matrices mathématiques (Leone et al., 1995 ; Doury et al., 1988) ou à l'aide des facteurs de vulnérabilité proposés par Thouret et D'Ercole pour effectuer un répertoire des différents niveaux de

---

<sup>54</sup> Pour les constructions en zone inondable, des normes sont à prévoir par rapport à l'élévation et la localisation des locaux techniques, et le système de drainage, pour le cas d'un séisme des types de fondations spécifiques et d'une structure adaptée demeurent obligatoire.

<sup>55</sup> Des exercices appelés simulacre pour voir leurs efficacité et s'entraîner périodiquement pour une bonne préparation face aux risques.

<sup>56</sup> Toutes infrastructure industrielle doit comporter des plans de sécurité, des personnels qualifiés et des moyens de protection et de secours.

<sup>57</sup> Le cas des conséquences des risques des installations industrielles sur les constructions voisines.

<sup>58</sup> Il existe des plans de prévention des risques naturels et technologiques PPRN et PPRT qui se base sur l'élaboration des plans d'aléas et d'enjeux pour estimer la vulnérabilité qui résulte du croisement en schématisant les zones à aléa faible, moyen et fort

vulnérabilité. La réduction de la vulnérabilité rentre dans la politique de gestion des risques. Elle implique une stratégie de prévention contre les risques et l'inculcation d'une culture du risque. De ce fait, la réduction de la vulnérabilité passe par trois niveaux : La réduction prévisionnelle par l'évaluation de l'aléa et des facteurs de vulnérabilité, la réduction opérationnelle en cas de crise, elle vise à matérialiser les réponses pour atténuer la vulnérabilité et la réduction prévisionnelle et opérationnelle par les études de retour d'expérience après la catastrophe.

Figure n°10 : Les outils de maîtrise et de réduction de la vulnérabilité urbaine



Source : Thechni.cités, Certu, 2006

### I.3.1.5.2. Ville vulnérable et gestion des risques : des manœuvres essentielles

La gestion des risques urbains est un défi majeur du XXIème siècle (Lhomme S, 2011). Les études scientifiques sur la gestion des risques urbains se multiplient et se particularisent selon le contexte et ses risques (Dauphiné A, 2001 ; Dubois-Maury J et Chaline C, 2004 ; Samuel Rufat, 2009; Reghezza M, 2006, Reghezza M, 2013 et Lhomme S, 2011).

Des protocoles, accords internationaux<sup>59</sup> et des conférences sont organisées<sup>60</sup>, des recherches dans tous les pays, des rapports et des ouvrages essayent de clarifier cette problématique et de trouver des réponses pour atténuer la vulnérabilité face à des risques qui sont devenus de plus en plus fréquents.

<sup>59</sup> 1er Sommet de la terre à Rio de Janeiro (Brésil), le 14 juin 1992, entrée en vigueur du Protocole de Kyoto le 16 février 2005, la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes a adopté le Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015: *Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes* le 22 janvier 2005, etc.

<sup>60</sup> Conférences & Séminaires n°10 - Perception et gestion des risques, 2013 ; séminaire : "gestion des risques dans un cadre de développement durable" *Protection des biens et des personnes et préservation de l'environnement*, 2009 ; le séminaire sur le thème de « la prévention des risques majeurs urbain » s qui s'est déroulé les 14, 15 et 16 juin 2005, à Alger, etc.

L'enjeu est de taille et le taux de catastrophes s'est élevé ce siècle dernier. Chaque année, chaque mois, chaque semaine parfois, le monde entier se plaint de ces phénomènes qui menacent la population, l'économie des pays et le développement même de l'humanité, avec surtout le réchauffement climatique qui a causé des bouleversements au niveau mondial avec les températures inattendues et des inondations à longueurs d'années, ...

Des compagnes et des organisations internationales sont organisées comme l'UNISDR<sup>61</sup> et l'ISDR<sup>62</sup> qui tentent de sensibiliser les acteurs responsables, les collectivités locales, les gestionnaires de l'urbain et les pouvoirs politiques à la question de la nécessité de gérer les risques urbains.

Ces organismes cherchent à inciter les pays à s'investir sur la thématique des risques urbains dans l'optique de dépenser plus pour perdre moins. Ainsi le regard envers ces risques sera changé ; gérer les risques c'est avoir moins de dommages et un développement durable des villes. En effet, les risques ne vont pas constituer un frein pour le développement (Lhomme S, 2011).

### **I.3.2. Rétrospective sur les risques : des villes vulnérables en détresse**

Quand le risque se concrétise c'est la catastrophe, les impacts sont multiples et affectent les sociétés et les territoires (Gaillard, 2001).

Ces catastrophes en se produisant en ville, font l'objet d'étude des retours d'expériences afin de tirer des leçons des défaillances de l'écosystème urbain et encouragent les chercheurs à effectuer des études transdisciplinaires pour l'établissement de nouvelles mesures dans la gestion des risques.

#### **I.3.2.1. Croissance de la population et catastrophes : une évolution dans les deux sens**

Le réchauffement climatique<sup>63</sup> a participé dans l'augmentation des événements catastrophiques, en effet, une forte diffusion dans les médias des événements catastrophiques par rapport aux années passées a permis de répertorier leurs fréquences. En outre, la croissance des villes et la dynamique démographique mondiale génératrice des risques par l'effet de l'urbanisation

---

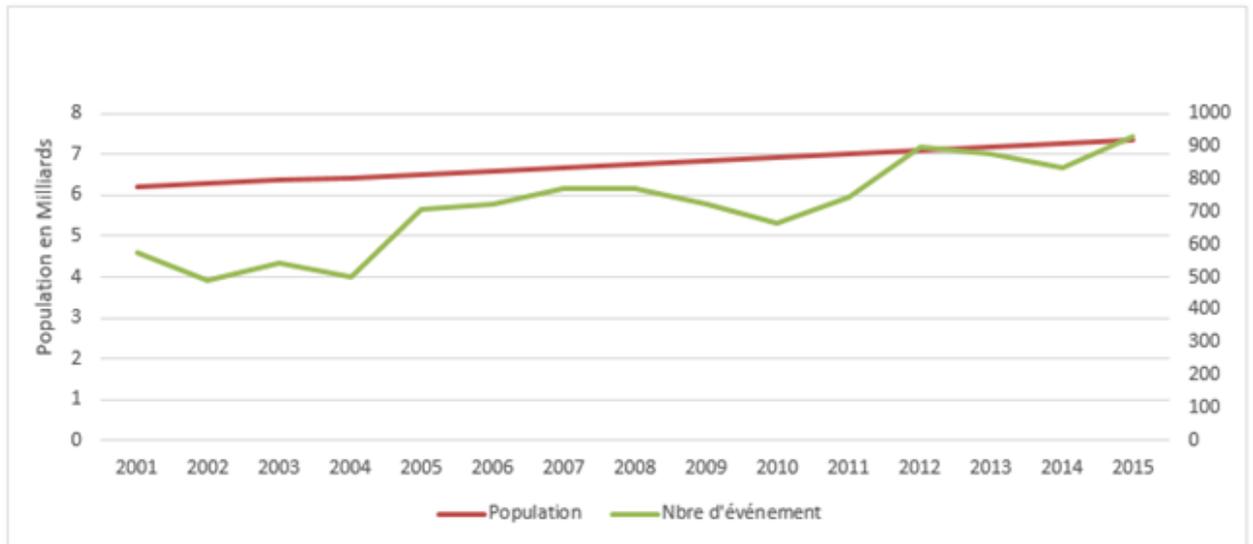
<sup>61</sup> UNISDR (United Nations Office For Disaster Risk Reduction) : est le secrétariat de la stratégie international et mandaté par les l'assemblée générale des Nations Unies.

<sup>62</sup> ISDR (International strategy for disaster reduction, et Making cities resilient) est la Stratégie internationale de la réduction des catastrophes met l'accent sur les réponses pour la réduction des catastrophes, et vise à promouvoir une «culture de la prévention». Sous le label: Cities and local governments need to get ready, reduce the risks and become resilient to disasters.

<sup>63</sup> Dans le réchauffement climatique, sont retenus les aléas suivants : inondations, tempêtes tempérées, cyclones tropicaux, sécheresses, tornades, avalanches, orages, intempéries, incendie de forêt, grêle, vagues de froids / blizzards, canicules et vagues de chaleur.

(exemple des zones inondables) ou par la concentration sur le littoral<sup>64</sup>. En constatant l'évolution de la population et des catastrophes on remarque que les deux courbes suivent la même pente.

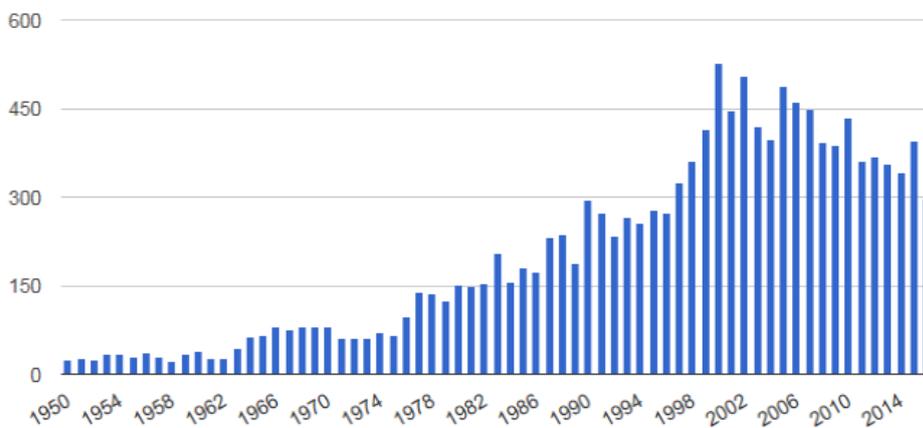
**Graphe n°4 : Catastrophes naturelles et évolution de la population (2001-2015)**



Source : Catnat.net, 2016

### I.3.2.2. Les catastrophes dans le monde, la une des actualités

**Graphe n°5: Nombre de catastrophe dans le monde (1950-2015)**



Des catastrophes incommensurables évaluées à 12657 entre (2001-2015) ont marqué plusieurs pays ces dernières années (Annexe n°2).

Source : Catnat.net, 2016

Ajoutant à cela, un bilan lourd en nombre de victimes 1 282 993 et 2132 milliards de dollars de couts économiques, des répercussions dramatiques sur le développement des villes, et le monde est secoué pour prévoir une gestion de ces catastrophes qui ne cesse d'augmenter<sup>65</sup>.

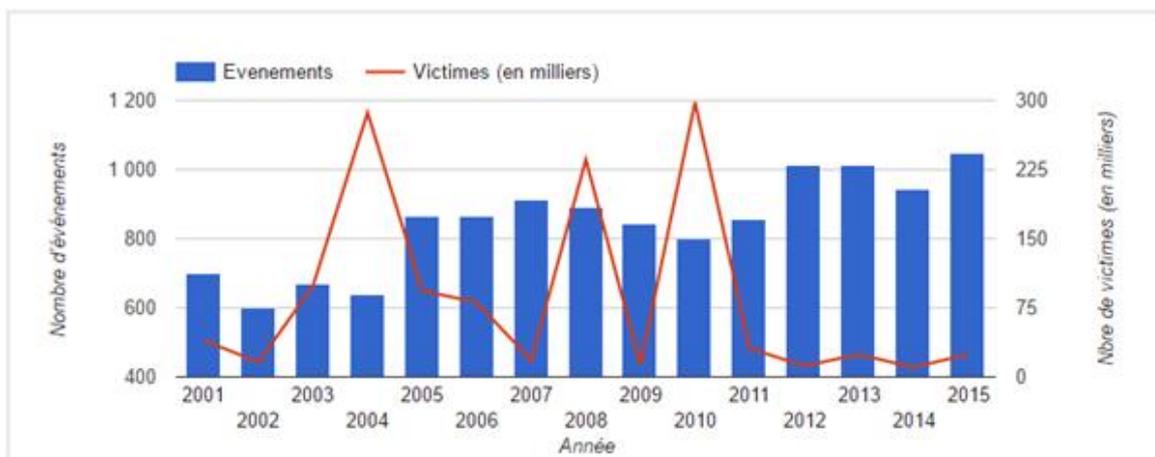
<sup>64</sup> Exposé aux risques naturels d'origine atmosphérique tels que les tempêtes, ouragans, inondations côtières ou dans les zones d'estuaires, plus de la moitié de l'humanité vit à moins de 50 km des côtes.

<sup>65</sup> Une augmentation de 2% dans le nombre de victime.

### I.3.2.2.1. Le nombre de victime des catastrophes : une préoccupation capitale

Une moyenne de 844 Catastrophes par année selon la CATNAT<sup>66</sup>, le recensement indique que l'année 2015 est la plus sinistrée avec 1047 de victimes. Une hausse dans les statistiques des catastrophes a marqué les 5 dernières années de (2010 à 2015)<sup>67</sup>.

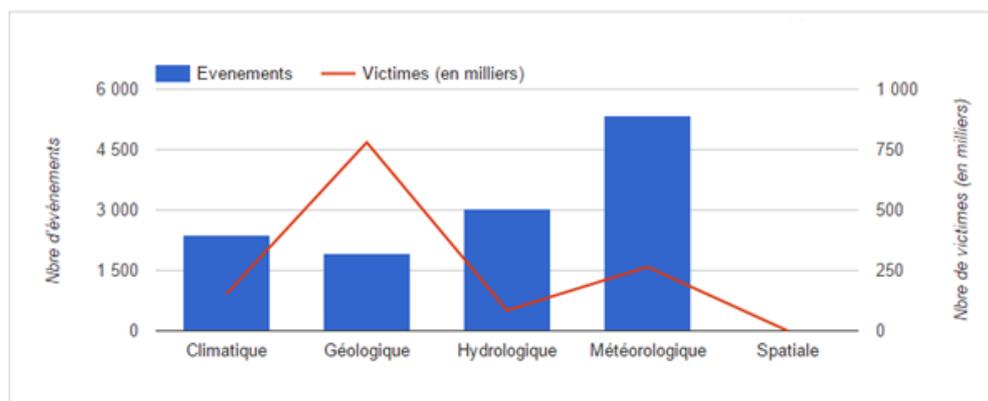
Graphes n°6 : Nombre d'évènements et de victimes dans le monde (2001-2015)



Source : Catnat.net, 2016

### I.3.2.2.2 Des catastrophes de toutes natures

Graphes n°7 : Nombre d'évènements selon la nature de l'aléa (2001-2015)



Source : Catnat.net, 2016

Selon la CATNAT, 42,3 % des événements naturels dommageables sont d'origine météorologiques (tempêtes, cyclones, intempéries, tornades orages, grêle, neige), 23 % d'origine hydrologique (inondations et coulées de boue), 18,7 % climatique (incendies de forêt, sécheresse, canicule, vague de froid) et 15,1 % d'origine géologique (séismes, mouvements de

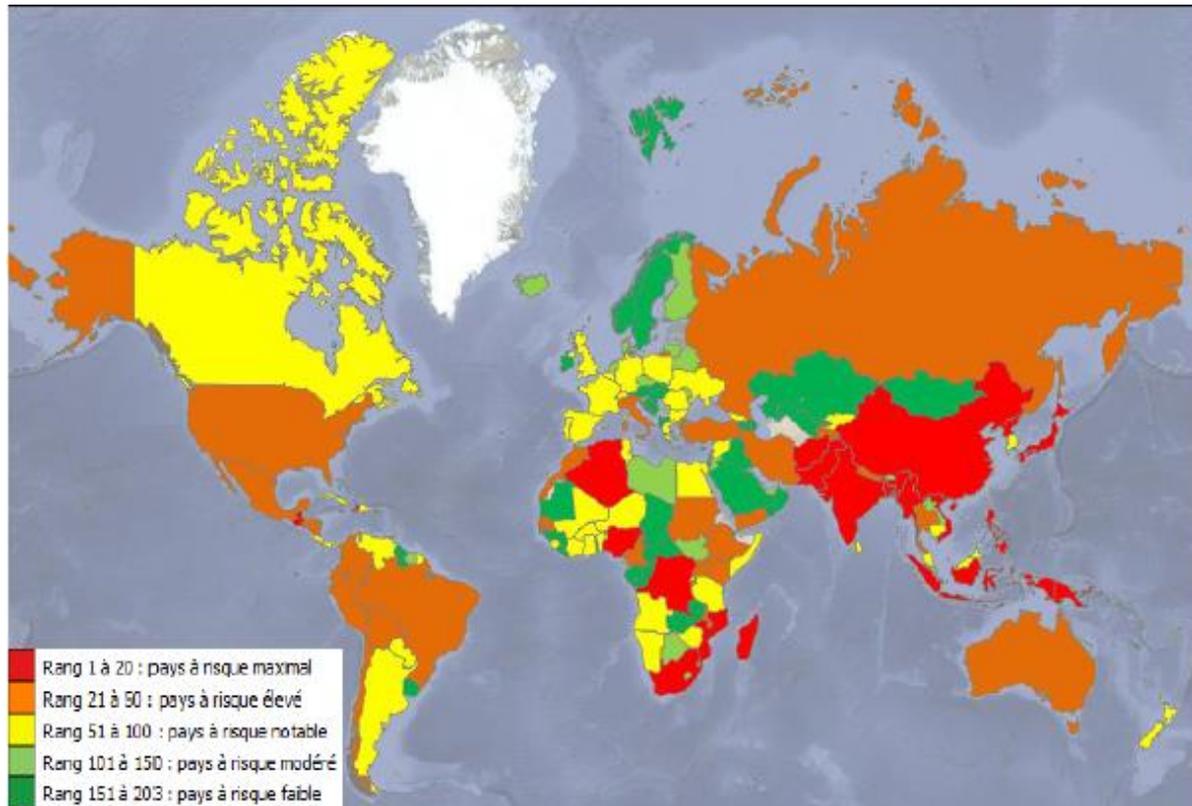
<sup>66</sup> CATNAT : Catastrophes Naturelles, observatoire permanent des catastrophes naturelles

<sup>67</sup> Le nombre de victime a augmenté de 2%.

terrain) (CATNAT, 2015). Le nombre et la nature des catastrophes varient selon les continents, les pays et les saisons, la répartition est très contrastée.

L'observation de la carte ci-dessous montre le classement de l'Algérie dans les catégories des pays à risque maximal dans la récurrence des événements catastrophiques, au même rang que les pays asiatiques.

Figure n° 11: Représentation du classement des niveaux de risque par pays (dédié aux risques naturels)



Source : Catnat.net, 2016

### I.3.2.3. Un bilan lourd jalonné de catastrophes meurtrières

L'établissement d'un recensement de catastrophes survenues dans le monde fait apparaître un bilan lourd en nombre de catastrophes et de victimes. D'après le tableau n°3, on remarque que les plus grandes catastrophes remplissent le bilan des victimes dans les années 2003, 2004, 2008 et 2010 suite à la nature de la catastrophe (Tsunami, Séisme<sup>68</sup>, Cyclone).

En outre, Cet inventaire affirme que l'Algérie est classée parmi les pays les plus touchés, ayant 4011 victimes et 163 catastrophes.

<sup>68</sup> Les séismes représentent 37 % des victimes liées aux catastrophes naturelles de la décennie écoulée

**Tableau n°3: Bilan des événements les plus meurtriers survenus dans le monde entre 2001 et 2015**

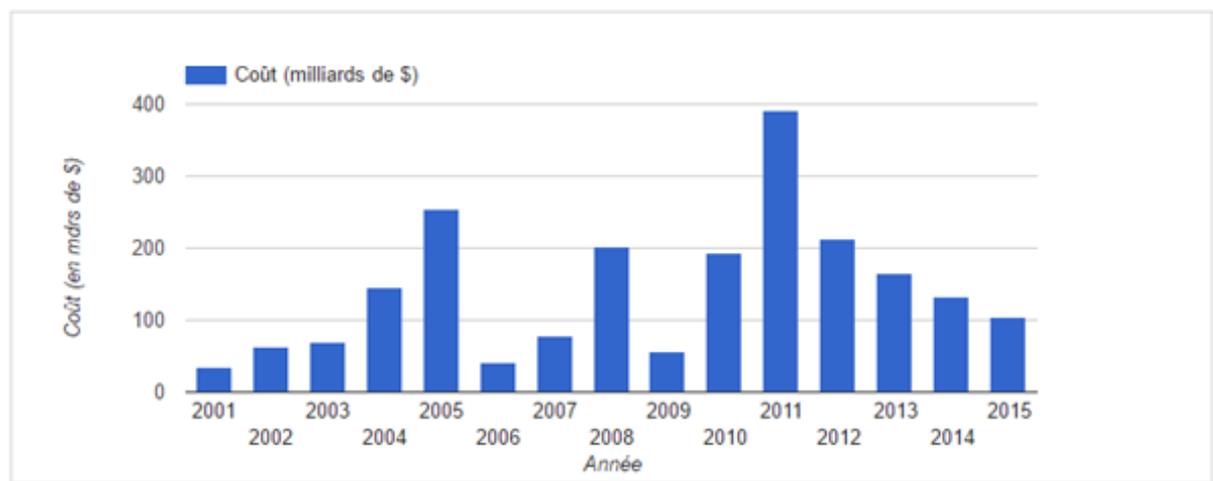
Pays	Nombre d'évènement	Nombre de victime	Type d'évènement majeur
Indonésie	385	286198	Tsunami et séisme
Haïti	56	230325	Séismes
Myanmar	33	140107	Cyclones (Nargis)
Chine	874	114453	Séismes
Pakistan	135	84575	Séismes
Inde	358	67024	Tsunami, séisme, cyclone et inondations
Russie	224	59436	Canicules
Corée du Nord	23	57468	Canicules (Ewiniar)
Iran	112	29641	Séismes
France	1292	25146	Canicules
Philippines	296	23865	Cyclones (Haiyan)
Japon	223	222242	Tsunami et séisme
Bangladesh	119	12577	Inondations, cyclones
Népal	68	10502	Séismes
États-Unis	7604	2139	Cyclones
Algérie	163	4011	Séismes et inondations

Source : Catnat.net, 2016

#### I.3.2.4. Les catastrophes des pays développés, le plus grand coût économique

La période entre 2001 et 2015 est la période la plus couteuse depuis 1980, les couts économiques varient selon l'importance des catastrophes et la concentration des biens (infrastructure, habitat, etc.), les pays développés et les pays émergents (Japon, USA, Chine,...) sont cependant les plus touchés.

**Graphe n°8 : Coûts des événements dans le monde (2001-2015)**



Source : Catnat.net, 2016

Nous signalons que les plus grands couts économiques concernent les pays développés, tandis que le bilan des catastrophes les plus meurtrières touche les pays en développement.

**Tableau n°4 : Les 20 événements les plus coûteux survenus dans le monde entre 2001 et 2015**

Pays	Date du début	Aléa	Victimes	Coûts (M de \$)
Japon	11/03/2011	Tsunami et séisme	19846	210000
USA et Caraïbe	26/08/2005	Cyclones (Katrina)	1836	125000
Chine	12/05/2008	Séismes	87476	85000
USA et Caraïbe	24/10/2012	Cyclones (Sandy)	210	70000
Thaïlande, Cambodge, Vietnam	08/09/2011	Inondations	1193	40775
Amérique centrale	03/10/2005	Cyclones (Stan)	2252	39063
Haïti	07/09/2008	Cyclones (Ike)	157	38000
Chili	27/02/2010	Séismes	577	30000
USA	04/09/2004	Sécheresses	0	30000
Japon	23/10/2004	Séismes	40	28000
Caraïbe	07/09/2004	Cyclones (Ivan)	117	23128
Chine	13/01/2008	Froid & neige	129	21100
USA et Caraïbe	15/10/2005	Cyclones (Wilma)	47	20000
Chine	14/06/2010	Inondations	686	18000
Russie	25/07/2010	Incendies	54	18000
Europe centrale	08/08/2002	Inondations	113	17430

Source : Catnat.net, 2016

### I.3.2.5. Les catastrophes industrielles dans le monde

L'urbanisation autour des sites industriels ne cesse de pousser (Zemmerman E-P, Saint Gérard T, 2007), La multiplication des catastrophes industrielles et technologiques a alerté les pouvoirs publics à travers le monde quant à la dangerosité des phénomènes. Les dégâts sont considérables au niveau humain et économique. La production, le transport, le stockage, l'utilisation et la quantité des substances et produits dangereux sont à l'origine de l'amplification des risques industriels, les normes de sécurité demeurent très contrastées entre les pays et les politique de prévention et de gestion.

**Tableau n°5 : Les accidents industriels dans le monde**

Date	Lieu	Nature	Conséquences
2000	Pays-Bas Enschede	Explosion d'un dépôt de feux d'artifices	22 morts, 3 disparus et plus de 1000 blessés. Des dommages graves enregistrés dans un rayon de 750m, estimation des dégâts plus de 500 millions d'euro/
2001	Toulouse (France)	Explosion dans un entrepôt d'une matière dangereuse	30 morts parmi les travailleurs, 1170 hospitalisés, 90 blessés graves des habitants avoisinant, plusieurs kilomètres des dommages considérables.
2004	Skikda (Algérie)	Explosion (raffinerie de gaz)	27 morts, 74 blessés parmi les travailleurs, des dommages enregistrés dans un rayon de 4km.
2005	Chine	Explosion (gazoduc)	20 morts et des dégâts matériels considérables.

Source : Dubois-Maury J, 2002

### **I.3.2.6. Ville et catastrophe : Des expériences comme préceptes pour tirer des leçons**

#### **I.3.2.6.1. Des catastrophes en chaîne sur les sols japonais**

Le 11 mars 2011, un séisme de magnitude 9 a frappé le nord-est du Japon. Il a provoqué un puissant Tsunami. Ce tremblement de terre<sup>69</sup> a été suivi par des centaines de répliques de magnitude supérieure à 5 Selon l' U.S (Geological Survey). Cette onde sismique a été suivie par une onde marine à 800 km/h, des vagues de 4 à 23 mètres ont inondé les 400 km du littoral de l'archipel dévastant l'intérieur du Japon jusqu'à 10 km, des villes entières ont été saccagées. Une alerte de Tsunami, la ville est paralysée. La raffinerie située à quelques kilomètres de la capitale s'est endommagée et plusieurs incendies se sont déclarés. Un nouveau risque, la crainte d'une catastrophe nucléaire suite au Tsunami, des explosions ont été recensées, le gouvernement a décrété la situation d'urgence nucléaire et ont évacué 250 000 personnes situées autour de la centrale nucléaire dans la zone de 20 kilomètres de Fukushima (à 250 km au nord de Tokyo), En effet, une fuite radioactive à l'extérieur de la centrale a été mesurée.

Cet événement a généré un impact sur les transports aériens, maritimes, ferroviaires et routiers qui ont été interrompus, les autoroutes sont bloquées, et des foyers privés d'électricité et sans eau potable. Selon le un bilan de l'Organisation Mondiale de la Santé, des villes ont été rasées par le Tsunami, près de 20 000 personnes sont mortes ou disparues, 160 000 personnes ont été évacuées. Cette catastrophe nous renseigne sur la nécessité de considérer la possibilité d'enchaînement des catastrophes dans les plans de gestion des risques.

#### **I.3.2.6.2. La pire catastrophe de l'histoire des Etats-Unis :l'Ouragan Katrina**

Le 29 août 2005, un désastre a frappé le Mississippi, dont la côte de 40 à 50 km est dévastée, le passage du cyclone tropical était une catastrophe mémorable qui a touché 235 000 kilomètres carrés. L'ouragan Katrina a été le plus coûteux de l'histoire des Etats-Unis avec un record de 125 milliards de dollars de dégâts dont 60,5 milliards de dollars couverts par les assurances (planete.info, 2015).

**Photo n°1 : La Nouvelle Orléans sous les eaux**



Source : notre-planete.info, 2015

<sup>69</sup> L'Institut de Physique du Globe de Paris, comme tous les séismes de cette ampleur a très légèrement modifié l'axe de rotation de la Terre et la durée du jour, mais de façon totalement insensible à l'homme.

Un demi-million de personnes sont touchées, 1 833 personnes sont mortes, plus de 78000 personnes sont sinistrées et plusieurs dizaines de milliers de maisons et de commerces sont détruits, près de cinq millions de personnes sont privées d'électricité et de téléphone. Le chaos s'installe<sup>70</sup> et des pillards dévalisent les boutiques, un problème de la sécurisation des biens est posée. Une vingtaine de plates-formes pétrolières ont coulé dans le Golfe du Mexique et un incendie dans un gazoduc. De ce fait, le retour d'expérience nous révèle les lacunes dans la gestion de la catastrophe aussi bien avant qu'après son avènement. Les réseaux techniques sont aussi vulnérables et implique des mesures de protection.

#### **I.3.2.6.3. Un accident industriel à l'usine AZF Toulouse (France)**

Le 21 septembre 2001, à 10 h 17, une explosion s'est produit dans la zone industrielle de Toulouse en France, 31 morts, 29 blessés graves, des milliers de blessés ont été recensés (des lésions auditives chez certains personnes exposées) et 25 000 logements endommagés (la plupart des vitres ont été brisées). Plusieurs hypothèses sur l'origine de l'explosion, un attentat (cette explosion est survenue après les événements du 11 septembre aux États-Unis), une panne technique (défaut électrique), et la dernière hypothèse suppose que l'explosion est suite au mélange de produits incompatibles dans le hangar. Cette catastrophe, a poussé les pouvoirs publics à adopter une nouvelle loi française relative à la prévention des risques technologiques et naturels, et à la réparation des dommages promulguée le 30 juillet 2003, plus de 400 sites de type Seveso<sup>71</sup> sont concernés. Cette loi est fondée sur quatre principes :

- Le renforcement de la maîtrise des dangers à la source
- L'élaboration des plans d'organisation des secours.
- La réalisation des plans de prévention des risques (par un zonage des risques).
- La maîtrise d'urbanisation existante ou future.

#### **I.3.2.7. Les catastrophes en Algérie, une prise en charge urgente**

L'Algérie était le berceau de catastrophes naturelles et industrielles. La concentration de la population sur la frange littorale à risques<sup>72</sup> a augmenté la vulnérabilité et la croissance urbaine<sup>73</sup> qui ne cesse de s'étaler sans prendre en considération les risques encourus.

---

<sup>70</sup> George W. Bush dans son discours la qualifié de "Une des pires catastrophes naturelles de l'histoire du pays " et a ajouté "le retour à la normale prendra du temps. Il prendra des années (...) Les défis auxquels nous sommes confrontés sur le terrain sont sans précédent".

<sup>71</sup> " SEVESO " est une installation classée qui utilise des produits dangereux en quantité définie par une nomenclature. Ces établissements peuvent générer des risques d'incendie, d'explosion et de nuage toxique.

<sup>72</sup> Un territoire situé dans une zone sismique et soumis à une pluviométrie irrégulière marqué parfois par des périodes de pluies torrentielles.

**Tableau n°6 : Exemple de catastrophes en Algérie, type et impact**

Date	Localisation	Type d'évènement	Victimes et dégâts
18/08/1994	Mascara	séisme	171 décès, 290 blessés, 1000 habitations détruites.
23/09/1994	BordjBouArreridj	Inondations	16 décès et des dégâts évalués à 10.000.000 DA
03/03//1998	Skikda	Explosion de gazoduc	7 décès, 44 blessés, 60 habitations endommagées
22/12/1999	Témouchent	Séisme	28 décès et 25.000 sinistrés
10/12/2001	Bab El Oued	Inondation	Plus de 900 décès et disparus
21/05/2003	Boumerdes	Séisme	2278 décès, 180.000 sans-abri, 19.800 habitations endommagées, 16.715 effondrées, 222 milliards de DA de dégâts.
14/04/2004	Adrar	Inondation	Plus de 5000 familles sinistres et 7000 habitations totalement ou partiellement effondrées.
01/09/2008	Ghardaïa	Inondation	43 décès, plus de 3000 habitations détruites ou endommagées.
08/10/ 2008	Béchar	Inondation	13 décès, 4.300 habitations détruites ou endommagées.
20/01/2009	Adrar	Inondation	1 décès, 5.500 habitations détruites ou endommagées.

Source : El Atlas, 2015

### **I.3.2.7.1. Le séisme de Chleff : une alarme qui marque un saut dans la gestion des risques**

Le 10 octobre 1980 à Chlef s'est produit un séisme d'une magnitude de 7,5 sur l'échelle de Richter. Il a affecté la ville et ses environs, les dégâts sont importants : 3.500 morts, 8400 blessés, 350 disparus, 29.000, logements détruits et 478.950 sinistrés, le coût des dommages a été estimé à plus de deux milliards de DA (CNES<sup>74</sup>, 2003).

Après cette catastrophe meurtrière, le pays a pris conscience de la nécessité d'avoir une politique de prévention et de gestion des risques naturels ou industriels. L'état a mis en place le 29 mai 1985 une stratégie de réduction des risques par l'établissement d'un «Plan National de Prévention des Catastrophes et d'Organisation des Interventions et Secours».

<sup>73</sup> La croissance de la population algérienne a suivi une évolution accélérée par rapport au niveau mondiale depuis l'Indépendance, en 1962. Elle est passée de 11 millions en 1961 à 41 millions d'habitants en 2016. D'ailleurs, ce nombre va augmenter dans le futur, les prévisions annoncent un seuil de 54,5 millions d'habitants en 2050.

<sup>74</sup> CNES : Conseil National Economique Et Social

### **I.3.2.7.2. Les inondations de Bab El Oued Alger : la coïncidence de plusieurs facteurs font la catastrophe**

Le 9 et 10 Novembre 2001, des pluies exceptionnelles provoquent des inondations à Alger, faisant 760 décès (710 décès et plus de 115 disparus), 22.400 logements endommagés, 6400 logements expertisés, dont : 300 logements à démolir, 2400 logements nécessitant de grosses réparations, 1000 logements jugés habitables avec des travaux de réparation de moindre importance. Les dégâts<sup>75</sup> étaient évalués à 6165 Millions de DA, et des dommages considérables sur les infrastructures.

Cette pluviométrie n'a pas été enregistrée depuis 1936, il y'a eu 211mm en 36heures, et 245mm en 48heures. Cette catastrophe à plusieurs causes, est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs humains (l'ignorance des manières à agir par manque de sensibilisation) et techniques (défaillance dans les réseaux d'évacuation). Une prise de conscience s'inscrit par la volonté des pouvoirs publics pour développer les moyens prévus afin de prendre en charge ces phénomènes.

### **I.3.2.7.3. Des catastrophes industrielles en Algérie, un challenge entre l'économie et le risque**

Les industries localisées dans les villes littorales présentent une menace sur la population, l'extension des villes s'est faite sans prendre en considération les risques qui peuvent en résulter. Alger, Skikda, Arzew<sup>76</sup>, Annaba furent des exemples qui ont connu plusieurs accidents industriels, sans compter les conséquences à long terme sur la santé de la population à cause de la pollution de l'environnement (l'air, l'eau, la faune et la flore).

Skikda était le théâtre d'une explosion le 19 janvier 2004 suite à une défaillance technique dans une chaudière du complexe GNL. Cet accident a provoqué 27 morts et 74 blessés parmi les employés, le choc a été ressenti à plus de 4 km du complexe<sup>77</sup>.

**Photo n°2 : Explosion dans la raffinerie de Skikda en 2004**



Source : Protection civile, 2015

<sup>75</sup> L'évaluation faite par la banque mondiale.

<sup>76</sup> Arzew est le premier pôle pétrochimique, qui a connu des explosions en 2003.

<sup>77</sup> D'après le journal El Watan, 2004.

Juste après cette explosion, l'Etat a engagé une loi 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes, dans le cadre du développement pour la prise en charge des risques et l'établissement d'une gestion.

## **Conclusion**

La question des risques urbains est devenue une préoccupation mondiale. Les villes présentant des vulnérabilités dans leurs territoires sont à secourir du fait qu'ils regroupent des enjeux de natures diverses. Devant la complexité de l'écosystème urbain, son équilibre dépend de ses facteurs internes (les composants du système) et externes (les spécificités du milieu naturel).

Le risque est le produit d'une vulnérabilité des enjeux face à un aléa. Ces enjeux peuvent être : l'être humain, l'écosystème, les richesses économiques (les infrastructures). Le bilan humain se quantifie en nombre de blessé et de mort, en revanche, les risques sur l'homme différent en fonction de son degré d'exposition (effets immédiats : blessure, mortalité) ou des préjudices différés (maladie, troubles psychologiques, etc.). La vulnérabilité environnementale porte sur l'étude de la sensibilité de l'écosystème et sa résistance face aux risques. La vulnérabilité des richesses économiques et infrastructure dépend de leur exposition, de leur répartition sur le territoire et les conséquences de leurs perturbations (cas des réseaux).

La vulnérabilité s'avère produite dans la présence des enjeux et dans les relations entre eux. Ceci amène à penser que celle-ci dans un système composé de plusieurs variables, dont leur dynamique dans l'espace et le temps peut présenter des risques sur le territoire exposé.

Une analyse de la vulnérabilité urbaine est basée sur l'identification de ses facteurs selon les démarches : Prospective (il s'agit à priori de déterminer les dangers, les enjeux menacés et les facteurs aggravant l'exposition des enjeux) et factuelle (cela consiste à définir les dommages à posteriori à la suite des catastrophes, qui font l'objet des études rétrospectives pour des évaluations futures).

Les facteurs de vulnérabilité ne relient pas seulement de l'existence des enjeux mais aussi des facteurs de vulnérabilité techniques, géographiques, sociales, politiques, économiques, etc. La vulnérabilité urbaine est assimilée à une évaluation des dommages potentiels des enjeux et la nature de l'étude du risque. L'étude de la vulnérabilité urbaine s'affranchit dans un large spectre en décrivant plusieurs hypothèses dont les facteurs différent dans leur nombre et leur degré d'exposition.

L'évaluation de la vulnérabilité se fait par seuil et par hiérarchisation. Dans le cas des risques complexes et provenant de plusieurs facteurs de vulnérabilité, il convient de classer ces niveaux

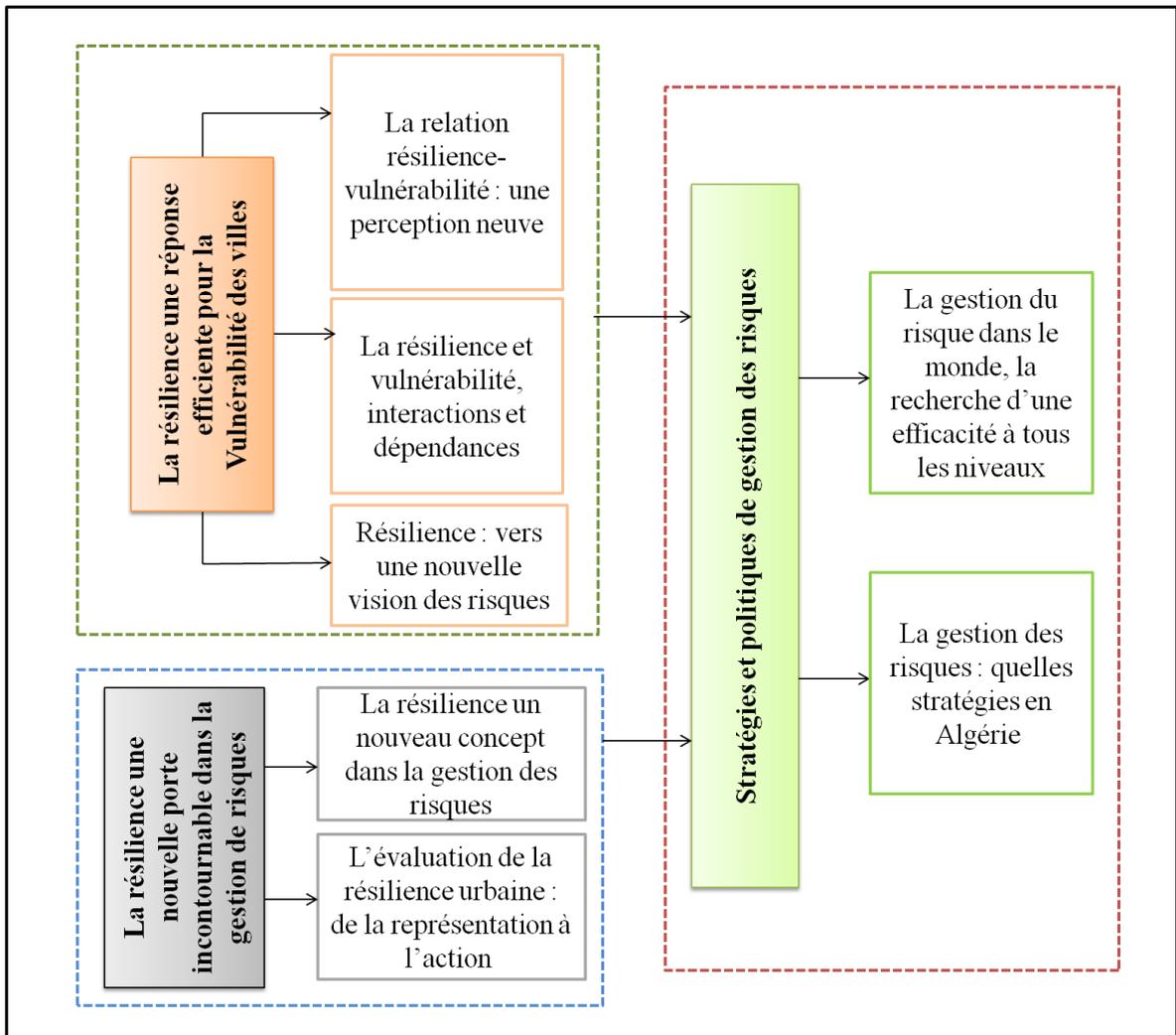
de vulnérabilité par différentes échelles dont les intervalles varient de vulnérabilité faible, vulnérabilité moyenne et vulnérabilité forte.

A partir des catastrophes étudiées, la vision des risques tend à être plus globale, la vulnérabilité a dépassé ses fondements classiques basés sur la théorie et la quantification des impacts liés à l'aléa, elle suggère d'autres domaines pour une meilleure prise en charge des risques, telles que les réponses des sociétés, l'intégration des risques dans le domaine d'aménagement et d'urbanisme, l'implication des acteurs dans la politique de gestion des risques, les enjeux économiques, etc.

Par ailleurs, l'acceptabilité du risque dépend du niveau de risque, de la capacité de résistance des enjeux vulnérables et des mesures préventives face à l'aléa. La gestion des risques implique une démarche de réduction de la vulnérabilité et par conséquent d'une résilience du système exposé.

## Chapitre II

### La résilience une clé de la gestion des risques à travers une mosaïque de stratégies



## **Introduction**

La question des risques urbains devient un enjeu fondamental. Un lourd bilan de catastrophe s'enregistre chaque année et des interrogations à l'échelle mondiale pour pallier à ces dangers menacent la terre, et par conséquent, la vie humaine.

Longtemps, l'étude des risques porte sur la vulnérabilité face aux aléas naturels et anthropiques (technologiques,...), l'aléa peut être les petits incidents générés en ville et qui peuvent causer des conséquences graves.

La vulnérabilité est un concept qui essaye d'étudier les comportements des enjeux (matériels ou humains) par l'évaluation des aléas et des réponses spatiales et sociales (D'Ercole, 1994). L'étude de la vulnérabilité a montré que la dépendance entre les enjeux territoriaux et leurs dynamiques se matérialise dans des systèmes qui impliquent une analyse plus approfondie pour apprécier leurs interdépendances et les conséquences des risques sur ses relations. L'entrée de la vulnérabilité dans la systémique à travers l'étude des capacités des systèmes et leurs interdépendances était le premier pas vers la résilience urbaine (Pigeon, 2005).

Le concept de résilience est apparu récemment dans le domaine de la gestion des risques naturels (De Bruijine et al, 2010). Il porte sur l'appréhension des risques en étudiant les systèmes urbains. Plusieurs chercheurs (Pigeon, 2005 ; Lhomme S, 2011 ; Reghezza M ; Rufat S, 2012 ; Serre D, 2013 et Toubin M, 2014, etc.) tentent de donner une dimension opérationnelle pour ce concept. Certains ont même qualifié la résilience comme l'alternative de la vulnérabilité (Toubin M, 2014), d'autres l'ont nettement intégré à la vulnérabilité (Lhomme S, 2011). La gestion des risques, en voulant les anticiper, se concentre sur ces deux concepts en exploitant leurs démarches, et se veut une politique qui incite à prévenir et à agir quant à ces phénomènes dangereux.

Cependant, les accidents et les incidents survenus en ville sont pris en charge à l'échelle locale et sont peu ou pas médiatisés, par volonté ou par négligence. Ils existent et se ressemblent dans plusieurs villes du monde, et font partie de l'écosystème, de même que ces perturbations sont à la base parfois à court ou à long termes de grands désastres augmentant ainsi la vulnérabilité.

Dans sa logique, la résilience prend en charge les enjeux du système urbain et les perturbations probables pour pallier à ces dysfonctionnements par l'amélioration des capacités.

### **II.1. La résilience : une réponse efficiente pour la Vulnérabilité des villes**

Un survol documentaire sur le concept résilience permet de remarquer que celui-ci dérive des interprétations similaires au concept de vulnérabilité, cependant, leur fondement est différent, ce

qui a fait chevaucher les méthodes d'investigation des deux termes (Lhomme S, 2011), tandis que les recherches tentent de les croiser dans leurs processus.

La vulnérabilité est apparu entre 1595 et 1605 dans la littérature anglaise, tandis que le terme résilience existe en anglais depuis 1824 ((Bruno Barroca, Maryline DiNardo et Irène Mboumoua et al, 2013).

### **II.1.1. La relation résilience-vulnérabilité : une perception neuve**

La résilience apparaît comme un concept prometteur pour répondre aux difficultés fréquentes dans le domaine des risques urbains, elle essaye de se classer au même rang que la vulnérabilité urbaine et même de la dépasser (Lhomme S, 2013). Pour cela, un questionnement sur ses conditions, ses mécanismes et ses pertinences est à prévoir (Reghezza et al, 2012).

#### **II.1.1.1. Vulnérabilité et résilience, une diffusion précipitée dans les sciences**

Le terme Résilience est introduit dans les travaux portant sur la vulnérabilité face au réchauffement climatique en 1990 par des chercheurs anglo-saxons,

Résilience, qui veut dire « *faire un bond en arrière* » (Provitolo, 2009) est utilisée pour la première fois en physique. La résilience d'un matériau est « sa capacité d'emmagasiner de l'énergie cinétique et de se mouvoir élastiquement sous une charge sans se briser ou perdre sa forme » (Gordon, 1978). Cependant, ses caractéristiques ont été développées dans plusieurs domaines (figure n°12).

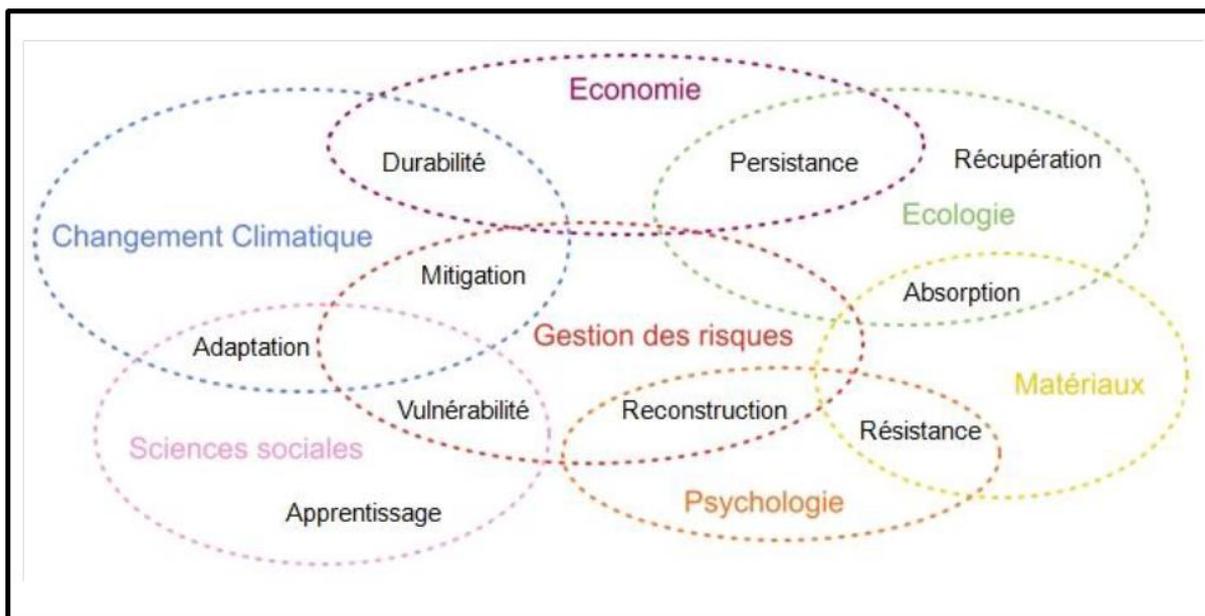
En écologie la résilience consiste à mesurer la capacité des systèmes à maintenir leur équilibre en cas de perturbation (Holling, 1973). Elle s'est introduite aux sciences sociales en 1980 pour apprécier la capacité de la société à faire face aux perturbations.

« *Le concept de résilience est à présent utilisé dans une très grande variété de travaux interdisciplinaires qui concernent les interactions nature-société, incluant la réduction des catastrophes naturelles* » (Klein, Nicholls et Thomalla, 2003).

La résilience mesure la capacité d'un système à absorber les effets d'un aléa et à sa capacité de récupération pour revenir à son état initial (Timmerman, 1981).

En revanche, la résilience apparaît comme le synonyme de la vulnérabilité en évaluant les réponses des enjeux physiques ou sociaux dans un système. Elle s'approprie dans ses démarches et se rapproche de la vulnérabilité systémique. Si la résilience cherche à maintenir l'état initial, la vulnérabilité prédomine, ce qui n'est pas souhaitable (Lhomme et al, 2013).

Figure n° 12 : La résilience un concept pluridisciplinaire



Source : Lhomme et al, 2010

### II.1.1.2. Ville, vulnérabilité et résilience : la nécessité d’appréhender la ville en tant que système

Le concept résilience est de plus en plus employé, les limites de ses apports restent floues, mais il porte plusieurs concepts dans ses définitions telles que : adaptation, résistance, robustesse, vulnérabilité. Cette richesse de notion invite à comprendre qu’il s’agit d’un système complexe où ses sous-systèmes sont en interdépendance.

« Le système urbain s’inscrit aussi dans un espace plus large, appelé environnement ou méta-système. Il est « un rouage dans un autre ensemble qui est celui des relations avec l’extérieur, et les deux aspects [relations intérieures et extérieures] réagissent de multiples manières l’un sur l’autre » (ANR<sup>78</sup>, 2013).

#### II.1.1.2.1. Ville et système : une logique prépondérante

Depuis l’émergence de la pensée systémique en 1970 qui a révélé une prise de conscience de la complexité de l’espace urbain et des limites des études classiques de la ville (Morin, 1990), elle a opéré un changement dans la façon d’appréhender les phénomènes urbains faisant participer plusieurs disciplines, une attention particulière à l’étude des systèmes urbains. « Comme nous le rappelle son étymologie (du grec *sustêma* : ensemble), le système peut être défini comme un ensemble d’éléments et d’interactions entre les éléments qui forme un tout organisé,

<sup>78</sup> ANR : agence nationale de recherche (France).

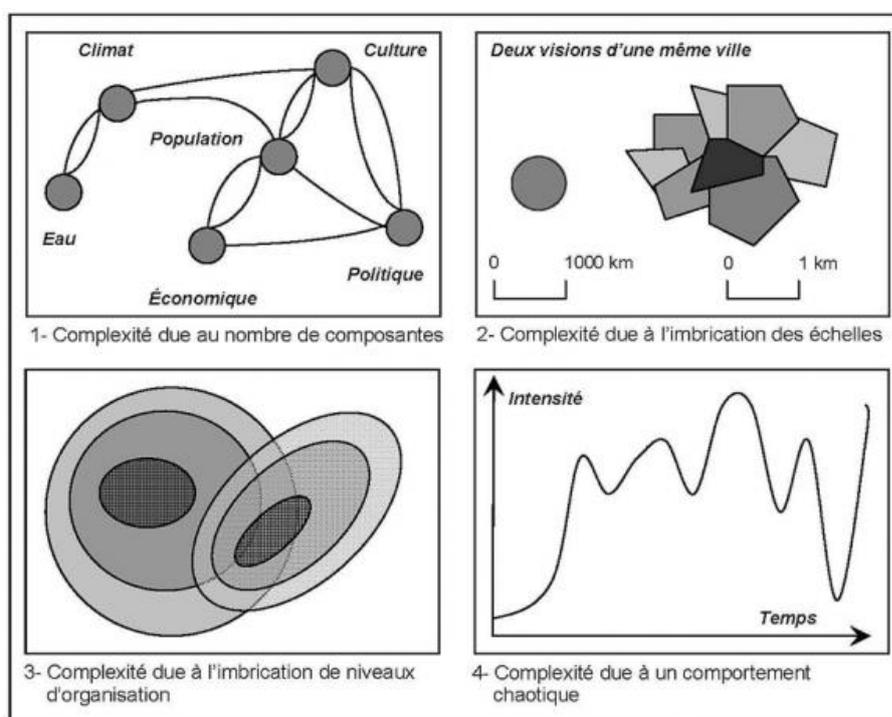
*l'organisation interne du système constituant sa structure et le comportement des éléments en interactions définissant sa dynamique* » (Lajoie, 2007).

Les systèmes sont caractérisés par des propriétés : l'interdépendance des éléments du système, l'existence d'une entité globale « le tout est plus que la somme des parties » et la rétroaction: « le tout est moins que la somme des parties » (Nabaa, 2011), la ville se manifeste par les mêmes caractéristiques.

### II.1.1.2.2. La complexité croissante des systèmes urbains

Les catastrophes dévoilent la vulnérabilité des systèmes urbains (Toubin M, 2013), ces derniers sont déterminés par l'interaction, la globalité, l'organisation et la complexité (figure n°13).

Figure n°13 : Les théories de la complexité chez les géographes



Source : Dauphiné A, 2003

• **L'interaction** : ce sont les interrelations entre les différentes composantes du système et leurs relations avec l'environnement externe. « *Unités globales organisées d'interrelations entre éléments, actions ou individus* » (Durand, 1979).

• **La globalité** : Le système est déterminé par l'ensemble de ses composants et n'est pas réductible à ses parties. « *Le tout est davantage qu'une forme globale, il implique l'apparition de qualités émergentes que ne possédaient pas les parties* » (Durand, 1979).

• **L'organisation** : « C'est la caractéristique centrale du système » (Bruno Barroca, Maryline DiNardo et Irène Mboumoua et al, 2013), cette caractéristique porte sur l'aspect structurel et fonctionnel du système.

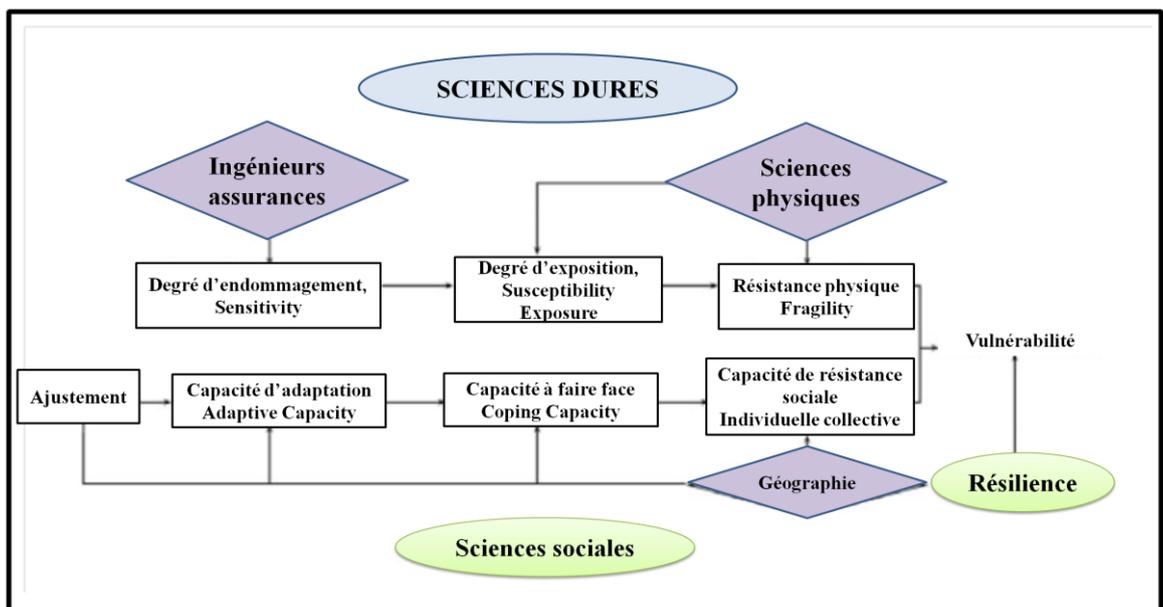
**La complexité** : La diversité et le nombre des composants, les relations internes entre ses éléments et externe avec les aléas de leurs environnements, font que le système soit complexes dans ces liaisons et ces incertitudes (Durand, 1979).

### II.1.1.2.3. Approcher la vulnérabilité par l'étude du système

Aborder les risques en ville, c'est parler de la vulnérabilité des villes (Veyret I, 2003), le territoire de la ville est explicitement complexe « Il s'agit alors dans cette partie d'analyser cet objet protéiforme, évolutif et désormais difficile à définir qu'est la ville » (Lhomme S, 2011). La variété de ses composants et la dynamique entre eux font l'objet de plusieurs études dans des domaines pluridisciplinaires. « Définir la ville a toujours été une préoccupation embarrassante pour ceux qui se consacrent à l'analyse urbaine » (Béguin, 1996).

Considérer la ville comme un système dans l'étude des risques paraît inévitable (Beaujeu-Garnier, 1997) pour mettre en œuvre les interactions entre les enjeux exposés (économiques, sociaux, physiques, environnementaux, etc.), il est judicieux de faire des études approfondies pour comprendre la cohérence et l'interdépendance entre tous ses composants afin de pouvoir mesurer les conséquences de l'endommagement et prévoir les stratégies d'atténuation, tel est l'objectif de la vulnérabilité et la résilience.

Figure n°14 : La détermination de la vulnérabilité dans les sciences sociales



Source : Lhomme S, 2012

Dans les sciences sociales, la vulnérabilité prend une dimension sociale en optant pour la considération des systèmes<sup>79</sup> inversement à la vulnérabilité biophysique qui porte sur les enjeux. La vulnérabilité sociale évalue la capacité de résistance du système par l'absorption et l'adaptation à la perturbation. Elle dépend de plusieurs facteurs physiques, socio-économiques, politiques, etc. « *La vulnérabilité ne peut être définie ou mesurée sans référence à la capacité d'absorption du choc, de réponse et de redressement par rapport à l'impact de l'événement sur la population* » (Cardona, 2003,). La capacité à faire face découle des réponses techniques, économiques, politiques, etc., du contrôle du système (interrogeant ainsi sa capacité d'adaptation), de sa résistance à la perturbation et de son absorption du choc.

La vulnérabilité est considérée comme indépendante de l'enjeu, elle est liée à la fragilité du système nature-société (White G-F, 1973). Dès lors, l'impact de l'aléa dépend des caractéristiques du système, c'est-à-dire le même aléa peut avoir des impacts différents sur des territoires qui ne sont pas similaires<sup>80</sup>.

En outre, « *Les concepts de vulnérabilité et de résilience se recoupent plus ou moins et il semble difficile d'établir des frontières claires et précises entre ces deux concepts* » (Lhomme S, 2012).

#### **II.1.1.2.4. La résilience des systèmes : une priorité incontestable**

L'intégration du mot résilience dans la ville, c'est retracer les caractéristiques de la ville en tant que système et la résilience devient alors la capacité du système à réduire l'impact suite à une perturbation (Mileti, 1999 ; Pelling, 2003). Elle constitue un atout pour l'aménagement urbain (Pasche et al., 2005).

Le concept de résilience s'est inspiré de l'écologie (qui porte sur l'étude des systèmes écologiques) pour emprunter ses propriétés sur la ville, du fait qu'elle est considérée comme un organisme vivant<sup>81</sup> dans lequel il existe une dynamique entre les composants du système, laquelle dépend de son fonctionnalité. Dans cette logique, l'étude de la résilience de la ville consiste à analyser les éléments du système, son processus les éventuelles perturbations et ses conséquences.

---

<sup>79</sup> Ce type de vulnérabilité considère la ville comme un système, ou il existe des liens entre ses composants, eux aussi considérés comme sous-systèmes.

<sup>80</sup> Dans les pays développés les pertes économiques coutent toujours plus cher, alors que le nombre de victime diminue pour les mêmes événements, tandis que dans les pays en développement le nombre de morts reste plus important que les dégâts matériels.

<sup>81</sup> La ville est assimilée au métabolisme urbain en décrivant la ville comme un écosystème, cette vision est organique (Toubin M, 2014),

La résilience étudie les composants du système où la perturbation d'un de ses éléments peut affecter tout ou une partie de celui-ci. L'enjeu lui-même est considéré comme un sous-système, le tout en relation et en interdépendance. Ces liaisons peuvent, cependant, être à la nature du risque.

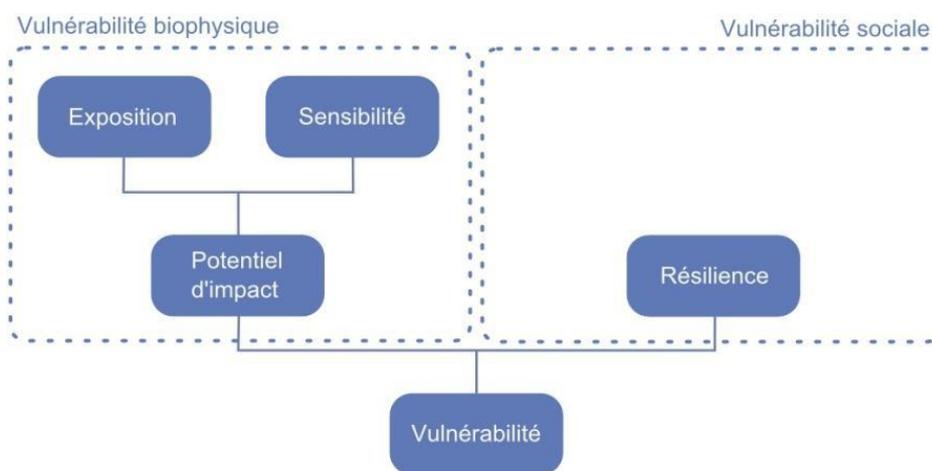
En revanche, la résilience tire sa force des potentialités du système urbain et profite des opportunités qu'offre ce dernier pour réduire la vulnérabilité. Étudier les forces et les faiblesses du système est une stratégie qui passe par un diagnostic approprié afin de déterminer les opportunités et les menaces qui en découlent.

Les capacités du système s'inscrivent dans une logique de la résilience qui s'est enrichie des propriétés des systèmes à s'adapter, à retourner à l'état initial ou à retrouver l'équilibre, donc à la capacité à faire face.

### II.1.1.3. Les propriétés de la vulnérabilité renvoient vers la résilience

Les sciences appliquées, sociales, géographie, etc., ont établi une série des facteurs enclenchant la vulnérabilité. Entre vulnérabilité biophysique et sociale, plusieurs axes de recherche se sont engagés sur l'étude de l'aléa, les enjeux vulnérables et les facteurs sociaux sous-jacents (Ford, 2002). L'entrée de la vulnérabilité dans les sciences sociales a offert une nouvelle démarche en étudiant les systèmes. Elle est abordée par rapport à l'exposition à l'aléa et le degré de sensibilité face à celui-ci, en se focalisant sur les propriétés du système exposé. Elle étudie ses capacités et son adaptabilité quant aux dommages potentiels. A cet effet, « *La vulnérabilité intègre trois composantes : l'exposition à l'aléa, la résistance et la résilience* » (Dauphiné et Provitolo, 2007). La résilience s'est appliquée dans les premiers temps aux systèmes sociaux pour définir les comportements de la société et ses capacités de réponses.

Figure n°15 : La vulnérabilité synthétique



Source : Lhomme, S, 2012

La vulnérabilité sociale est incontournable dans la gestion des risques, les attitudes de la population et leur manière d’agir influent sur la diminution de l’impact des risques. Cette capacité à résister et appelée ainsi « *résilience sociale* » (Cardona, 2003), dont l’aspect peut être complémentaire à la démarche biophysique (ILhomme S, 2012).

Dans cette vision la vulnérabilité s’intéressera à l’étude de la capacité des enjeux à subir des dommages et la résilience se fixe sur la capacité de la société à faire face (Cardona, 2003), alors que cette logique est inversée par d’autres chercheurs ou la résilience étudie les enjeux matériels et la vulnérabilité sociale s’occupe de l’aspect social (De Bruijin, 2005).

En effet, l’étude de la vulnérabilité sociale et biophysique (figure n°15) donnent une nouvelle qualification « *vulnérabilité synthétique* » prenant en charge les deux dimensions. Dans cette optique la résilience sociale est une composante de la vulnérabilité synthétique.

### II.1.2. La résilience et vulnérabilité, interactions et dépendances

Les propriétés de chaque concept tissent les démarches pour son application, « *Il existe une relation entre les deux concepts, pour prétendre à une capacité à se remettre d’une perturbation, la résilience présuppose l’existence d’une fragilité irréductible,...* » (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al, 2013). « *Les termes de résilience et de vulnérabilité ne sont pas substituables, ils ne présument ni des mêmes facteurs, ni des mêmes dimensions étymologiques et sémantiques* ». (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al, 2013).

Le constat du tableau n°7 affirme la différence entre les deux concepts dans la manière de mettre en œuvre l’usage de la résilience et la vulnérabilité et qui disposent de différents mécanismes, pourtant, ils se croisent dans les moyens et les objectifs.

Tableau n°7 : Propriétés des concepts vulnérabilité et résilience

	Vulnérabilité	Résilience
Les Propriétés	fragilité, sensibilité, faiblesse, défaillance, déficience, traumatisme, blessure	renouvellement, de réorganisation, d’émergence ou bien encore de bifurcation persistance, résistance, adaptation, flexibilité, élasticité, renaissance, reconstruction
Les Moyens	Etude des enjeux ou du système	Etude des systèmes et sous-systèmes
Les Aspects	Social, technique, économique, politique, environnemental, spatial	Social, technique, économique, politique, environnemental, spatial
Les Objectifs	La réduction de la vulnérabilité La gestion des risques	La capacité d’adaptation et d’absorption La gestion des risques Augmenter la résilience

Source : Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al, 2013

### II.1.2.1. Le rapprochement entre la vulnérabilité et la résilience

La vulnérabilité, étant ancienne (Foster, 1976), a tenté d'intégrer à l'aléa les enjeux complexes qui sont exposés. Ainsi, elle a interpellé plusieurs méthodologies<sup>82</sup> pour comprendre les spécificités de l'espace urbain (Flax, Jackson and Stein, 2002). Le passage d'une étude analytique explorant la vulnérabilité physique et sociale (Dauphiné, 2001), à une vulnérabilité synthétique centrée sur les l'étude des fragilités des systèmes marque le début de l'émergence de la résilience. Cette mutation est le produit d'un changement de la réflexion, de l'exposition et de la capacité d'un système à absorber ou s'adapter à un aléa en réduisant l'endommagement.

Le concept résilience est ainsi intégré au domaine des risques urbains. Elle tente tantôt de répondre aux besoins de la réduction des dommages et tantôt à s'aligner au concept de la vulnérabilité, et parfois de s'y opposer (Rufat S, 2009).

*« Concernant la géographie des risques, la genèse des représentations associées à ce terme peut être schématisée à travers la vulnérabilité biophysique et la vulnérabilité sociale. La vulnérabilité biophysique se détermine par la nature de l'aléa, sa probabilité, l'importance de l'exposition des enjeux et la sensibilité physique des enjeux. Selon cette représentation, pour chaque enjeu reconnu, il est possible d'établir une évaluation des dommages en fonction des critères d'impact, de fragilité et d'exposition. La vulnérabilité sociale, également appelée « vulnérabilité d'organisation », exprime la capacité d'une société à anticiper l'aléa, à faire face à l'urgence, à adapter son comportement en temps de crise, et à se reconstruire. La vulnérabilité sociale est ainsi directement liée à la résilience et au fonctionnement des sociétés » (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al, 2013).*

### II.1.2.2. La résilience : positiver la vulnérabilité

Positiver la vulnérabilité c'est utiliser le terme résilience (Provitlo, 2009). La vulnérabilité est vue comme une idéologie négative qui cherche à évaluer les fragilités des enjeux exposées aux aléas, elle cherche à donner des estimations quantitatives, de la probabilité de pertes de vies humaines, d'habitations, des couts économique, etc., sa réduction est conditionnée par les réponses adaptables pour pouvoir résister et absorber le phénomène perturbateur.

La résilience, quant à elle, a essayé de changer le regard, en cherchant à optimiser les solutions en créant des systèmes qui ont la possibilité d'être adaptable aux perturbations (Dauphiné A et Provitolo, 2007 ; Provitolo, 2009). Il s'agit de penser : est-ce que le système est résilient ?

---

<sup>82</sup> Les recherches anglo-saxons furent des références importantes selon les articles publiés sur les méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité par la Natural Hazard Review.

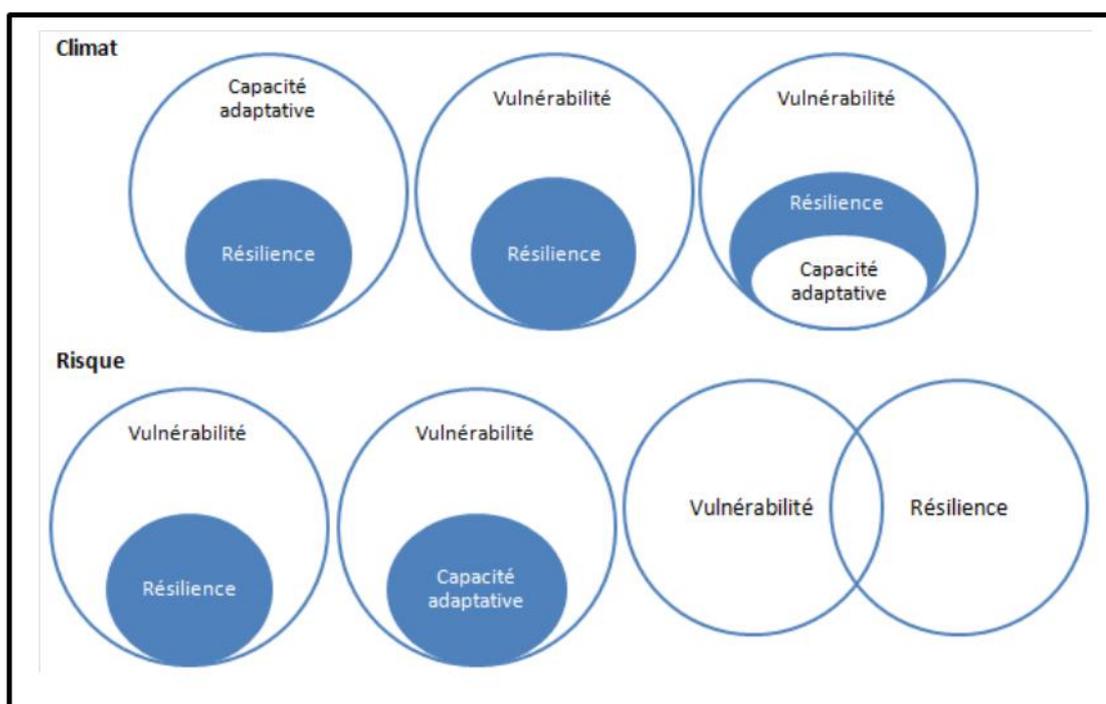
Comment peut-on améliorer la résilience ? Est-ce que le système est adaptable pour revenir à l'état d'équilibre ? Quel est le scénario envisageable avec lequel on minimise les dégâts humains et matériels ?

### II.1.2.3. Représentation de la vulnérabilité et la résilience, une combinaison critique

Etant donné que les concepts de résilience et de vulnérabilité n'ont pas une définition précise, leur relation dépend de leurs déterminations retenues, elles se croisent dans des étapes différentes et des conditions semblables (Cutter et al, 2008). Plusieurs hypothèses ont été élaborées pour la mise en exergue des deux concepts (Klein et al, 2003 ; Cutter et al, 2008 ; Dauphiné et Provitolo, 2007 ; Provitolo, 2009 ; Serre D, 2013 ; Lhomme S, 2011 ; Reghezza M et al, 2013 ; Toubin M, 2014).

La considération de la résilience comme un processus place la vulnérabilité dans le même continuum (Manyena, 2006). Traiter les deux concepts dans le même système ou la diminution de la vulnérabilité (attribut négatif) signifie une augmentation de la résilience (attribut positif). (Pelling, 2003). Aussi, les deux concepts sont placés dans une opposition sous la forme de deux facettes, où, la vulnérabilité est l'inverse de la résilience, (Folke et al, 2002).

Figure n° 16 : Différentes acceptations de la relation « résilience, vulnérabilité »



Source : Cutter et al, 2008

Un autre raisonnement consiste à diminuer la vulnérabilité pour augmenter la résilience et augmenter la résilience pour réduire la vulnérabilité (Klein et al, 2003).

Une autre hypothèse qui est fréquemment utilisée, insiste sur le fait que la vulnérabilité englobe la résilience (Britton & Clarck, 2000). Dans cette vision, la résilience est considérée comme une politique de gestion des risques.

Des projets européens comme Flood Resiliency, Freeman Project ont intégré la résilience dans leurs politiques de gestion des risques en réduisant les effets des aléas (Serre D, 2006). Cette politique de résilience nécessite une réduction de la vulnérabilité. (Lhomme, 2012).

Dans d'autres perspectives de la recherche, étudier un système, comprendre sa réaction suite à un élément perturbateur, c'est comprendre sa vulnérabilité. Dans cette logique la résilience englobe la vulnérabilité<sup>83</sup>.

Selon Serge Lhomme, les deux concepts se complètent et s'appliquent sur les systèmes techniques et sociaux. « *Les concepts de vulnérabilité et de résilience ne sont pas nécessairement opposés, aucun de ces deux concepts n'englobent l'autre et tous les deux s'appliquent aussi bien à des systèmes techniques que sociaux. Ainsi, les concepts de vulnérabilité et de résilience se recourent plus ou moins et il semble difficile d'établir des frontières claires et précises entre ces deux concepts. Quoi qu'il en soit, les réflexions sur ce binôme mettent en exergue les ambiguïtés soulevées par l'introduction de la résilience dans les cindyniques. Il semble alors intéressant de considérer l'introduction de la résilience dans les cindyniques comme une opportunité pour repenser le cadre théorique des risques* » (Lhomme S, 2011).

#### **II.1.2.4. Résilience et vulnérabilité, deux termes en croissance continue**

La résilience cherche à définir la durabilité et la persistance des capacités des systèmes, elle représente « *l'importance d'une perturbation qu'un écosystème peut encaisser sans changer de structure* » (Holling, 1973). En outre, elle vise à déterminer la temporalité pour un retour au fonctionnement ou le maintenir. « *La capacité intrinsèque des entreprises, des organisations et des communautés à retrouver un état d'équilibre* » (Paquet, 1999).

Plusieurs travaux portant sur le concept de la résilience sont élaborés à partir d'une bibliographie anglo-saxonne, par Aschan-Leygonie qui a réalisé une synthèse sur la résilience des systèmes spatiaux (Aschan-Leygonie, 2000), des ouvrages sont apparus, (Djament-Tran et Reghezza, 2012 ; Serre, Barroca et Laganier, 2012), des thèses en France (Lhomme S, 2011 ; Damien Serre, 2013 ; Toubin M, 2014), des séminaires et des conférences et la publication des articles dans de nombreuses revues traitant la thématique.

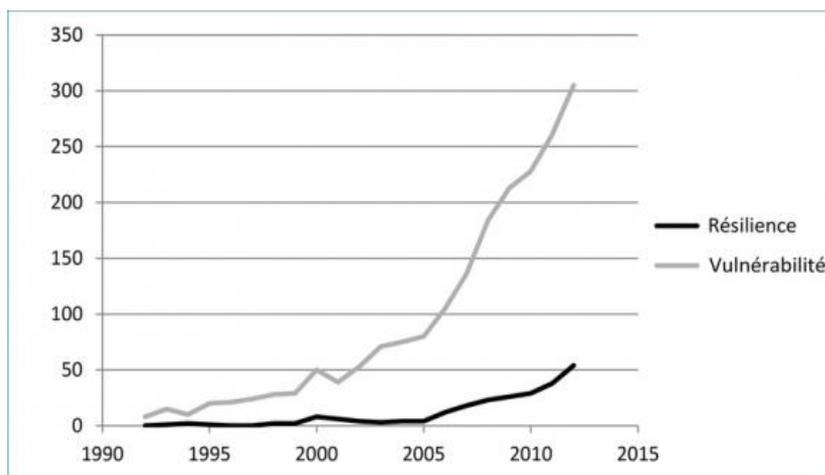
---

<sup>83</sup> La résilience comme outil de la gestion des risques est appliquée déjà par des agences de sécurité canadienne et néozélandaise.

Le concept s'est introduit rapidement dans le domaine de la géographie, l'aménagement et l'urbanisme (Reghezza M, 2013 ; Serre D, 2006 ; provitolo, 2009 ; Lhomme S et Laganier R, 2012), un concept à la mode, appelé par certains un « buzzword » (Comfort, Boin et Demchak, 2010). Une étude a été faite par (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al, 2013) dans laquelle ils ont évalué l'utilisation du concept résilience à partir de deux bases de données internationales en termes de publication d'articles : Web of sciences<sup>84</sup> traitant les publications scientifiques et Factiva<sup>85</sup> menant sur l'actualité.

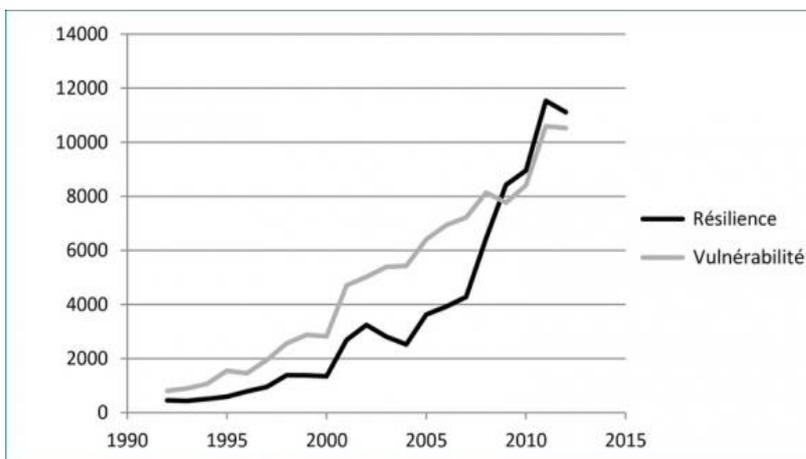
Les deux graphes traduisent le nombre d'article publié à partir d'un échantillonnage incluant les deux termes : résilience et vulnérabilité. Alors que, la ligne grise représente l'utilisation du terme vulnérabilité et la ligne noire indique l'utilisation du terme résilience dans le domaine de l'aménagement,

Graphe n°9 : Données issues de Web of Science



Source : Bruno Barroca, Maryline Dinardo et Irène Mboumoua, 2013

Graphe n° 10 : Données issues de la Base Factiva



Source : Bruno Barroca, Maryline DiNardo et Irène Mboumoua, 2013

de la géographie ou de l'urbanisme. D'après le premier graphe, le concept résilience s'est accentué à partir de 2005, tandis que le concept vulnérabilité connaît toujours son succès.

<sup>84</sup> Base de données scientifique donnant accès aux d'articles de plus de 10 000 revues multidisciplinaires (sciences et techniques, sciences économiques et sociales, sciences humaines, arts..) et de 120 000 actes de conférences.

<sup>85</sup> Base de données qui concerne l'actualité internationale donnant accès en texte intégral à une grande partie de la presse généraliste telle que Médiapart, Libération, Le Figaro, Les Echos, The New York Times, El País... et économique de plus de 150 pays.

L'ouvrage de Walker and Salt en 2006 « *Resilience thinking : sustaining ecosystems and people in a changing world* » a donné plus de triomphe au concept, de nombreux colloques<sup>86</sup> et congrès sont organisés à partir de 2010.

Les résultats de la base de données Factivia dévoilent l'emploi du concept vulnérabilité qui progresse toujours en ligne grise mais une croissance accélérée est observée pour le concept résilience en ligne noire et qui dépasse même le seuil de la ligne qui représente la vulnérabilité à partir de l'an 2010. Ce constat reflète la diffusion du concept résilience pour le grand public.

### **II.1.3. Résilience : vers une nouvelle vision des risques**

Les recherches sur les risques étaient toujours associées à la dimension sociale. Les débuts de l'histoire des risques a révélé que le risque naît de l'incapacité des enjeux à résister aux catastrophes, la fragilité des sociétés augmente la vulnérabilité et par conséquent, la capacité à faire face (Cardonna, 2003).

La vulnérabilité des villes doit être atténuée par une gestion efficace, et cela ne peut se faire qu'avec l'adoption des bonnes attitudes et des réponses adaptées aux facteurs de vulnérabilités (Lhomme S, 2011). Ce concept, par son évolution a montré la nécessité d'avoir les outils de réduction des risques qui ont fait appel à la naissance d'un nouveau concept « résilience » (Schelfaut et al, 2011).

Après l'ouragan de Katrina en 2005 à la Nouvelle-Orléans (qui a été une catastrophe en chaîne (ouragan, rupture de digue, problème de gestion de la crise), des études rétrospectives ont été effectuées par (Campanella, 2006), (Cutter *et al*, 2008) et (Maret *et al*, 2008, Hernandez, 2009) sur la résilience urbaine en insistant sur l'étude du rebond et le retour à la normale après une catastrophe.

#### **II.1.3.1 Résilience urbaine : émergence et genèse du concept**

Les catastrophes sont révélatrices de la vulnérabilité des villes (Dauphiné A, 2004). La résilience intervient sur les systèmes urbains, elle cherche à réduire les l'impact et les dommages. Elle repose sur le principe de l'impossibilité de réduire le risque à zéro, donc c'est la vulnérabilité qui ne peut être exclue.

Le terme de résilience vient du latin « Resilio » et signifie rebondir. (Dauphiné A et Provitolo D, 2007). Le concept est centré sur deux notions: « recovery » c'est la capacité de rebond et de

---

<sup>86</sup> En 2010 l'European Geosciences Union organise une session dans son congrès intitulée « Natural Hazard Resilient Cities ».

retour à la normal (Campanella, 2006), (Hernandez, 2009) et Absorption de l'évènement perturbateur (Holling, 1973 ; Carpenter et al., 2001 ; Gunderson et al., 2002 ; Walker et al., 2002).

La résilience « Mesure la capacité de tout ou d'une partie du système à absorber et à se relever de l'occurrence d'un aléa. (Klein, Nicholls et Thomalla, 2003) ».

Selon le Secrétariat de la Stratégie internationale de prévention des catastrophes de l'ONU, la Résilience est : « *Aptitude d'un système, d'une collectivité ou d'une société potentiellement exposée à des aléas à s'adapter, en opposant une résistance ou en se modifiant, afin de parvenir ou de continuer à fonctionner convenablement avec des structures acceptables. La résilience d'un système social est déterminée par la capacité de ce système à s'organiser de façon à être davantage à même de tirer les enseignements des catastrophes passées pour mieux se protéger et à réduire plus efficacement les risques* ». (ONU, 2004).

Il s'agit donc de ne « *pas associer la polysémie du concept uniquement à sa pluridisciplinarité. Le concept tend en effet à évoluer en même temps qu'évolue la conception des systèmes étudiés* » (Lhomme S, 2011). Cette figure n°17 résume les multiples acceptations du concept résilience :

**Figure n°17 : Les acceptations du concept de résilience**

<b>Théorique / Pratique</b>	<b>Stabilité (équilibre) / Persistance</b>	<b>Propriété / Processus</b>	<b>Antonyme vulnérabilité / continuité ou complémentarité</b>
Holling, 1973 ; Provitolo, 2009	Pimm, 1985 ; Dovers & Handmer, 1996 ; Sheffy, 2006 ; O'Rourke, 2007	Klein et al., 2003; Pelling, 2003	Folke et al., 2002, Dovers & Handmer, 1996 ; UNISDR 2005
Folke et al., 2002 ; Godschalk 2003 ; UNISDR, 2005	Holling, 1973 et 1996 ; Berkes et al., 2002 ; Walker & Salt, 2006	Manyena, 2006 ; Mc Entire et al., 2002	Cutter et al., 2008 ; Provitolo, 2009 ; Gallopin, 2006
<b>Résistance /Adaptation</b>	<b>Social /Physique</b>	<b>Systémique / Analytique</b>	<b>Positif /Neutre</b>
Mileti, 1999; Alwang et al., 2001	Mc Manus et al. 2008 ; Dovers & Handmer, 1996 ; Vale et Campanella, 2005	Berkes et al., 2002 ; Carpenter et al., 2001 ; Gallopin, 2006	Godschalk, 2003; Folke et al., 2002
Comfort, 1999; Dovers & Handmer, 1996; Fiksel, 2003	Cimellaro et al., 2010 ; Sheffy, 2006 ; O'Rourke, 2007 ; Bruneau et al., 2003	Cardona, 2003 ; Mc Manus et al., 2008	Klein et al., 2003 ; Boin et al., 2010

Source : Lhomme S, 2011

De ce fait, la résilience repose sur le cadre théorique dans une logique déterminée pour donner un sens à sa pratique. Selon Serge Lhomme « *pour être résilient, il faudrait être à la fois : résistant, flexible et adaptable ; redondant, diversifié et efficace ; autonome et dans une démarche collaborative ; capable d'apprendre du passé et de faire face aux incertitudes du futur* ». En revanche, cette polysémie est révélatrice d'ambiguïtés (Dauphiné A, Provitolo, 2009). La résilience urbaine signifie la capacité d'une ville à absorber et à récupérer sa fonction suite à une perturbation (Lhomme S, 2011).

### **II.1.3.2. La résilience comme alternative, une sémantique à exprimer**

Dans ses débuts, la résilience sociale s'est construite sur les mêmes critères de la vulnérabilité sociale, c'est-à-dire la capacité de la société à faire face, « *Il s'agit de la capacité des communautés humaines à supporter les chocs ou les perturbations externes et à se relever de telles perturbations* » (Adger, 2000). Puis elle s'est développée pour décomposer cette capacité en capacité d'apprentissage, d'absorption, de résistance, de récupération, etc. (Provitolo, 2009 ; Serre D, 2011 ; Lhomme S, 2012).

L'évolution de la résilience est différente et varie selon les approches (Timmerman, 1986 ; Dovers et Handmer, 1992 ; Dauphiné, 2004,). D'un côté la diversification du système est un facteur de résilience, de l'autre côté cette diversification peut au contraire augmenter sa vulnérabilité, un système rigide ne peut s'adapter à un aléa, donc il n'est pas résilient, comme il peut être résilient, étant rigide, en résistant à la perturbation. Cependant, mesurer la résilience s'avère compliquer malgré que la compréhension de son mécanisme paraisse facile (Dauphiné A, 2004). Pour Serge Lhomme « *la résilience apparaît comme un concept efficace pour décrire et expliquer a posteriori le comportement passé d'un système face à une perturbation. En revanche, le concept semble moins opératoire pour gérer le risque et anticiper sur une catastrophe à venir* » (Lhomme S, 2011).

### **II.1.3.3. Résilience et vulnérabilité, un développement des capacités**

Les sociétés sont considérées comme des écosystèmes menacées par des aléas. Dépasser leur vulnérabilité reste le souci de la résilience par l'amélioration de leurs capacités.

La ville cherche à réduire la vulnérabilité, tandis que la résilience joue sur la résistance et l'adaptation du système urbain. La résilience, dans ce sens, fait référence à la notion de « *recovery* » (Klein *et al*, 2003 ; Mayunga, 2007), elle admet que c'est les sociétés urbaines qui constituent la résilience en développant leur capacité sans penser la résilience comme une reconstruction (Campanella, 2006).

Le terme résilience souligne la capacité des systèmes à maintenir un équilibre quand ils sont soumis à une perturbation. Ces systèmes sont en mouvement permanent, ce qui permet leur évolution et leurs mutations sous l'effet des facteurs externes qui peuvent être des éléments perturbateurs (Larrère et Larrère, 1997). « *La résilience est la capacité d'absorber un choc tout en maintenant ses fonctions. Quand des changements se produisent, la résilience permet aux composantes du système de se renouveler et de se réorganiser.* » (Gunderson et Holling, 2002).

La réduction de la vulnérabilité implique une résilience du système avec une résistance au choc et un retour à la normale par le maintien d'un équilibre. La définition du seuil de cet équilibre est difficile à cerner ; à partir de là, la résilience apparaît comme une problématique difficile à mesurer (Dauphiné A, 2003).

## **II.2. La résilience une nouvelle porte incontournable dans la gestion de risques**

Les chercheurs tentent de définir une nouvelle démarche pour la gestion des risques incluant la résilience, celle-ci quant à elle, tend à s'adapter aux propriétés des systèmes exposés aux risques pour réduire leur vulnérabilité (Pasche *et al*, 2005). L'intégration du concept résilience dans la gestion des risques passe obligatoirement par l'étude des risques en milieu urbain et comprendre leurs actions. Pour se positionner, la résilience est soutenue par ses définitions transdisciplinaires adaptées à la particularité des risques (Lhomme S, 2011).

### **II.2.1. La résilience, un concept pour gérer les risques**

La résilience urbaine entre sérieusement dans la sphère de la gestion des risques en 2006 (Walker et Salt, 2006)<sup>87</sup>. Elle cherche à donner un paradigme à la gestion des risques (Lhomme S, Serre D, Diab Y, Laganier R, 2012). Le concept résilience est polysémique et pluridisciplinaire, il a été utilisé par les cindyniques dans le domaine de gestion des risques (Cutter et al, 2008). La résilience est considérée par certains chercheurs un concept « *favorisant les effets rhétoriques plutôt que la mise en place de théories ou de méthodologies* » (Lhomme, 2012). C'est pourquoi, il semble nécessaire d'étudier son rôle dans la gestion des risques « *pour être résilient, il faudrait être à la fois résistant, flexible, et adaptable ; redondant, diversifié et efficace ; autonome et dans une démarche collaborative ; capable d'apprendre du passé et de faire face aux incertitudes du futur. La résilience devient dans ce cadre une sorte d'autopsie discursive, un*

---

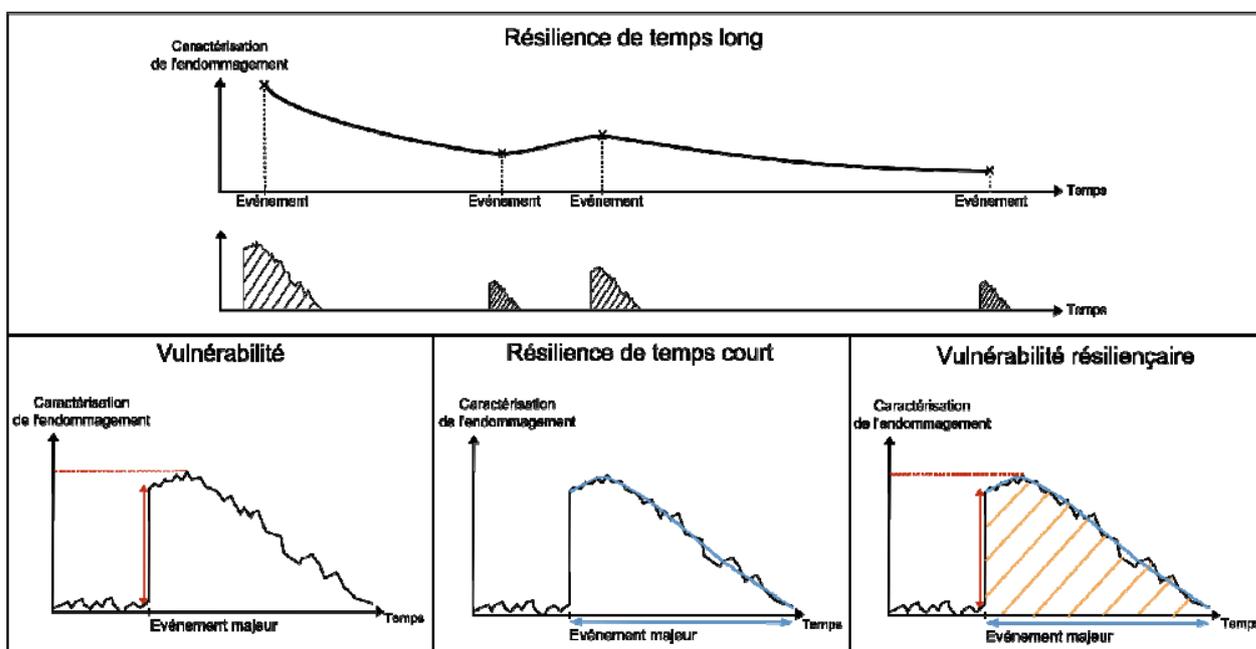
<sup>87</sup> Le livre « *Walker et Salt Resilience thinking :Sustaining ecosystems and people in a changing world* » explique la résilience dans la gestion des risques.

horizon d'attente qu'on espère atteindre sans réussir » (Lhomme S, Damien S, Diab Y, Laganier R, 2012).

### II.2.1.1. Le positionnement de la résilience et la vulnérabilité dans la gestion des risques

D'après la thèse de Serge Lhomme, la résilience urbaine peut être étudiée de deux manières : d'un côté, la résilience urbaine prend en charge la gestion urbaine des risques dans une approche intégrée, contrairement à la vulnérabilité ; de l'autre côté, la résilience urbaine est la capacité de récupération et de retour à la normal en s'appuyant sur des études d'impacts pour relater les réponses, dans le même sens du concept de la vulnérabilité. Les deux démarches nécessitent une analyse approfondie à des échelles spatiales et temporelles.

Figure n°18 : Processus de résilience et vulnérabilité



Source : Lhomme S, 2011

Comprendre la résilience d'un système c'est considérer ce concept en ses deux dimensions, sa capacité d'adaptation à une perturbation et le temps nécessaire pour retrouver l'équilibre (Lhomme S, 2011).

La résilience est représentée en deux temps :

- Temps court : correspond à la résilience du système suite à une perturbation en maintenant son fonctionnement malgré l'endommagement.
- Temps long : détermine la capacité du système à s'adapter aux risques, et de reconstruire en période normale.

Donc, la résilience s'exprime par l'adaptation à l'endommagement qui est représenté en ligne bleu (Lhomme S, 2012). A partir de ce constat, la résilience se distingue de la vulnérabilité, qui se concentre sur la mesure de l'endommagement. Cependant, à partir de la figure n°18, « *L'aire, représentée en orange sur le schéma, permet d'évaluer l'impact global de la perturbation correspondant à la vulnérabilité résilience du système. Cette évaluation tient compte de la vulnérabilité et de la résilience du système (concepts étroitement reliés)* ».

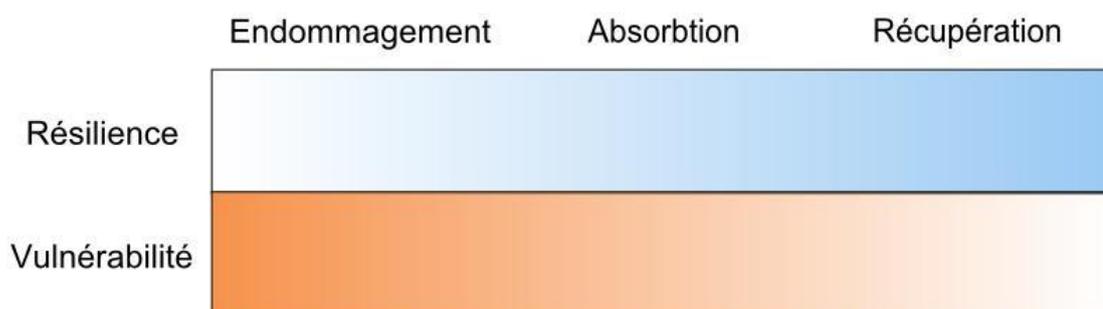
Donc, vulnérabilité et résilience se croisent au moment de l'endommagement par l'évènement majeur, ce qui donne lieu à une vulnérabilité résilience (Provitolo, 2009). La gestion des risques s'investit dans ce nouveau paradigme « *vulnérabilité résilience* » (Lhomme S, 2011).

La temporalité de la résilience est importante dans la gestion des risques. Un territoire exposé à un évènement majeur (aléa) en temps long implique une résilience adaptée pour réduire les impacts, ce qui paraît plus adaptable en développant l'apprentissage et la capacité du système qu'une résilience face à un aléa dans temps court.

#### II.2.1.1.1. La vulnérabilité résilience, un nouveau paradigme dans la gestion des risques

Ce nouveau paradigme place les deux concepts dans le même continuum et profite des potentialités des deux concepts en s'adaptant à l'échelle spatiale et temporelle<sup>88</sup>. De ce fait, la vulnérabilité résilience indique que les deux concepts se rencontrent au moment de la perturbation au système, ce qui est délicat de distinguer l'une de l'autre dans leurs processus (figure n°19).

Figure n°19 : Résilience et vulnérabilité dans un même continuum



Source : Lhomme S, 2011

« *Le recours au concept de vulnérabilité résilience (Provitolo, 2009) permet alors de caractériser l'ensemble des mécanismes dont résultent les impacts causés par la perturbation,*

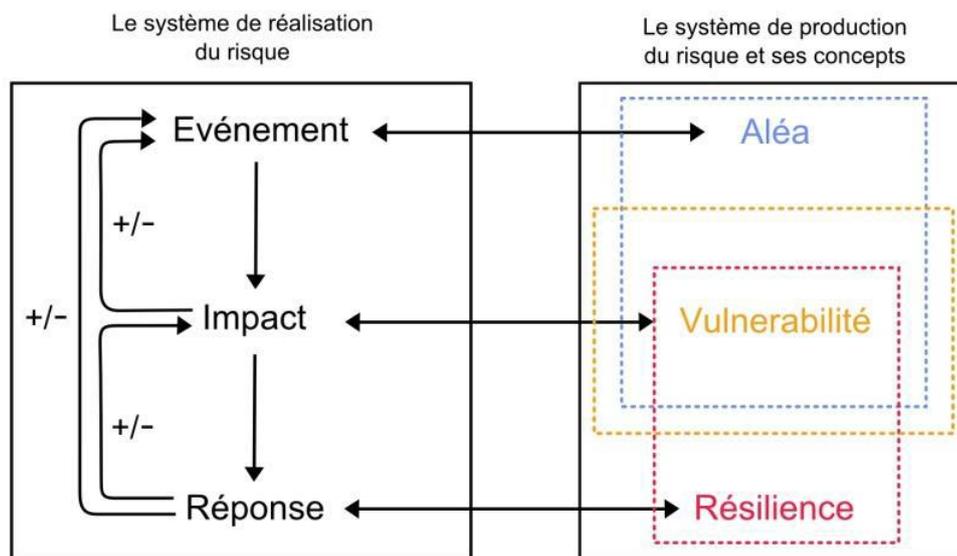
<sup>88</sup> La vulnérabilité résilience varie d'un territoire à un autre, selon les données du contexte géographiques, sociales, économiques,...

les impacts directs, les impacts indirects, la réaction du système, la remise en service...) » (Lhomme S, 2011).

Une étude fondée sur les spécificités du processus et l'établissement des scénarios possibles donne un regard clair sur cette combinaison entre vulnérabilité et résilience et optimise les stratégies d'atténuations afin de réduire les impacts face aux aléas perturbateurs (Provitolo, 2009). A partir de ce constat, il est impératif d'étudier les deux concepts ensemble, mais seulement les limites de chacun sont difficile à cerner.

### II.2.1.1.2. La formalisation des risques et résilience, un fondement dans la gestion des risques

Figure n°20 : Proposition d'un nouveau formalisme du risque



Source : Lhomme S, 2012

Pour s'adapter à une perturbation, la résilience vise l'enjeu qui doit avoir dans ses caractéristiques la possibilité d'accepter le changement en gardant ses fonctions. La mesure de cette possibilité veut dire mesurer la vulnérabilité.

La résilience urbaine permet la réduction de la vulnérabilité de la ville (Pelling, 2003). L'endommagement est défini dans cette vision comme l'impact d'un événement perturbateur pour lequel des réponses doivent être concrétisées. De ce fait, l'aléa produit dans un système urbain est analysé par la vulnérabilité urbaine ; celle-ci fait appel à la résilience pour décrire le processus du système et met en avant les scénarios pour la reconstruction.

« Pour cela, il semble nécessaire de s'appuyer sur une nouvelle formalisation du risque afin de distinguer, d'une part les concepts d'étude et d'analyse du risque (permettant d'étudier la production du risque) et d'autre part, les mécanismes de réalisation du risque qui offrent des

perspectives intéressantes en matière de gestion « praticienne » des risques, car elles auront un fort potentiel prédictif » (Lhomme S, 2011).

### II.2.1.2. La résilience dans la gestion des risques, une notion multidimensionnelle

La gestion des risques a fait émerger beaucoup de recherches et d'avancement. L'intégration du concept de résilience a induit son évolution, d'une gestion de la vulnérabilité socio-économique (Veyret I, 2004), à la recherche de nouveaux paradigmes pour la gestion des risques en changeant de regard, qui était basé sur l'endommagement (Gilbert, 2003 ; Gilbert, 2008), vers une résilience qui cherche à adapter les perturbations à son système et la participation de tous les parties prenantes (Dauphiné A et Provitolo, 2007 ; Lhomme S, 2011 ; Toubin M, 2014). « La résilience peut alors être vue comme un concept intégrateur dans lequel sont inclus de nombreux processus visant à améliorer la capacité d'un système à rebondir/repartir/renaître après un choc traumatisant » (Toubin M, 2014).

#### II.2.1.2.1. Les modalités de construction et de renforcement de la résilience

A partir de la pluralité de définition du terme résilience, une étude a été faite prenant en considération les définitions citées dans toutes les disciplines traitant la résilience, et a permis de dégager l'utilisation répétée de deux actions dans les propriétés de la résilience, qui sont applicables analogiquement dans le domaine de la sémantique des risques, à savoir : Absorption et récupération.

La résilience est « la capacité d'un système à absorber une perturbation et à récupérer ses fonctions à la suite de celle-ci » (Lhomme S, Serre D, Diab Y, Laganier R, 2012). Cependant il existe une nouvelle propriété tant cherchée par les scientifiques en essayant de développer la capacité des systèmes à s'adapter aux perturbations (Toubin M, 2014).

Tableau n°8 : L'occurrence des concepts utilisés pour définir la résilience

Notion	Nombre d'occurrences	Notion	Nombre d'occurrences
Adapt	2	Cope with	4
Absorb	1	Recover	8
Withstand	3	Maintain	1
Return	1	Bounce back	1

Source : Mayunga, 2007

- La capacité de la résilience à absorber les dysfonctionnements

L'absorption a la qualité d'assimilation et de ne pas s'opposer à l'aléa. Par l'absorption on accepte l'aléa et on cherche à l'assimiler pour qu'il fasse partie du système (Dauphiné A et Provitolo, 2007). Cette action pose le problème de l'endommagement car accepter l'aléa c'est accepter les dommages mais à un degré moindre. L'absorption se fait par l'analyse des alternatives qui permettent au système de fonctionner malgré les défaillances engendrées et de continuer à fonctionner même en étant dégradé.

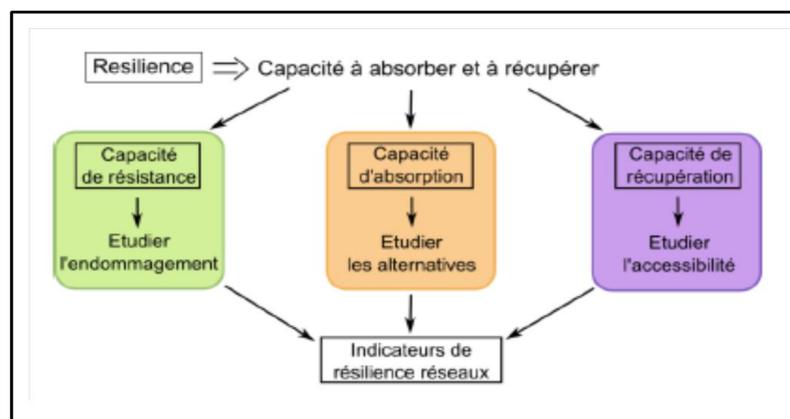
- Résilience et capacité de récupération

Cette deuxième caractéristique de la résilience confirme le constat qu'il faut accepter l'endommagement car « *les écosystèmes peuvent fluctuer* » (Holling, 1973), mais tout en restant fonctionnel. La récupération permet au système un retour à la normale ou une continuité dans le fonctionnement sans rupture mais en acceptant un endommagement. En effet, elle analyse l'accessibilité des composants responsables à la remise en service et qui peuvent subir des endommagements (Lhomme S, 2011).

- Résilience et capacité d'adaptation

Certains chercheurs ont parlé de la « résilience réactive » et la « résilience proactive », une société réactive développe sa résistance en continuité, une société proactive crée de nouveau système adapté aux changements (Dovers et Handmer, 1992). La résilience s'intéresse aussi à la capacité d'apprentissage et d'anticipation des sociétés à résister à la perturbation (Gunderson et al, 2002 ; Davidson-Hunt et al, 2003; Brand et al, 2007). « *c'est d'une part la capacité d'une ville à fonctionner alors que certains des composants du système urbain sont perturbés, d'autre part la capacité de la ville à se reconstruire (retrouver ses fonctions ou les adapter) à la suite de cette perturbation* » (Lhomme S et al, 2010).

Figure n°21 : Les capacités à étudier pour analyser la résilience des réseaux techniques



Source : Lhomme S, 2011

Il en ressort que la résilience cherche à développer ses capacités en adaptant le système à l'endommagement tout en gardant ses fonctions. Ces propriétés ont été étudiées avec Serge Lhomme et Damien Serre et Mari Toubin dans leurs thèses dans laquelle ils ont essayé de montrer la possibilité des réseaux techniques à fonctionner en mode dégradé par la recherche d'un état acceptable rapidement.

#### **II.2.1.2.2. La résilience dans les pratiques d'aménagement, pour la gestion des risques**

Les retours d'expériences ont montré la diffusion des risques dans le système et leurs interactivités qui font appel aux différents secteurs urbains (économiques, sociaux, environnementaux, etc.).

La gestion des risques urbains implique la participation et la collaboration de tous les acteurs dans le processus (société, collectivités locales, pouvoirs publics, industriels, etc.). De ce fait, le choix d'une politique d'aménagement du territoire doit intégrer des décisions collectives quant aux questions des risques urbains. La résilience prend en charge l'action des acteurs et leur rôle dans le système urbain pour réduire la vulnérabilité et renforcer leur intervention (Toubin M, 2014).

L'échange des savoirs et des connaissances est impératif dans la thématique des risques urbains. Un diagnostic du contexte urbain permet d'engager une politique <sup>89</sup>qui tient compte du développement urbain en intégrant les dynamiques urbaines et les risques auxquels le système est exposé. Intégrer le risque au territoire fait partie des pratiques récentes de l'urbanisme où la résilience paraît mieux adaptée que la vulnérabilité (Provitolo, 2009) afin de dépasser l'urbanisme traditionnelle portant sur les normes et le zonage et aller vers un urbanisme intégrant les interférences et les synergies du système urbain (Reghezza M, 2006; November V, 2008).

#### **II.2.1.3. La résilience urbaine, des projets en faveur de la gestion des risques**

Dans l'exemple des recherches sur la résilience urbaine face aux inondations (Zevenbergen *et al*, 2011), (Resilience Alliance, 2007), (UNISDR<sup>90</sup>, 2002) des projets prennent comme axe de recherche comme suit :

- FloodResilienCity, ce projet mesure la résilience de la ville par rapport à sa capacité à résister et à fonctionner en prenant en compte les dimensions techniques et opérationnelles.

---

<sup>89</sup> Le projet Flood Resilient City montre que des expériences associant architectes, futurs habitants, collectivité locale, experts et chercheurs existent en Europe.

<sup>90</sup> UNISDR: United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

• FloodProBE, s'appuie sur les systèmes d'informations géographiques et en considérant le génie urbain et le génie civil dans la recherche (Serre D, 2011). La résilience face aux risques se réalise dans un processus intégrant les différentes phases des risques de l'amont à l'aval, inspiré du modèle du projet FloodResilienCity.

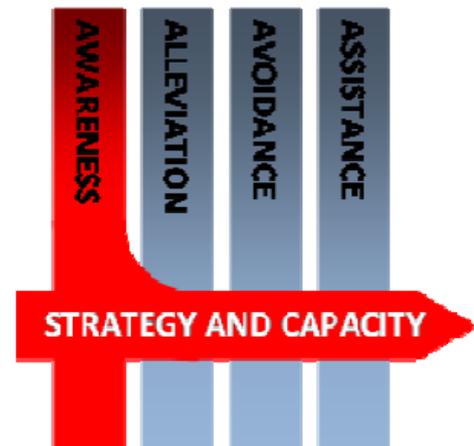
**Awareness** : la première étape consiste à sensibiliser la société urbaine et construire un apprentissage aux risques adaptés, incluant ainsi les consignes d'alerte et de sécurité.

**Avoidance** : par l'intégration des risques dans la planification urbaine permettant de réduire les risques.

**Alleviation** : penser à réduire les impacts par des mesures structurelles.

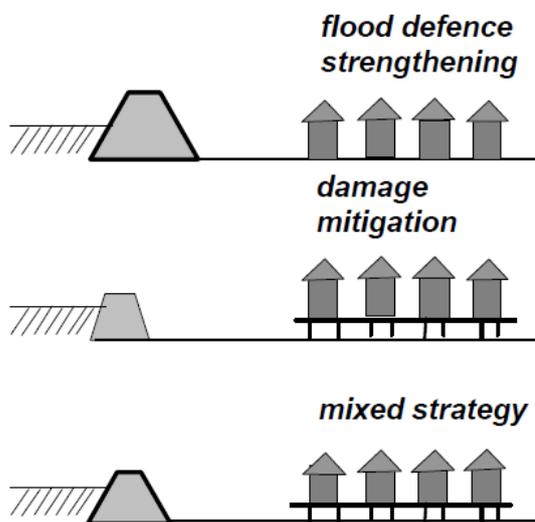
**Assistance** : se préoccupe de la gestion des secours, qui vise l'organisation avant et au moment de la crise.

Figure n°22 : Principe projet FloodResilienCity



Source : Serre D, 2011

Figure n°23 : La stratégie de résilience urbaine dans le projet FloodProBE



Source : Van, 2008

Le modèle du projet de FloodProBE adopte les mesures de résilience (les ouvrages de protection dans le cas des inondations) fondées sur les capacités de résistance d'absorption et de récupération (Lhomme *et al*, 2010). Damien serre, dans sa thèse, propose de combiner entre les 2 projets en intégrant dans la résilience les dimensions techniques et organisationnelles.

## **II.2.2. L'évaluation de la résilience urbaine : de la représentation à l'action**

L'évaluation de la résilience nécessite des études rétrospectives pour une vérification et une amélioration de ses mesures. La complexité du concept résilience paraît dans sa richesse de définitions qui comporte plusieurs concepts et qui varie en termes d'interprétation des relations entre ses notions expliquant ses perturbations, transformation, apprentissage et de la réadaptation du système (Brand et Jax, 2007).

### **II.2.2.1. Des critères indispensables pour mesurer la résilience**

La résilience de la ville dépend des indicateurs de mesure et du périmètre d'analyse (Toubin M, 2014). Pour être opérationnelle, la résilience cherche à identifier à partir des retours d'expérience des indicateurs déterminant la capacité du territoire à faire face aux catastrophes. Ces indicateurs varient à l'échelle spatiale et temporelle et sont différents d'une ville à une autre.

Ces indicateurs peuvent avoir plusieurs origines<sup>91</sup> : économiques, techniques, sociaux, etc. Cette distinction permet de discerner les territoires pour lesquels la résilience doit être améliorée, des réponses sont à envisager par le biais des décisions appropriées grâce aux indicateurs de résilience.

Ces indicateurs changent avec la nature de l'aléa (naturel, industriel, anthropique) et le contexte urbain (densité urbaine, présence d'infrastructure, réseaux, etc.). De ce fait, le diagnostic du système urbain évalue sa vulnérabilité et les possibilités d'améliorer sa résilience. Ils peuvent être le niveau d'apprentissage de la population, le nombre de lit à l'hôpital, le plan de secours, les espaces d'accueils des sinistrés et leurs approvisionnements, etc.

### **II.2.2.2. La résilience urbaine, d'une théorie à la pratique**

La résilience se veut opérationnelle dépassant l'idéologie des discours et la sémantique à un concept pratique. La variété de ses définitions lui confère divers méthodologies d'application selon les chercheurs. Cependant « *Il n'existe pas une résilience mais des résiliences face aux catastrophes* » (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al, 2013).

La résilience doit répondre aux questions : est-ce que l'adaptation du territoire aux risques est possible ? La résilience des systèmes implique-t-elle une organisation particulière ? Quelles sont les modalités à mettre en œuvre pour avoir une résilience ?

---

<sup>91</sup> Les économistes prennent comme indicateur le PIB ou le classement dans la hiérarchie mondiale pour voir la position de la ville avant et après la catastrophe.

« Ainsi, selon les différents acteurs, la conception de la résilience peut renvoyer à des situations antagonistes qui questionnent la notion notamment en fonction de son objectif. L'impasse actuelle s'ancre dans la déconnexion entre, d'une part, une mesure coercitive fondée uniquement sur une évaluation de l'aléa et, d'autre part, des représentations personnelles du danger qui sont dynamiques dans le temps et différenciées en fonction des histoires personnelles, de sa culture du risque » (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al, 2013).

Il s'agit de débattre collectivement la résilience face aux risques urbains (Toubin M, 2014). Approcher les risques par la résilience consiste à réduire la vulnérabilité par des mesures préventives et de chercher les procédures à entreprendre dans l'organisation des dynamiques et des pratiques urbaines pour améliorer la gestion.

La sectorisation des enjeux et des acteurs urbains sont un frein pour la gestion des risques. La résilience vise à étudier les stratégies d'adaptation et de récupération du système urbain par un réaménagement de l'organisation territoriale<sup>92</sup>.

### **II.2.2.3. Les facteurs de la résilience, des performances à retenir**

La résilience possède des facteurs qui jouent en faveur de ses capacités, en effet « La résilience est un concept à trois dimensions. La première a trait à l'ampleur et à la fréquence des perturbations. La deuxième relève des propriétés de la structure du système qui jouent plus ou moins en faveur de sa résilience. Enfin, interviennent en troisième lieu les choix plus ou moins individuels des acteurs lorsque le système est confronté à une perturbation. » (Aschan-Leygonie, 1998).

- **L'intensité et la fréquence de la perturbation :**

Tout phénomène perturbateur est caractérisé par son intensité et sa fréquence, l'absorption du choc n'est pas la même pour un enjeu soumis à des événements différents.

- **Les propriétés structurelles de l'enjeu :**

Les enjeux urbains ont des capacités structurelles différentes, ces propriétés (exemple : physique) lui procurent la possibilité de s'adapter à l'évènement destructeur. Ajoutant à cela, que les caractéristiques de son environnement influent sur sa résilience.

---

<sup>92</sup> Le PPR plan de prévention des risques est remis en cause du fait qu'il sépare entre les risques et l'aménagement et invite à penser la prévention et la gestion indépendamment de l'aménagement urbain

- **Les acteurs du système et leurs comportements**

Par leurs réactions, les comportements individuels ou collectifs augmentent ou diminuent la résilience, ainsi que les décisions prises par les acteurs responsables à la gestion des risques agissent sur le bon déroulement et la résistance face à l'aléa.

#### **II.2.2.4. Résilience urbaine: une criticité des enjeux**

La résilience urbaine se fonde sur des actions nécessaires pour la gestion des risques. Le système est ainsi évalué à partir de l'identification de la criticité de ses composants (habitations, infrastructure, etc.). De ce fait, la hiérarchisation de ses critères peut être définie comme suit: Il s'agit de considérer la santé et la sécurité des citoyens par l'évaluation des effets sur la population (le nombre de décès, nombre de blessés, atteintes morales et psychiques, etc.); l'économie comme critère qui menace le développement des villes. Les coûts économiques peuvent être évalués par les pertes et atteintes au système urbain, sa structure et son environnement, et estimer les déficits pour maintenir la résilience dans la ville pour gérer les risques urbains. La gouvernance porte sur les efforts fournis par les acteurs responsables de la sécurité de la ville (pouvoirs publics, collectivités locales, industriels, etc.). Il y a lieu de prévoir les décisions importantes et une politique de gestion afin d'établir les mesures quant à la protection du système urbain (Lhomme S, 2011).

#### **II.2.2.5. Différents échelles pour mesurer la résilience des systèmes**

Le concept de résilience rentre dans le cadre pratique par les politiques de gestion qui tentent de mesurer la résilience des systèmes urbains sur différents échelles sociales, urbaines (l'échelle de la ville, l'échelle du quartier et du bâtiment, etc.) ou à l'échelle de l'aléa (comme le cas du bassin versant pour l'aléa inondation) (Serre D, 2013).

##### **II.2.2.5.1. La résilience à l'échelle de l'aléa**

La résilience englobe tous les risques présents dans la ville pour permettre une gestion globale. Les catastrophes démontrent la résilience des systèmes, cette dernière peut être évaluée à posteriori (Vale & Campanella, 2005).

##### **II.2.2.5.2. La résilience à l'échelle urbaine**

- **Echelle du bâtiment :**

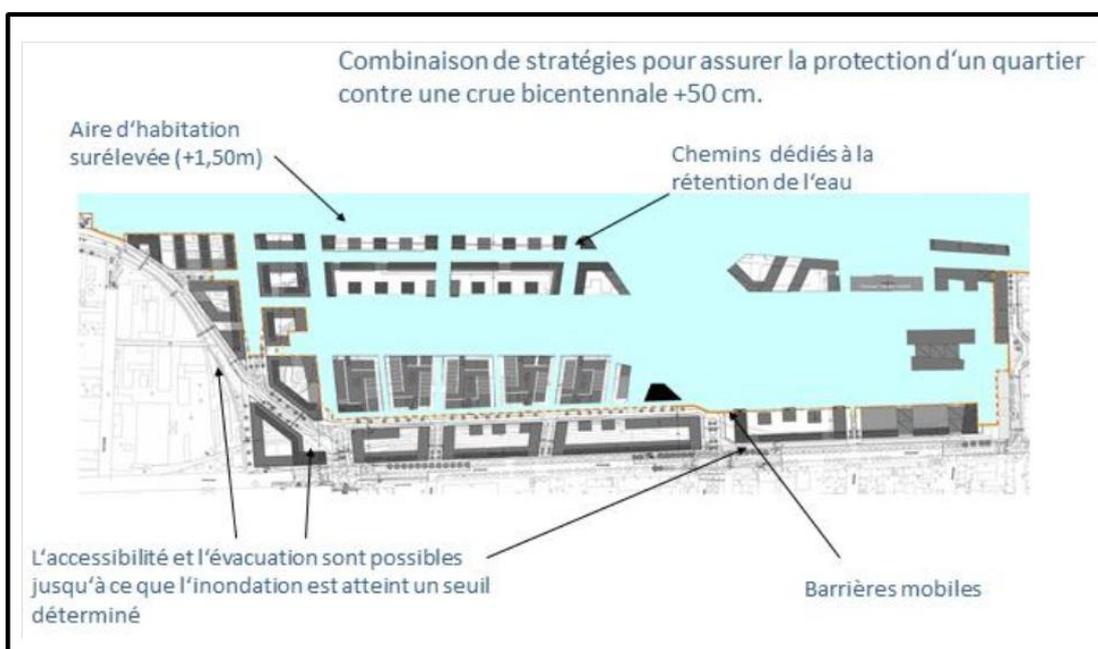
La gestion du risque intègre la résilience de la grande échelle (échelle de l'urbanisme) jusqu'à l'échelle du bâti (échelle de l'architecture) pour minimiser les dégâts. La résilience étudie la structure du bâti et sa capacité d'adaptation pour déceler l'impact en cas d'évènement

perturbateur. En outre, une stratégie de résilience implique de prévoir des mesures préventives spécifiées aux aléas et adaptées à l'échelle du bâtiment.

- **Échelle du quartier :**

Cette échelle mesure la gestion des risques pour avoir des « quartiers résilients », (es initiatives vont dans ce sens tels que l'écoquartier, quartier durable, quartier intelligent, cette échelle invite plusieurs chercheurs à travailler leur problématique à l'échelle d'un quartier plus réduit que la ville, en interrogeant l'aménagement et les spécificités du quartier. Cette échelle « ne peut apparaître alors que positive concernant la gestion des risques » (Lhomme S, 2011). Le but est de chercher une acceptabilité en adaptant entre l'urbanisation et les risques.

Figure n°24 : Quartier résilient à Francfort



Source : Serre D, 2005

Cet exemple montre la stratégie employée dans le cas du risque d'inondation par l'utilisation des barrières mobiles et des routes pour la rétention d'eau.

- **Echelle de la ville :**

Un nouveau label rentre dans le domaine de l'aménagement et l'urbanisme « ville résiliente » (Provitolo, 2009). Cette expression désigne un caractère de force pour la ville en améliorant ces réponses en cas de catastrophes, la résilience prend en charge tous les aspects et les spécificités de la ville, elle les étudie dans un système cohérent, visant à mettre les mesures de gestion dans une étude globale (Mayena, 2006).

La résilience du système dépend de la probabilité des perturbations, de ses impacts (économiques, sociale, fonctionnels,...) et le temps de rebond et de retour à la normale. « La

résilience d'une ville sera jugée à travers différents filtres mentaux, conditionnés à la fois par le type de formation professionnelle et l'attachement personnel à la ville des évaluateurs. Les économistes chercheront la restauration des activités économiques, les planificateurs du secteur des transports mesureront les flux de trafic local et régional, les architectes se préoccupent de la cicatrization des paysages urbains et de la construction de nouveaux bâtiments et monuments commémoratifs, les psychologues, les religieux et les enseignants évalueront le bien-être émotionnel des populations » (Campanella et Vale, 2005)

### II.2.2.5.3. La résilience à l'échelle sociale

Quelle que soit l'échelle urbaine, la population est un enjeu important dans la résilience face aux risques et joue un très grand rôle dans la gestion.

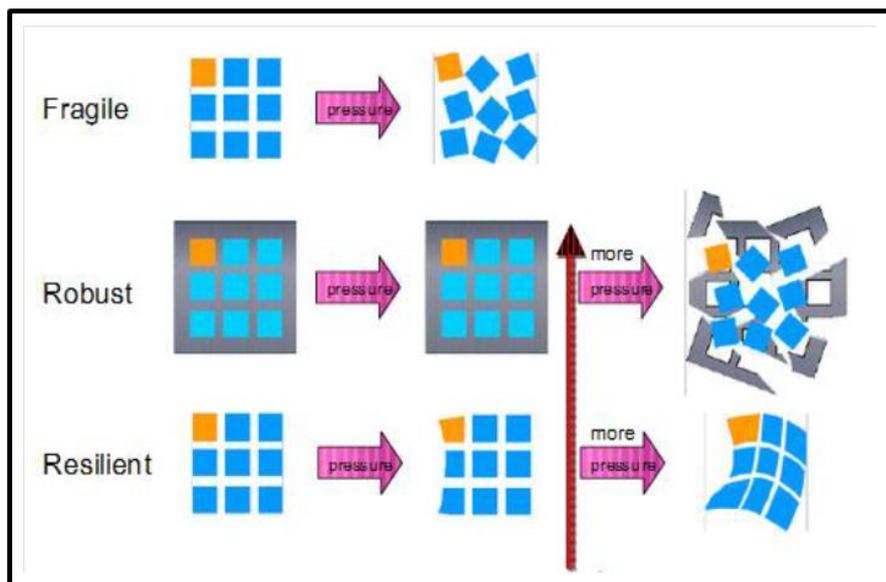
La résilience de la société urbaine est fondée sur la culture du risque qui inclut le degré de sensibilisation, l'information de la population (Ashley et al, 2012), la connaissance des consignes de sécurité et la capacité d'apprentissage de la population face aux risques urbains. La mémoire collective permet de mieux gérer les risques dans les catastrophes futures et de minimiser les dégâts (Boin et al, 2010). La société possède des capacités différentes, c'est pour cela qu'une qu'un approfondissement sur la hiérarchisation sociale (selon la catégorie d'âge, niveau d'instruction, chômage, etc.) s'impose.

### II.2.2.6. La résilience urbaine : diverses réponses

Les risques menacent tout l'équilibre du système urbain. Les impacts se ressemblent au niveau mondial en touchant les mêmes aspects et ayant les mêmes facteurs déclencheurs.

Cependant, ils varient dans l'importance et selon les réponses des différents contextes urbains (Galland, 2010). Ses réponses qualifiées de « génériques » (Lhomme S, 2011) dépendent de la politique de gestion choisie et de la pertinence des mesures envisagées.

Figure n°25 : La résilience des infrastructures exposées au choc



Source : Théron, 2011

Il ressort que le système réagit de façon différente, celui-ci dépend de ses capacités à encaisser la perturbation (Théron, 2011), « *Un système résilient se déformera sans se rompre quels que soient les événements perturbateurs* » (Lhomme S, 2011).

La gestion des risques est basée sur la résilience organisationnelle, technique, économique, etc., des interdépendances du système urbain (Lhomme S, 2011).

### **II.3. Stratégies et politiques de gestion des risques**

La gestion des risques fait appel aux multiples secteurs de la ville (politique, économique, social, sanitaire, scientifique ...) pour s'impliquer dans son processus afin de prévoir tous les moyens dans l'objectif de réduire les dangers auxquels la ville est soumise. « *Saisir la ville dans toute sa complexité et tous ses paradoxes, notamment sa relation complexe avec les éléments « naturels »*, tel est un des enjeux majeurs d'une gestion des risques modernes » (Lhomme S, 2011).

#### **II.3.1. La gestion du risque dans le monde, la recherche d'une efficacité à tous les niveaux**

Le risque existe en ville et nous devons vivre avec (Zimmerman E-P, 2003). Accepter sa survenance est le début de sa réduction (Hubert E, 2003). Cependant, ce degré d'acceptabilité varie avec l'intensité de ces risques et la capacité des sociétés à résister face à ces phénomènes. « *Dans un premier temps, la concentration actuelle sur la gestion des risques en milieu urbain est interrogée, puisque la relation entre les risques et les villes se révèle ambiguë* ». (Lhomme S, 2011)

Pour cela, et après l'étude des risques, un ensemble de mesures pour prévenir et protéger les biens et les personnes exposés sera l'intérêt auquel la gestion du risque va évaluer sa pertinence et développer ses mécanismes.

##### **II.3.1.1. Les mécanismes de la gestion des risques**

###### **II.3.1.1.1. L'évaluation de la gestion du risque, pour une meilleure anticipation**

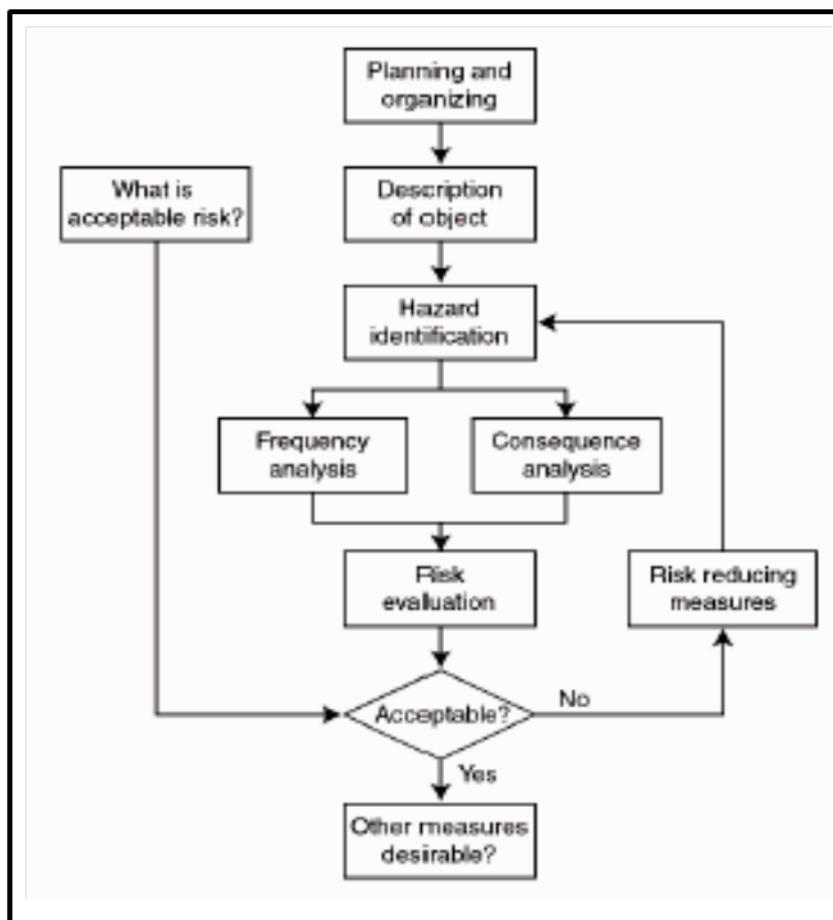
La gestion en tant que tel inflige une organisation, qui est remise en question du fait de l'incertitude de la probabilité liée aux évaluations du risque, et doit déboucher sur des décisions éminentes quant à l'avenir du territoire vulnérable.

L'évaluation de l'aléa repose sur l'identification de l'aléa et sur son impact sur le système urbain. La spatialisation des aléas et leurs impacts sont primordiaux pour comprendre l'importance du phénomène sur les enjeux urbains.

La vulnérabilité se place dans cette optique pour estimer les facteurs déclenchant et favorisant l'apparition des risques. Elle s'imprègne de la territorialisation de l'impact pour quantifier le

risque. La détermination de la vulnérabilité urbaine est décisive car sa modélisation contribue dans la gestion des risques.

Figure n°26: Analyse et évaluation du risque : acceptabilité du risque



Source : Vatn, 2004

### II.3.1.1.2. Prévission, prévention, protection et mitigation : des principes à développer

La gestion des risques se fonde sur plusieurs principes, à savoir :

**La Prévission**<sup>93</sup> : consiste à prévenir contre un risque, elle permet de collecter les informations sur les risques et les identifier pour étudier les probabilités de leurs survenances.

**La Prévention**<sup>94</sup> : suite à la prise de conscience des risques, des mesures de prévention peuvent être prises pour réduire la vulnérabilité, le retour d'expérience des événements passés sera une leçon pour l'avenir afin de mettre en œuvre les scénarios pour protéger les enjeux humains et matériels. Cette étape est considérée comme la phase de préparation avant la catastrophe pour instaurer une véritable culture du risque (Beck E, 2006).

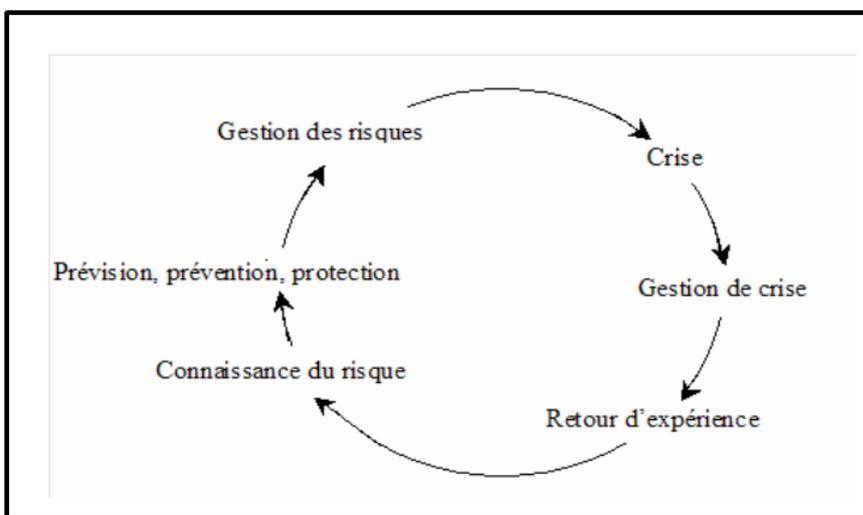
<sup>93</sup> La Prévission : c'est prendre connaissance de l'avenir.

<sup>94</sup> Prévention : c'est des mesures pour empêcher l'avènement d'un risque ou de l'atténuer.

**La protection**<sup>95</sup> : c'est l'ensemble de mesures visant la protection des biens et des personnes, ces mesures peuvent être techniques (construction des digues dans le cas des inondations, construction parasismique dans le cas des séismes) ou organisationnelles (l'évacuation des personnes, les espaces d'accueils des sinistrés).

**La mitigation**<sup>96</sup> : il s'agit là de l'atténuation du risque jusqu'à son acceptabilité, l'impossibilité du risque zéro implique la réduction de la vulnérabilité et l'aléa pour avoir le moins des dommages possibles. Donc, dans de ce cas on ne s'oppose pas au risque mais plutôt le risque est intégré dans la planification pour anticiper sur le danger qu'il présente; tel est l'objet de la résilience (Lhomme S, 2012).

Figure n°27 : Relation entre risque et crise



Les mesures de ces principes détermineront les scénarios possibles pour réduire la vulnérabilité, le choix d'un scénario est l'équivalent d'un modèle de gestion où il y aura le moins d'endommagement (social, économique, environnemental, ...).

Source : Veyret, 2004

### II.3.1.2. Processus de gestion des risques : une évaluation exhaustive et continue

La gestion des risques explore les aléas affectant la ville et les enjeux exposés pour anticiper une démarche nécessaire afin d'atténuer les dégâts probables. Elle vise à classifier les risques, étudier leurs fréquences et intensités, leurs probabilités ainsi qu'à hiérarchiser les enjeux de la ville (humains, matériels, environnementaux,...) pour prévoir les moyens nécessaire de prévention et de protection.

#### II.3.1.2.1. Cycle de la gestion des risques, une succession impérative

La gestion des risques est un processus qui s'articule en 3 temps et passe par trois étapes :

<sup>95</sup> Protection : consiste aux dispositifs pour protéger contre un évènement dangereux

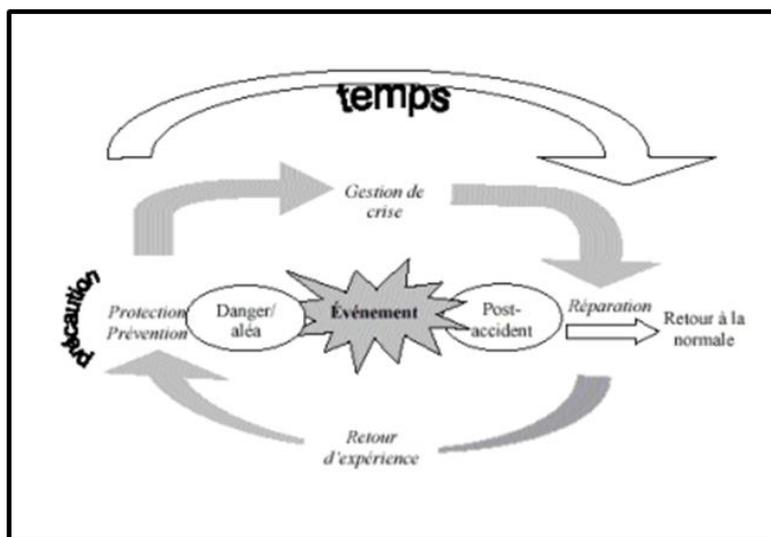
<sup>96</sup> Mitigation : Adoucissement.

Avant la catastrophe, la gestion en amont par la prévision, prévention et préparation, en mettant en œuvre les mesures nécessaires d'atténuation des risques

Pendant la catastrophe, la gestion dans cette phase par l'intervention et les opérations de protection et de sauvetage, en mettant en place les plans de secours et l'organisation de l'évacuation.

Après la catastrophe, la gestion en aval par l'établissement des enseignements à partir du retour d'expérience, c'est le retour à la normale et l'évaluation de la catastrophe.

Figure n°28: Temporalité de la gestion des risques



Source : Glatron S, 2004

La planification anticipée pour gérer les situations d'urgence est importante et décisionnelle dans la prévision des risques et leur prévention<sup>97</sup>, elle requiert une gestion stratégique dans le temps et dans les mesures envisagées.

### II.3.1.2.2. Les marches de la gestion des risques

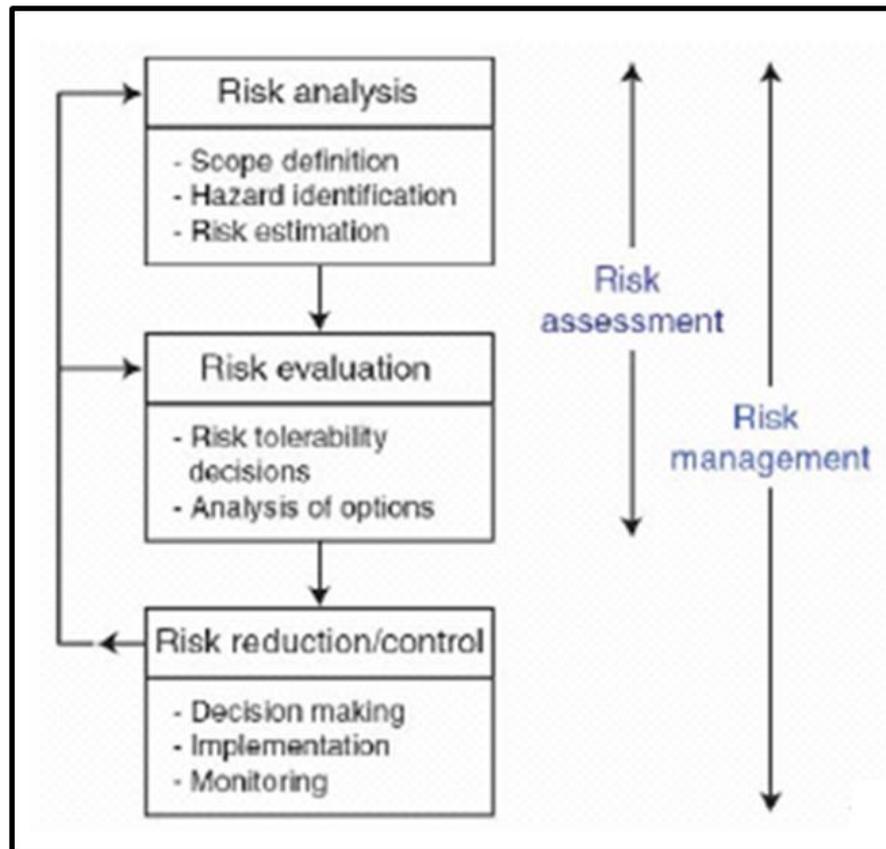
La gestion du risque bute sur la réduction de la vulnérabilité et par l'augmentation de la résilience. Elle s'opère dans les différentes phases des risques en amont, pendant et en aval. Ces phases varient selon les approches et les chercheurs (Vatn, 2004 ; Zihri, 2004), etc. La gestion des risques a été définie « comme activités coordonnées visant à diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque » (Zihri, 2004).

Selon Vatn, la gestion des risques se fait en 3 temps (Vatn, 2004):

- L'analyse du risque : c'est comprendre les risques dans leurs intensités, fréquences et probabilités et prendre connaissance des enjeux exposés.
- L'évaluation du risque : consiste à apprécier la vulnérabilité dans toutes ces dimensions (sociales, économiques, environnementales).
- La réduction du risque : c'est la stratégie adoptée et les décisions prises pour prévenir et atténuer le danger.

<sup>97</sup> Prédire les probabilités d'occurrence et prévoir les mesures préventives.

Figure n°29 : Processus de gestion des risques



Source : Vatn, 2004

Selon Zihri, elle se fait de la manière suivante (Zihri, 2004) :

- L'appréciation du risque : qui passe par une analyse du risque (il s'agit d'identifier les aléas probables) et une évaluation du risque par l'estimation de son acceptabilité.
- Le traitement du risque : c'est l'ensemble de mesures qui visent à réduire les risques

Les mesures proposées par Zihri se focalisent sur l'acceptabilité du risque et le partage d'informations entre les différents acteurs, des décideurs à la population concernée, par contre Vatn insiste sur l'identification des facteurs de vulnérabilité des enjeux exposés dans tous ses aspects (Figure n°29).

#### II.3.1.2.3. La gestion des risques : plusieurs phases pour une meilleure préparation

- **La prévention : pour une meilleure anticipation des risques**

La prévention est une alternative incontournable dans la gestion. Elle s'applique à différentes natures des risques survenus dans un espace urbain. Plusieurs phases se succèdent, où, le manque

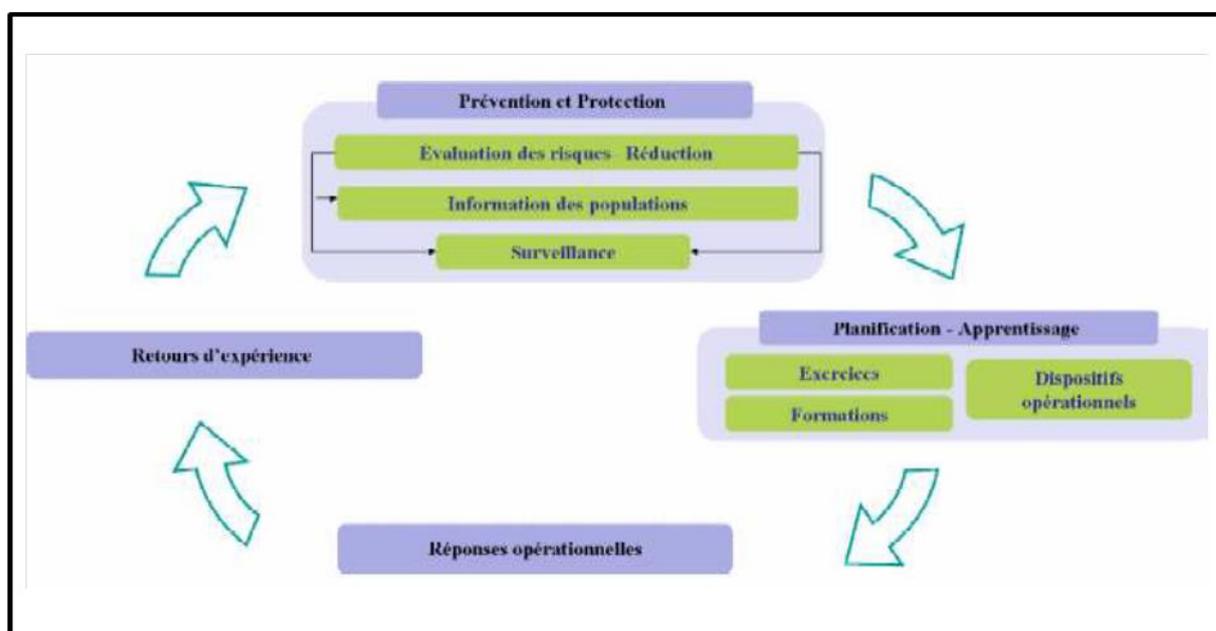
d'un élément<sup>98</sup> cause l'altération du processus de gestion et endommage le système urbain par conséquent.

Dans la première phase, il est préconisé: d'identifier et comprendre les aléas, d'étudier les risques et leur importance, d'évaluer la vulnérabilité des territoires exposés<sup>99</sup>. Dans la deuxième étape, il s'agit de réduire la vulnérabilité par des mesures préventives<sup>100</sup> et de prendre en charge les risques dans les plans d'urbanisme et dans la planification urbaine.

- **La préparation à la crise, pour mieux réagir**

Après avoir pris connaissance des risques, il est fondamental de prévoir les mesures nécessaires pour face aux risques en deux phases distinctes:

Figure n°30 : La boucle de la gestion des risques



Source : M'sellem H, Alkama Dj, 2009

La première phase concerne l'organisation des secours et la gestion de la crise. Dans l'impossibilité du risque Zéro, il faudra s'adapter à la catastrophe et minimiser les dégâts, par : Le maintien d'une vigilance afin d'être prêt à la soudaineté des aléas par des mesures de précautions, l'information de la population (la prise de conscience de la population et leur mobilisation aide à avoir les bonnes attitudes pour savoir gérer la situation de crise), la répartition des rôles des acteurs concernés selon la hiérarchie et les domaines spécialisés<sup>101</sup>. En

<sup>98</sup> La méconnaissance et le manque d'information sur les risques aggrave la situation.

<sup>99</sup> Plus les enjeux sont importants plus le risque est grand.

<sup>100</sup> Par la réalisation des barrières de protection des risques ou l'évacuation de la population en cas des risques désastreux.

<sup>101</sup> Organiser les échanges d'information entre acteur et la distribution des tâches pour gérer la situation.

revanche, il s'agit d'assurer les moyens d'alerte<sup>102</sup> et de secours<sup>103</sup>, et prévoir les lieux de localisation des espaces d'accueils des sinistrés et de cellule de crises (poste de commandement) hors de la zone à risque.

Dans la deuxième phase, le passage à la situation normale<sup>104</sup> est accompagné de nouvelles conditions pour assurer l'approvisionnement, la prise en charge médicale et psychologique des sinistrés, et la reconstruction des dommages parvenus sur l'habitat, les infrastructures et le relogement des sinistrés.

### II.3.1.3. Politique de gestion des risques urbains, une démarche recherchée

La gestion des risques urbains cherche une efficacité. Les moyens varient selon la démarche choisie et les mesures adoptés. Ainsi les décisions prises doivent être rationnelles permettant une politique judicieuse. La politique de gestion des risques maintien des dispositifs et des outils préventifs. Elle repose sur des aspects fondamentaux (techniques, financiers, sociaux) pour anticiper les risques et prévenir la population.

La politique de gestion des risques auxquels les territoires sont exposés varie (Beck U, 2006), sa stratégie est fondée sur :

- L'identification des risques par une classification (selon leur nature et importance) et des mesures à entreprendre pour faire face à l'échelle locale.
- L'évaluation des risques par les inventaires<sup>105</sup>, l'observation et la surveillance<sup>106</sup>, la modélisation<sup>107</sup>, les simulations<sup>108</sup> des scénarios possibles et l'intervention prévue.

#### II.3.1.3.1. Les outils de la politique de prévention dans la gestion des risques

Les pays développés se sont dotés d'une politique de prévention dont les principes sont basés sur :

- **La réduction à la source :** L'anticipation des risques passe obligatoirement par une connaissance des aléas générateurs de risques, leur identification et l'étude de leurs spécificités.

---

<sup>102</sup> Il faudra planifier la transmission de l'alerte par le biais des outils technologiques de communication afin d'organiser le sauvetage et l'évacuation des sinistrés et le passage des informations entre les acteurs concernés et la population.

<sup>103</sup> Le sauvetage se fait en deux temps par : l'action sur l'aléa lui-même pour réduire les dégâts et l'évacuation et la protection des victimes.

<sup>104</sup> L'amélioration de la gestion des risques repose sur le retour d'expérience afin d'intégrer les leçons dans ses mécanismes.

<sup>105</sup> Les inventaires peuvent être les rapports d'études et les statistiques concernant les risques

<sup>106</sup> La surveillance est assurée par les outils technologiques comme les stations, les satellites et la appareils adaptés à chaque risque (données météorologiques, sismologiques,...

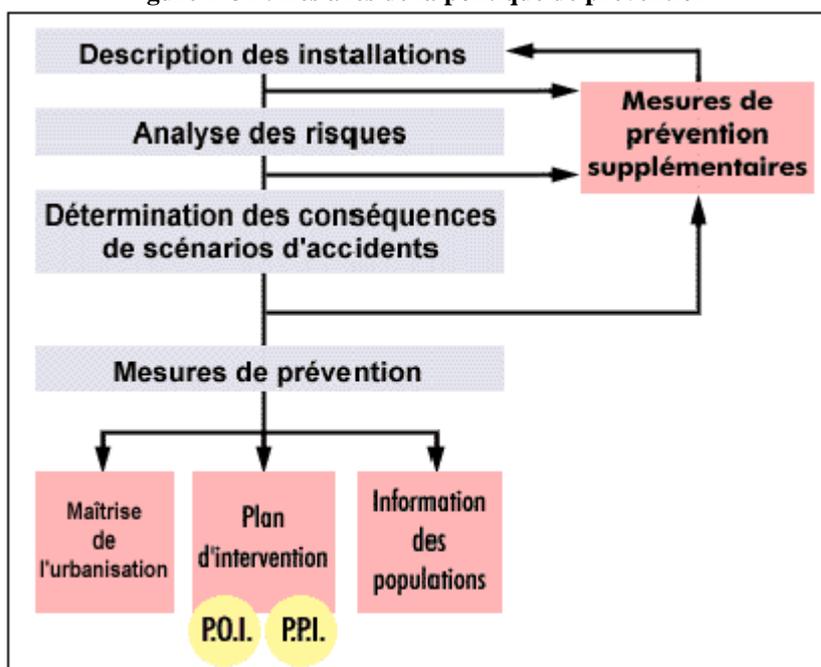
<sup>107</sup> Elle permet de reconstruction de la catastrophe par le biais des scénarios possibles pour comprendre le processus.

<sup>108</sup> Elle se fait par des maquettes pour estimer les dégâts potentiels.

La réalisation des études de danger consiste à étudier les risques et leur délimitation sur le territoire exposé et les dispositifs pour atténuer la vulnérabilité. L'élaboration d'un cadre réglementaire permet de fixer les moyens de contrôle des dispositifs de prévention.

- **L'organisation des secours** : par l'alerte, l'établissement des plans, et les moyens de secours.
- **La maîtrise de l'urbanisation** : par la limitation de l'urbanisation dans les zones à risques et prendre les mesures nécessaires (expropriation, délaissement, etc.).
- **L'information de la population** : par la sensibilisation et leurs participation dans des exercices appelé Simulacre afin d'améliorer leur réaction en cas de sinistre.

Figure n°31 : Les axes de la politique de prévention



Source : Zimmerman E-P, 2006

Cependant, l'application de cette politique a eu certaines lacunes, car elle ne prend pas en considération la complexité du tissu urbain et les liens entre ses composants et par la sectorisation des facteurs de risque. Elle néglige la vision globale qui étudie l'ensemble des enjeux dans un système, où, l'implication et la hiérarchie des acteurs des secteurs concernés pour une collaboration efficace sont de mise.

### II.3.1.3.2. La politique de gestion, plusieurs contraintes à confronter

La politique de gestion des risques se heurte avec plusieurs obstacles dans plusieurs aspects, comme suit :

- Aspects Scientifiques : par les limites floues des concepts adoptés, les scénarios prévus, les aléas inconnus.
- Aspects Financiers : les couts des dispositifs de préventions et de protection.

- Aspect Politique : les décisions prises qui ne sont évaluables jusqu'après la catastrophe, la non communication entre les acteurs représentant les pouvoirs publics influence sur les réponses à envisager.
- Aspect Social : l'information de la population, leur degré d'apprentissage et l'impossibilité d'entrevoir leurs réactions<sup>109</sup>.

Dans toute politique, les parties prenantes responsables de la gestion des risques s'accordent sur les décisions les plus convenables pour diminuer la vulnérabilité. Cependant, il est à noter que dans le cas d'un risque majeur, (Ouragan, Tsunami, etc), pour protéger la population, d'autres mesures préventives sont à prévoir (comme l'évacuation de la population loin du territoire à risque est indispensable)<sup>110</sup>.

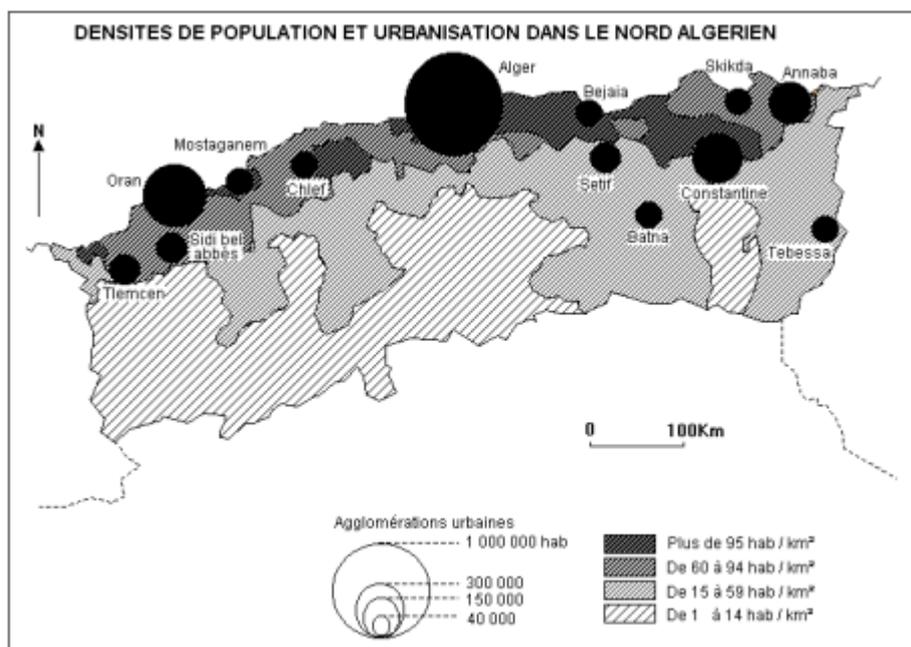
### II.3.2. La gestion des risques : quelles stratégies en Algérie ?

La problématique des risques en Algérie est accentuée par l'urbanisation qui ne cesse de s'accroître sur des terrains à risques (CNES, 2003). Des inquiétudes des pouvoirs publics et de la population augmentent de jour en jour sur la question de la gestion de ces risques.

#### II.3.2.1. L'Algérie et les risques : la gestion est inéluctable

Les villes Algériennes, à l'instar des villes du monde, ont connu ce phénomène de croissance urbaine accéléré surtout après l'indépendance<sup>111</sup>. L'urbanisation des villes a pris plusieurs formes et directions sans une planification établie au préalable défigurant ainsi le

Figure n°32 : Une urbanisation massive dans le nord algérien



Source : Boulkaibet A, 2009

<sup>109</sup> La peur peut influencer leur comportement même s'ils sont bien informé sur les risques

<sup>110</sup> Plus d'un million d'habitant sont évacués avant l'arrivée de l'ouragan d'Irma en septembre 2017.

<sup>111</sup> Accentuer par l'exode rural vers les villes.

paysage urbain et altérant le développement des villes<sup>112</sup>.

Le nord Algérien est le plus exposé au risque parce qu'il concentre la plus grande partie de la population Algérienne<sup>113</sup> sur un territoire sismique<sup>114</sup> et menacé par des mouvements de terrains et des inondations. Des mesures ont été prises face à ces phénomènes<sup>115</sup>, mais le bilan des catastrophes ne cessent d'augmenter et de terrifier la population urbaine. Ces risques insoupçonnés préoccupent tous les acteurs de la ville<sup>116</sup>; une prise en charge pertinente est indispensable.

Devant l'importance des risques, la nécessité d'appréhender les catastrophes à travers une gestion efficace est incontournable. Il y a lieu de mettre l'accent sur l'anticipation des risques et leur appréciation qualitative et quantitative.

### II.3.2.1.1. Problématique des risques en Algérie

L'Algérie, comme d'autres pays du monde, n'échappe pas au fléau des risques urbains. Ces risques sont présents dans plusieurs villes de façons différentes, tandis que les conséquences se ressemblent dans les dégâts économiques, humains et environnementaux.

Tableau n°9 : Les différents risques en Algérie selon leur temporalité

	Evolution lente	Evolution rapide	Cyclique ou chronique
Risques naturels	sécheresse	Séismes Inondations Glissement de terrains Tempêtes de sables	Sécheresse Inondations
Risques causés par l'homme	Sécheresse Terrorisme ou conflits violents	Accidents de toutes nature Maladies contagieuses Conflits violents	Conflits violents

Source : Brinis Hamouda Abida, 2009

Quatorze risques ont été recensés sur le territoire Algérien. Dans les risques naturels, on distingue : le séisme, les inondations, les mouvements de terrains, les vents violents, la

<sup>112</sup> Un étalement urbain qui s'est développé sans viabilisation et sans même un raccordement aux réseaux et parfois même avec des constructions précaire sous la forme des bidonvilles.

<sup>113</sup> Les 2/3 de la population sont installées sur le littoral.

<sup>114</sup> Dont l'intensité est élevée avec de nombreuses failles actives.

<sup>115</sup> La maîtrise de l'urbanisation sur les sites à risques pose une grande problématique dans les villes Algérienne, Boulkaïbet Aïssa, 2011.

<sup>116</sup> L'obligation d'inculquer une culture du risque et dépasser l'insouciance et le fatalisme qui caractérisent la société Algérienne

sécheresse, les feux de forêts et le risque acridien. Dans la typologie des risques industriels, nous citons : Les incendies et explosions, les catastrophes maritimes, les catastrophes ferroviaires et routières, les catastrophes aériennes, les risques radiologiques, les pollutions et les catastrophes biologiques. En outre, il existe une classification selon l'article 10 de la loi du 04-20 comme suit : les risques majeurs (les séismes et les risques géologiques, les inondations, les risques climatiques, les feux de forêts, les risques industriels et énergétiques, les risques radiologiques et nucléaires), les risques portant sur la santé humaine, les risques portant sur la santé animale et végétale, les pollutions atmosphériques, telluriques, marines ou hydriques, les risques de catastrophes liées à des regroupements humains importants.

#### **II.3.2.1.2. La gestion des risques : un schéma à trois phases**

Quel que soit le risque, sa gestion doit être rapide et adaptée pour atténuer les dégâts humains, matériels et fonctionnels.

- **1ere phase : Secours, urgence, sauvegarde**

Dans la période post-événement qui est précédée d'une période de vigilance, la durée s'étend de quelques heures à quelques jours avec comme première actions l'alerte et l'information, les premiers secours passent en priorité par les intervenants (services de secours et commune).

- **2eme phase : Post-urgence**

Cette période débute après la phase urgence, elle dure de quelques jours à quelques semaines, il s'agit de de soutenir et d'accompagner la population par la commune et les associations<sup>117</sup>.

- **3eme phase : le retour à la normale**

La phase post-urgence, dont sa durée varie (de déterminée à indéterminée), C'est l'étape pendant laquelle la commune et les services de l'état ont comme action l'accompagnement et la reconstruction. Après la catastrophe, de nouvelles mesures sont à prévoir quant à la réhabilitation des constructions endommagées, l'indemnisation des victimes et une rétrospective pour tirer les enseignements pour le futur.

#### **II.3.2.1.3. Les mesures structurelles de la gestion des risques**

L'Etat veut instituer une réelle culture du risque par le biais d'information et de formation<sup>118</sup> qui sont proclamer par la loi du 04-20, visant une meilleure connaissance des risques ; la collaboration dans l'élaboration des plans de prévention et de gestion des risques, et la participation dans les exercices de simulations des catastrophes.

---

<sup>117</sup> Dont on cite l'exemple des interventions du croissant rouge.

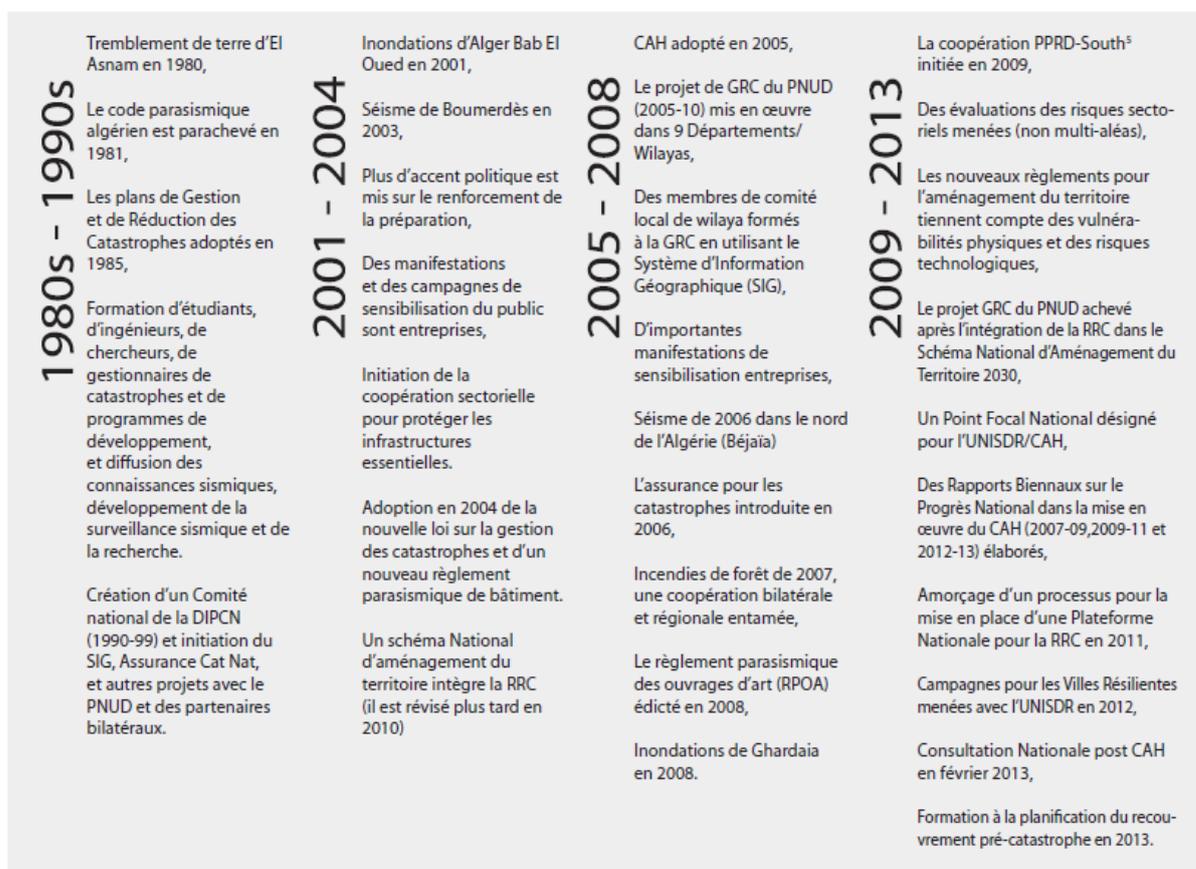
<sup>118</sup> Par le biais des campagnes de sensibilisation et par la formation du personnel vis-à-vis la question des risques.

L'information<sup>119</sup> et la formation en matière de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes sont accompagnées par l'organisation du processus de réparation des dommages, par l'installation des institutions spécialisées<sup>120</sup> et la préparation des réserves stratégiques<sup>121</sup> pour la prise en charge des catastrophes. L'indemnisation des victimes dépend du système d'assurances et de la législation en vigueur.

### II.3.2.2. La recherche d'une efficacité politique, entre acteur et réglementation

Un survol dans la chronologie du processus de la gestion des risques est synthétisé par cette figure :

Figure n°33 : Une vision chronologique sur la réduction des catastrophes en Algérie



Source : UNISDR, 2013

La vulnérabilité des villes Algérienne vis-à-vis des risques qui l'encourent ne cesse de croître. Pour cela, l'Algérie s'est doté d'une politique nationale à l'égard de la gestion des risques.

<sup>119</sup> L'information du public sert à éviter les circonstances aggravante causées par l'urbanisation sur des sites dangereux, pour cela, une commission composée du wali, des représentants des APC et des directeurs exécutifs ainsi que d'experts, est organisée dans chaque wilaya afin de veiller au respect de la réglementation concernant les activités économiques à risques majeurs (proximité des installations dangereuses).

<sup>120</sup> Les institutions spécialisées représentées par la Délégation Nationale aux risques majeurs.

<sup>121</sup> Les réserves stratégiques sont : les tentes, les chalets, les vivres, les médicaments, de l'eau, etc.

Évidemment à l'image des autres pays, elle participe aux accords internationaux<sup>122</sup> pour la réduction des risques dont les rapports sont établis par l'UNISDR, d'autres rapports faits tous les deux ans sur l'application du cadre d'action Hyogo<sup>123</sup> par le gouvernement Algérien.

### II.3.2.2.1. stratégies des acteurs et outils de la gestion des risques

La stratégie de la gestion des risques implique une prévention des risques qui consiste à mettre les dispositifs nécessaires pour réduire la vulnérabilité et atténuer les dégâts possibles. Elle est fondée sur les règles relatives à la nature du risque « *En d'autres termes ce sont toutes les mesures visant à ce qu'un phénomène prévisible ne se transforme en catastrophe* »<sup>124</sup>. La gestion de l'évènement par un système planifié comporte plusieurs outils :

Un plan général de Prévention (PGP)<sup>125</sup> est élaboré pour chaque risque majeur, il doit délimiter les zones exposées à l'aléa et il fixe les mesures nécessaires pour atténuer la vulnérabilité.

L'Etat a engagé un outil indispensable à l'organisation des secours (ORSEC), cet outil est régi par une réglementation<sup>126</sup> qui a été réviser plusieurs fois et porte sur la réduction des dégâts humains et matériels, ainsi que la préservation des infrastructures et du patrimoine. Pour cela l'organisme responsable à l'opérationnalisation de ce plan est la protection civile qui emploie des efforts incommensurables dans leurs missions. Il ressort qu'une hiérarchie existe pour prendre en charge la catastrophe de la commune à la wilaya puis au niveau national<sup>127</sup>.

Après les inondations de Ghardaïa en 2008 L'Etat a établi une cellule de crise nationale au niveau du Ministère de l'Intérieur et avec la collaboration des Collectivités Locales qui a comme rôle d'assurer la liaison entre les différents ministères pour le secours et de faciliter de coordonner et d'informer les intervenants sur l'état de la crise, la gestion et la communication des renseignements sur l'évacuation la population.

Il existe des plans orsec : nationaux, inter-wilaya, de wilaya, de commune et des sites sensibles.

La hiérarchie des intervenants est en fonction de l'importance du risque. Ce plan implique la

---

<sup>122</sup> La collaboration du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et le PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement) dans la constitution d'une convention de partenariat pour le renforcement des capacités nationales d'analyse des facteurs de vulnérabilité liés aux risques et catastrophes naturelles en Algérie. Ces projets, cofinancés par le PNUD permettront de déterminer les zones de vulnérabilité à travers le pays.

<sup>123</sup> Il porte sur l'évaluation de la réduction des risques en proposant des objectifs stratégiques, en classant les priorités d'action et en prévoyant des perspectives futures.

<sup>124</sup> <http://www.interieur.gov.dz>

<sup>125</sup> Le PGP détermine les zones non aedificandi et les zones déjà existantes avant la promulgation de la loi.

<sup>126</sup> Le dispositif général d'organisation des secours est régi par deux textes dans les décrets n°85-231 et 85-232 promulgués le 25 août 1985. Le premier fixe les conditions d'organisation et de mise en œuvre des interventions et des secours en cas de catastrophe, et le second est relatif à la prévention des risques.

<sup>127</sup> Dans le cas où la catastrophe dépasse les capacités de la wilaya (avec l'intervention du Centre National d'Aide à la Décision CNAD attaché au Ministère de l'Intérieur).

participation des plusieurs acteurs : collectivités locales, pouvoirs publics, industriels, protection civile et même des représentant de la société civile. Le plan ORSEC a comme tâche le sauvetage et l'évacuation des personnes, prévoir les espaces d'accueils des sinistrés et leur approvisionnement. Ce plan ORSEC est organisé en trois temps : La phase d'urgence de secours, la phase d'évaluation et la phase de reconstruction.

En outre, il existe pour les établissements classés à risques le plan particulier d'intervention (PPI)<sup>128</sup> dont il a pour objet d'analyser les risques et mettre en vigueur les mesures nécessaires d'alerte et de secours pour chaque zone industrielle et de sensibiliser la population exposée. Le plan interne d'intervention (PII)<sup>129</sup> qui contient les dispositifs de prévention et les moyens pour la prévention, fixe les procédures de gestion des risques ainsi que l'élaboration de l'étude de danger (ED) qui est un document contenant l'identification et la prévision des risques et constituant une pièce juridique pour l'autorisation à l'exploitation.

#### **II.3.2.2.2. Une législation pour réglementer la politique de gestion des risques**

Après les multiples catastrophes qui ont frappé l'Algérie, le pays s'est engagé dans la constitution d'une réglementation traitant la question des risques majeurs. Les pouvoirs publics ont déployé des efforts et des moyens pour la prise en charge des risques des catastrophes qui ont engendré d'importants préjudices humains et matériels. La réglementation est établie pour couvrir les différents aspects de la gestion des risques (annexe n°3), et ayant pour objectif principal de guider les actions des acteurs concernés pour une meilleure intervention et prise en charge des catastrophes. Ces lois sont renforcées par d'autres lois et des décrets pour clarifier les dispositifs et les mécanismes pour leur application.

La politique a connu une évolution après le retour des expériences par la réalisation de nouveaux dispositifs réglementaires et législatifs:

Juste après le séisme de Chlef en 1980, l'Etat a promulgué deux décrets en 1985 portant sur la prévention des catastrophes et l'organisation des secours.

Après le séisme de Boumerdes en 2003 et l'explosion de Skikda en 2004, ces catastrophes ont montré la nécessité d'instaurer une nouvelle politique par la promulgation de la loi 04-20 relative à la prévention et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable et par la mise en disposition de nouvelles mesures parasismiques dans les territoires exposés au séisme.

---

<sup>128</sup> Le PPI est élaboré par le Wali et les services déconcentrés.

<sup>129</sup> Le PII et les études de dangers sont élaborés par l'établissement industriel.

### II.3.2.2.3. Les principaux acteurs dans la stratégie de la gestion des risques

Les institutions responsables de la gestion des risques sont :

- **Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)**<sup>130</sup> chargé de la protection de l'environnement, et a pour objet le suivi et l'évaluation des études d'impacts et de dangers, de définir les règles et les nomenclatures quant aux contrôles des sources de dangers (installations industrielles).

- **L'Inspection de l'Environnement de Wilaya (IEW)**<sup>131</sup> elle assure le contrôle d'application de la réglementation vis-à-vis de la gestion des risques et la protection de l'environnement, et définit les zones à risques potentiels dans le territoire de la Wilaya.

- **La direction de la protection civile**<sup>132</sup> : elle pour mission la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement, elle prévoit aussi l'organisation des secours en cas de risque majeur<sup>133</sup>. Elle comporte 5 directions : la direction de la prévention qui est chargée d'étudier et de définir la réglementation, les risques majeurs et les statistiques et les informations utiles et assurer le contrôle des normes dans les différents secteurs; la direction de l'organisation et de la coordination des secours qui est chargée de planifier et de coordonner les opérations de secours ; la direction des personnels et de la formation qui a pour rôle d'évaluer et d'organiser les ressources humaines et leurs perfectionnements ; la direction de la logistique et des infrastructures qui prévoit les programmes de financement des infrastructures de la protection civile et de contrôler leur gestion et les besoins recensés.

### II.3.2.3. L'Algérie Résiliente : un saut dans la gestion des risques

L'Algérie s'est inscrite dans la politique de résilience contre les catastrophes par son adhésion à l'UNISDR dans l'accomplissement de l'objectif de l'étude de la réduction des risques de catastrophes (RRC), l'implication de tous les secteurs pour la considération des risques permet d'intégrer cette étude dans la réalisation de l'agenda du développement durable. Le pays centre ses efforts sur le renforcement de la résilience par trois moteurs essentiels : la volonté politique et les capacités institutionnelles, l'engagement sectoriel précoce et les partenariats régionaux et internationaux.

---

<sup>130</sup> Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a été créé en 2000.

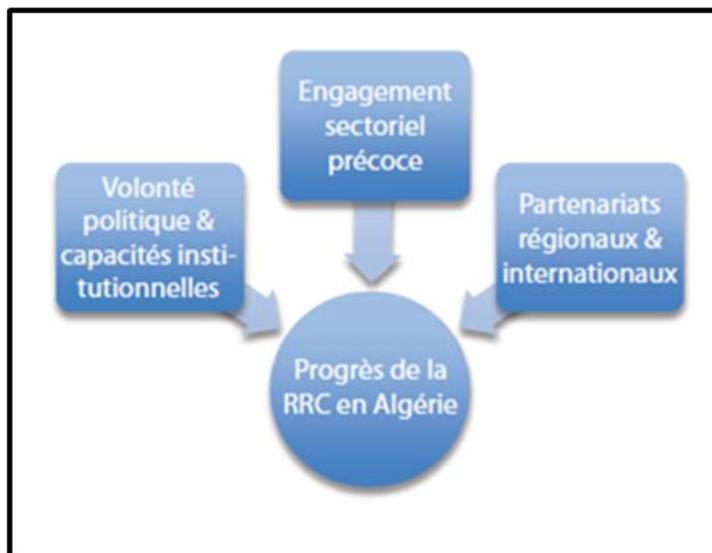
<sup>131</sup> A été créée par le décret 96-60 du 27 janvier.

<sup>132</sup> Elle est régité le décret N° 91/503 du 21 Décembre 1991.

<sup>133</sup> Cas des risques naturels ou industriels, des établissements recevant le public, des immeubles de grande hauteur, les risques des regroupements humains, etc.

La volonté politique<sup>134</sup> s'exprime dans le développement des capacités institutionnelles dans deux pistes: dans la préparation, la réponse et le recouvrement contre les catastrophes ; et dans les technologies de recherche, de surveillance, d'évaluation et de communication dans l'étude des catastrophes.

Figure n°34: Moteurs de progrès de la RRC



Source : UNISDR, 2013

Une collaboration entre les différents secteurs<sup>135</sup> est engagée suite aux catastrophes de Bab El Oued en 2001 et le séisme de Boumerdes en 2003. De ce fait, chaque secteur s'investit dans la recherche et de la formation du personnel. Selon le rapport d'étude « L'Algérie résiliente » 15 secteurs travaillent en commun pour effectuer des études et mettent en avant les mesures de prévention dans un canevas spécial et précis (UNISDR, 2013).

Le partenariat du gouvernement Algérien avec le PNUD<sup>136</sup> s'est matérialisé en 2005 par le projet<sup>137</sup> : «Renforcer les capacités nationales pour l'analyse des vulnérabilités et des risques relatifs aux catastrophes naturelles » (UNISDR, 2013), en 2007 et 2008, ce projet a conduit à une formation des membres du comité de la wilaya pour la réalisation des cartes des risques par le biais des systèmes géographiques afin de promouvoir une gestion locale des risques.

#### II.3.2.4. Des lacunes et des défaillances : les défis de la gestion des risques pour aboutir à une résilience

Malgré les efforts fournis en matière de gestion des catastrophes, *«il reste beaucoup à faire afin que l'Algérie réduise les vulnérabilités et construise une plus grande résilience aux*

<sup>134</sup> Cette volonté politique s'est concrétisée dans l'adoption de la loi du 04-20 en 2004 sur la Prévention des Risques Majeurs et la Gestion des Catastrophes dans le cadre du développement durable et par l'intégration de la RRC dans le Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT), et dans la création de la Délégation Nationale aux Risques Majeurs mise en place en 2012.

<sup>135</sup> La Délégation Nationale aux Risques Majeurs assure la coordination entre les différents secteurs.

<sup>136</sup> PNUD : Programme des nations unies de développement.

<sup>137</sup> En 2005 pour traiter les facteurs de vulnérabilité dans cinq Wilayas. L'année suivante, ce projet s'est étendu à neuf Wilayas, en analysant les vulnérabilités, en cartographiant les risques à travers les systèmes d'information géographique, et en sensibilisant les collectivités et les responsables locaux aux risques. Cette cartographie est en cours de réalisation, elle sera utilisée pour le SNAT (Schéma National d'aménagement du territoire 2030).

*catastrophes* » (UNISDR, 2013). Plusieurs initiatives sont à développer et qui touchent les aspects suivants :

- Le renforcement des dispositifs de communication des informations sur la réduction des risques et les stratégies de prévention « *La société civile demeure sous engagée en raison des contraintes liées aux ressources et aux capacités* » (UNISDR, 2013).
- Malgré la présence des plans ORSEC, les mesures de prévention et d'organisation des secours restent noir sur blanc. Le plan ORSEC est jugé ancien et nécessitant une réadaptation aux conditions nouvelles (économiques, sociales, urbaine). Les interventions et les secours sont jugés inefficaces, marqués par une désorganisation dans l'absence d'un véritable plan *ORSEC*<sup>138</sup>, qui est censé prendre en charge l'alerte, la prévention et l'intervention. Cependant ces volets sont négligés et basés sur des schémas superficiels. La répartition des responsabilités est souvent imprécise afin d'éviter tout chevauchement dans les prérogatives lors des sinistres. Les textes qui régissent le plan orsec doivent préciser les moyens nécessaires pour la prise en charge de la catastrophe et de l'assistance des sinistrés.
- En plus, les problèmes liés à la hiérarchie des tâches au cours de la catastrophe entre les différents acteurs du fait de la non communication des informations sur les risques et la difficulté d'accès aux quartiers illicites pour l'évacuation des sinistrés<sup>139</sup>. La difficulté de l'application des normes et des règlements des constructions par manque de coordination entre les secteurs en matière de la réduction des risques de catastrophe est accentuée par le manque des cartes représentant les zones vulnérables et nécessitant une gestion des risques appropriée.
- Il est à noter, l'inexistence d'une évaluation multirisque intégrée pour le pays, bien que la volonté de coordonner entre les différents secteurs existe. L'absence des études d'impact et de danger malgré qu'elles soient exigées par les lois et les décrets, l'utilisation et l'intégration des SIG incluant la base des données statistiques pour l'élaboration de la cartographie des risques dans les villes algérienne sont très récente mais superficielles.
- L'inapplication des instruments réglementaires et techniques<sup>140</sup> et l'absence des études prenant en charge les risques dans les projets d'aménagement (Boulkaibet A, 2011). La

---

<sup>138</sup> « *Orsec, un plan virtuel* » ([www.liberte-algerie.com](http://www.liberte-algerie.com))

<sup>139</sup> L'accident survenu à Skikda en 2004, est révélateur de ce genre de situation où le manque de communication et du non-respect de la hiérarchie des interventions entre les services responsables de la sécurité de la zone industrielle et la protection civile ont conduit à une mauvaise gestion de l'événement.

<sup>140</sup> Malgré l'existence de l'arsenal juridique, les catastrophes survenues ont dévoilé le manque et les lacunes dans la gestion des risques et posent de nouvelles interrogations. La loi prévoit un an à trois ans d'emprisonnement et 30.000 à 60.000 DA d'amende pour toute construction dans des zones classées non aedificandi pour risque majeur.

réglementation a fait l'objet de plusieurs révisions après les grandes catastrophes pour adapter les lois<sup>141</sup> et prévoir les outils de sanction pour les infractions commises<sup>142</sup>.

- La réglementation a exigé des ministères et des établissements classés dangereux de réaliser des plans de prévention des risques (PPR); ces derniers n'ont pas été effectués sauf à quelques établissements industriels mais cela reste toujours spécifique et interne, L'information n'est pas communiquée aux autres parties prenantes. La loi 04-20 du 25 décembre 2004 exige une décentralisation des études de gestion des risques au niveau des municipalités, mais, les capacités restent inférieures.

- Les assurances en Algérie sont loin de constituer un outil efficace qui pourrait contribuer dans la gestion des risques. Après les inondations de Bab El Oued en 2001 et l'explosion à Skikda en 2004, de nouvelles mesures sur les catastrophes rentrent en vigueur à partir de 2004 pour l'assurance des habitations et des industries<sup>143</sup>. Sa contribution est très impalpable dans la gestion et la prévention des risques, car elle vise à construire une base de données concernant les sites à risques, et la rendre obligatoire incite les industries à l'établissement des dispositifs de sécurité et empêche les citoyens de s'installer dans des zones dangereuses. De ce fait, elle permet de responsabiliser les acteurs concernés et l'indemnisation des victimes. « *Seulement 8% des biens commerciaux et industriels et 4% des logements sont couverts contre les catastrophes naturelles, selon La Caisse Centrale de Réassurance (CCR). Il reste toujours le défi de convaincre les entreprises et les personnes des avantages de contracter l'assurance contre les catastrophes* » (UNISDR, 2013).

## Conclusion

La gestion des risques se heurte avec des concepts nouveaux (vulnérabilité et résilience) qui tentent d'ouvrir plusieurs champs d'investigation pour la question des risques dans la ville. Les deux concepts puisent leurs fondements à partir d'autres disciplines et s'imprègnent de leurs caractéristiques pour les adapter aux risques urbains (Lhomme S, 2012). D'une part, l'utilisation du concept de vulnérabilité est de plus en plus fréquente et concerne plusieurs systèmes

---

<sup>141</sup> Les règlements du bâtiment ont été révisés (élaboration et la vulgarisation des règlements techniques nationaux de bâtiment dont les règles parasismiques RPA), des assurances CATNAT deviennent obligatoires, et des évaluations des risques majeurs ont commencé.

<sup>142</sup> La non prise en charge des risques dans les plans d'urbanisme induit à des situations critiques dans la prévention contre les risques.

<sup>143</sup> La contraction d'assurance est considérée comme le maillon faible dans la pratique, l'enquête était révélatrice d'une négligence des assurances par la société civile, elle est utilisée juste en cas de location ou de vente, cependant les assureurs ont recours parfois à intégrer l'assurance habitation contre les catastrophes naturelles avec l'assurance automobile en proposant des tarifs plus réduits (SAA, TRUST ALGERIA, ALLIANCE, CAAT, etc), selon la loi, les entreprises sont obligées par contre d'être assurées, mais beaucoup n'ont pas encore réalisés les études d'impacts et de dangers (Auteur, 2011),

(sociales, environnementales, etc) (Reghezza M, 2006), d'autre part la résilience s'intègre dans le domaine des risques et prend des mesures indissociables (Serre D, 2011).

Ce chapitre a montré le rapprochement entre les deux concepts de vulnérabilité et résilience, ils sont très répandus dans le domaine des risques urbains et même dans la géographie et l'urbanisme. La résilience est utilisée d'une manière intense depuis 2005, (Barroca B, Dinardo M et Mboumoua I et al., 2013). Les deux termes n'ayant pas de limite dans leurs définitions, cette capacité était un atout pour leur progression.

La recherche d'un nouveau paradigme dans la problématique de la gestion des risques est l'objectif de la vulnérabilité et de la résilience urbaine (Provitolo, 2009); l'enjeu est de réduire la vulnérabilité pour augmenter la résilience ; la gestion quant à elle, tend à intégrer toutes les échelles spatiales et temporelles.

La ville peut être considérée comme un système composé de plusieurs sous-systèmes (Berry, 1964). L'étude de la vulnérabilité urbaine est centrée sur les études des facteurs et néglige les relations entre eux, et par conséquent, elle ne prend pas en considération le système urbain dans sa globalité, par contre la résilience insiste sur la compréhension des phénomènes urbains et la diffusion des risques. La voie vers un nouveau modèle qui cherche à appréhender les risques dans un système urbain s'est imposé depuis le XXème siècle. L'alliance de la résilience à l'approche systémique (qui sera abordé dans le chapitre suivant) a été un grand saut pour saisir l'interdépendance des systèmes urbains dans leurs détails ainsi que dans leur globalité. La résilience s'investit dans un large champ d'investigation plus grand que la vulnérabilité (Toubin M, 2014).

Des chercheurs ont conçu la vulnérabilité résilience qui propose un nouveau paradigme pour la gestion des risques en s'appuyant sur la polysémie des deux concepts pour une meilleure application. La vulnérabilité dispose d'une connotation négative (synonyme de dommage et de fragilité), la résilience quant à elle possède une connotation positive (récupération, résistance et retour à la normale) (Damienne Provitolo, 2012). De ce qui précède, l'estimation de la vulnérabilité assure la mesure de l'endommagement et la résilience étudie le comportement du système urbain pour son adaptation aux risques urbains et permettre leur gestion.

La gestion des risques repose sur plusieurs outils et principes. Les acteurs joueront un rôle fondamental dans l'application des mesures préventives.

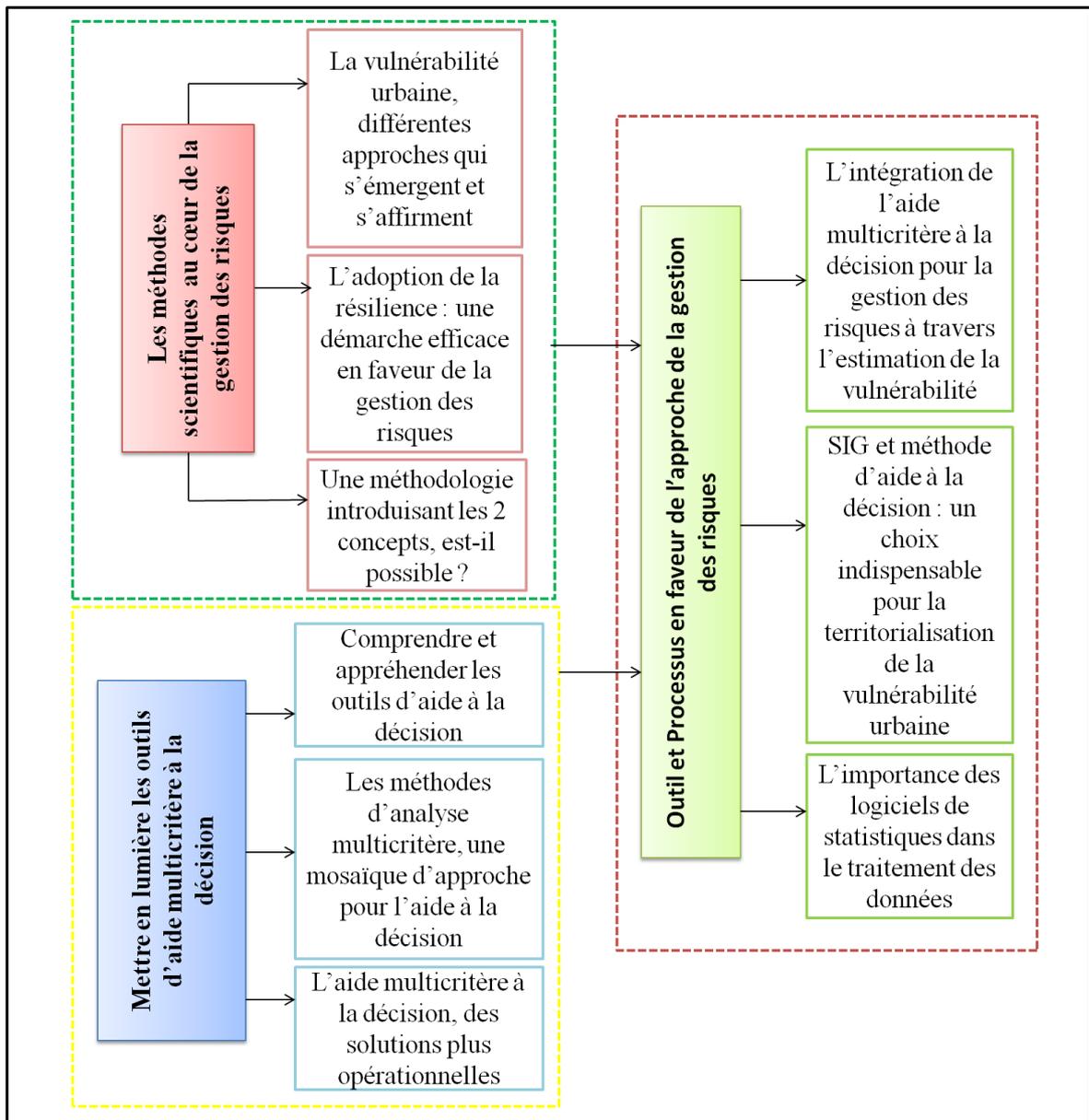
La politique de gestion implique une démarche stratégique par la prévention contre l'aléa, la réduction de la vulnérabilité pour réduire les impacts, l'organisation des moyens d'alerte et de secours pour la gestion de la catastrophe, aussi, pronostiquer les ressources

d'approvisionnement, les moyens d'évacuation, prendre en considération les risques dans la planification urbaine pour avoir une politique préventive.

L'Algérie s'est engagée dans un partenariat international pour bénéficier des avancées scientifiques dans le domaine de la gestion des risques, à travers le développement de sa politique en ce qui concerne la réglementation, la révision de ses orsec, l'élaboration des études de dangers, etc., par conséquent, elle s'est orientée vers l'intégration de nouveaux outils comme les systèmes d'information géographiques afin de construire une base de données vis-à-vis de la question des risques et leur gestions.

## Chapitre III

### Panorama des méthodes scientifiques : pour une gestion efficace des risques



## **Introduction**

La thématique de la gestion des risques se heurte à la complexité du contexte urbain et la polysémie des concepts vulnérabilité et résilience utilisés pour prendre les décisions pérennes quant à la problématique des risques. Ajoutant à cela, la pluridisciplinarité et la multiplication des approches posent un réel défi pour se positionner et choisir une méthodologie prenant en compte l'objectif de la problématique et les spécificités du contexte.

Les démarches classiques sont centrées sur l'étude de l'exposition des enjeux vulnérables et leurs interactions face à un aléa (Reghezza M, 2006). Elles sont caractérisées comme biophysique appelés « technocentrée ». Elles ne prennent pas en charge l'étude de la vulnérabilité sociale et sa contribution pour mesurer les comportements des sociétés et leur capacité de réponse et d'adaptation en cas de crise (Provitolo, 2009).

La vulnérabilité et la résilience sont deux concepts empruntés des autres disciplines pour analyser les risques urbains. Pour sa part, la vulnérabilité urbaine a élargi son spectre en impliquant les facteurs déclenchant, c'est l'intérêt primordial des démarches traitant la thématique de la gestion des risques (Rufat S, 2008). Par ailleurs, pour s'imposer, le concept résilience a développé ses capacités en analysant les systèmes urbains et leurs interdépendances pour permettre une vision globale du système urbain et les risques auxquels il est exposé.

Les limites des démarches ont interpellé les chercheurs pour mettre à jour leurs méthodes, sinon à en chercher d'autres. Ainsi les méthodes analytiques, multicritères, systémiques et récemment synthétiques ont essayé de répondre à la problématique des risques urbains (Lhomme S, 2011 ; Toubin M, 2006 ; Serre D, 2012 ; Rufat S, 2008)

Les évaluations pour un risque donné, s'inscrivent dans des démarches scientifiques et se fondent sur des outils et des moyens permettant de déterminer les différents niveaux de vulnérabilité et décrivant le processus pour analyser le système.

La combinaison entre plusieurs méthodes a donné naissance à de nouvelles approches telles que les méthodes d'aide multicritère à la décision dont les caractéristiques se trouvent utiles aux décideurs (Tacnet J-M, 2009 ; Rufat S, 2008). Nous présentons dans ce chapitre plusieurs méthodes pour approcher la gestion des risques, afin de chercher un paradigme qui sera un outil d'aide à la décision et qui tient compte des enjeux du système exposé et des objectifs de la problématique.

### **III.1. Les méthodes scientifiques au cœur de la gestion des risques**

La problématique de la gestion des risques urbains met l'accent sur le diagnostic de la vulnérabilité des territoires d'une part et sur la résilience de l'autre part. Les chercheurs essaient

de mettre en exergue des stratégies pour mesurer cette vulnérabilité par le biais des approches scientifiques.

### **III.1.1. La vulnérabilité urbaine, différentes approches qui s'émergent et s'affirment**

La vulnérabilité urbaine a pris une dimension internationale dans le domaine de la gestion des risques urbains, une pluralité des travaux ayant porté sur ce concept (Reghezza M, 2006). L'analyse de la vulnérabilité s'appuie sur le type d'approche, les facteurs à l'origine de la vulnérabilité, la nature des aléas, etc.

#### **III.1.1.1. Des stratégies à l'origine du développement du concept vulnérabilité**

L'évolution du concept de vulnérabilité était véhiculée par plusieurs visions du fait de la complexité du milieu urbain et des caractéristiques des enjeux exposés. Pour cela, cette variété a incité les chercheurs à repenser le concept, d'intégrer et d'adapter ces particularités aux démarches traitant la vulnérabilité.

##### **III.1.1.1.1. Une stratégie matérielle dont la vulnérabilité est structurelle<sup>144</sup> et corporelle**

Plusieurs travaux portent sur ce type de stratégie pour aborder la vulnérabilité. Ils se fondent sur le diagnostic du territoire et sur les retours d'expérience afin de simuler des scénarios sur la probabilité des dommages qui peuvent survenir. Ces études portent sur les enjeux matériels exposés aux risques. Une analyse exhaustive sur les infrastructures, l'habitat, les réseaux de circulation, etc., donnent une estimation des possibilités d'atteintes des enjeux et des humains en fonction de leur présence dans zone du risque.

##### **III.1.1.1.2. Une stratégie humaine pour la vulnérabilité sociale**

Elle s'intéresse à l'étude des comportements sociaux vis-à-vis des risques urbains. Elle se base sur les études rétrospectives et les enquêtes sur terrains pour analyser les réactions des personnes exposées face aux catastrophes et les conséquences socio-économiques et territoriales. Les recherches sur la perception humaine aux risques, la mémoire des catastrophes, et l'apprentissage des sociétés tentent de montrer la portée de la vulnérabilité sociale sur la réduction et la gestion des risques (D'Ercole, 1991).

---

<sup>144</sup> Pour les infrastructures physiques (bâti, réseaux physiques, ouvrages d'arts, etc.) ;

### **III.1.1.1.3. Une stratégie politique par la vulnérabilité institutionnelle**

Après les catastrophes, les acteurs de la gestion des risques évaluent leur opérationnalité sur la crise et les défaillances de leur politique. C'est dans cet axe que s'inscrit cette stratégie, elle s'interroge sur les réponses envisagées en cas de crise pour une intervention plus efficace. (Gilbert, 1999 ; Gilbert et Bourdeaux, 1999, Toubin M, 2014).

### **III.1.1.1.4. Une stratégie qualitative évaluant la vulnérabilité environnementale**

Cette stratégie prend une dimension environnementale, elle étudie les atteintes aux éléments de la nature : les sols, la faune et la flore, les forêts, l'agriculture, ... cette démarche qualitative vise une analyse descriptive<sup>145</sup> des préjudices en évaluant le niveau d'endommagement (Avramidou, 2003).

### **III.1.1.1.5. Une stratégie économique basée sur la vulnérabilité fonctionnelle**

Cette manœuvre évalue les conséquences tragiques des catastrophes sur le fonctionnement de la ville. L'analyse des dysfonctionnements a comme objectif de cerner les pertes économiques qui résultent souvent des dégâts matériels et de la rupture des réseaux de communication, de transports, et des VRD<sup>146</sup>, etc. La modélisation des scénarios probables en cas de risque permet d'avoir une représentation antérieure des dommages<sup>147</sup> pour prévoir des outils nécessaires afin de minimiser et réduire la vulnérabilité.

### **III.1.1.2. La conception des approches portant sur la vulnérabilité dans la thématique des risques**

La lecture des stratégies traitant la vulnérabilité dans le domaine des risques s'appuie sur deux démarches complémentaires importantes : une démarche rétrospective qui est fondée sur l'étude des retours d'expérience et une démarche prospective qui convient à l'étude des évaluations des risques encourus.

La première démarche enrichit la deuxième, car les enseignements tirés des catastrophes déjà passées nous montrent les facteurs aggravant la vulnérabilité et qui constituent une base dans l'établissement des scénarii et des plans de gestion d'urgence. A partir de ce constat, la vulnérabilité peut être évalué à partir des dommages d'une manière quantitative (en nombre de

---

<sup>145</sup> Un descriptif des dégâts environnementaux après la catastrophe comme par exemple une éruption volcanique ou des tempêtes.

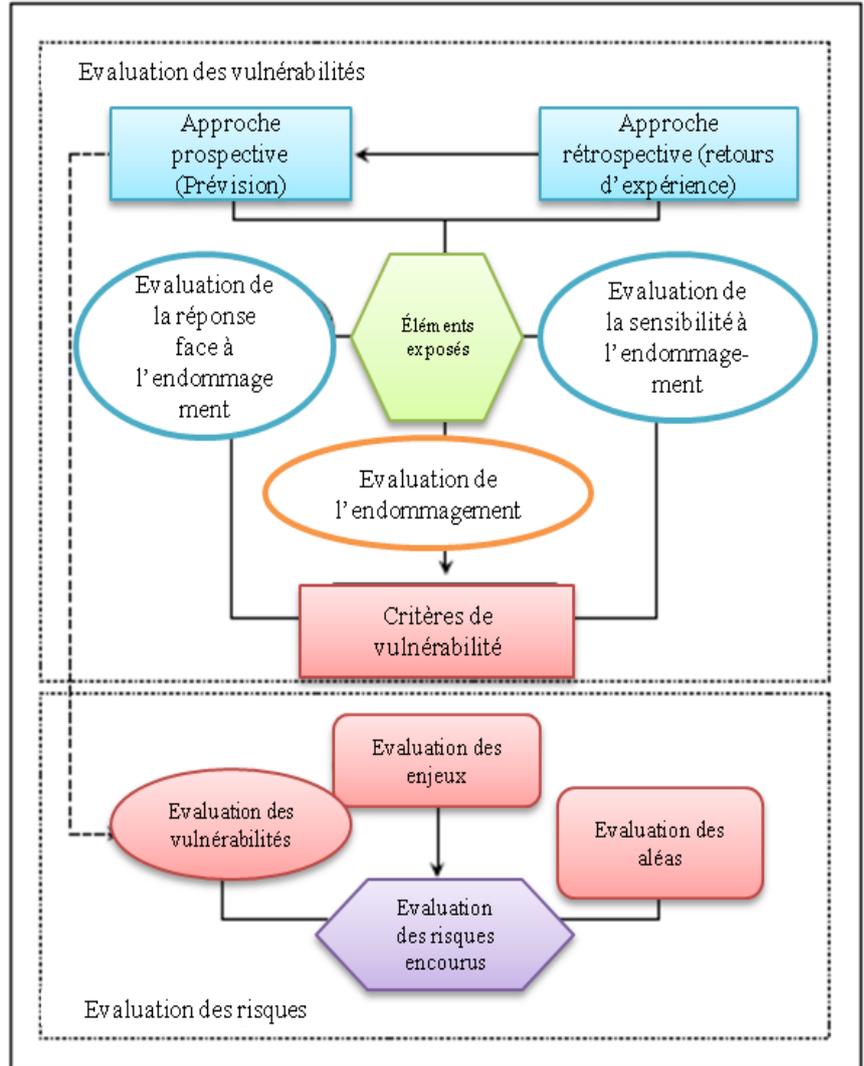
<sup>146</sup> VRD : voirie et réseaux divers.

<sup>147</sup> Le Japon face aux séismes est l'exemple d'un pays qui s'est investi dans l'analyse des couts potentiel des catastrophes.

biens, de personnes exposées) et qualitative (sensibilité, caractérisation et capacité de réponse à l'endommagement).

L'évaluation de la sensibilité de l'endommagement s'appuie sur l'identification des facteurs de vulnérabilité urbaine, qui peuvent être quantifier en indicateur (social, économique, etc.) ou estimer par le biais des enquêtes avec pondération. La caractérisation de l'endommagement se fait par l'appréciation des dommages dans des descriptions ou une quantification des pertes potentielles. L'évaluation de la capacité de réponse face à l'endommagement est mesurée en fonction des moyens et des actions pour réduire les dommages.

Figure n°35 : Synthèse graphique des différentes approches d'évaluation des vulnérabilités



Source : Leone F et Vinet F, 2006

Une combinaison entre les deux démarches permet de mettre en œuvre une approche intégrée à travers des correspondances pour l'évaluation de l'endommagement qui comporte : le diagnostic, les scénarios projetés, les plans de gestion de catastrophe afin d'estimer la vulnérabilité des enjeux dans tous ces aspects.

### **III.1.1.3. Les approches d'expérimentation pour mesurer la vulnérabilité du territoire**

Les méthodes se sont diversifiées selon les spécificités des territoires, les moyens et les objectifs visés dans l'emploi du concept de vulnérabilité, celles-ci se distinguent par des étapes clés ; leurs apports sont fondamentaux dans la gestion des risques.

#### **III.1.1.3.1. L'approche analytique et l'évaluation des enjeux vulnérables**

Il ressort que la vulnérabilité dans sa définition se caractérise par l'endommagement et le degré d'exposition qui influent sur les conséquences d'un phénomène dangereux. La démarche s'inscrit dans cette logique. Elle s'appuie sur l'évaluation de la vulnérabilité des différents enjeux exposés aux risques. Les enjeux étant variés : humains, matériels, et environnementaux, sont mesurables à partir d'une décomposition du territoire à risque. Ainsi, l'endommagement qu'a atteint le bâti pourra exprimer le nombre de personnes en dangers.

Cette démarche est très répandue (Dauphiné A, 2001) dans la mesure où elle donne une vision détaillée sur l'ampleur des risques, de la quantification des enjeux exposés et des conséquences prévisibles. Ces données peuvent être spatialisées pour donner une lecture territoriale des services concernés afin de prendre les dispositions nécessaires.

#### **III.1.1.3.2. L'approche systémique et la vulnérabilité des systèmes**

Cette approche s'intéresse à l'étude des systèmes urbains (Hardy, 2003 ; Bonnet, 2005 ; Chardon, 1996 ; Mitchell, 1999) et suggère que la vulnérabilité du territoire ne se réduit pas à l'étude des enjeux exposés aux aléas. Elle s'impose par une étude avancée des systèmes complexes (territoriaux, sociaux, organisations, institutions, etc.) et les relations qu'ils entretiennent dans la dynamique urbaine du territoire menacé par les risques. La vulnérabilité de ces systèmes dynamiques dépend des facteurs internes ou externes en interaction souvent complexe.

Ce type de vulnérabilité varie dans l'échelle spatiale et temporelle, suivant les spécificités des systèmes vulnérables, leurs organisations, leurs situations géographiques, et la phase à analyser<sup>148</sup>.

Cependant les études rétrospectives ont également utilisé cette approche pour comprendre les comportements des systèmes urbains et les facteurs de vulnérabilités qui aggravent la situation de crise (Gaillard, 2001).

---

<sup>148</sup> La vulnérabilité du système change en fonction des étapes qui varient entre avant, pendant et après l'endommagement.

### **III.1.1.3.3. L'approche synthétique une nouvelle vision de la vulnérabilité**

L'intégration de la vulnérabilité sociale et biophysique dans la même démarche a donné naissance à la vulnérabilité synthétique. Cette approche est rentrée dans le domaine de la gestion des risques pour tenir compte de la complexité du système urbain: « *la vulnérabilité synthétique traduit la fragilité d'un système dans son ensemble, et de manière indirecte, sa capacité à surmonter la crise provoquée par un aléa. Plus un système est apte à se rétablir après une catastrophe, moins il est vulnérable* ». (Dauphiné, 2003)

Cette approche tente d'intégrer de nouvelles dimensions par l'inclusion de l'ensemble des facteurs de la vulnérabilité afin d'optimiser les outils de la gestion des risques sur l'aléa et la vulnérabilité dans tous ses aspects économiques, physiques, sociaux, etc.

### **III.1.1.4. Les étapes clés de l'évaluation de la vulnérabilité: des jalons dans la réflexion des chercheurs**

Les études de vulnérabilité s'affrontent toujours avec les diagnostics sectoriels qui se concentrent sur la segmentation de ses dimensions. La gestion de la vulnérabilité implique une étude englobant les impacts des dommages structurels, économiques et fonctionnels suite à un aléa; il s'agit de considérer l'ensemble des enjeux et leurs interactions.

#### **III.1.1.4.1. La vulnérabilité urbaine, une démarche multisectorielle et transversale**

Aborder la vulnérabilité dans une dimension transversale et sectorielle, implique de la placer au centre d'une complicité pluridisciplinaire avec les différentes thématiques (l'agriculture, l'environnement, l'industrie, etc.).

La difficulté de l'évaluation de la vulnérabilité se situe dans l'établissement des scénarios d'étude qui suggèrent de faire des simulations probables et ne peuvent pas refléter la réalité exacte du déroulement du phénomène destructeur ou de des dommages possibles. Pour cela, elle fait recours à des prévisions de potentialités des dommages du territoire et ses composants pour suggérer des perspectives de stratégies envisageables afin d'atténuer les dégâts.

De ce fait, L'évaluation de la vulnérabilité urbaine impose une étude d'impact des risques impliquant tous les secteurs de la ville à participer dans la démarche de gestion ; les conséquences peuvent affecter le territoire ou une partie, par contre la possibilité des effets en chaînes peut propager la catastrophe.

#### **III.1.1.4.2. Des priorités à mettre en œuvre dans l'évaluation de la vulnérabilité urbaine**

Il s'agit de préparer les outils d'analyse de la vulnérabilité (démarche, données, outils, etc.), projeter des objectifs pour le futur en se référant aux études rétrospectives pour tirer les enseignements à partir du bilan des catastrophes passées et les évolutions spatio-temporelles, tout en effectuant un état des lieux par l'identification des enjeux exposés et de leur sensibilité, procéder à faire l'évaluation des impacts et les risques potentiels sur le territoire. En outre, il s'agit de communiquer le diagnostic et les résultats aux parties prenantes et établir une synthèse avec une grille d'analyse en classant les différentes interventions et opérations à l'échelle spatiotemporelle.

#### **III.1.1.4.3. La structuration des échelles spatiales d'analyse de la vulnérabilité urbaine pour la gestion**

Les approches sur la vulnérabilité ont été abordé souvent à l'échelle locale (urbain, bassin de risque, ville, commune, etc.), ou, à l'échelle régionale dans l'exemple des éruptions volcaniques. Des initiatives dans le domaine des risques sismiques à l'échelle nationale (Chine) ou mondiale (Amérique centrale), ont été élaborées pour le calcul des couts économiques<sup>149</sup> des territoires exposés.

Ces démarches classiques tentent de définir les orientations des priorités internationales quant à la gestion des risques, et cherchent à globaliser la problématique par les études des répercussions des phénomènes mondiaux comme : la croissance urbaine, le réchauffement climatique, l'état de pauvreté, le terrorisme, etc., par une hiérarchisation des macro-indicateurs de la vulnérabilité.

Plusieurs tentatives essayent de globaliser le concept de vulnérabilité et d'élargir le spectre à l'échelle spatiale et en englobant plusieurs aspects.

#### **III.1.2. L'adoption de la résilience : une démarche efficace en faveur de la gestion des risques**

La résilience urbaine s'attache à étudier les systèmes et leurs dépendances. Pour cela elle s'est intégrée à des démarches adaptées.

##### **III.1.2.1. Appréhender la Résilience comme approche scientifique**

La résilience en tant qu'approche s'est développée au fil du temps. En premier temps elle s'est intéressée par l'étude des comportements des systèmes sociaux où « *les risques sont présentés comme une production sociale* » (Rufat S, 2013), ensuite elle s'est attachée aux autres systèmes

---

<sup>149</sup> Des dégâts économiques potentiels exprimés en réduction de PIB ou de PNB

physiques, environnementaux (ou elle connaît un grand succès dans les effets du réchauffement climatique).

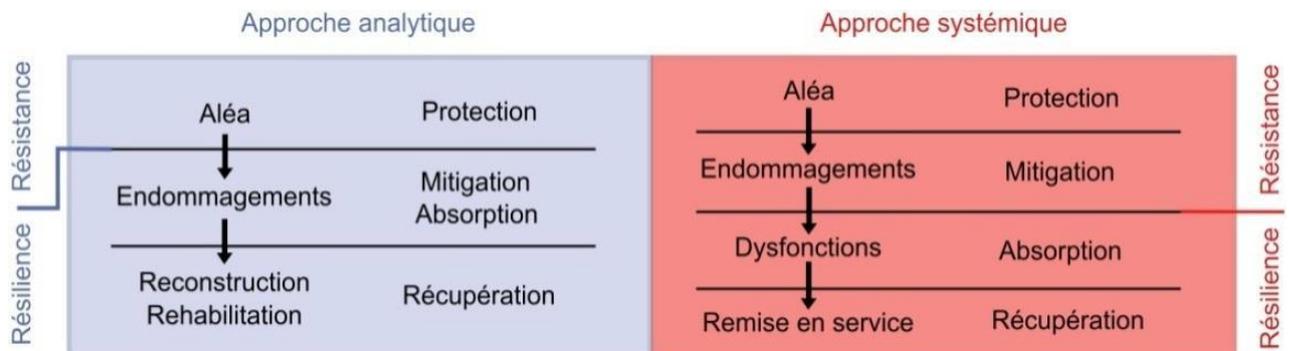
Ces mutations ont multiplié ses champs d’actions et ses priorités. Le développement des capacités de la résilience pour résister, absorber, s’adapter aux événements perturbateurs lui confèrent plusieurs possibilités pour l’opérationnalisation de ces caractéristiques et de traduire des indicateurs et des objectifs dans une stratégie pertinente pour la gestion des risques et en tenant en compte « *des prospérités des systèmes* » à savoir : conserver la variété, ne pas « ouvrir » des boucles de régulation, rechercher les points d’amplification, rétablir les équilibres par la décentralisation, savoir maintenir des contraintes, différencier pour mieux les intégrer, pour évoluer se laisser agresser ; préférer les objectifs à la programmation détaillée, savoir utiliser l’énergie de commande et respecter les temps de réponse (De Rosnay, 1975).

### III.1.2.2. L’épistémologie de la résilience, un défi pour la gestion des risques

- **L’approche analytique**

Elle étudie les systèmes séparément et néglige les relations qu’entretiennent les éléments du système et leurs interdépendances (Lhomme S, 2011). Elle cherche à étudier les systèmes exposés aux risques et ne tient pas compte des interrelations qui existent entre les éléments du système (altérer le fonctionnement) et la possibilité d’une réaction en chaîne entre les éléments du système.

Figure n°36 : Les approches analytique et systémique



Source : Lhomme S, 2011

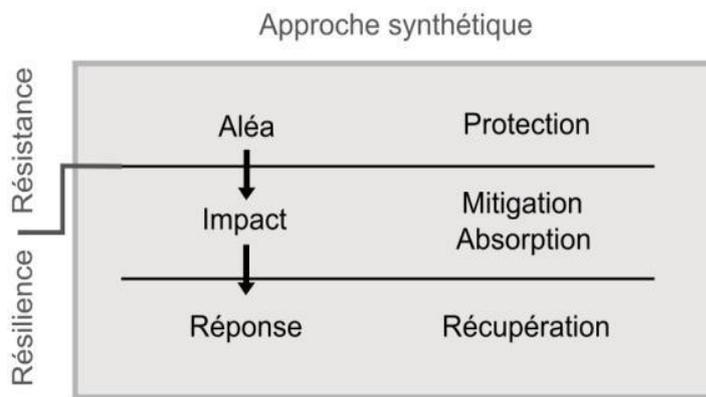
- **L’approche systémique**

Le concept de résilience s’est concentré sur l’étude des systèmes (la ville en tant que système et ses sous-systèmes). Les caractéristiques de ses sous-systèmes étant variés (système sociaux, systèmes économiques, écosystème) lui donnent une dimension multidimensionnelle et impliquent une démarche pluridisciplinaire (Lhomme S, 2011). Dans cet aspect, la résilience tend à étudier les relations et les interactions entre les éléments du système (une panne électrique

peut causer des coûts économiques ou paralyser un système de transport). Elle tente aussi de prendre en considération les relations d'interdépendance qui peuvent proliférer l'endommagement d'un élément du système à un autre.

D'après le schéma, l'approche systémique permet l'absorption de l'endommagement, le système reste fonctionnel malgré les dysfonctionnements, par contre l'approche analytique dépend de la mitigation (les mesures préventives) pour réduire les dommages. Dans l'approche analytique après l'endommagement vient l'opération de reconstruction tandis que pour l'approche systémique, le retour à la normale et la remise en service, est juste après l'endommagement, ou en même temps, plus que le système reste fonctionnel.

Figure n°37 : L'approche synthétique



Source : Lhomme S, 2011

**L'approche synthétique :** cette approche est la synthèse des deux méthodes (analytique et systémique) elle prend en considération les éléments du système et leurs interactions, en revanche, l'étape de l'endommagement et du dysfonctionnement prend une nouvelle appellation « impact » comme le montre la figure suivante.

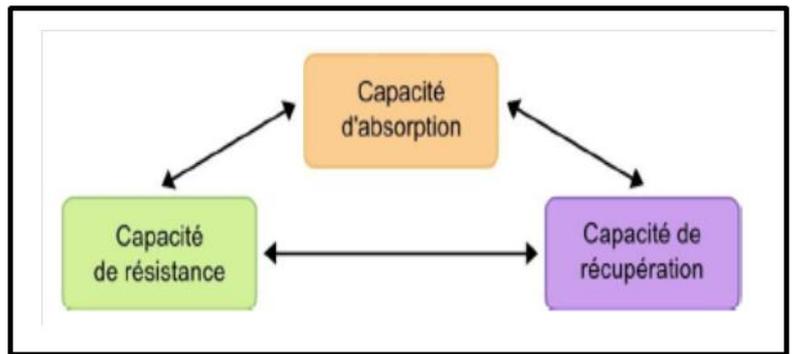
L'approche synthétique permet de voir la résilience comme un concept opérationnel en intégrant ses caractéristiques dans la théorie des risques (Lhomme S, 2011 ; Provitolo, 2009). La voie vers une démarche synthétique est essentielle pour permettre une prise en charge de la gestion des risques dans sa globalité à partir de la prévention et de l'anticipation en amont, au moment de la crise par une absorption du choc, une résistance et une adaptation à la crise pour une récupération rapide.

### III.1.2.3. La philosophie de la résilience, entre conditions et mécanismes

Les méthodes d'investigation se distinguent dans l'analyse des risques selon les capacités développées dans la résilience (Bruneau et al, 2003) « *l'analyse de risques pour les capacités de résistance, l'analyse de réseaux pour les capacités d'absorption, l'analyse spatiale pour les capacités de récupération* » (Lhomme S, 2010). L'interdépendance entre ses éléments revoit vers des démarches scientifiques tenant en compte des caractéristiques des systèmes analysés par la résilience et de l'objet global de la gestion des risques.

Figure n°38 : L'interdépendance des capacités

L'analyse de la résilience nécessite un cadre méthodologique incluant la notion de système et prend en charge l'interdépendance entre les éléments du système.



Source : Lhomme S, 2011

Cependant, il existe « deux grandes familles d'approches : les approches prédictives (comme les modélisations issues de la dynamique des systèmes, les systèmes à base d'agents...), et les approches empiriques (comme les analyses de retours d'expérience). Ces deux familles d'approches se complètent, car il est difficile de mettre en place des approches prédictives sans avoir une connaissance empirique d'événements passés. » (Lhomme S, 2011).

Dans l'analyse des risques, la résilience tente de dépasser les limites des approches sectorielles qui se focalisent sur l'étude des secteurs indépendamment de la liaison entre ces systèmes (les infrastructures de la ville tels que l'habitat, les réseaux, l'environnement, etc.) par le recours à des approches intersectorielles qui tiennent compte des « dépendances et des interdépendances entre différentes infrastructures » (Lhomme S, 2011).

L'analyse de la typologie des interdépendances a révélé l'existence de plusieurs catégories (Lhomme S, 2011). Pour cela, des chercheurs ont pu classer en plusieurs types : les interdépendances politiques, sociales, fonctionnelles, physiques, géographiques (spatiales), fonctionnelles, et directes et indirectes (Rinaldi et al, 2001 ; Dudenhoefter et al, 2006 ; McNally et al, 2007 ; De Porcellinis, 2008 ; Johanson et Hansen, 2010).

La résilience comme stratégie « peut être envisagée de deux manières. D'une part, la résilience peut être considérée comme l'ensemble des stratégies mises en place pour diminuer les conséquences des scénarios étudiés. D'autre part, elle peut être envisagée comme un retour à l'état initial après une perturbation ». La prise en charge de tous les scénarios possibles, les probabilités d'endommagement sur les systèmes et sur ses interdépendances sont les objectifs de la résilience. De ce fait, l'analyse des risques par l'approche intersectorielle est l'une des principales clés des méthodologies de la résilience pour pouvoir assurer la vision globale de la gestion des risques.

### III.1.3. Une méthodologie introduisant les 2 concepts, est-ce possible ?

Plusieurs chercheurs tentent de donner un sens large à la théorie des concepts vulnérabilité, résilience dans la problématique de la gestion des risques. Pour cela, ils ont fait recours à des approches scientifiques pour l'application et la pratique de ces concepts. Mais, les ambiguïtés dans les définitions, la polysémie des termes et les limites des méthodologies engagent les scientifiques dans l'expérimentation des méthodes combinées en voulant dépasser les lacunes des méthodes classiques (Rufat S, 2006 ; Provitolo, 2009).

#### III.1.3.1. Un changement de regard : de l'analytique à la systémique pour analyser la vulnérabilité et la résilience

Le développement des approches était accompagné d'un changement de vision sur la lecture territoriale des risques. Les mutations qu'ont connues les concepts vulnérabilité et résilience, ont conduit à une transformation dans les processus épistémologiques quant à la démarche de gestion des territoires. Face à la multiplicité des aléas qui touchent la ville et la diversité des facteurs de vulnérabilités, la gestion devra tenir compte des conséquences qui découlent d'un système complexe dont les éléments sont en interdépendance.

Figure n°39 : Les spécificités des approches analytique et systémique

Préceptes de l'approche analytique	Causes du changement de précepte	Préceptes de l'approche systémique
<b>ÉVIDENCE :</b> <i>Pour être considérée tout doit être démontré.</i>	→ <i>La recherche de l'évidence n'est pas toujours possible.</i>	<b>PERTINENCE :</b> <i>Pour être considérés, les objets doivent s'avérer pertinents au vu des intentions implicites et explicites du modélisateur.</i>
<b>REDUCTIONNISTE :</b> <i>Décomposition de l'objet à étudier en autant de parcelles que possible.</i>	→ <i>Difficulté de l'exercice. Ne paraît pas dans tous les cas pertinent car ne permet pas toujours l'intelligence complète de l'objet.</i>	<b>GLOBALISTE :</b> <i>Perception de l'objet inséré dans un plus grand tout. Implique l'ouverture</i>
<b>CAUSALISTE :</b> <i>Compréhension d'un objet et de son fonctionnement régie par des lois de causes à effets.</i>	→ <i>Ne nous informe en rien sur la finalité de l'objet.</i>	<b>TELEOLOGIQUE :</b> <i>Compréhension de l'objet et de son fonctionnement à travers son comportement par rapport aux projets que l'on attribue à l'objet.</i>
<b>EXHAUSTIVITE :</b> <i>Dénombrement complet des objets à étudier de manière à ne rien omettre.</i>	→ <i>Difficulté de l'exercice. L'exhaustivité est rarement possible.</i>	<b>AGREGATIVITE :</b> <i>Sélection des éléments pertinents pour l'étude sans assurer la totalité de l'interprétation.</i>

Source : Beraud, 2013

Cette nouvelle vision sur les risques a connu son apogée avec la considération de la ville comme un organisme vivant. L'approche systémique s'impose par rapport à l'approche analytique en

déployant de nouvelles perspectives. Le tableau suivant met en évidence les caractéristiques des deux approches et leur cadre d'intervention.

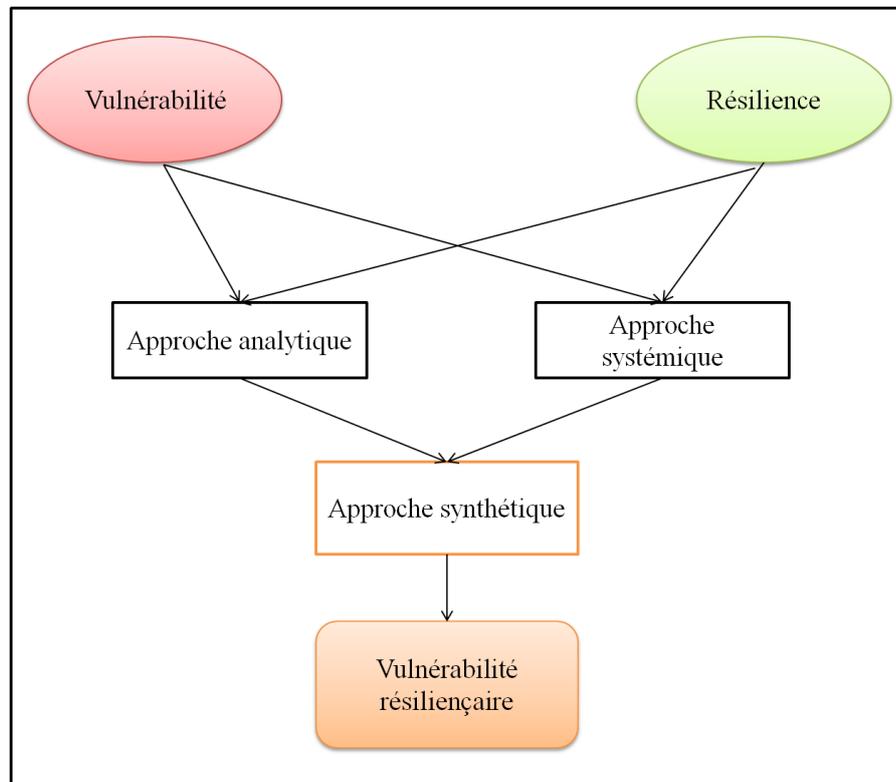
Ce tableau démontre que la systémique s'accroche à étudier les relations entre les différents facteurs et cherche à aller au plus profond dans les propriétés tout en englobant la situation en question, tandis qu'elle se trouve confronter à la complexité des suppositions de théories dans l'étude des incertitudes. L'approche analytique est considérée comme une approche classique réduisant la démarche à une étude simplifiée des enjeux vulnérables (Toubin M, 2006 ; Rufat S, 2008 ; Lhomme S, 2011).

### III.1.3.2. La démarche de la vulnérabilité résilience, vers une approche synthétique

En plaçant le concept de résilience et de vulnérabilité dans un même continuum, cela a donné naissance à de nouvelles méthodologies qui essaient d'optimiser les caractéristiques des deux notions pour dépasser les limites et les lacunes qu'éprouvent les approches. « *L'approche synthétique connaît actuellement un très grand succès dans le cadre des recherches sur le changement climatique global et ses conséquences* » (Reghezza M, 2013).

Il s'agit de combiner, croiser et d'articuler entre les démarches pour développer une stratégie qui sera comme un levier de changement de paradigme (Villar C, 2014).

Figure n°40 : La vulnérabilité résilience au cœur des démarches



Source : Auteur, 2016

D'une part, la résilience «  *vise à trouver un équilibre dynamique entre dépendance et autonomie, entre local et global, entre repli et ouverture, entre redondance et efficacité* » (Villar C, 2014), d'autre part, «  *La vulnérabilité synthétique peut également s'exprimer en terme de résilience : moins un système est vulnérable, plus il est résilient* ». (Reghezza M, 2013). N'est-ce-pas là, la voie vers de nouvelles perspectives pour secouer les réflexions et dépasser les lacunes que présentent les démarches annoncées.

### **III.2. Mettre en lumière les outils d'aide multicritère à la décision**

La gestion des risques se fonde sur l'étude du territoire. Elle mesure ses forces et ses faiblesses pour cerner les décisions pertinentes visant la réduction de la vulnérabilité à travers des démarches mises en œuvre.

Les approches scientifiques tentent d'aider et de participer dans l'élaboration d'un dispositif scientifique à travers lequel les décisions prises prennent en considération les caractéristiques du contexte et la pluralité des critères qui posent les problèmes.

#### **III.2.1. Comprendre et appréhender les outils d'aide à la décision**

Devant un risque ou un événement incertain, la prise de décisions est basée sur les informations collectées et analysées pour la gestion de ces risques.

Les outils d'aide à la décision contribuent dans le choix des décisions dans des dispositions sensibles, qui nécessitent une solution stratégique la moins risquée, en prenant en compte tous les facteurs en quantité et en qualité qui peuvent nuire ou aggraver la situation.

##### **III.2.1.1. L'aide à la décision: un principe plus qu'une théorie**

Le raisonnement humain possède de nombreux biais cognitifs (Tacnet J-M, 2009). Pour cela le choix des décisions reste soumis à des subjectivités, alors qu'on ne peut pas considérer tous les critères dans une problématique complexe telle que la thématique de la gestion des risques qui fait appel à plusieurs domaines et disciplines dans son approche.

Dans les méthodes d'aide à la décision, les indicateurs de variabilité s'appellent critères et participent à la conception du processus pour appliquer la méthode. Cette dernière peut être une simple comparaison par critère avec une méthode classique ou une méthode d'aide à la décision multicritère (Cherqui, 2005).

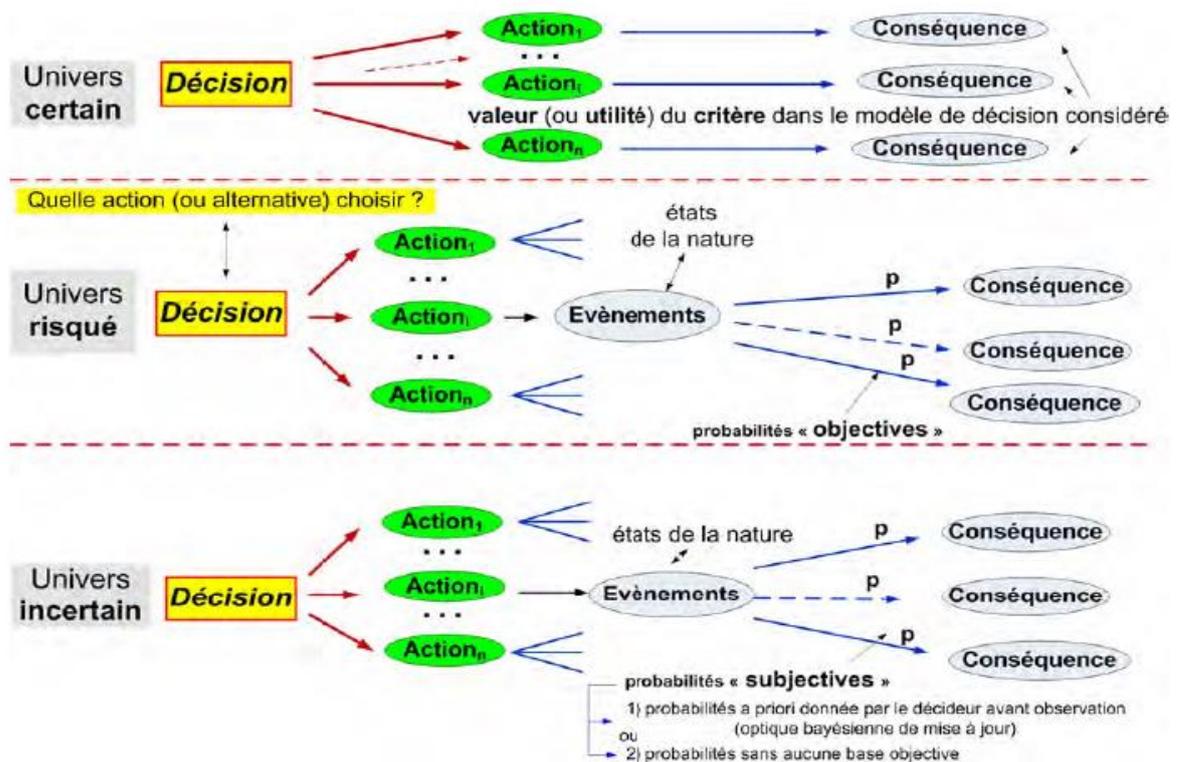
##### **III.2.1.1.1. Problème de décision : une action ou une alternative**

Pour la formulation du problème, il s'agit d'assurer la traçabilité de la démarche de décision, de l'établissement des préférences et de déterminer les données (quantitatives ou qualitatives).

Par ailleurs, les décisions peuvent être des actions ou des alternatives. Dans le premier cas, les actions vont être des solutions pour un événement, pour le deuxième cas, les alternatives sont des choix pour les décisions prises suite à un événement. Les décisions peuvent être, cependant, prises dans des situations certaines, risquées ou incertaines. « *Les actions représentent les solutions, décisions, objets que l'on essaie de choisir, ranger ou classer* ». (Tacnet JM, 2009)

Pour les décisions prises dans un univers certain, de chaque action découle une conséquence, tandis que pour la décision prise dans un risque incertain les conséquences et les répercussions des actions de la décision dépendent des événements dans la mesure où pour un événement risqué, la probabilité est connue, par contre pour un événement incertain la probabilité est subjective et inconnue (Abdellaoui et Gonzales, 2006). Ainsi, le choix des méthodes se fait selon la problématique de décision et « *dépend de la définition des actions, de la famille de critères et du problème multicritère* » (Serre D, 2005).

Figure n°41 : Comparaison des contextes de décision en univers certain, risqué et incertain



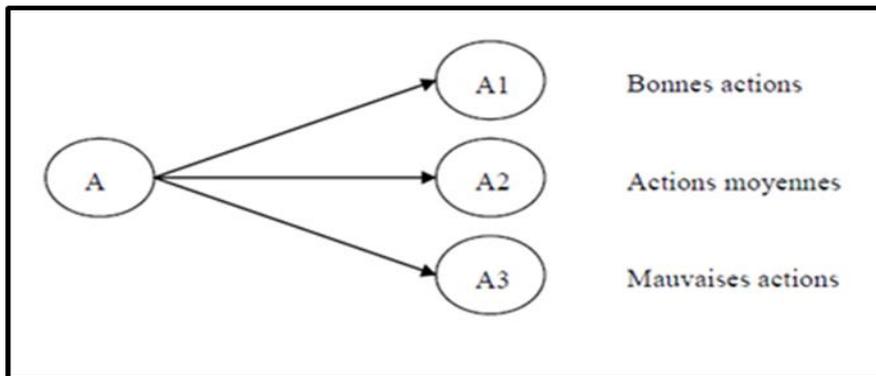
Source : Tacnet J-M, 2009

Il s'agit de déterminer les actions à prévoir pour résoudre le problème posé (Serre D, 2005). Pour notre problématique sur la ville de Skikda, l'ensemble des actions à explorer sont les solutions proposées pour la gestion du territoire face aux risques inspirées des hypothèses supposées : l'estimation de la vulnérabilité urbaine, de sa territorialisation en tenant en compte des aléas, et

du développement de la résilience. Ces aspects présentent différentes actions qui seront abordées dans la deuxième partie.

Pour un ensemble de décisions appelées A, les actions sont vérifiées et triées par le biais des méthodes et du processus adopté. Pour des critères :  $g_1, g_2, \dots, g_n$  un problème de décision doit comporter tous les aspects  $F = \{g_1 ; \dots ; g_2 ; \dots ; g_n\}$ , l'évaluation d'une action (a) selon le critère (j) :  $g_j(a)$  (Serre D, 2005).

Figure n°42 : Tri des actions



Les actions peuvent être stables (qui reste fixe), évolutif (change dans la procédure), globalisées (les actions sont indépendantes l'une de l'autre), fragmentées (combinées) (Serre D, 2005).

Source : Laaribi, 2000

Les critères présentent plusieurs caractéristiques selon leurs dépendances et relations dans les structures de préférence (Roy et al, 1993). Le vrai critère « où les décideurs sont toujours capables de comparer toutes les actions entre elles » (Serre D, 2005), le quasi critère ou « le décideur a la possibilité de ne pas se prononcer sur la comparaison d'actions » (Serre D, 2005). D'autres familles de critères existent tels que les critères d'intervalle ou les pseudo-critères qui dépendent de la structure de préférence sous-jacente (Roy et al, 1993).

### III.2.1.1.2. La nécessité de recourir à des méthodes d'aide à la décision

L'aide à la décision est définie comme « activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponse aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et normalement à recommander, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service desquels ces intervenants se trouvent placés d'autre part » (Roy et al, 1993).

Les méthodes d'aide à la décision permettent de répondre à certaines problématiques de risque qui ne sont pas mesurables sur le terrain et qu'on peut qualifier par un jugement d'expert (mesures qualitatives). La base des données, le choix des critères, les méthodes et outils employés pour la thématique constituent un outil d'aide à la décision pour la gestion des risques.

La complexité et l'hétérogénéité des données rendent l'application des méthodes classiques quantitatives inapplicables, la confrontation avec les données qualitatives implique le besoin des approches adapter prenant en compte la dimension multicritère pour répondre aux exigences des décideurs.

### **III.2.1.1.3. Les caractéristiques d'une décision**

Le raisonnement humain a la capacité de supposer des situations déjà connues et de proposer de nouvelles suggestions pour des situations probables. Sa capacité à faire un diagnostic des conditions de la situation dans sa pensée cognitive lui sert dans la création des scénarios possibles et la sélection des décisions les plus appropriées selon sa logique qui reste toujours un mystère (Pomerol, 2006). De ce fait, La décision se présente comme « *un processus cognitif complexe qui associe à la fois des mécanismes de reconnaissances de situations connues et de raisonnement conduisant à proposer de nouvelles interprétations* » (Tacnet J-M, 2009).

Le choix du décideur doit répondre à certaines caractéristiques pour rationaliser les résultats (Schärlig, 1985), « *Le processus dit d'aide à la décision peut ainsi être défini comme un processus explicite dans lequel le décideur exprime à la fois sa volonté et son mode opératoire pour aboutir à des arbitrages explicites et cohérents pour prendre la meilleure décision possible* » (Abdellaoui et Gonzales, 2006).

Les méthodes d'aide à la décision se veulent rationnelles permettant une représentation des choix de décisions dans un processus de modélisation : elles assurent l'utilisation du même langage, la réduction des erreurs et des biais du raisonnement humain, mais du fait de l'exclusion des ambiguïtés et le recours à un raisonnement factuel, est une limite pour ces modèles (Tacnet J-M, 2009). « *L'aide à la décision se caractérise également par son caractère formel et abstrait provenant de l'utilisation d'approches qui permettent de réduire l'ambiguïté dans la communication humaine* ». (Tsoukias, 2006)

### **III.2.1.2. Les méthodes d'aide à la décision : une diversification selon les caractéristiques des données et des objectifs**

Le classement des méthodes d'analyse multicritère se fait par famille<sup>150</sup> (Vincke, 1989; Roy, 1985; Schärlig, 1985 ; source). Ainsi, une étude comparative entre les méthodes peut faire ressortir leur spécificités (Guitouni et Martel, 1998; Linkov et al, 2006). Il existe trois types d'approche de classification : l'agrégation complète, l'agrégation partielle et l'agrégation locale,

---

<sup>150</sup> une description détaillée sur les analyses multicritères existent dans (Figueira et al., 2005)

celles-ci sont toutes fondées sur le jugement d'expert, mais chacune a ses spécificités quant à l'application de la méthode, selon l'objectif, le contexte, et la nature des données.

**Tableau n°10 : Classification des démarches d'aide à la décision**

la première famille	la seconde famille	la troisième famille
une démarche descriptive	une approche constructive	une approche interactive
Agrégation complète	Agrégation partielle	Agrégation locale
transitive comparable fortement compensatoires	ni complète, ni transitive acceptent l'incomparabilité	Elles alternent des étapes de calcul et des étapes de dialogue. développées dans le contexte de la programmation mathématique à objectifs multiples.
consistent à agréger les différents points de vue en une fonction unique qu'il s'agit ensuite d'optimiser.	elles visent à construire une relation de surclassement représentant les préférences du décideur et à exploiter cette relation pour l'aider à résoudre son problème	le décideur contribue directement à la construction de la solution en intervenant dans la méthode et pas seulement dans la définition du problème. Le dialogue est parmi les principaux outils de cette méthode

Source : Tacnet J-M, 2009 ; Serre D, 2005

L'agrégation complète (*top-down approach*), issue de l'école américaine, considère que ces données sont transitives et comparables (Renard F et Chapon PM, 2010). Elle cherche à réduire les critères en un critère unique (Roy, 1985). Cette méthode synthétise un seul critère à partir de l'agrégation complète transitive, elle rejette l'incomparabilité.

Quant à l'agrégation partielle (*bottom-up approach*), fondée par l'école francophone, elle est basée sur la comparaison entre les actions et fait un surclassement des jugements (des relations qui existent entre les actions), les critères sont incomparable et intransitifs, , tandis que les résultats ne sont pas représentatifs de tous les jugements (vu que l'étude est partielle et n'a pas englobé tous les critères dès le départ.). « *L'espoir de celui qui utilise de telles méthodes est d'obtenir un résultat clair et net ; malheureusement, cet espoir est souvent déçu car le résultat n'est pas toujours d'une grande clarté* » (Schärlig, 1985). Ces méthodes acceptent l'incomparabilité (Serre D, 2005).

Pour l'agrégation locale appelée itérative, elle est fondée sur la discussion des calculs faits à partir des critères avec les décideurs. L'évaluation par le biais du dialogue (par l'ajout des

informations sur les préférences) est un outil primordial pour chercher des alternatives aux solutions déjà construites en premiers temps (après l'étape de calcul). Elle ne peut être globalisée pour des cas différents vu sa spécificité (Serre D, 2005).

### **III.2.2. Les méthodes d'analyse multicritère, une mosaïque d'approche pour l'aide à la décision**

L'analyse multicritère doit dévoiler le processus à travers lequel le décideur évalue ses scénarios et classe ces décisions pour synthétiser et choisir les meilleures. Faire le bon choix est l'objectif des décideurs, c'est dans ce sens que les méthodes d'analyse multicritère développées depuis 1960 s'inscrivent (Caillet R, 2003).

#### **III.2.2.1. Les caractéristiques de l'analyse multicritère, un besoin de base**

L'analyse multicritère a pour objectif d'arriver à choisir ou prendre une décision dans le cas où il existe plusieurs solutions et qu'aucune ne paraît la bonne, en tenant compte de la pluridisciplinarité de la problématique dans tous ses aspects économiques, sociaux, spatiaux, environnementaux, etc. « Résoudre un problème multicritère consiste donc à aider le décideur à maîtriser les données de son problème et à progresser vers une solution ». (Serre D, 2005)

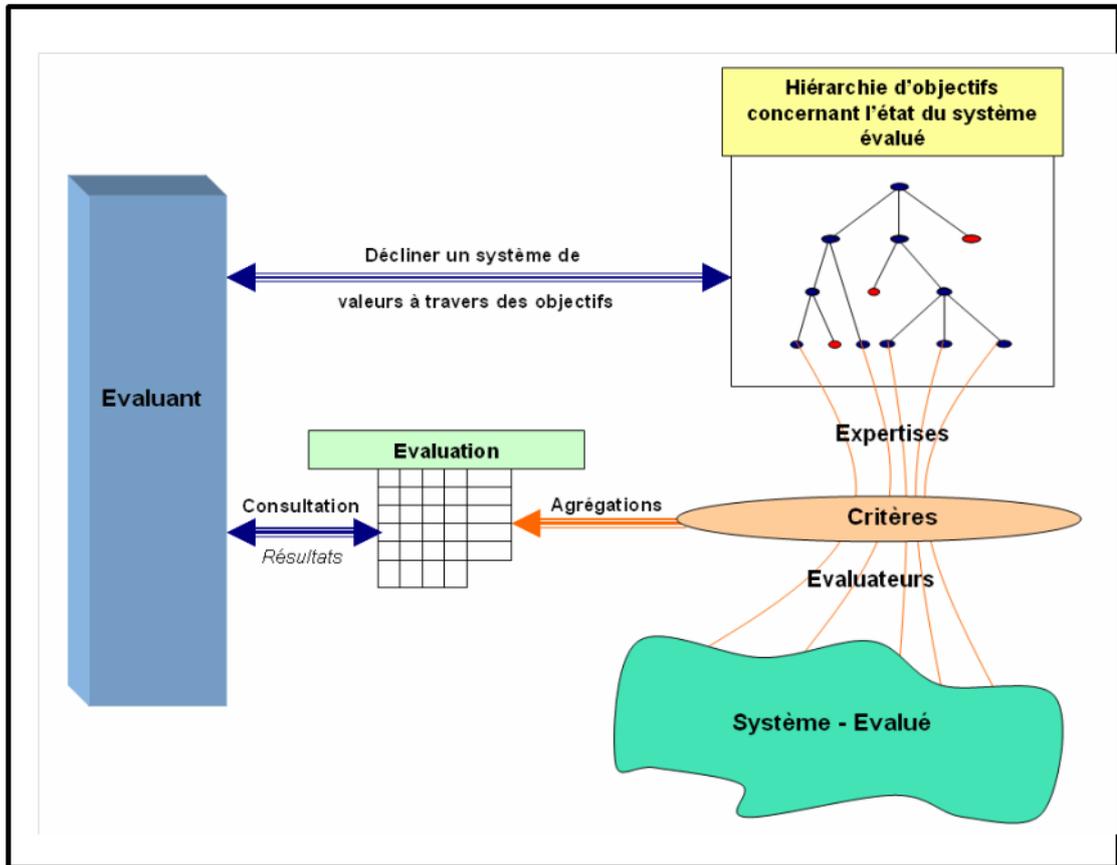
Pour repérer les solutions les plus efficaces, il s'agit de faire en premier lieu l'identification de l'objectif de la problématique et du type de méthode choisie, ensuite de déterminer les éventuelles solutions qui comprennent des critères représentatifs pour pouvoir juger, de l'agrégation de ces jugements permettent d'évaluer et de choisir la meilleure solution.

Pour s'appliquer l'analyse multicritère exige le choix d'un processus selon le contexte, l'objectif de la problématique, les acteurs et les outils nécessaires pour sa mise en œuvre. En outre, les décideurs sont appelés à mesurer les décisions par le biais des critères émanant de la problématique en question, les solutions proposées sont appelées actions « aucune action n'est la plus performante pour tous les critères » (Caillet R, 2003). De ce fait, ces méthodes d'analyse multicritères sont basées sur la détermination des critères et de leurs poids selon leur représentation dans la thématique en question. Les actions ou les solutions proposées font l'objet d'une agrégation ou d'une pondération selon le modèle choisi (le type de la méthode) pour ensuite repérer les décisions les plus efficaces.

Dans la thèse de Caillet, celui-ci a présenté ce simple exemple : « un consommateur veut acheter une nouvelle voiture. Les critères dont il tient compte pour faire son choix sont le prix, la puissance et la beauté de la voiture. Il a le choix entre plusieurs modèles, de toutes marques. A priori, le critère puissance et le critère prix vont rentrer en conflit dans le choix de la voiture (on « paie » pour avoir plus de puissance). De plus, entre la Fiat bas de gamme et la Ferrari, de

nombreuses autres voitures (solutions possibles) sont envisageables pour le consommateur. » (Caillet R, 2003). Cet exemple montre que le consommateur a plusieurs possibilités, les méthodes d'analyse multicritère peuvent être un outil d'aide à la décision pour effectuer un choix selon les critères recherchés.

Figure n°43 : Le processus d'aide à l'évaluation



Source : Rousval B, 2005

En revanche, le système est soumis à une évaluation qui est «un processus qui vise à quantifier et/ou qualifier un système grâce à toute information nécessaire à la construction de critères permettant d'appréhender au mieux l'atteinte de l'ensemble des objectifs concernant, ce système est jugé pertinent dans le cadre d'une activité plus large, mais préalablement identifiée». (Rousval B, 2005)

### III.2.2.2. L'analyse multicritère, différents processus au service de l'aide à la décision

Le choix d'une méthode doit prendre en considération la problématique de décision (choix, tri, rangement) et les l'objectifs visés au préalable (Tacnet J-M, 2009).

« Le choix d'une méthode est en soit un véritable problème de décision. Des recommandations peuvent être proposées pour choisir entre ces méthodes en fonction notamment du nombre de décideurs, de la compréhension du principe de la méthode par le décideur (par exemple

comparaison par paires), de la problématique de décision (choix, tri, rangement), du niveau de compensation accepté par le décideur (Guitouni et Martel, 1998) »<sup>151</sup>.

Il existe plusieurs méthodes d'analyse multicritère d'aide à la décision<sup>152</sup> qui sont classées selon le type d'agrégation (complet, partiel et local), Les méthodes Electre ou PROMETHEE font partie des méthodes de sur-classement par l'agrégation partiel (Roy, 1985). La méthode appelle le processus d'analyse hiérarchique AHP (Analytic Hierarchy Process de Saaty, 1980) et la méthode de la théorie de l'utilité multi-attribut (Multi Attribute Utility Theory de Keeney, Raïffa, 1993) issues du modèle d'agrégation complet, nous intéressent pour les approches les plus utilisés dans la thématique des risques.

- **Les méthodes ELECTRE**

Développées à partir des années 1970 par Bernard Roy (Caillet R, 2003), ces méthodes portent sur l'évaluation par la comparaison deux à deux des actions et assurent des résultats consistants.

- **Les méthodes PROMETHEE**

Ces méthodes de sur-classement sont développées après les années 1980 par Jean-Pierre Brans et Philippe Vincke en se basant sur les théories de Bernard Roy. Il existe plusieurs types qui diffèrent selon le but recherché et ont le même processus. PROMETHEE I et II sont les plus utilisées, dont la première « *PROMETHEE I permet de dégager des relations partielles de classement, alors que PROMETHEE II fournit un classement de toutes les actions* » (Caillet R, 2003).

- **Les méthodes basées sur la théorie de l'utilité MAUT ( Multi Attribute Utility Theory)**

Ces méthodes développées par Ralph Keeney et Howard Raïffa après 1960, inspirées par les études économistes de Von Neumann et Morgenstern, considèrent chaque critère indépendamment des autres et étudient son utilité par rapport à une seule action proposée (Keeney and Raïffa, 1976 ; Vincke, 1989). Les jugements du décideur permettent de déduire les résultats pour lesquels les actions présentent une grande utilité (Caillet R, 2003). « *tout d'un décideur devant évaluer un ensemble A d'actions selon i dimensions (critères), essaie inconsciemment ou implicitement de maximiser une fonction  $U = U (c_1; c_2; \dots ; c_n)$  où  $c_i$  représente la relation (fonction) de préférence du décideur pour la ième dimension* » (Tacnet JM, 2009).

---

<sup>151</sup> Cité par Tacnet J-M, 2009.

<sup>152</sup> Il existe des méthodes tels que : ORESTE, QUALIFLEX, PAMSSEM, ELECTRE II, PROMETHEE III, PROMETHEE IV, SMARTS, SMARTER, ANP, REMBRANDT, Méthode basée sur les cônes de référence, Méthode STEP.

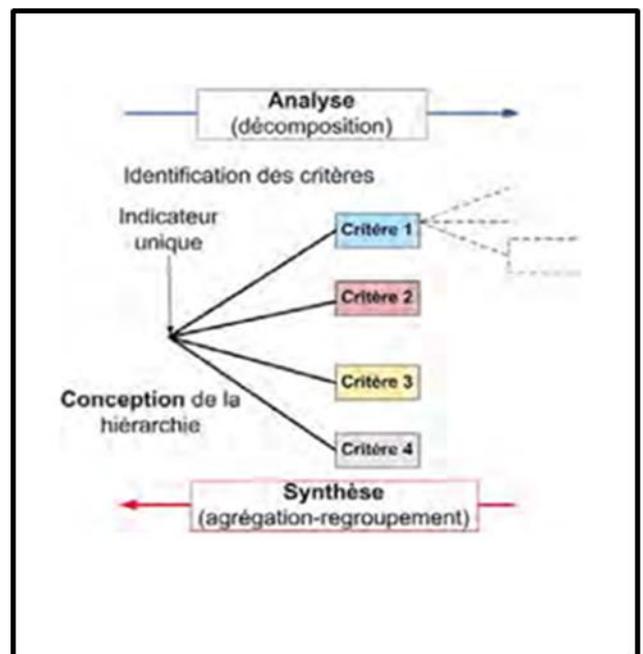
- **Somme pondérée**

Cette méthode permet de passer aux résultats quantitatifs et de faire la pondération des actions proposées aux critères choisis, elle donne un classement des actions qui pourraient être interprétées directement à l'encontre de la méthode MAUT.

- **AHP** (Analytical Hierarchy Process)

Développée à partir de 1980 par Thomas Saaty, son processus vise une classification hiérarchique des critères retenus afin d'affiner les résultats. Elle vise la réduction des critères en un seul de synthèse (Dyer, 2005) (Saaty, 1982, 2005). L'arborescence classe les critères pères et les critères fils dans une logique de préférences. (Figure n°44).

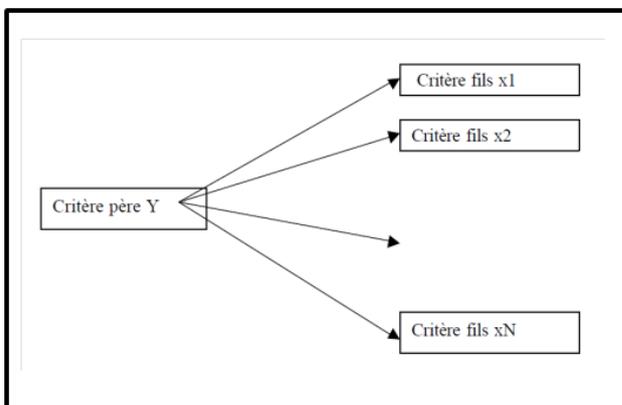
Figure n°44 : Hiérarchie des critères



Source : Tacnet JM, 2009

L'approche AHP s'intéresse à décomposer la problématique en représentation hiérarchique présentant le problème en forme multicritère, puis elle précise les seuils de préférences entre les critères qui sont soumis à une agrégation pour synthétiser le problème dans un dernier niveau hiérarchique comportant les actions (Tacnet J-M, 2009).

Figure n°45 : Affectation des poids aux critères



Source : Caillet R, 2003

L'attribution des poids pour les critères selon le couple père-fils est le cœur de cette méthode, la somme des poids des critères fils d'un même père doit être égale à 1, elle traduit la « relation d'interdépendance » entre les critères.

Tableau n°11 : Comparaison binaire des critères

La représentation chiffrée de ces poids se fait par la comparaison par paire entre les critères de la même échelle de hiérarchie. Ces attributions permettent de calculer les valeurs des matrices de jugements entre les critères.

Tabl. 1/ Échelle de comparaison binaire d'après Saaty (1981) et Griot (2003)		
Degré d'importance numérique	Degré d'importance verbale	Définition
1	Importance	Les deux éléments contribuent autant à l'explication de l'objectif
3	Un élément est un peu plus important (sensible) que l'autre	L'expérience et l'appréciation personnelle de l'expert favorisent légèrement un élément par rapport à l'autre
5	Un élément est plus important (sensible) que l'autre	L'expérience et l'appréciation personnelle de l'expert favorisent vraiment un élément par rapport à l'autre
7	Un élément est beaucoup plus important (sensible) que l'autre	L'expérience et l'appréciation personnelle de l'expert favorisent fortement un élément par rapport à l'autre
9	Un élément est absolument plus important (sensible) que l'autre	La dominance d'un élément par rapport à l'autre est démontrée par l'expérience et l'appréciation personnelle
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux appréciations voisines	Utilisées pour affiner le jugement lorsqu'un compromis est nécessaire entre deux appréciations
1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9	Valeurs réciproques des appréciations précédentes	

Source : Renard F et Chapon P-M, 2010

- **MACBETH** (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique)

Cette méthode est développée par Carlos Bana e Costa, elle étudie l'attractivité qu'exerce chaque action par rapport à une autre ; elle bute sur une quantification sur la base d'un seul jugement qualitatif de préférence, et utilise les données relatives à plusieurs notations et références en créant une échelle de poids dans un seul listing.

### III.2.3. L'aide multicritère à la décision, des solutions plus opérationnelles

Face à un problème de décision et une thématique présentant plusieurs aspects à évaluer, les méthodes d'aide multicritère à la décision servent à fournir aux décideurs des outils et des processus pour proposer des solutions selon des préférences prédéfinies au préalable, tandis que « ces méthodes ne fournissent pas une solution objectivement meilleure, la solution idéale n'existant pas, et le mot « aide » prend alors tout son sens ». (Serre M, 2005)

Les méthodes d'aide à la décision s'intègrent avec l'analyse multicritère pour dépasser les limites des approches d'optimisation (remisent en cause depuis 1945) (Climaco, 2004 ; Bouyssou, 2003) qui ne prennent pas en considération les spécificités du contexte (Schärlig, 1985) et se basent sur un seul critère donnant une seule solution pour la décision.

Ces méthodes appelées l'aide multicritère à la décision (Roy, 1993) « *renoncent à cette notion d'optimum et à l'unicité du critère de décision pour prendre en compte les multiples facettes d'un problème de décision réel : l'objectif est plus de trouver une solution acceptable et réaliste compte-tenu de l'environnement* » (Tacnet J-M, 2009).

### **III.2.3.1. L'aide multicritère à la décision une méthode prometteuse pour les décideurs**

L'aide à la décision multicritère « *connaît un fort développement depuis 20 ans dans des domaines très divers tels que l'économie, la gestion, l'environnement, le choix de sites... mais aussi en génie civil, et plus particulièrement, dans le domaine des réseaux d'eau pluviale (Azzout, 1996), d'eau potable (Le Gauffre et al, 2004, 2004) et d'assainissement (Diab, 2001, 2002, 1999) et (Le Gauffre et al, 2004a, 2002)* ». (Serre D, 2005)

La méthode d'aide multicritère à la décision est fondée sur plusieurs critères, qui constituent la phase clé dans la méthodologie qui permettent la modélisation des solutions supposées pour aider à choisir les décisions les plus convenables (Bouyssou et Roy, 1993). La méthode multicritère d'aide à la décision « *consiste à ordonner les solutions sur la base soit d'un critère unique, soit de différents critères appréhendés dans leur pluralité* » (Renard F et Chapon PM, 2010). La complexité des décisions trouvent ses solutions dans les jugements similaires pour aider les décideurs à classer leurs préférences. En effet, les critères choisis sont le moyen de vérification des incertitudes et des lacunes. Le processus permet de justifier la finalité de la problématique. « *L'aide multicritères à la décision vise à fournir à un décideur des outils lui permettant de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte* » (Vincke, 1989). Ces approches, viennent répondre aux questions des décideurs par la prise en charge de l'ensemble des critères et les traitements par le biais d'agrégation et la mise en place des critères de décisions dans un classement pour simplifier la lecture et avoir une vision globale.

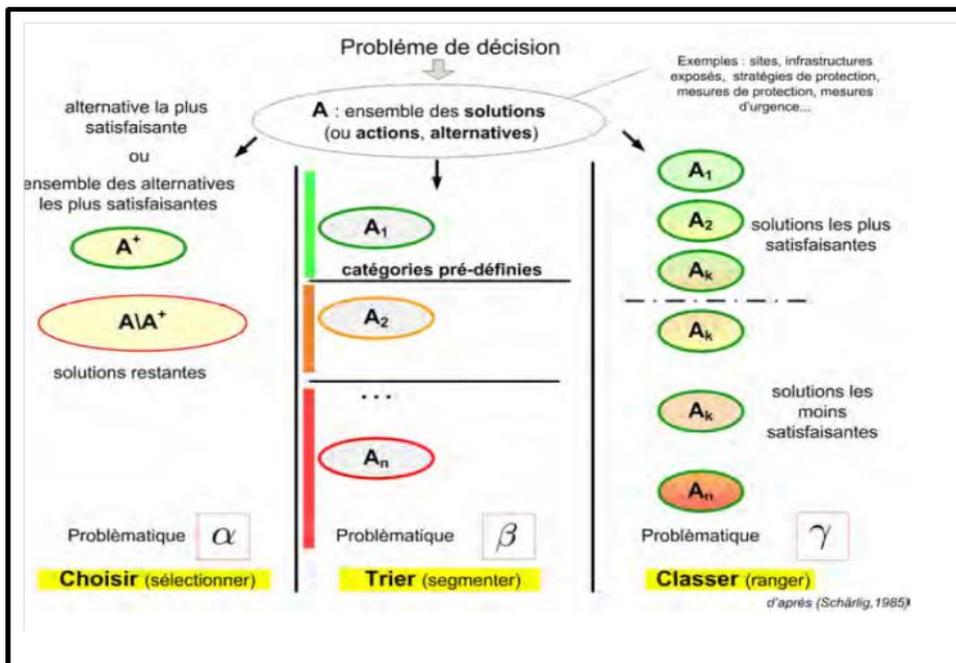
### **III.2.3.2. Les problématiques d'aide multicritère, entre choisir, trier et ranger**

La problématique dans l'analyse d'aide multicritère suggère un scénario à vérifier, favoriser ou à estimer qui s'appelle action, solution ou alternative qui vont être évalués par le biais des critères selon un processus choisi (méthode à appliquer).

Il s'agit de choisir pour déterminer les meilleures solutions, trier les alternatives aux axes correspondants et de ranger ses actions, solutions ou alternatives dans des classes selon les préférences des décideurs.

Les alternatives sont les choix disponibles. Le poids est l'importance attribuée aux critères, appelés aussi attributs. Ces derniers déterminent les règles pour évaluer les alternatives qui peuvent être qualitatives ou quantitatives. Les critères peuvent avoir différentes valeurs de substitution du fait des incertitudes, des probabilités, ou des données hétérogènes expliquant le phénomène. En revanche, cette méthode se concentre dans un premier temps sur la définition des objectifs, des acteurs, du type du modèle choisi (pour la modélisation des critères) et de la nature de l'action (solution ou alternative). En deuxième temps, hiérarchisation des critères selon l'objet de la décision, de l'objectif vers les sous-objectifs, ou en évaluant les conséquences des actions (Tacnet J-M, 2009). Ces critères seront évalués par le biais du processus de modélisation par agrégation en fonction des préférences, à la fin, il est temps d'apprécier les résultats et de choisir les décisions envisageables.

Figure n°46 : Choisir, trier et classer les critères



Les résultats dépendent de l'évaluation des critères à partir des jugements, des mesures et des formules pour calculer leurs représentativités dans l'action.

Source : Tacnet J-M, 2009

Le rôle des décideurs est primordial pour discuter de la hiérarchie des critères et poser les éventuelles incertitudes quant aux solutions probables. L'attribution des poids aux différents facteurs constitue une base dans l'application des méthodes d'aide multicritère. La logique du raisonnement peut être descriptive dans le cas où les décideurs effectuent le choix des critères selon leurs préférences par le biais du processus qui sert comme modèle dégageant les manœuvres, ou constructive dans le cas où le processus sera le modèle à travers lequel les décideurs déterminent leur choix dans une démarche interactive incluant les incertitudes et es probabilités (Bouyssou, 2003).

Pour notre cas d'étude, la problématique est l'estimation de la vulnérabilité urbaine pour la gestion des risques. Les critères seront basés sur les hypothèses déjà établies concernant par exemple les quartiers qui présentent plusieurs facteurs de vulnérabilité. Les décisions pour la gestion des risques seront justifiées par le classement des alternatives pour avoir une hiérarchie des niveaux de vulnérabilités afin de savoir les quartiers pour lesquels la vulnérabilité sera moindre.

Dans le cas de problématique de résilience de ces quartiers, on cherche à vérifier les solutions ou les alternatives pour lesquelles les quartiers vont être résilients aux risques.

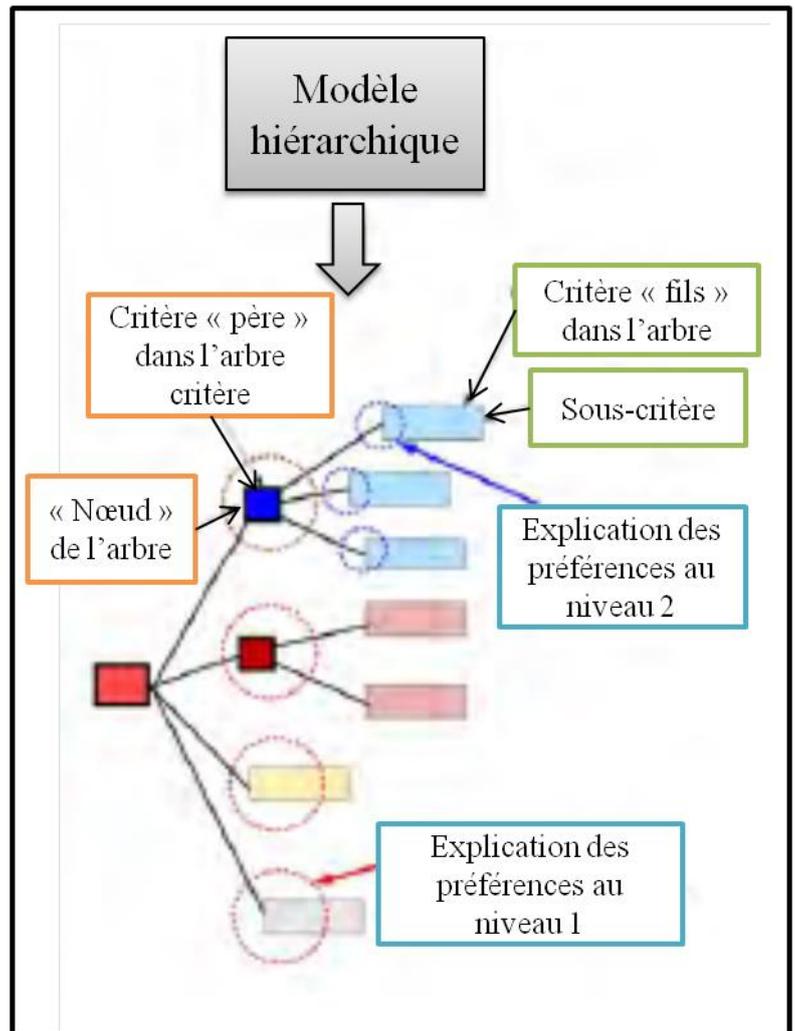
Dans ce cas ces solutions peuvent être les moyens de protection contre les risques, essayant un plan de gestion de la catastrophe, en instaurant une réelle culture du risque, et en se dotant d'un plan d'urgence et des équipements appropriés, etc.

L'aspect subjectif des probabilités (Abdellaoui et Gonzales, 2006; Bouyssou and Vincke, 2002 ; Magne et Vasseur, 2006) utilisé dans les approches portant sur les risques industriels ou l'étude des probabilités, déterminent les scénarios à travers lesquels les critères sont tirés et en outre les solutions ou alternatives à envisager.

### III.2.3.3. Différentes étapes de la méthode multicritère pour gérer les préférences

L'agrégation de préférences est « une opération permettant d'obtenir des informations sur la préférence globale entre les actions potentielles, à partir d'information sur les préférences par critères » (Maystre et al., 1994).

Figure n°47 : Un modèle hiérarchique



Source : Tacnet JM, 2009

Par ailleurs, pour gérer les préférences, les décideurs sont amenés à agréger les critères selon une structure qui met en relation les solutions admissibles. A cet effet, dans sa thèse Tacnet donne un exemple de comparaison:

Pour une décision A, on a deux solutions  $a_1$  et  $a_2$  cela induit 3 genres de préférences :

- Préférence nommée P  $a_1$  sur  $a_2$  soit  $a_1 P a_2$  (P est antisymétrique)
- Indifférence nommée I entre  $a_1$  et  $a_2$  soit  $a_1 I a_2$  (I est symétrique)
- Refus nommée R  $a_1$  et  $a_2$  soit  $a_1 R a_2$  (R exprime l'incomparabilité qui est symétrique)

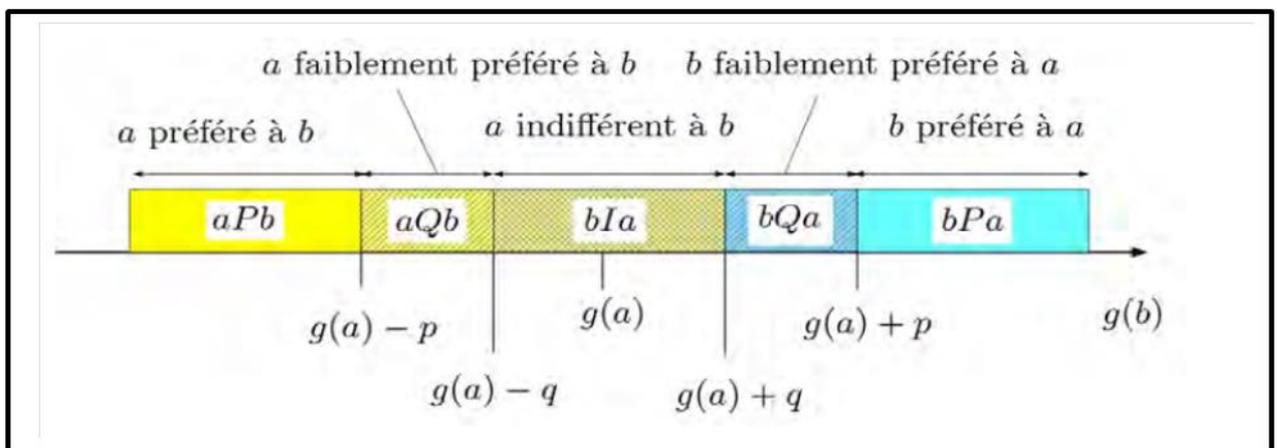
{P; I; R} représentent les relations, qui sont considérées comme une structure de préférence.

Cependant, les relations peuvent être aussi complètes ou transitives. Admettant que  $a_i, a_j, a_k$  sont les solutions pour une décision A et la relation est représentée par S:

- La relation S est dite complète si :  $a_i S a_j$  ou  $a_j S a_i$
- La relation S est dite transitive si :  $a_i S a_j$  et  $a_j S a_k$  donc  $a_i S a_k$

Les cas des préférences de décisions non transitives (ou il n'existe pas une relation entre les solutions dans la structure du modèle choisi) ont suscité de nombreux travaux pour développer de nouvelles structures de préférences traduites par des valeurs seuils par classements des critères (Vanderpooten et Vallin, 2002), la figure suivante montre cette hiérarchie pour un modèle de 5 classes de structure (Figure n° 48).

Figure n°48: Classement des décisions selon les préférences



Source : Tacnet JM, 2009

Dans la problématique des risques, « l'enjeu est donc de vérifier si des structures de préférences implicites servant à évaluer le risque par le biais des tableaux croisant, les composantes du risque tels que l'aléa et la vulnérabilité peuvent exploiter les résultats de ces méthodes d'inspiration multicritères pour produire une évaluation. Il s'agira par exemple, à partir d'une évaluation multicritères d'un site exposé, de retrouver les classements utilisés de manière empirique et non tracée dans le cadre des approches de caractérisation du risque. Ceci

*nécessitera de valider l'utilisation de valeurs d'utilité affectée à l'aléa et à la vulnérabilité et le principe d'utilité additive.* » (Tacnet JM, 2009).

Les méthodes d'agrégations interviennent pour aider à retrouver une préférence collective qui englobe l'ensemble des critères, en outre, les actions peuvent être comparées par le biais de cette préférence représentative de la totalité des relations. Ces méthodes sont multiples et chacune présente ses spécificités quant aux relations entre les critères et les actions prédéfinies (solutions ou alternatives).

### **III.3. Outil et Processus en faveur de l'approche de la gestion des risques**

Il ressort que, plusieurs travaux ont abordé la problématique de la gestion des risques par le biais de l'estimation de la vulnérabilité (Reghezza M, 2006 ; Rufat S, 2008), pour laquelle plusieurs aspects contribuent dans la construction du risque (Dauphiné A, 2001), savoir gérer est savoir prendre les bonnes décisions pour permettre une résilience du territoire face aux risques, choisir les décisions implique de faire recours aux outils d'aide multicritère. L'efficacité dépend de l'analyse de la problématique, du choix du processus, des critères retenus (dans une hiérarchie des facteurs de la vulnérabilité), et aussi, de la certitude des données employées.

#### **III.3.1. L'intégration de l'aide multicritère à la décision pour la gestion des risques à travers l'estimation de la vulnérabilité**

Il s'agit d'évoquer l'apport des méthodes d'aide multicritère dans le domaine des risques. Ces méthodes *« peuvent être jugées pertinentes si leurs principes et modes d'agrégation permettent de représenter les structures de préférences rencontrées et d'aider à prendre les décisions dans le cadre de l'expertise des risques naturels.* » (Tacnet JM, 2009)

La problématique de la vulnérabilité dans la gestion des risques a toujours été exprimée en termes de facteurs déclenchant ou aggravant les situations de crises (D'Ercole et Al, 2015). La gestion des risques nécessite plusieurs étapes pour définir les décisions les plus convenables, les actions ou les solutions proposées cherchent des modèles d'application pour assembler les différents critères déterminant la vulnérabilité urbaine dans une démarche explicite. Il s'agit de choisir un processus en fonction des objectifs posés au préalable, de la nature des critères et des relations qui existent entre ses critères, pour vérifier les actions et classer la vulnérabilité dans des échelles de préférences (seuils).

##### **III.3.1.1. L'estimation de la vulnérabilité urbaine dans une démarche d'aide multicritère**

Les approches multicritères permettent de mettre en valeur une vision globale sur la problématique en question en évaluant des critères tirés à partir du raisonnement des décideurs

pour synthétiser à travers des méthodes d'agrégations. (Vincke, 1989 ; Serre D, 2005 ; Roy et al., 1993 ; Azibi, 2003). Cette démarche vise une classification des enjeux qui sont acteurs ou sujets dans la thématique de la gestion des risques. Identifier, quantifier et étudier la vulnérabilité des enjeux sont le cœur de la méthodologie.

Une fois analysés, ces enjeux mettent en évidence l'ensemble de critères qui peuvent expliquer ou justifier la problématique dans une hiérarchie. Après cette étape, le recours aux approches opérationnelles est primordial pour prendre les décisions quant à la gestion des risques fondés sur la pertinence de la méthode.

### **III.3.1.2. Poser la problématique de la vulnérabilité urbaine, un savoir décisionnel**

Les approches d'aide multicritères sont appliquées dans le domaine des risques géologiques (Merad et al., 2004), des séismes (Opricovic and Tzeng, 2003), des feux de forêts (Chen et al., 2001), etc. De ce fait, « *L'analyse multicritères peut être utilisée dans le cadre des risques naturels soit pour identifier et caractériser l'aléa (le phénomène), soit pour déterminer le niveau de risque par confrontation avec la vulnérabilité et les enjeux.* » (Tacnet JM, 2009)

Aborder la question de la vulnérabilité urbaine, engage des étapes primordiales, allant de la description du contexte et du problème en question, faire une décomposition hiérarchique de la problématique de la vulnérabilité, définir ces enjeux et ces facteurs, et enfin, savoir mesurer les impacts. Ces spécificités donnent au concept de la vulnérabilité une dimension multicritère et renvoie vers la recherche des modèles d'aide à la décision pour structurer le processus selon les actions prédéfinies pour la gestion des risques.

Il ressort que, l'objectif global est de déterminer la vulnérabilité, qui est composée de plusieurs aspects (humain, environnemental, matériel). Chacun comporte des enjeux multiples et présente des impacts différents selon leurs spécificités.

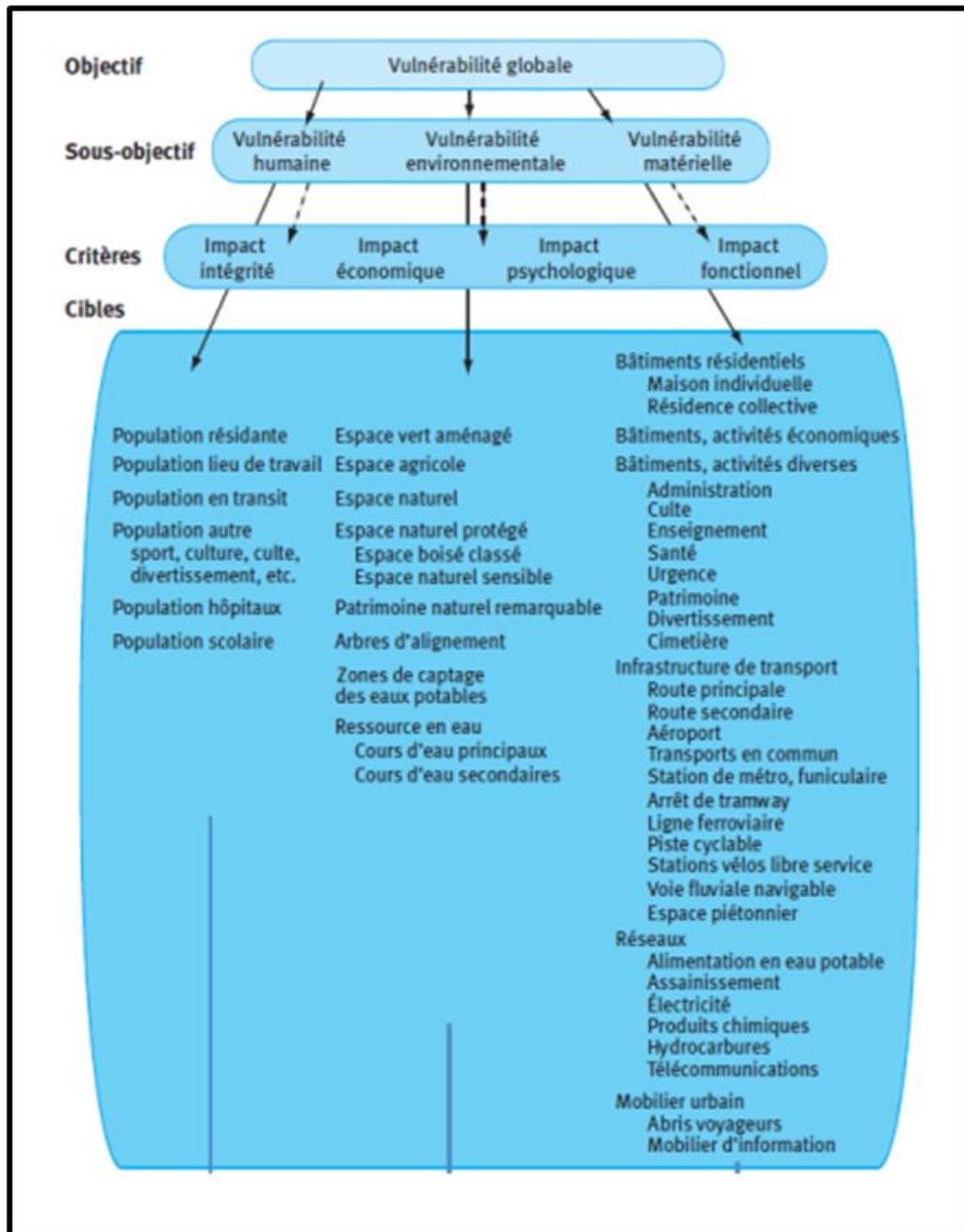
A partir des études empiriques<sup>153</sup>, les catastrophes déjà passées génèrent des impacts comme suit :

- L'impact d'intégrité traduit « *les effets physiques pouvant se reproduire sur les différents enjeux* » (Renard F et Chapon PM, 2010).
- L'impact économique mesure les coûts dû à la suite de la catastrophe.
- L'impact psychologique affecte les personnes exposées à la catastrophe (comportements et réaction de la population).

---

<sup>153</sup> Etude faite par Florent Renard Et Pierre-Marie chapon, 2010 sur une méthode d'évaluation de la vulnérabilité urbaine, appliquée à l'agglomération lyonnaise

Figure n°49 : Hiérarchie des facteurs de vulnérabilité urbaine



Source : Renard F et Chapon PM, 2010

L'impact fonctionnel mesure la capacité des enjeux à résister et à fonctionner après la catastrophe. Cet impact fait appel aux caractéristiques de la résilience où elle peut ajouter d'autres critères de mesures.

Cet exemple de hiérarchie de la vulnérabilité donne une structure aux facteurs de la vulnérabilité, et cherche à mesurer les réponses en évaluant ses critères (Rufat S, 2009). En effet, le contexte et la problématique de la gestion des risques définissent l'objectif et les critères selon lesquels le modèle de décision sera choisi.

### III.3.1.3. Une structure et une hiérarchisation pour la démarche de la vulnérabilité

L'estimation de la vulnérabilité se fait généralement par classement (Rufat S, 2009 ; Reghezza M, 2006 ; Serre D, 2006 ; Renard F et Chapon PM, 2010), les multiples critères sont à la base de l'évaluation mais ils dépendent des préférences des décideurs. Les échelles obtenues expriment une seule fonction qui est la mesure de la vulnérabilité (faible, moyenne, forte) selon l'importance des risques et la présence des enjeux. L'analyse des données peut avoir plusieurs formes (additive, multiplicative, mixte, etc.) ; cependant, les modèles additifs sont les plus utilisés, mais « *Le recours aux utilités additives nécessite de respecter les principes d'indépendance préférentielle des critères* » (Tacnet JM, 2009). Les valeurs obtenues déterminent des intervalles et expriment la même fonction, « ce qui permet d'éviter d'avoir une seule mesure » *« Les écarts de valeurs sur des critères différents sont comparables et peuvent se compenser »* (Serre D, 2005)

La considération des scénarios probables et les imperfections des informations sont primordiales dans l'approche de la vulnérabilité urbaine face aux risques. Il s'agit d'« *intégrer l'incertitude et plus généralement l'imperfection associée à l'information utilisée dans le cadre des méthodes multicritères servant à évaluer le risque reste donc un enjeu* ». (Tacnet J-M, 2009)

Nous décrivons la description hiérarchique de la vulnérabilité comme une méthode qui nous intéresse dans le choix des autres méthodes complémentaires pour cette étude.

Les méthodes d'agrégation totale (de type MAUT, AHP) semblent les plus proches de notre problématique, car elles « *se rapprochent le plus des outils empiriques d'aide à la décision existants* » (Tacnet JM, 2009), de plus, elles visent « *une évaluation sous forme d'un critère unique et permettent de répondre aux problématiques de choix, de tri et de rangement. Elles autorisent une application séquentielle de la méthode..... Elles établissent et reposent sur une liaison explicite, certes critiquable mais aussi tout à fait effective, entre les critères et une décision..... Les fonctions d'utilité transforment des critères initiaux dans une même échelle pour autoriser leur agrégation. Leurs élaborations nécessitent un effort cognitif important de la part des analystes pour définir des préférences* » (Tacnet J-M, 2009).

La méthode L'Analytic Hierarchy Process (AHP) exprime une description hiérarchique de la problématique de la vulnérabilité. Elle met en évidence la décomposition du problème de l'objectif principal jusqu'à la définition des critères. De ce fait, l'AHP peut être utilisé comme « *un support conceptuel pour formuler le problème de décision.* » (Tacnet J-M, 2009)

Cette méthode est inspirée de l'approche systémique dans la structuration du système et ses éléments qui sont en interdépendance. L'impact des critères sur le système est mesuré par des

jugements d'expert qui vont attribuer des valeurs selon ses priorités et son importance parmi les différents facteurs de vulnérabilité (Renard F et Chapon PM, 2010). AHP se base sur la comparaison par paire des critères justifiant la problématique (Saaty, 2007)

Cette approche, « propose une méthodologie analytique de décomposition d'un problème de décision en sous-critères..... Elle présente des proximités évidentes avec les méthodes de modélisation conceptuelle de l'information et les approches systémiques..... Elle apparaît comme une méthode intuitive proche des diagrammes cause-effet, pour formaliser naturellement les problèmes de décision. » (Tacnet JM, 2009)

L'application de la méthode AHP passe par cinq étapes (T.L. Saaty, 1981, Griot, 2003). Après avoir analysé le problème, avoir connaissance des éléments du système et comprendre son fonctionnement, il faut tirer et trier les cibles responsables de la vulnérabilité, ces facteurs peuvent être quantitatifs ou qualitatifs.

La définition d'une hiérarchie des différents facteurs se fait par un classement des critères et des sous-critères (Saaty, 1984) « La somme des poids de tous les critères fils d'un même critère père est égale à 1 » (Renard F et Chapon PM, 2010).

Le jugement des experts permet l'évaluation des critères selon leur importance par comparaison par paire et selon la priorité. Des poids sont attribués pour les critères sur la base des jugements par binaires et en dernier lieu, une agrégation s'impose pour calculer la matrice moyenne des jugements. Cependant il existe des logiciels qui intègre ses applications avec une méthode simplifiée (tel que SPSS).

### **III.3.2. SIG et méthode d'aide à la décision : un choix indispensable pour la territorialisation de la vulnérabilité urbaine**

Les progrès technologiques n'ont cessé d'augmenter. Les outils et les moyens développés pour le traitement de l'information sont multiples et varient selon les spécificités des informations. Le choix d'application de ces dispositifs est lié aux objectifs de la problématique et de la finalité de la thématique.

L'intégration des SIG avec des méthodes multicritère est une tendance. Ces dernières années (Serre D, 2006), la pluridisciplinarité des recherches a encouragé une telle démarche pour dépasser les analyses mathématiques et sectorielles des risques et afin d'avoir une vision plus globale aux décideurs et qui sera simplifiée et adaptée à leurs besoins. « L'imagerie spatiale semble offrir des potentialités de plus en plus fortes en matière d'estimation des dommages structuraux et environnementaux, notamment consécutivement aux séismes, aux inondations et

aux tsunamis, avec des résolutions optiques inférieures au mètre ». (Renard F et Chapon P-M, 2010)

### **III.3.2.1. Intégration des SIG : un préalable pour la spatialisation des données**

Les systèmes d'information géographique possèdent plusieurs définitions qui peuvent désigner une structure organisationnelle des informations, un ensemble de disciplines de la géomatique<sup>154</sup>, ou tout simplement un logiciel pour représenter les informations spatialement (Laaribi, 2000).

#### **III.3.2.1.1. SIG : ou outil de représentation graphique et de gestion de données par excellence**

Les SIG ont la capacité d'intégrer plusieurs compétences de topométrie, géodésie, photogrammétrie, télédétection, etc. Ainsi qu'une pluralité des données du territoire pour les géospécialiser. Cette capacité est inventé par les québécois et s'est proliférée aujourd'hui dans plusieurs pays tels que les états unis, Suisse, France, etc.

Les SIG signifient: « *un SIG comme un système de gestion de base de données conçu pour saisir, stocker, manipuler, analyser et afficher des données à référence spatiale en vue de résoudre des problèmes complexes de gestion et de planification* » (Fischer et al., 1993), permettent de :

- Acquérir des données
- Stocker les données avec leur géoréférences (géolocalisées)
- Gérer la base de données
- Analyser et le traitement des données selon la thématique recherchée
- Joindre d'autres données à partir d'autres logiciel (possibilité de lecture et connexion)
- Régénérer les données
- De renouveler et de moderniser les capacités
- D'être utilisés par des usagers dans plusieurs disciplines

Les SIG ont pour rôle d'assurer le géoréférencement des données sur une carte géographique en attribuant des informations telles que : les coordonnées géographiques, la nomination, l'activité ou historique d'un lieu, les données sur le bâti et population, etc., et représentées à l'aide des outils de dessin (trois types : polygone, ligne et point) selon la particularité de l'élément à spatialiser.

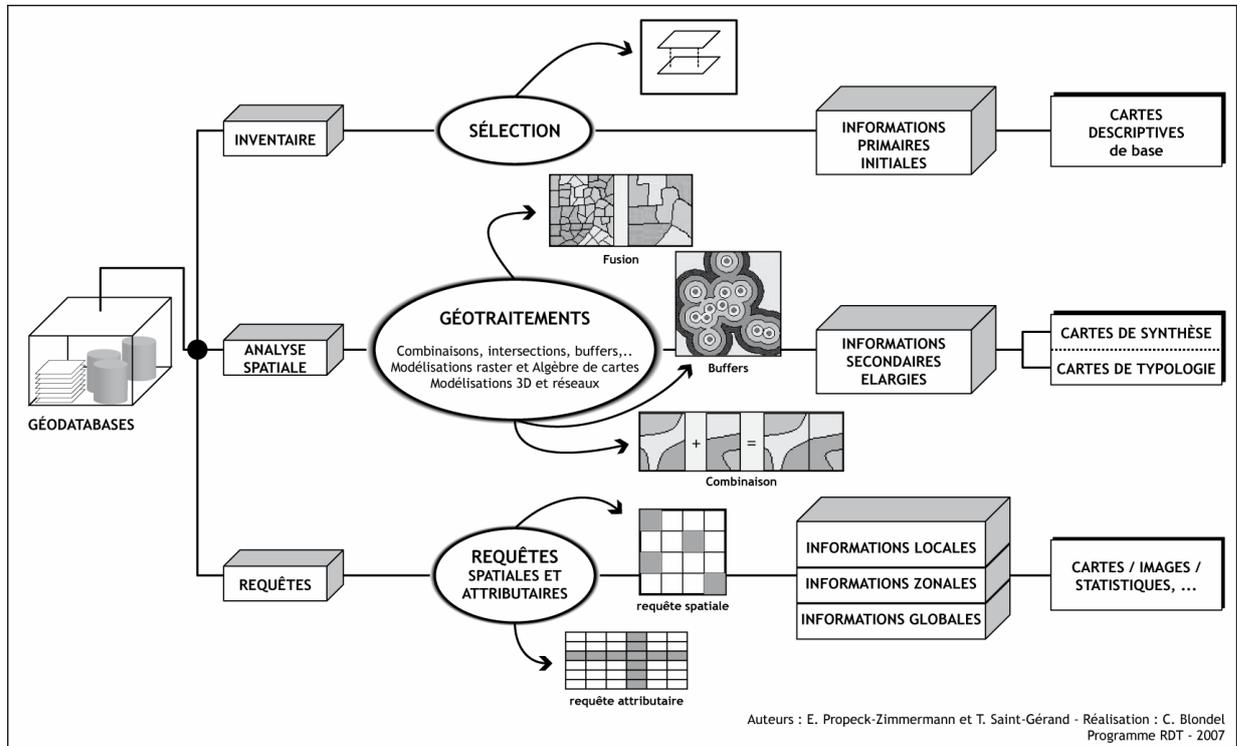
---

<sup>154</sup> La géomatique signifie une discipline qui porte sur le stockage des données géographique, leur gestion, traitement et diffusion (office Québécois de la Langue Française).

### III.3.2.1.2. Fonctionnalités de SIG et leurs performances

Les SIG sont considérés comme des systèmes très puissants pour la gestion des données géoréférencés et leur capacité de traiter les données et de développer de nouvelles requêtes pour donner de nouvelles informations complémentaires numériques et spatiales (Laaribi, 2000).

Figure n°50 : Processus de territorialisation des données géographiques par les SIG



Source : Zimmerman E-P, Saint-Gérand T, 2007

Ils peuvent joindre des données selon leur référencement, et les convertir ou même calculer certains rapports en introduisant des formules qui répondent à certaines thématiques (densité de la population, du bâti, etc.) puis spatialiser les requêtes dans des cartes thématiques. Pour être plus efficace, le stockage des données dans les SIG est développé de façon à obtenir une base incluant les données et permettant de gérer ces informations et de traiter le maximum de requête plus facilement, l'exemple des d'ESRI<sup>155</sup> qui ont développé le géodatabase pour stoker une grande base de données géographiques et attributaires. L'introduction des données géographiques dans l'échelle spatiale permet d'analyser des phénomènes et d'aboutir à une lecture territoriale des requêtes. « *L'analyse spatiale exploite l'information topologique et l'information métrique* » (Serre D, 2005). En effet, Les SIG disposent de fonction topologique qui relève de la géométrie pour distinguer entre les entités géographiques.

<sup>155</sup> ESRI : Environmental Systems Research Institute.

### **III.3.2.2. La détermination d'une stratégie globale : entre les SIG et un modèle multicritère**

Pour utiliser les SIG d'une manière explicite, il s'agit de savoir les besoins en matières de base de données, les objectifs de la spatialisation, comprendre le contexte et l'environnement, avoir les capacités analytiques pour explorer les décisions, mais le fait de ne pas pouvoir faire des modélisations et des simulations des phénomènes complexes (tel que le domaine des risques urbains) pour choisir les décisions les plus convenables, constitue une problématique pour les SIG afin d'être un outil d'aide à la décision (Serre D, 2005).

Les SIG présentent certaines limites (Laaribi, 2000), leurs fonctionnalités sont développées dans la gestion des données plus que l'analyse (Fischer et al., 1993). Ils utilisent des informations précises et aident à représenter le phénomène à analyser, tandis que c'est difficile de spatialiser les phénomènes qui présentent des incertitudes, où, l'intégration des données implique des calculs et des mesures particulières (Goodchild, 1992).

#### **III.3.2.2.1. Solution pour coupler SIG avec l'analyse multicritère**

L'avantage des SIG dans la possibilité d'acquisition d'une grande base de données est un atout pour un jumelage de ce système avec les outils d'aide à la décision et pour se procurer leurs capacités d'analyse des données (Laaribi, 2000).

Le couplage des SIG avec les outils d'aide à la décision permet de dépasser certaines lacunes mais la confrontation avec plusieurs critères dans le choix décisionnel est une problématique pour des décideurs. Pour pallier à ce manque, des méthodes d'analyse multicritères (AMC) sont intégrées pour profiter des théories d'analyse des données et des théories d'analyse à référence spatiale. Cette méthode d'aide à la décision à référence spatiale permet de choisir les décisions les plus pertinentes.

Pour intégrer aux SIG le modèle multicritère, il existe trois possibilités :

- Par l'ajout d'un système connecté qui assure la lecture entre AMC application d'analyse multicritère et le SIG et permet d'importer et d'exporter les données.
- Par le développement des interfaces d'application intégrées aux SIG, de ce fait, l'accès aux données est direct.
- Par des systèmes intégrés totalement dans le même environnement c'est-à-dire le modèle et le SIG ont la même interface.

Plusieurs domaines ont fait recours aux intégrations des AMC dans les SIG tels que l'aménagement du territoire, la planification urbaine, la gestion des risques, les sciences médicales<sup>156</sup>, etc.,

#### **III.3.2.2.2. SIG et multicritère, une approche intégrée**

Le processus de décisions implique une gestion et une analyse de données par le biais des AMC et des SIG, qui constituent un outil d'aide pour les décideurs pour sélectionner les choix stratégiques. La quantité des informations spatiales et l'hétérogénéité des données impliquent une méthode d'analyse adaptée pour spatialiser ces analyses et rendre les informations à références spatiales mesurables et renvoyant ainsi vers des décisions efficaces.

La lecture territoriale des requêtes est possible par le biais des SIG et de l'analyse des critères faite par les AMC expliquant un phénomène ou traduisant des hypothèses qui portent sur une problématique précise.

L'AMC permet de dépasser les décisions subjectives et les situations sensibles, où, certains critères ne sont pas significatifs (des variables sont parfois compensables ou n'ont pas d'effet sur le phénomène). Les AMC jouent un rôle dans le tri des données pour optimiser les probabilités et gérer les préférences.

Ces intégrations se font par :

- La définition d'une grille des critères indiquant la variabilité responsables de la production du phénomène et expliquant la problématique.
- Délimitation du champ d'investigation ou de l'échelle à analyser.
- La détermination du choix de corrélation entre les critères selon leurs hiérarchisations et spécificités (qualitatives ou quantitatives).

Couplé entre AMC et SIG, ceci permet une représentation spatiale sous la forme de modélisation des hypothèses qui constituent après leur évaluation l'outil d'aide pour la prise des décisions.

#### **III.3.2.3. Vers une spatialisation de la vulnérabilité à l'aide des SIG et AMC**

La gestion des risques cherche à estimer la vulnérabilité urbaine et les aléas déclencheurs de cette vulnérabilité. Le but de la démarche de la spatialisation est de chercher les meilleures décisions. De ce fait, faire une lecture des deux problématiques ensembles est possible grâce au SIG et AMC par la superposition des couches d'informations sur les interactions entre aléa et vulnérabilité. La visualisation du résultat donne une vision globale sur la territorialisation des

---

<sup>156</sup> Pour une spatialisation des épidémies ou l'apparition de certains cancers suite à une exposition à une source de dangers.

aléas et des vulnérabilités et permet un repérage des zones les plus touchées. Il suffit d'interroger la base de données des SIG pour obtenir les requêtes selon les cibles choisies et descendre à une échelle plus approfondie (région, ville, quartier, bâtisse, etc.).

#### **III.3.2.3.1. Spatialiser la vulnérabilité par le biais des SIG**

La territorialisation de la vulnérabilité fait appel aux estimations des facteurs urbains. Par leurs géolocalisation, elle donne une lecture simplifiée de la vulnérabilité à l'échelle spatiale. La cartographie est un outil de représentation de la vulnérabilité. Les SIG permettent de mettre en évidence les agrégations des critères d'une façon plus opérationnelle et d'utiliser les résultats numériques pour exprimer la problématique. Ces outils permettent de spatialiser, traiter, stocker et analyser les données qualitatives et quantitatives en vue de représenter le phénomène.

Il existe des logiciels intégrés aux SIG et spécialisés dans des études sur la thématique des risques dans des approches prospectives en modélisant par exemple les séismes, les inondations, etc., en évaluant les dommages et les coûts économiques, la FEMA américaine pour les inondations, les vents forts (cyclones et tempêtes) et les séismes (HAZUS-MHTM), par la société française JPA Consultants pour les mouvements de terrain (EVARISK), etc (Serre D, 2005). Pour l'aspect social, les questionnaires servent d'outil pour comprendre l'attitude des humains durant la catastrophe et pour gérer le moment de panique. Ces démarches sont basées sur les études prospectives après la catastrophe et évaluent la vulnérabilité humaine en interrogeant la perception des risques auprès de la population cible.

#### **III.3.2.3.2. L'établissement des critères de quantification de la vulnérabilité urbaine**

Différents aspects touchent notre problématique : économiques, sociales, politiques, etc., alors que, la spatialité vulnérabilité urbaine et la quantité des données (critères), avec des valeurs contrastées dans le territoire, impliquent de développer une méthodologie intégrant les SIG avec les AMC.

Les SIG sont forts dans la spatialisation et la gestion des données ; mais en intégrant la méthode d'aide à la décision multicritère, elle donne un plus en contribuant dans l'analyse des données et aide à prendre les décisions. Ces méthodes d'analyses permettent de faire la corrélation entre les variables et créer un classement de la vulnérabilité urbaine afin de déboucher sur une représentation spatiale qui sera l'outil d'aide à la décision pour la gestion des risques.

Les applications des méthodes multicritères sont faites à partir d'une hiérarchisation des critères qui sont considérés comme des facteurs. La variabilité du poids des critères, une fois analysée, donnera une classification qui aidera pour le choix des décisions les plus optimales.

#### **III.3.2.4. La possibilité de combinaison entre méthode, une issue pour dépasser les lacunes**

La pluralité des approches de la gestion des risques, les différents concepts utilisés et la recherche d'une vision globale incluant plusieurs disciplines, renvoient vers l'idée de jumeler entre ces méthodes pour dépasser leurs limites.

Combiner entre les méthodes multicritère, analytique et systémique sont possibles pour dépasser certaines lacunes que présentent ces méthodes et les adapter aux données du contexte pour des objectifs bien définis dans l'hypothèse de la problématique.

La combinaison entre les méthodes d'analyse multicritère permet d'avoir une hiérarchisation par une analyse factorielle des données avec des paramètres automatisés permettant de changer ou de modifier les variables.

La capacité des SIG à stocker une base de données avec des caractéristiques spatiales complexes sous un classement des critères est un atout pour la thématique des risques vue qu'elle englobe plusieurs facteurs et dans des différentes échelles spatiales, sociales, économiques, etc. Ceci permet de simplifier la lecture territoriale du risque dans une représentation spatiale avec un classement de la vulnérabilité et constitue un outil d'aide pour les décideurs afin de prendre les décisions les plus fiables. Cette spatialisation sera la base pour évaluer la résilience des zones vulnérables.

La variété des processus ouvre le champ des perspectives pour développer de nouvelles manœuvres afin de répondre aux manques que présentent les méthodes et enrichir l'investigation.

#### **III.3.3. L'importance des logiciels de statistiques dans le traitement des données**

Les outils technologiques de traitement de l'information (numérique ou à référence spatial) sont les points clés à partir desquels la recherche évolue et traverse les obstacles méthodologiques.

Il existe plusieurs logiciels d'analyse de données pour répondre aux besoins des scientifiques et du marché économique. Ils ont connu un développement remarquable dans les performances et les traitements des données. Seuls les logiciels utilisés dans cette étude sont abordés. Pour mener à bien notre recherche nous avons choisi des outils disponibles et accessibles pour l'application de notre méthodologie.

Les outils de la statistique permettent une description, une analyse inférentielle et une modélisation. La description consiste à résumer, traiter les données numériques (moyenne, médiane, corrélation, etc.), et faire une représentation graphique, l'analyse inférentielle pour

répondre aux questions et conclure les décisions à partir des données, la modélisation par la représentation des corrélations entre les variables.

### **III.3.3.1. Logiciel EXCEL, un outil de calcul et de traitement des statistiques**

Logiciel Excel<sup>157</sup> utilise le langage du VBA (Visual Basic for Applications). Ce logiciel est employé pour faire des calculs et des traitements de données selon l'objectif des opérations.

Donc, il permet : l'analyse des données quantitatives, le calcul numérique, le croisement de variables qualitatives et quantitatives et la représentation graphique (exemple : histogrammes).

Il s'agit de saisir les données collectées sur des feuilles Excel, comportant des tableaux qui peuvent contenir des valeurs (numériques ou non). Il est possible de créer des formules personnalisées, faire le tri et gérer les données. Dans notre cas d'étude chaque ligne correspond à un quartier et chaque colonne à une variable.

### **III.3.3.2. Logiciel SPSS : un outil d'analyse et d'agrégation des statistiques**

Nous avons fait recours à ce type de logiciel de statistiques parce qu'il répond à notre problématique et à sa capacité d'analyser les sujets qui nécessitent d'étudier plusieurs critères dont le processus répond aux besoins de faire la hiérarchie entre les facteurs et leur corrélation selon leurs spécificités (Jean Stafford, Paul Bodson, 2007). Ce logiciel est spécialisé dans l'analyse multivariée, il porte sur l'étude des interrelations entre les différentes variables (ou critères) pour une problématique donnée. La base de données intégrée au logiciel constitue le support à traiter et à analyser selon l'objectif prédéfini.

Du fait du grand nombre de méthodes qui traite l'information et la complexité des dépendances et des relations entre les variables et les différents types de données (quantitatives, qualitatives, ordinales, nominales, etc.), il comporte plusieurs méthodes Test Khi-deux, ANOVA, ACP, etc. Ces méthodes ont pour rôle de simplifier les multiples interdépendances entre les variables, et chacune se spécifie dans des un type de variable ou incluant deux types différents.

L'analyse des données est défini « *comme l'ensemble des méthodes permettant une étude approfondie d'informations quantitatives.* » (Stafford J, Bodson P, 2007). Cette analyse doit soumettre une structure des variables par un tri selon leur représentativité et leur dépendance quant à la fonction recherchée. Il est impératif de connaître le type de variable afin de choisir le type de traitement spécifique.

Ils existent des analyses univariées, bivariées, et multivariées qui incluent plusieurs variables. Parmi les différentes méthodes d'analyses de données figure l'ACP L'Analyse en Composante

---

<sup>157</sup> Excel : est développé par l'éditeur Microsoft.

Principale, ce genre d'analyse est simplifiée par le biais des outils comme le SPSS. Elle fait partie de l'analyse factorielle qui est utilisée pour l'étude multivariée des données, afin de réduire les variables à un petit nombre d'éléments plus facilement interprétables, tel est le cas de notre étude. Ces conclusions peuvent traduire de nouvelles hypothèses quand à la compréhension du problème. Elle étudie l'interdépendance entre les variables, regroupe et range les variables par des groupes qui s'appellent composantes, et donne une valeur représentative de ces composants dans une hiérarchie bien définie. (Jean Stafford, Paul Bodson, 2007). « *Dans l'analyse factorielle en composantes principales, les colonnes sont nécessairement des variables et des lignes, des individus; les principaux résultats reposent sur les corrélations entre ces variables.* ». (Stafford J, Bodson P, 2007).

L'analyse en composante principale s'intéresse à l'étude des données quantitatives, dont les domaines d'application sont l'écologie, l'économie, la biologie, la sociologie, etc., elle fournit des aides à l'interprétation.

Son rôle consiste à mesurer la ressemblance entre variable, ou liaison entre les variables. Il s'agit de faire un bilan des ressemblances exprimés par le coefficient de corrélations considérés comme une liaison linéaire. Dans le cas où deux variables ont un coefficient de corrélation élevé proche de 1, elles sont des variables qui apportent les mêmes informations. Elles permettent de visualiser la matrice de corrélation sans passer par les différents calculs tel qu'il est défini dans les méthodes d'aide multicritère à la décision (AHP, MAUT, etc.), et cherche à résumer les variables en un peu de nombre des d'indicateurs synthétiques qui réduisent beaucoup de variables à posteriori.

Cet outil permet d'avoir des tableaux qui mettent en évidence les zones à étudier ou à représenter (par l'intégration de ces informations dans les logiciels SIG). Dans notre cas d'étude, on admet que les zones sont les quartiers et les variables sont les facteurs responsables de la vulnérabilité. L'étude des corrélations permet de déterminer les variables qui ont une grande influence sur la vulnérabilité et les variables moins importants. Ainsi, cette méthode permet de résumer l'ensemble des facteurs en un seul indicateur synthétique qui est la vulnérabilité classée en fonction des composantes mais avec des intervalles qui représentent les seuils de vulnérabilité (faible, moyenne, forte).

Par ailleurs, la liaison avec les quartiers permet de déterminer les éléments pour lesquels les variables sont importants et de faire la distinction entre eux selon leurs spécificités. Cette étape constitue la première étape pour passer à la territorialisation du concept en question qui est

l'estimation de la vulnérabilité et essayer de répondre à l'objectif de la gestion du territoire et proposer les décisions les plus fiables.

L'objectif de l'ACP est descriptif et explorateur. La visualisation des données par des graphiques simples permet d'avoir la synthèse des croisements entre les variables et les individus (exemple : entre quartier et variable). En plus ce logiciel est compatible avec Excel et Word.

### **III.3.3.3. La spatialisation des statistiques par ARCGIS : un logiciel SIG de puissantes performances**

Le logiciel Arcgis est spécialisée dans le stockage, l'analyse, le traitement des données géographiques. C'est un outil de représentation cartographique qui permet de spatialiser les données. Le logiciel fonctionne avec deux paramètres les données géométriques et les données attributaires qui sont enregistrées dans un format numérique et organisé par couches d'informations. Arcgis se présente en 3 interfaces :

L'interface ArcMap, interroge, crée et analyse les données et donne des cartes, cet interface permet de joindre d'autre fichier raster (image) et d'exporter vers d'autre documents.

L'interface ArcCatalog, organise, distribue et modifie les données dans des tableaux attributaires, qui contiennent les informations sur les données géographiques et permet de les paramétrer, tandis qu'il est possible de joindre des fichiers de traitement de données tel que l'Excel pour intégrer des informations aux données géométriques avec un système de codage permettant la reconnaissance entre les deux logiciels.

L'interface ArcToolBox, Spécialisé dans le géo traitement des données, il est composé d'un ensemble de paramètres avancés de puissantes fonctionnalités.

## **Conclusion**

Les méthodologies évoquées expriment les expériences scientifiques dans des analyses sommaires car la pluridisciplinarité et la polysémie des concepts de résilience et vulnérabilité poussent à élargir le champ d'investigation pour tirer les meilleures. Les plus récentes convergent vers l'étude des systèmes et leurs spécificités (Lhomme S, 2011 ; Provitolo, 2009) dans l'élaboration des recherches et sont inscrites explicitement dans l'objectif de la gestion des risques. En effet, des stratégies émergent et des méthodologies de recherche s'adaptent avec, pour permettre une gestion efficace des risques dans le milieu urbain (Rufat S, 2008).

La voie vers des nouvelles approches suit l'évolution des caractéristiques des concepts résilience et vulnérabilité, de l'approche analytique (basée sur l'étude des enjeux indépendamment l'un de l'autre) à l'approche systémique (basée sur l'étude des systèmes et les interdépendances entre les éléments du système) et enfin à l'approche synthétique (fondée sur la combinaison entre les

deux démarches précédentes). L'opérationnalisation des approches se différencie, et se heurte à la complexité du territoire d'un côté, et aux objectifs posés dans la problématique des risques urbains de l'autre côté.

Ce chapitre met en exergue l'utilité de ces méthodes dans la gestion des risques et le développement du processus des approches qui constituent un aide à la décision pour la question de la gestion des risques. Voulant dépasser les méthodes classiques du risque où le raisonnement était basé sur l'analyse des enjeux du système sans tenir compte des interdépendances (raisonnement par un simple critère), vers l'implication d'un raisonnement multicritère par le biais des approches fondées sur des classements par hiérarchie et incluant des données quantitatives et qualitatives pour mieux analyser et mesurer les décisions.

Avoir une vision claire sur le problème de décision permet de projeter des critères et d'élaborer une structure de préférence selon les actions prédéfinies afin que l'agrégation des critères débouche sur une ou plusieurs fonctions d'utilité qualifiant la décision.

Ces méthodes d'agrégation ont pour but de synthétiser et de simplifier les résultats (Svoray et al., 2005) pour faciliter la lecture des multiples données dans une classification facile à comprendre (Cherqui, 2005). « *Chacune de ces méthodes apporte des solutions adaptées selon la problématique de décision* ». (Serre D, 2005)

En revanche, ces méthodes font appel à des outils technologiques de traitement de l'information dans les lesquels figurent les SIG et les logiciels des statistiques qui peuvent être couplés et combinés avec les approches multicritère d'aide à la décision afin d'accomplir les objectifs de la recherche quant à la gestion du territoire.

Au final, l'objectif de ce chapitre est de choisir parmi les approches étudiées une proposition de méthodologie qui étudie la thématique de la gestion des risques dans sa globalité en combinant entre les avantages que présentent les méthodes et selon les spécificités de notre contexte et la présence des données dans notre cas d'étude.

## **Conclusion:**

La vulnérabilité urbaine est considérée comme la fragilité qui est due à une exposition physique à un aléa (Veyret, 2003). Le risque est défini comme la vulnérabilité d'un enjeu face à un aléa ; s'il ne y'a pas d'enjeu vulnérable, le risque n'existe pas. Comprendre ce qu'est un risque, c'est déjà anticiper sa gestion, car, sa conception à partir des aléas et des vulnérabilités permet d'apercevoir son processus et les modalités pour réduire son impact.

La vulnérabilité s'est développée dans le domaine de la gestion des risques, en se concentrant sur une pluralité de facteurs de différentes natures, d'une vulnérabilité biophysique, vulnérabilité sociale à une vulnérabilité synthétique. Elle cherche à optimiser ses performances, mais elle se trouve toujours confronter aux limites des méthodes d'approche des risques.

Toutefois, la gestion du territoire a été longtemps focalisée sur l'étude de l'aléa, son intensité et la comptabilisation des dégâts en termes de pertes humaines et de dommages qui peuvent être engendrés, négligeant ainsi la vulnérabilité urbaine qui peut aggraver la catastrophe.

Les facteurs de la vulnérabilité se trouvent cependant en interaction souvent complexes ; leur niveau d'organisation, leur implantation géographique et la période analysée exigent des méthodes, des outils et des techniques qui permettront d'évaluer la vulnérabilité urbaine au sein du territoire. L'analyse de cette vulnérabilité soumise aux méthodes bien balisées (Gleyze J-F, 2008), proviennent des études statistiques, physiques et cartographiques par la territorialisation des risques au niveau spatial. En revanche, la considération des villes comme système a marqué un saut dans la perception des risques urbains, et par conséquent sur leur gestion. Les répercussions était perçues aussi bien sur le développement du concept vulnérabilité que sur l'intégration de nouveaux concepts dans la problématique de gestion des risques.

Pendant le déroulement de la recherche, un autre concept s'impose dans le domaine de la gestion des risques est appelé « la résilience » dont plusieurs thèses, séminaires, articles et même les médias évoquent ce concept au niveau national ainsi qu'international, essayant de le rendre plus pratique que théorique. Il était primordial dans le cadre de notre recherche de s'inspirer pour adopter ce terme afin saisir les opportunités qu'offre ce concept.

Le concept de vulnérabilité est utilisé fréquemment dans les cyndiniques, tandis que le concept résilience est récent depuis les années 2000. La résilience est apparue pour répondre aux limites du concept vulnérabilité dans la compréhension des risques et fut utiliser même dans la géographie et l'urbanisme (Provitolo, 2009). Elle se manifeste comme un concept fondamental dans la gestion des risques. Elle tire profit de ses qualités des autres domaines de la physique, la biologie et les sciences sociales. Mais, elle se converge vers l'évaluation et l'amélioration des

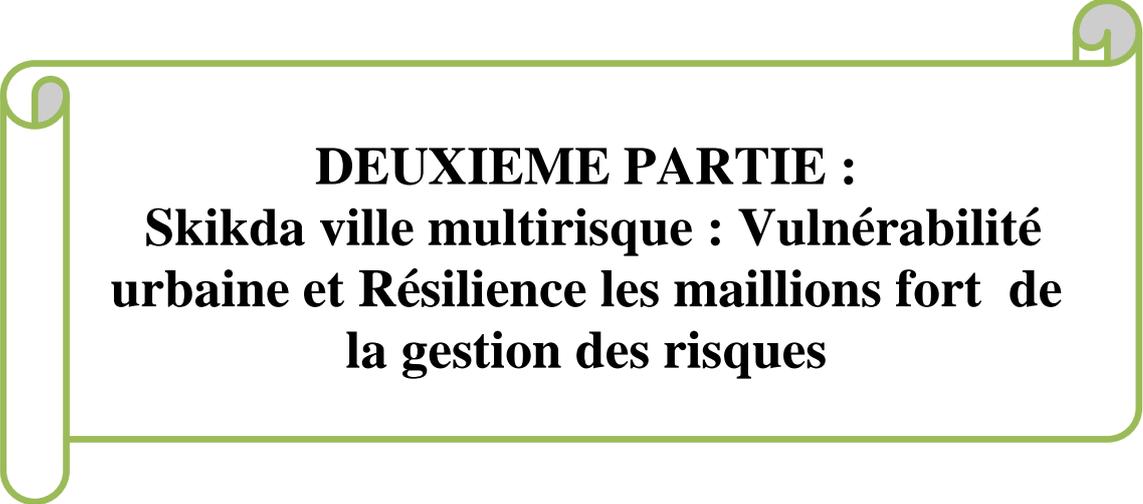
capacités des systèmes urbains pour s'adapter et récupérer après une perturbation. Pour cela, elle vise l'étude des interdépendances entre les composants du système et les dysfonctionnements qui peuvent se générer suite à l'endommagement de l'un de ses éléments. Sous l'angle d'une image positive des risques, la résilience porte sur l'amélioration des réponses des enjeux aux risques et sur la capacité à absorber le choc. La ville considérée comme un système en interaction, où des tensions existent entre ses composants à l'image de sa complexité, elle exige de la penser dans sa globalité et inclure tous ses aspects dans la gestion des risques.

Une tentative de comprendre les approches urbaines pour la gestion des risques renvoie vers l'étude des méthodologies de recherche des concepts de vulnérabilité et résilience afin de mettre en œuvre une démarche d'application adéquate. La gestion des risques dispose de plusieurs méthodes d'appréhension des risques multipliant ainsi les outils d'application.

Le panorama méthodologique permet de choisir une méthode la plus adaptée à notre problématique, « *il n'existe pas une bonne méthode et des mauvaises méthodes pour un problème de décision* » (Vuillet M, 2011).

Approfondir les connaissances de ces méthodologies permet de construire une structure logique pour le problème de décision vis-à-vis la gestion des risques. Les multiples aspects et facteurs qui rentrent dans la construction de la vulnérabilité et de la résilience renvoient à penser les risques dans ces trois dimensions : l'analyse des aléas, le caractère multicritère de la vulnérabilité et la recherche d'une stratégie globale pour la gestion des risques à l'échelle urbain.

De nos jours, l'Algérie comme les autres pays souffre des catastrophes qui jalonnent le territoire et entraînent des dégâts lourds en terme de vies humaines et la destruction du bâti. Malgré les efforts de l'état pour gérer les risques, les retours des expériences déjà survenus ont dévoilé l'incapacité de nos villes de faire face à ces phénomènes néfastes. La prise de conscience au niveau national et la volonté d'asseoir une réelle gestion des risques s'est exprimée par plusieurs mesures pour une meilleure prise en charge à priori.



**DEUXIEME PARTIE :**  
**Skikda ville multirisque : Vulnérabilité  
urbaine et Résilience les maillions fort de  
la gestion des risques**

## **Introduction**

Poser le problème de la gestion des risques par l'estimation de la vulnérabilité urbaine, c'est identifier les caractéristiques et les comportements des enjeux de la ville face aux catastrophes. L'analyse de cette problématique implique, donc, la prise en compte de l'ensemble des paramètres qui interviennent dans le processus de la gestion des risques. C'est dans cette thématique que notre recherche s'inscrit. Nous tentons de souligner à travers des méthodologies récentes la problématique de la gestion des risques dans un contexte algérien. La réflexion sur le choix s'est faite sur une ville multirisque manifestant un territoire propice pour le développement de la recherche.

Skikda, ville de l'Est Algérien, d'une importance régionale, nationale ainsi qu'internationale, prometteuse de travail, d'accès aux soins, à l'éducation et la culture, a attiré les habitants des zones rurales cherchant une meilleure qualité de vie, surtout après l'implantation de la grande zone industrielle. En effet, elle a connu une croissance urbaine remarquable, qui s'est traduite par un développement urbain limité par plusieurs contraintes relatives au relief du terrain d'un côté et la présence du pôle pétrochimique de l'autre côté.

Face à cette situation la ville de Skikda affronte plusieurs problèmes dûs aux répercussions de l'exode rural, le grignotage des terres agricoles ainsi que l'urbanisation des sites à risques. L'extension de la ville se présente en plusieurs aspects : de l'habitat social, promotionnel, etc., ainsi que la poussée des lotissements illicites et des bidonvilles (ces derniers ne répondent pas aux normes de l'urbanisme et manque de viabilisation, exemple: Bouabaz, Saleh Boulkeroua). Ces quartiers souffrent d'un cadre de vie inadapté.

Skikda a subi plusieurs catastrophes dues aux inondations (débordement de l'oued Zeramma et de l'oued Saf Saf) et des accidents industriels dans la zone pétrochimique (feu d'un bac 2005). Un bilan exhaustif permet de mesurer les enjeux exposés aux aléas et de déterminer les zones vulnérables afin de prévoir les actions adéquates pour réduire les risques et les gérer. Les employés de la zone industrielle et la population qui l'avoisinent sont exposés aux risques industriels. Cependant il n'y pas une étude définitive qui éclaire sur le nombre de personnes exposées. Quelques études scientifiques approximatives sont cependant répertoriées. La loi du 04-20 relative à la prévention des risques majeurs ordonne d'effectuer des études de dangers, l'expropriation des constructions situés en zone à risques, informer la population ; mais les mesures sont loin d'être appliqués.

L'exposition de Skikda à plusieurs aléas (naturels, industriels et environnementaux) ont accentué le problème. Ce constat nécessite une lecture approfondie pour mettre en vigueur une méthode d'investigation qui pourra estimer la vulnérabilité de la ville pour une gestion plus efficace de ces zones à risques.

Les SIG sont un nouveau outil, est loin d'être utilisés pour l'approche des risques. Des établissements comme la protection civile de Skikda ou le bureau d'étude étatique (URBACO) de Constantine commencent à l'utiliser mais dans d'autres objectif très basiques (Protection civile, 2015). De ce fait, le manque d'une base de données intégrée au SIG à des fins de gestion des risques rend le travail de recherche plus difficile.

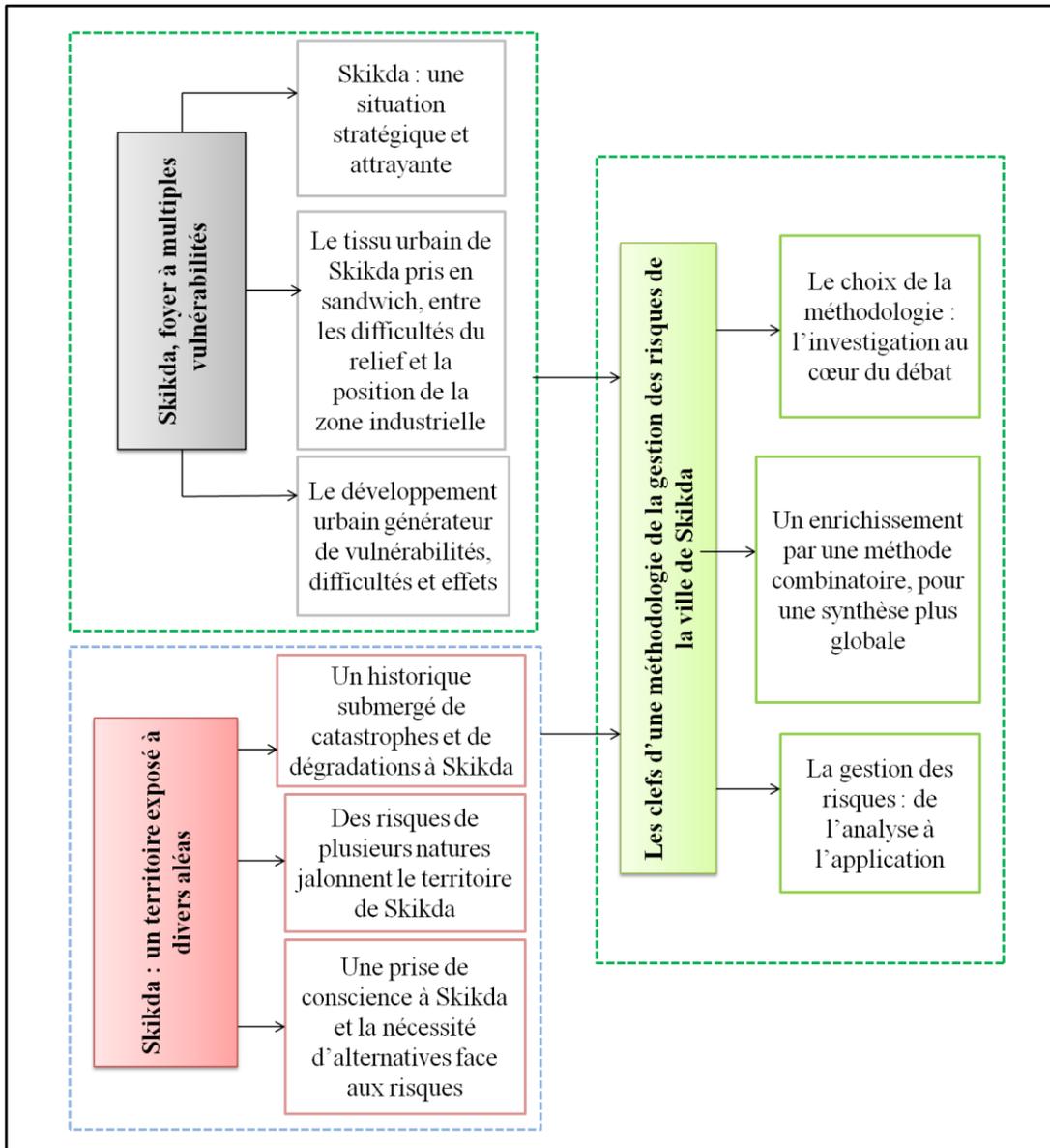
Notre étude consiste à développer une démarche efficace pour synthétiser les décisions nécessaires afin de gérer et prévenir les risques. Elle se heurte avec la multiplicité des méthodes et des domaines de recherche traitant le sujet. De ce fait, une autopsie de la ville de Skikda, à travers l'histoire de son développement urbain, la nature de son relief et les risques présents dans la ville de Skikda, doit découler sur le choix méthodologique adapté aux données du diagnostic.

L'étude du terrain est donc au cœur de cette partie pratique. L'estimation de la vulnérabilité sera l'objet de cette partie, et renvoie vers une gestion des risques urbains.

Le travail de recherche doit donc s'organiser dans différentes étapes complémentaires et consécutives. La présentation de la ville de Skikda se propose de faire ressortir d'abord : un diagnostic stratégique afin de dégager les caractéristiques de l'urbain et les risques auxquels le territoire est soumis, ensuite cette étape doit décliner une méthodologie exhaustive selon l'objectif de la recherche et le processus à formaliser pour aboutir à une gestion du territoire et des risques urbains. Des processus s'engagent pour mesurer la vulnérabilité urbaine et doivent s'insérer d'une part dans la définition et l'analyse des enjeux de ce territoire, et d'autre part par leur territorialisation pour définir les quartiers les plus vulnérables. Nous devons donc centrer notre réflexion sur les aspects inhérents à l'espace urbain, puis les confronter avec les risques auxquels ils sont soumis. Un questionnement sur la résilience de ces espaces à risques demeure indispensable et bute vers les décisions pertinentes pour la gestion des risques urbains.

# Chapitre IV

## Skikda et risques: une lecture territoriale qui exprime le paradigme à adopter



## **Introduction**

Skikda, ville de l'Est algérien a connu comme toutes les villes une explosion démographique et urbaine très accentuée. En 1965, elle s'est dotée d'un grand pôle pétrochimique qui n'a cessé d'attirer par les multiples offres d'emplois les travailleurs de toutes les régions du Pays. La ville a le caractère d'une wilaya à vocation industrielle, agricole et économique, par excellence.

L'urbanisation de la ville de Skikda s'accommodait à plusieurs contraintes, liées à la morphologie du terrain, à la présence de la zone industrielle et à la consommation des terres agricoles. En conséquence, cet étalement urbain non maîtrisé, qui n'obéit à aucune planification au préalable, soumet la population de Skikda à des risques urbains certains. L'obligation de gérer la vulnérabilité de la ville et tenir compte des enjeux exposés, est un défi majeur, pour réduire l'impact en cas de catastrophes en ville.

L'urbanisation, pose pour Skikda, un challenge à maîtriser et à vaincre, une attractivité, des potentialités humaines, matériels et économiques mais aussi des risques à gérer des inégalités, et à partir de là naît le besoin d'une véritable gestion.

Les multiples accidents survenus sur son territoire ont révélé sa vulnérabilité face aux risques (inondation en 2011, accident industriel en 2004, etc.). Depuis la promulgation de la loi du 04-20 relative à la prévention des risques et à la gestion des catastrophes, Skikda est déclarée ville à risques majeurs. Des mesures ont été prises par les autorités quant à la prévention des risques naturels, industriels et environnementaux qui menacent la ville. L'instauration d'une véritable gestion est au cœur des priorités des pouvoirs publics. La recherche d'une stratégie doit mettre en évidence une étude globale et non sectorielle pour prévenir ces vulnérabilités.

L'atténuation de la vulnérabilité de la ville nécessite donc, de considérer les risques urbains dans une vision multidimensionnelle afin d'étudier les aspects physiques, sociaux, économiques, ... Le choix d'une méthodologie d'analyse pour l'estimation de la vulnérabilité et la gestion des risques est l'objectif de ce chapitre, en prenant en considération plusieurs approches et essayer de dépasser leurs limites en optimisant les avantages de chacune d'elles.

### **IV.1. Skikda, foyer à multiples vulnérabilités**

#### **IV.1.1. Skikda : une situation stratégique et attrayante**

La wilaya de Skikda qui s'étend sur une superficie de 4137,68 Km<sup>2</sup>, compte 804 697 habitants (ONS, 2008) et dispose de 140 Km de côte (PDAU, 2010). Le territoire de la wilaya a subi le découpage territoriale de 1974. Elle a 13 Daïra et 38 communes : La ville chef-lieu de Skikda, Azzaba, Hammadi Krouma, Filfla, El Harrouch, Tamalous, Kollo, etc.

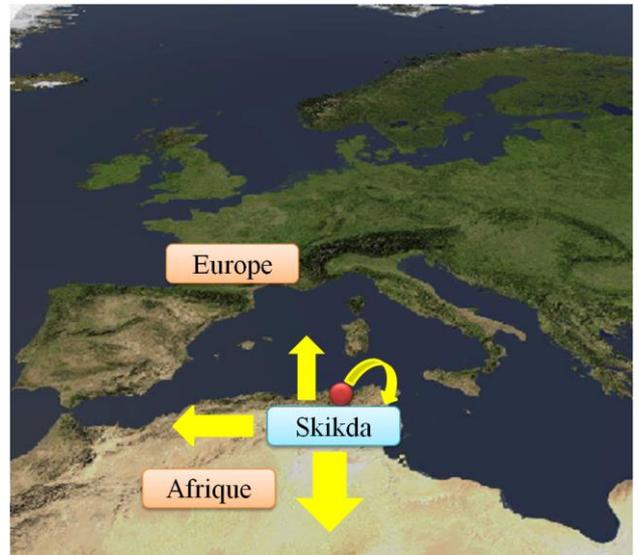
#### IV.1.1.1. Skikda : une situation géographique privilégiée

Skikda, rayonne au-delà de son territoire. Elle occupe une place importante au niveau régional, national ainsi qu'international, une place stratégique suite à sa contribution économique puisqu'elle abrite un très grand complexe pétrochimique.

##### IV.1.1.1.1. Skikda : une importance à l'échelle régionale, nationale et internationale

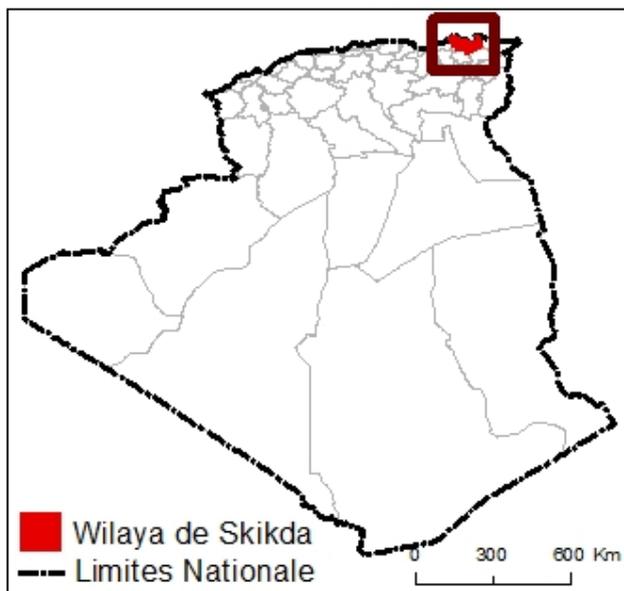
Skikda, ville de l'Est algérien (figure n°52), chef-lieu de wilaya, en plus de son patrimoine historique (port phénicien, le noyau colonial, etc.), la ville possède une position stratégique plaçant ces villes avoisinantes dans son champ d'attraction. Elle subit l'afflux des populations des communes de la wilaya et des villes limitrophes en particulier, et devient par conséquent un pôle d'attraction.

Figure n°51 : Une attractivité internationale



Source : PAW<sup>158</sup> de Skikda, 2006

Figure n°52 : Situation de la ville de Skikda au niveau national



Source : Auteur, d'après Arcgis, 2015

La ville littorale, dispose de deux ports : l'un de pêche et l'autre commercial, qui lui procurent une potentialité certaine pour soutenir ses attractions au niveau régional, national ainsi qu'international (figure n°51) pour développer son économie dans les secteurs de pêche et du tourisme.

Le port de Skikda, en plus de sa vocation commerciale abrite de grandes installations pétrochimiques, de la raffinerie, de la production des matières plastiques, etc.

<sup>158</sup> PAW : Plan d'aménagement de la Wilaya de Skikda.

#### IV.1.1.1.2. Skikda et son organisation territoriale

Carte n°1 : Situation régionale de la wilaya de Skikda



Source : Auteur, d'après Arcgis, 2015

La situation géographique au centre de la région Nord-Est, procure à Skikda un rôle important dans les échanges économiques et connaît de ce fait un grand flux (routes, voie ferrée et port). La ville est située à 510 km à l'Est d'Alger, à 90 km au Nord de Constantine et à 105 km à l'Ouest d'Annaba. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée ; au Sud par les Wilayas de Constantine et Mila ; à l'Est par les Wilayas d'Annaba et de Guelma ; à l'Ouest par la Wilaya de Jijel.

#### IV.1.1.2. Le relief à Skikda, une ville qui s'est développée à partir de contraintes physiques

Skikda, Ville tellienne, possède des plaines et des vallées ainsi que des montagnes et collines, une diversité qui, à la fois, lui procure une richesse et des inconvénients pour son extension. Le territoire est composé de trois microrégions qui impliquent une stratégie particulière ; le littoral ; la montagne et la plaine, et un climat spécifique marqué par une pluviométrie irrégulière et torrentielle. Son relief est caractérisé par des montagnes dont la pente est parfois supérieure à 12% voire 25%.

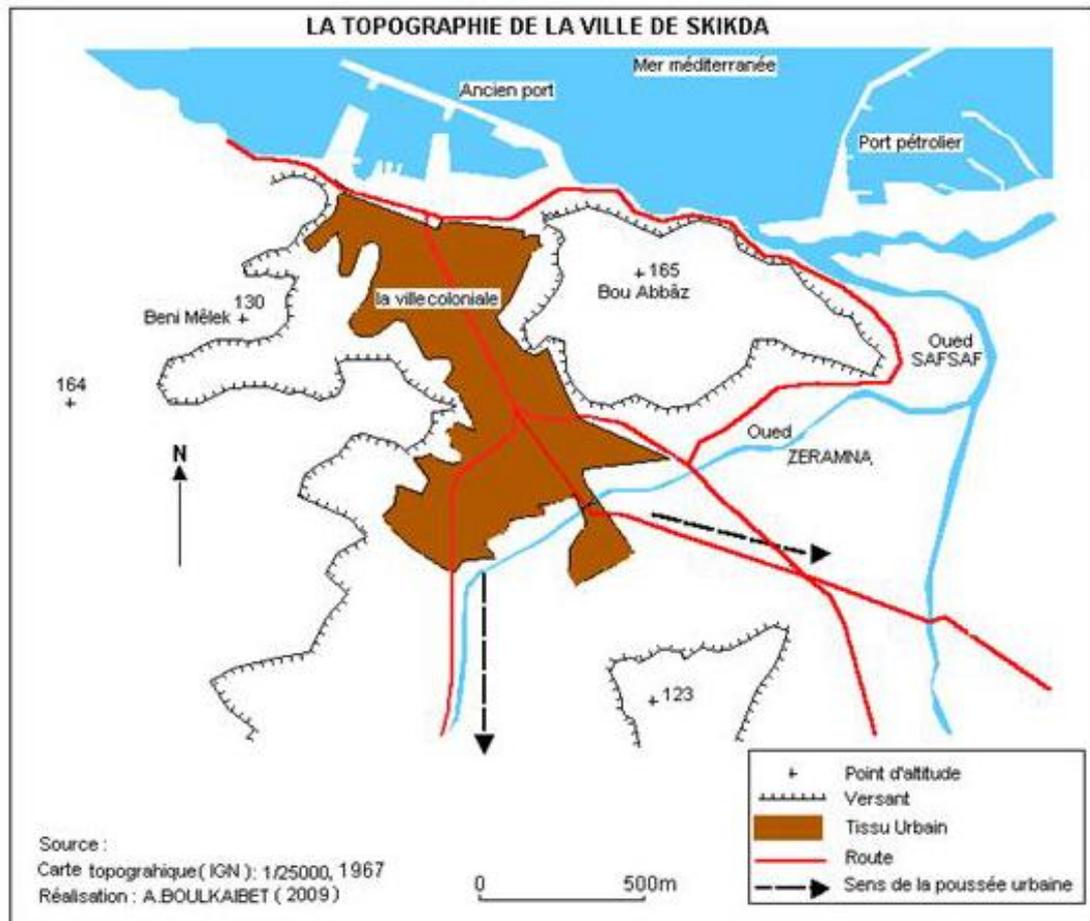
##### IV.1.1.2.1. Relief, des contraintes pour l'évolution de la ville

Située dans l'Atlas tellien, Skikda fait partie de la chaîne numidique, divisée par Oued Saf Saf en 2 parties, son relief est composé de :

**La région montagneuse :** les montagnes couvrent le 1/3 de la surface de la commune de Skikda, situées principalement dans la partie Ouest et Sud-Ouest de la commune, où l'altitude moyenne est de 300m. Elle est composée d'un ensemble de montagnes qui appartiennent à la chaîne numidique Constantinoise comme le montre la carte n°2 ci-dessous.

**La région en dessous de la montagne :** c'est la partie située entre la plaine et la montagne, entre 200m et 300m au-dessus de la mer.

Carte n°2 : Topographie de la ville de Skikda



Source : Boulkaibet A, 2009

**La région des plaines et des vallées :** occupe la partie Est de la commune, il s'agit de la plaine d'Oued Saf Saf, de la plaine de Zeramna, et de la plaine de Oued El Ksob.

**La région des dunes de sable :** elle réside dans la frange du littoral qui va de la zone industrielle à Oued El Ksob d'une largeur entre 200m et 500m.

**Les falaises :** couvre plus de soixante hectares (entre la mer et la montagne).

**Les plages :** elles se prolongent dans un espace étroit d'une largeur entre 20 et 200m et d'une longueur de 5,78km, allant du nouveau port jusqu'à oued El Ksob à l'Est, et mesure 3km entre l'ancien port et Stora avec une largeur de 20m à l'Ouest.

A partir de l'étude du relief, émergent des grandes potentialités :

- La présence des plaines pour développer l'agriculture.
- La présence des montagnes aide à développer le secteur du tourisme montagnard et le renouvellement de la forêt.
- La présence des oueds participe à l'irrigation des terres agricoles.
- La situation sur le littoral crée une activité touristique

#### IV.1.1.2.2. Climat, Vents et températures, l'étage bioclimatique de Skikda

Skikda a un climat méditerranéen. Les grandes précipitations se situent en mois d'octobre jusqu'au mois de mars, et la saison sèche commence à partir du mois d'avril et se termine jusqu'au au mois de septembre (voir le tableau n°12), ce qui est un avantage pour son activité agricole. Le climat est doux ou tempéré au littoral et froid à l'intérieur, humide et subhumide, la zone humide couvre toute la partie montagneuse. La température moyenne minimale est de 10.55° au mois de Janvier, et l'été est sec et chaud avec une température moyenne maximale de 24.75° pour le mois d'Aout. Le climat marin donne à la ville de Skikda des températures douces en hiver et chaudes en été.

Les vents dominants sont d'Ouest en Est, chargés d'humidité au Sud-Ouest, avec la présence d'un vent chaud et sec (le Siroco dans les piémonts).

Tableau n°12: Répartition annuelle des données climatiques

Données Climatologiques Mois	Température (Degré Celsius)	Pluviométrie (Mm )	Vitesse Des Vents (M/S)	Humidité ( % )
<b>Janvier</b>	12,4	276	4	78
<b>Fevrier</b>	11,5	114	3	75
<b>Mars</b>	14,5	35	3	73
<b>Avril</b>	18,9	99	3	80
<b>Mai</b>	19,3	14	X	78
<b>Juin</b>	25,4	2	X	71
<b>Juillet</b>	28,1	0	X	70
<b>Aout</b>	29,2	0	X	64
<b>Septembre</b>	24,5	114	X	76
<b>Octobre</b>	22,1	47	3	76
<b>Novembre</b>	17	37	4	79
<b>Décembre</b>	13	169	6	80
Moyenne Annuelle	18,8	76	X	75

Source : PDAU, 2010

#### IV.1.1.2.3. Le réseau hydrographique, des Oueds qui traversent la ville

Les sources d’eau soit superficielles ou souterraines sont une condition importante pour le développement, en vue des besoins croissants en eau potable et en irrigation. Le réseau hydrographique est constitué de plusieurs cours d’eau ; le plus important est oued Saf Saf de largeur approximativement de 5m, alimenté par le grand bassin versant et contient plusieurs cours d’eau tel que Oued zeramna, qui a une longueur de 20 km et une largeur de 2km, il traverse la ville de Skikda à travers les quartiers situés dans le sud : cité Zeramna, cité Merj Dib et et aussi la commune de EL Hadaik. Il existe d’autres cours d’eau : Oued chedi, Oued benimalek, etc., tous déversent dans la mer.

Carte n°3: Le réseau hydrographique dans de la wilaya de Skikda



Source : PDAU, 2010

#### IV.1.1.3. Skikda : une ville compromise par l'attractivité et les contraintes

La zone d'étude est composée de la commune de Skikda, la commune Hamadi Krouma et la commune de Filfla (voir tableau n°13). Ce groupement s'étale sur une superficie de 148 km<sup>2</sup>, avec une densité urbaine de 248 Hab/Km<sup>2</sup>, elle compte 226947habitants (RGPH, 2008).

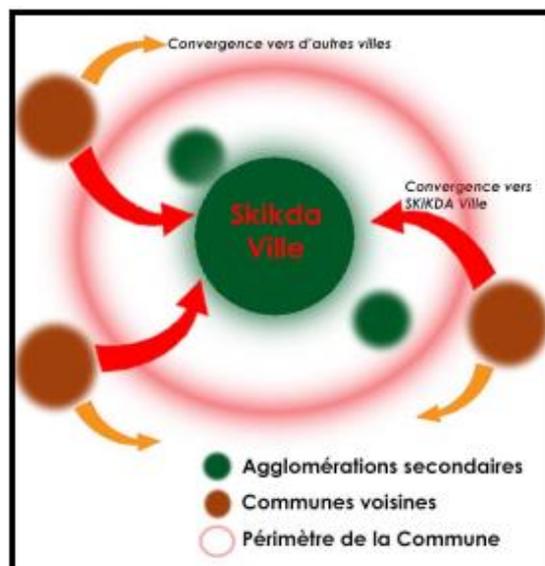
Tableau n°13: Structuration du territoire de la ville de Skikda

Communes du périmètre d'étude	Superficie Km <sup>2</sup>	Taux de concentration urbaine	Densité Hab/Km <sup>2</sup>
Commune de Skikda	52	99%	3287
Commune De Hamadi Krouma	31	88%	841
Commune de Filfla	65	94%	461

Source : PDAU, 2010

La commune de Skikda, étant la plus importante, continue d'attirer les communes voisines, et constitue le centre économique de la wilaya (figure n°53), elle s'impose avec une masse démographique du fait des grands flux migratoires surtout après l'implantation du pôle pétrochimique. Elle est composée de la ville chef-lieu, des agglomérations secondaires (Ben m'hidi, Stora, Sid Ahmed, Oued Chedi) et de la zone éparse. La population est majoritairement urbaine.

Figure n°53: Rayonnement du territoire de Skikda



Source : URBACO<sup>159</sup>, 2006

Cette commune concentre la majorité des infrastructures, et se trouve ces dernières années confrontées à des obstacles pour son extension par les montagnes de l'Ouest, la zone industrielle de l'Est et les terres agricoles du Sud. Pour cela elle tend pour la création de nouvelles agglomérations secondaires. La ville chef-lieu de Skikda est la plus grande agglomération du territoire d'étude caractérisée par une forte population, l'agglomération de Ben M'hidi situé à l'Est de la ville de Skikda, était la base de vie des employés de Sonatrach et les sociétés

<sup>159</sup> URBACO : Centre d'Etudes et de Réalisation en Urbanisme de Constantine

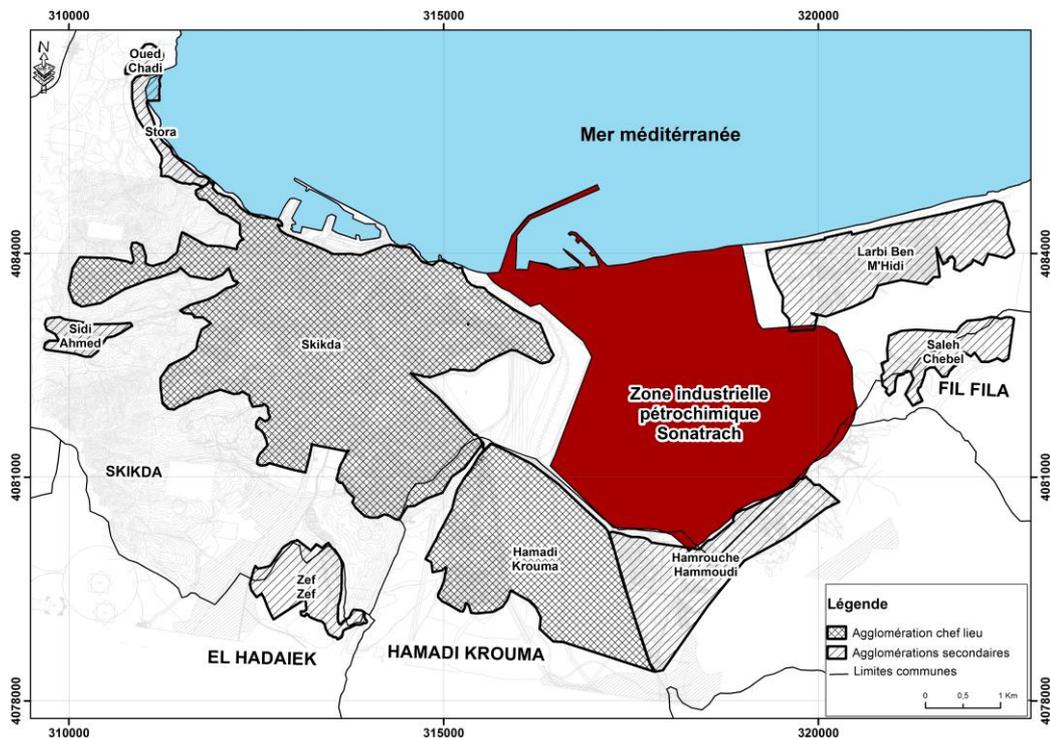
étrangères. Elle continue d'attirer plus de population suite à sa proximité de la mer (tourisme) et de la zone industrielle. Cependant, cette dernière présente une menace pour ses habitants.

Stora est une agglomération liée à l'histoire de la ville de Skikda par son port phénicien qui demeure le port de pêche de la ville. Elle connaît une stagnation dans son développement suite, au manque d'infrastructure, à la vétusté du cadre bâti, et à la contrainte de la topographie du site qui est un inconvénient pour le développement de l'agglomération.

Oued Chadi et Sid Ahmed, sont des agglomérations secondaires apparues durant le recensement de 1998, situées très proches de la ville de Skikda. Oued Chadi est considéré comme une zone semi-urbaine et Sidi Ahmed est une extension de la ville pour pallier au problème de manque de logement.

La commune de Hamadi krouma est composée de la ville chef-lieu, de l'agglomération secondaire Hamrouche Hamoudi et de la zone éparse. Les deux agglomérations sont enserrées par la zone industrielle d'un côté et la zone d'activité de l'autre côté. De ce fait, elles se trouvent entourées de terres agricoles, faisant ainsi un frein pour le développement de la commune en plus des risques industriels.

Carte n°4 : Délimitation du territoire d'étude



Source : Auteur, d'après logiciel Arcgis, 2006

Pour la commune de Filfla, nous nous sommes intéressés à l'agglomération Saleh-chebel qui est située à proximité de la zone industrielle, et entre Ben M'hidi et Hamrouche Hamoudi. Elle a connu ces dernières années des programmes ambitieux pour son développement du fait de la

disponibilité des terrains, mais l'urbanisation tout au long de la zone péri-industrielle présente un danger pour ses habitants.

#### **IV.1.2. Le tissu urbain de Skikda pris en sandwich, entre les difficultés du relief et la position de la zone industrielle**

Skikda a connu une longue histoire, où, plusieurs civilisations se sont succédées sur son territoire, et qui ont laissé leurs traces aussi bien sur la structure urbaine que sur le patrimoine hérité.

##### **IV.1.2.1. Skikda : un héritage historique à préserver et des obstacles à surmonter**

Nous pouvons classer l'évolution de la ville en trois grandes périodes. D'une part, elle a subi de grandes transformations dans son développement urbain, et d'autre part, elle est conditionnée par le relief et la zone industrielle.

##### **IV.1.2.1.1. Skikda, sur les traces de l'antiquité**

Sa fondation remonte au XVIII<sup>e</sup> siècle et au XII<sup>e</sup> siècle avant JC. En 439 avant JC, les phéniciens fondèrent pour la première fois et la nommèrent Ras Oukada, c'est-à-dire le Cap du Phare. Après, les romains prirent la cité qui devint Russicada, et adoptèrent leurs urbanisme et architecture (plan en damier, tracé régulier, cardo et decumanus...). A l'arrivée des arabes, ils ont conservé le caractère romain de la ville qui ne subit aucun changement.

**La période Numidienne :** à l'époque phénicienne, Skikda était surnommée « TAPSA ». Le port créé par les phéniciens constituait le centre de commerce des produits agricoles et des animaux par excellence, les comptoirs phéniciens et notamment celui de Stora connurent une fortification. Cependant, la région n'a cessé d'attirer la population et connaît les prémices d'une urbanisation. La cité tomba sous le règne de Massinissa, le roi berbère, après la chute de Carthage qui lui a conservé son rôle commercial et sa vocation agricole.

**La Période Romaine :** La position géographique et la richesse de la région a attiré les romains, qui voulaient acquérir de nouveaux territoires pour agrandir leur empire. La cité devint à cette époque une colonie romaine et ils lui donnèrent le nom de « RUSSICADA ».

Les berbères se sont révoltés devant l'occupation romaine qui profitait des atouts de la région. Après le déclin des romains et la chute de Rome, les vandales voulaient conquérir la région, ils se sont trouvés face à une grande résistance, ce qui a causé la destruction d'une partie importante de Russicada, qui a survécu jusqu'à la fin du V<sup>e</sup> siècle. Après les vandales, les byzantins s'installèrent sur les comptoirs phéniciens dans l'intention de faire des échanges commerciaux.

La présence des byzantins n'a pas duré longtemps et fût suivie par la conquête de la civilisation arabo-musulmane.

**La Période Arabe :** Les arabes s'implantèrent en Ifriquia en 648 avant J.C, où plusieurs dynasties se sont succédées comme les Hilaliens, les Almohades, les Hafside...ils s'appuyèrent sur les villes construites par les romains telles Russicada, et en édifièrent d'autres. La région s'est convertie rapidement à l'islam qui a fait émerger un nouveau mode de vie communautaire influençant la répartition des terres. Les musulmans ont reconstruit la ville au moyen âge et elle s'est arabisée rapidement<sup>160</sup>.

**La Période Turque :** Les turques s'établirent sans difficultés dans la cité, ils ramenèrent leurs richesses et édifièrent de nouvelles constructions d'une architecture ottomane. L'occupation turque a duré longtemps, ils étaient installés à «Collo»<sup>161</sup>.

#### IV.1.2.1.2. La ville de Skikda se redessine : de Russicada à Philippeville

Après la défaite d'Ahmed Bey à Constantine en 1838, les français occupèrent la région de l'Est et ont utilisé le port de Skikda pour promouvoir leurs échanges via la mer méditerranée. Ils lui donnèrent le nom de port de France puis de Philippeville en hommage au roi français Louis Philippe. La colonisation a donné naissance à plusieurs centres de population comme : Damrémont (Hamadi krouma), Vallée (Hamoudi Hamrouche), Saint-Antoine (El-Hadaiek), Praxbourg (Bouchtata), « Saint Charles » (Ramdane Djamel), Gaston ville (Salah Bouchaour) Robert Ville (Emjez Eddchiche), le col des oliviers (Ain Bouziane). C'est à cette époque que Skikda prit le cachet colonial. Pour renforcer leur occupation et faire progresser leur économie, les français ont construit la voie ferrée Constantine-Skikda en 1859, le port de Skikda en 1860 et la route vers Constantine en 1870.

**De 1838 à 1848 :** l'extension s'est orientée vers les deux montagnes qui bordent l'ancien noyau romain djebel Mouader et Bouyala. Cependant elle était ralentie suite à la topographie du site présentant de fortes pentes. Le noyau ancien se trouve au centre entouré par les deux montagnes (djebel Mouader et Bouyala) et la porte de Stora au Nord, et la porte de Constantine au Sud.

**De 1849 à 1910 :** cette phase est marquée par l'extension au Sud sur la porte de Constantine. Elle s'est faite lentement et donne de nouveaux faubourgs comme le quartier de l'Espérance et Beni Malek. Du fait de la topographie du site, la croissance de la ville connaît un développement multidirectionnel et ne suit pas le caractère en damier préétabli par les romains.

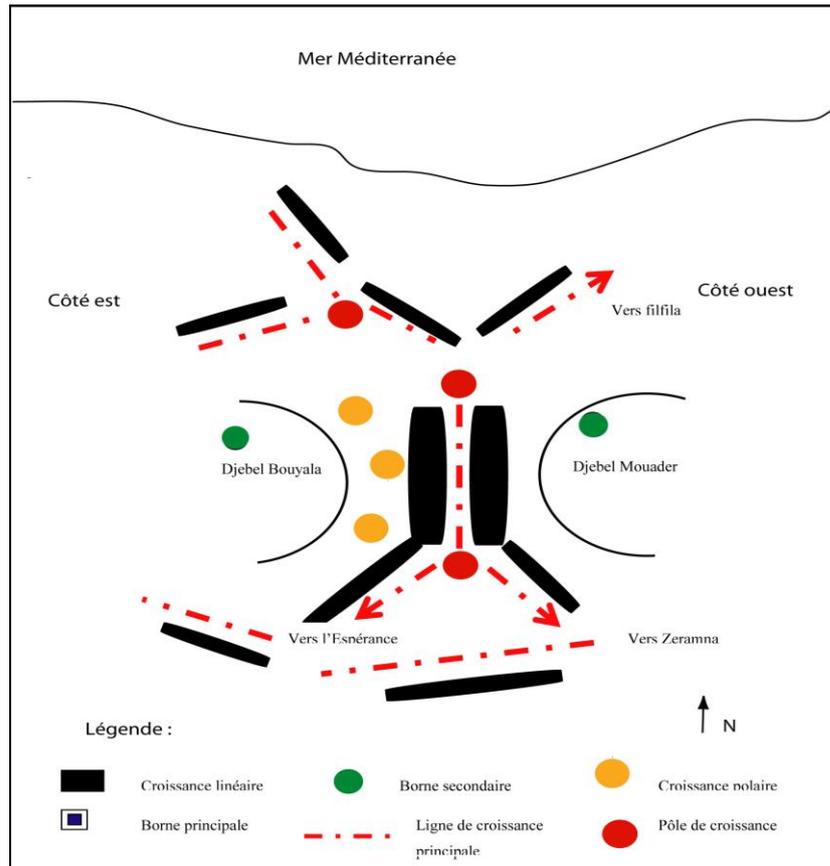
---

<sup>160</sup> Les vestiges sont symbolisés par la mosquée de Sidi Ali El Kebir à Collo qui date de l'an 56 Hégirien.

<sup>161</sup> Collo : commune de la wilaya de Skikda.

**De 1911 à 1962 :** durant cette époque, la ville connaît une évolution de la population qui passe de 20 000 habitants à 50 000 habitants et une urbanisation de nouveaux sites, où la porte de Constantine donne lieu à un carrefour (voir la carte n°54 ci-dessous) pour aller vers les autres extensions de la ville. L'histoire dévoile que pendant la période coloniale, Skikda a conservé le noyau romain et s'est développée dans plusieurs directions à l'encontre du relief difficile de la ville.

**Figure n°54 : Développement de Skikda entre 1838 et 1962**



Source : APC Skikda, 2002

#### IV.1.2.1.3. Skikda post-indépendante, à la recherche d'une planification

C'est à cette période que son nom devient Skikda, la population a augmenté et la ville cherche à occuper de nouveaux territoires dans tous les sens, sans une planification au préalable.

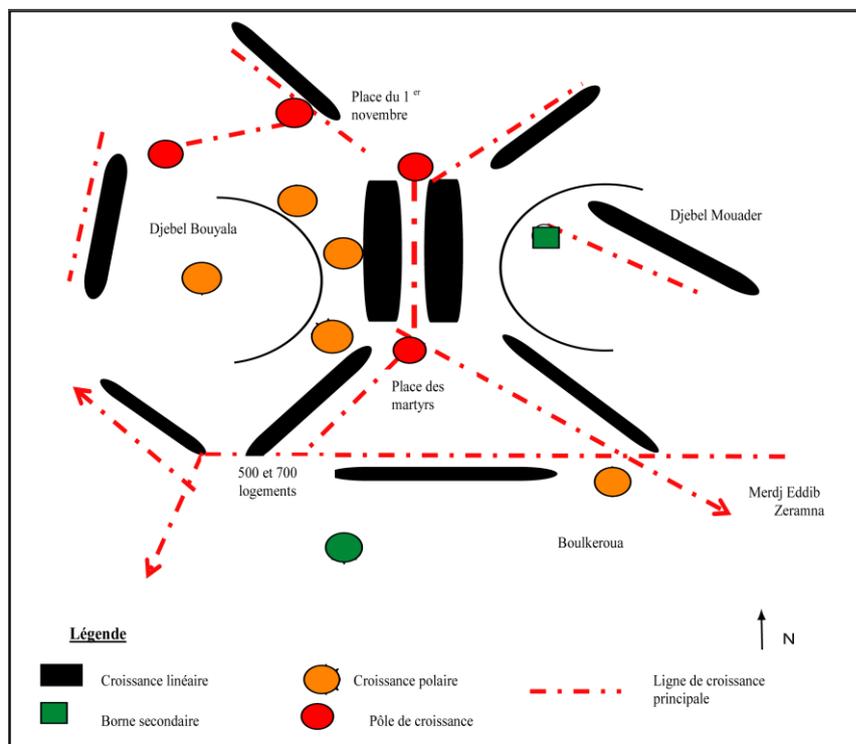
Les colons ont abandonné des milliers de logements, ce qui a favorisé l'exode des zones rurales vers la ville, dans le souci de trouver un emploi dans en ville. Il a été recensé 62456 hab dans la commune de Skikda et 60782 hab de la ville chef-lieu, 254 hab de la zone rurale et 1420 hab des agglomérations secondaires.

**De 1963 à 1977 :** Jusqu'à 1970, Skikda n'a pas connu une extension urbaine significative, car la crise de logement, le manque en matière d'infrastructure et la politique de planification n'étaient pas en mesure d'assurer un développement économique et social.

L'implantation de la zone industrielle en 1973 a provoqué de grandes mutations qui ont bouleversé la structure de la ville de Skikda. La création du pôle pétrochimique constitue un bouleversement dans la vocation de la ville, d'une ville agricole par excellence à une ville industrielle, l'une des plus importantes en Algérie. Cela a augmenté la demande en équipement et en habitation; ainsi la demande était plus grande que l'offre.

Skikda a été confronté à une situation délicate. Face à une population qui ne cesse de croître, un exode rural démesuré, l'urbanisation des terres agricoles et le besoin énorme en logements et en infrastructures, l'Etat se trouve incapable de satisfaire les besoins de la population. Par conséquent l'habitat illicite et informel se développe dans les quartiers de Bouabaz et Saleh Boulkeroua. Skikda perd petit à petit son caractère agricole. Les nouvelles zones d'habitations s'installent sur les terres agricoles au Sud (700 logts, 500 logts, cité l'espérance, ...), et l'extension grimpe jusqu'aux terres fertiles de Djebel Bouyaala, d'autant plus que la zone industrielle occupe 1200 ha, une terre agricole de la vallée de Safsaf.

Figure n°55 : Développement de Skikda entre 1962 et 2008



Source : APC Skikda, 2002

**De 1978 à 2008:** La ville de Skikda s'est dotée des infrastructures et des équipements nécessaires nouveaux, ce qui a engendré un nouvel exode vers les agglomérations secondaires et les villes nouvelles : les Platanes, Hamadi Krouma, Hamrouche Hamoudi, Messouna.

Ainsi, les besoins de la population continuent d'augmenter avec sa croissance. L'urbanisation de la ville est spontanée et n'est pas soumise à aucune étude urbanistique qui prévoit l'extension de la ville dans une vision planifiée. Les pouvoirs publics voulant décongestionner le centre-ville se dirigent vers la politique des Z.H.U.N<sup>162</sup>, l'extension de la ville continue d'avancer sur les terres agricoles.

L'urbanisation à Skikda connaît depuis toujours différents obstacles, liés à la morphologie du site, à la situation de la zone industrielle et aux terres fertiles qui contournent la ville. Elle est aussi menacée par les risques naturels tels que les glissements de terrains, les inondations et les risques industriels qui nécessitent à leur tour une gestion très particulière.

Au début des années 90, une nouvelle politique des lotissements est apparue, dans le but de créer de nouvelles perspectives sociales et d'encourager la population à l'investissement dans le domaine de l'habitat. Ces lotissements sont localisés dans des assiettes difficiles d'accès et sans viabilisation en l'absence des pouvoirs locaux.

Un nouveau programme d'habitat a vu le jour à travers des quartiers nouveaux (20Aout1955, Merdj dib, Saleh boukeroua, ...) et d'autres programmes conçus par des investisseurs privés sans aucune étude urbaine.

L'extension urbaine dans la période entre 1990-2000 est caractérisée par l'adoption des solutions rapides pour surmonter le problème de la crise de logement qui ne prend pas en charge l'aménagement extérieur. De même, l'apparition de l'habitat évolutif a aggravé le problème ; il s'est étalé dans tous les sens d'une façon anarchique créant un urbanisme mal planifié. Après l'an 2000, la politique de planification s'est orientée vers de nouveaux mécanismes dans le domaine d'habitat, impliquant les acquéreurs (comme les projets de l'agence AADL<sup>163</sup>), logement social participatif, logement professionnel, situés sur des assiettes sans problème géotechnique et pas loin du centre-ville.

#### **IV.1.2.2. Une dynamique démographique et urbaine, Skikda à l'ère actuelle**

Les prévisions du PDAU (URBACO, 2015) révèlent qu'à l'horizon 2028 la ville va avoir une population qui dépasse 350 000 habitants, il faudra que cette évolution soit véhiculée par une planification stratégique en combinant entre les programmes urbains et les besoins de la

---

<sup>162</sup> Z.H.U.N : zones d'habitat urbain nouvelles.

<sup>163</sup> AADL : L'Agence de l'amélioration et du développement du logement.

population, afin d'éviter les problèmes que la ville endure ces dernières années dans plusieurs aspects (congestionnement, la marginalisation des populations, l'urbanisation sur des zones à risques, etc.).

#### IV.1.2.2.1. Un fort peuplement, Répartition et évolution des habitants

Le pays a connu depuis l'indépendance un exode rural considérable vers les grandes villes du nord du pays, suivie d'une explosion démographique. Skikda en est l'exemple, après l'installation de la zone industrielle (1973) qui a changé sa vocation en attirant plus de population. A partir du tableau n°14, nous constatons que le nombre d'habitant n'a cessé d'augmenter, aussi bien dans la commune de Skikda que les communes limitrophes.

Tableau n°14: L'évolution et l'estimation de la population dans le groupement communal

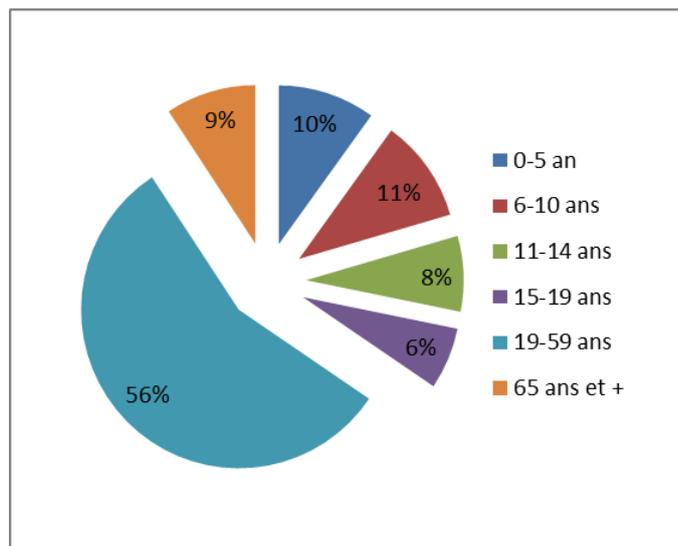
Communes du périmètre d'étude	Nombre population En 1998	Nombre de population en 2008	Taux d'accroissement %	Dispersion	Nombre de population par dispersion (2008)
Commune de Skikda	156685	163618	0,87	Chef-Lieu	147594
				Ben Mhidi	9180
				Stora	2390
				Oued Chadi	1280
				El Zefzef	1517
				Zone Eparsée	1657
Commune De Hamadi Krouma	18805	30406	3,32	Chef-Lieu	14000
				Hamrouche Hamoudi	13260
				Zone Eparsée	3146
Commune De Filfla	24902	28998	1,87	Chef-Lieu	19130
				Salah Chbel	6800
				El-Alia	813
				Bouzaaroura	414
				Zone Eparsée	1841

Source : Statistiques ONS, 2008

L'organisation urbaine doit avoir une vision prospective du développement de ces agglomérations, en prenant en considérations les exigences en matière de logement, d'enseignement, sport, etc. Par ailleurs, la structuration de la population par âge, présente un aspect important à traiter pour pouvoir projeter les infrastructures nécessaires sur le court, moyen et long terme, et aussi pour étudier leur vulnérabilité en cas de catastrophe. Le graphe n°11 présente les structures démographiques par groupe d'âge.

La population urbaine de Skikda est caractérisée par une population jeune d'un taux de 56% entre 19 et 59 ans. cette situation implique des manœuvres essentielles pour optimiser les possibilités d'emploi pour la population active. La répartition de la population par tranche d'âge, dévoile que la population moins de 10 ans est de 50078, tandis que la tranche d'âge de plus de 65 ans est de 22678. Ces catégories nécessitent une prise en

Graphe n°11: Structuration par âge du groupement communal



Source : ONS, 2008

charge particulière dans les plans de secours et d'évacuation lors d'une crise (Rufat S, 2009).

#### IV.1.2.2.2. Habitat et urbanisation : un développement et une diversification affirmée

Le parc logement à l'image de l'explosion démographique, est placé comme une préoccupation majeure par les pouvoirs publics.

Il ressort que, les agglomérations chefs-lieux concentrent 62% du parc total, les agglomérations secondaires 19 % et la zone éparses avec 19%.

Selon le tableau ci-contre, on remarque que l'ACL de la commune de Skikda concentre le plus grand nombre de logements ; cela traduit un déséquilibre dans la répartition de la population et engendre un désordre urbain au niveau spatial.

Tableau n°15: Le parc du logement dans le groupe communal

Communes du périmètre d'étude	Dispersion	Nombre de logement dispersion (2008)
Commune de Skikda	Chef-Lieu	31883
	Ben Mhidi	1883
	Stora	397
	Oued Chadi	183
	El Zefzef	206
	Zone Eparses	321
Commune De Hamadi Krouma	Chef-Lieu	1481
	Hamrouche Hamoudi	2103
	Zone Eparses	524
Commune De Filfla	Chef-Lieu	3674
	Salah Chbel	1217
	El-Alia	176
	Bouzaaroura	144
	Zone Eparses	579

Source : ONS, 2008

En outre, l'exode rural que Skikda a subi, a accéléré la croissance urbaine et a augmenté la demande en logement. Le programme de logement qui a été projeté dans les communes durant les années précédentes a donné naissance à une variété de types d'habitat (collectif, individuel). Ajoutant à cela, le développement des lotissements informels sans outils de planification et l'apparition des bidonvilles ont conduit à une anarchie constatée dans la structuration et la composition urbaine.

**Photo n°3: De l'habitat colonial au centre-ville**

Le centre-ville de Skikda est caractérisé par un style européen date depuis l'époque française, avec un plan en damier. Ce tissu appelé le noyau colonial constitue le centre historique, il subit une dégradation malgré des opérations de restauration et de réhabilitation (photo n°3).



Source : Auteur, 2011

**Photo n° 4: Habitat collectif à Salah Boulkeroua**



Source : Auteur, 2011

Pour l'habitat collectif, il s'est manifesté dans les cités Merdj Dib, cité 20 Aout 1955, cité Aissa Boukerma, Salah Boulkeroua, etc. et sous plusieurs formes : participatif, promotionnel, etc.

La politique des ZHUN n'ayant pas réglé le problème de crise de logement, les repercussions se sont révélées dans la consommation anarchique des sols en plusieurs formes, d'abord, l'habitat évolutif qui a subi des transformations avec des extensions sans respect des lois de l'urbanisme et de l'aspect de la ville, et aussi par la prolifération des bidonvilles qui n'obéissent eux aussi à aucune loi d'occupation au sol.

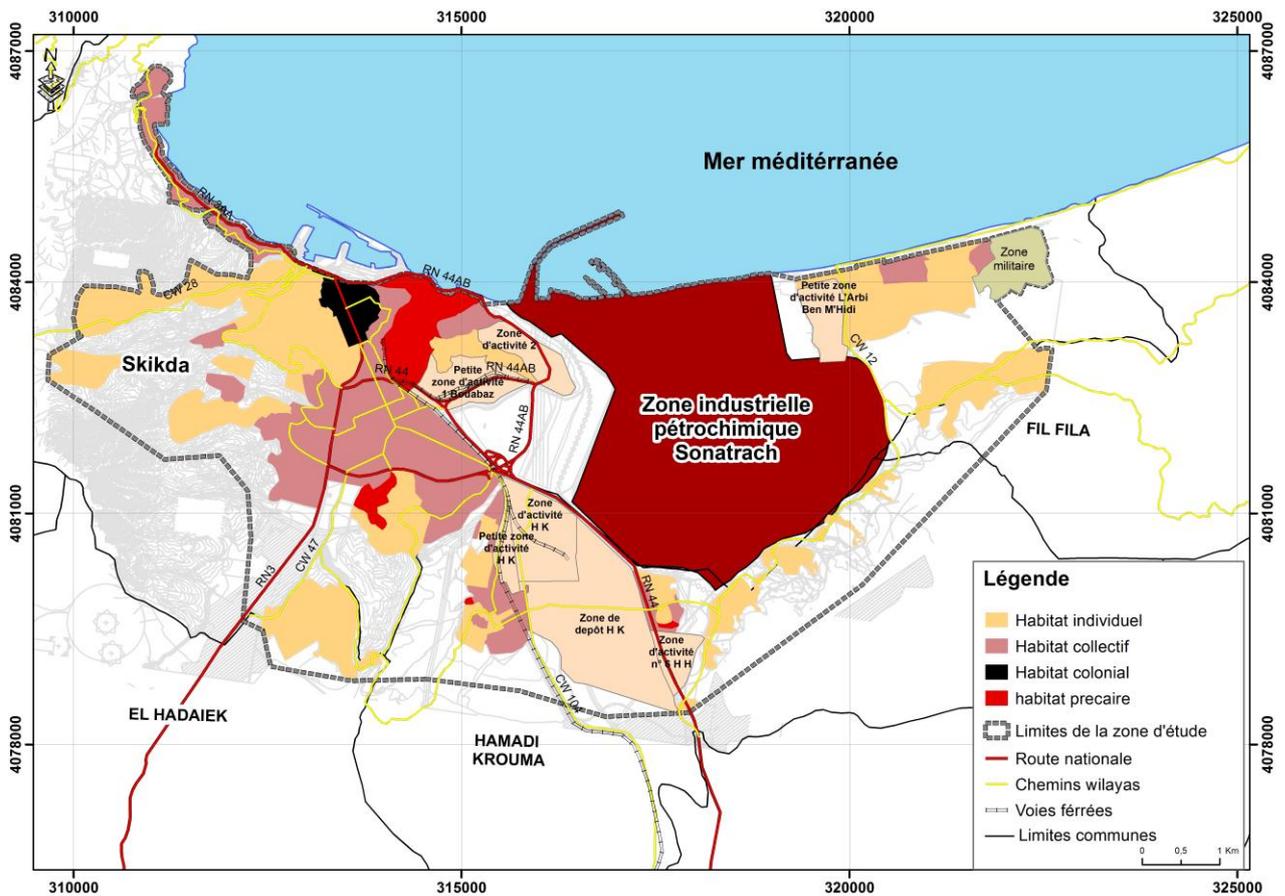
Une autre typologie d'habitat occupe les terrains de la périphérie de la ville constituée par des lotissements. Ils se présentent avec des rues et ses façades non finies dont on trouve deux aspects : des constructions achevées, et d'autre inachevées. Ils se situent dans les lotissements : Boulekroud, Bouyaala, Sid Ahmed, etc.

Photo n°5 : Un lotissement à Skikda



Source :Auteur, 2011

Carte n°5: Typologie d'habitat



Source : Auteur, d'après logiciel Arcgis, 2016

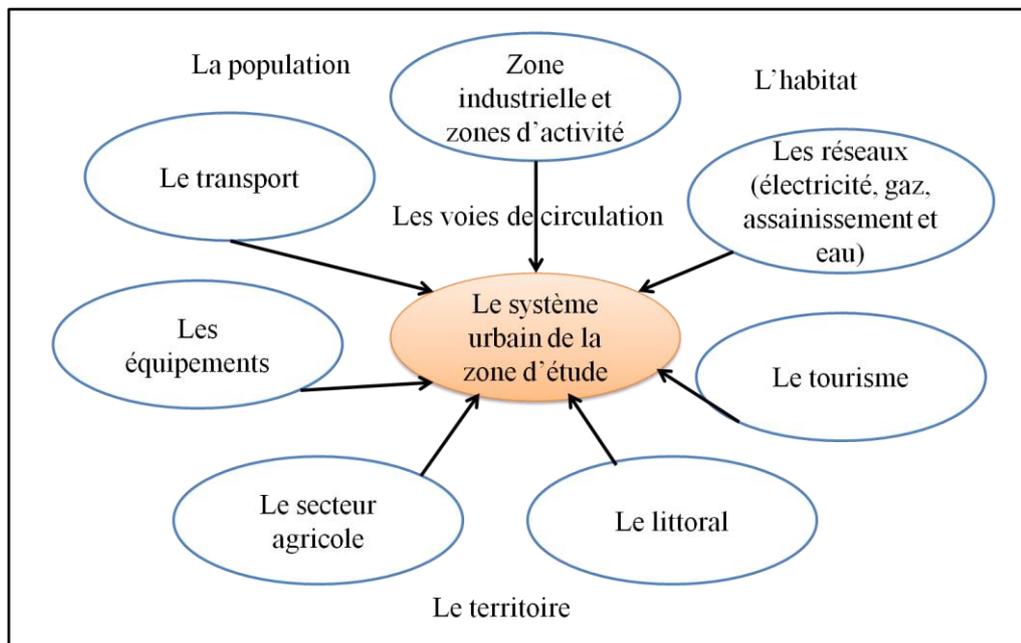
A partir de la carte n°5 ci-dessus, nous constatons que le tracé du tissu urbain de la ville de Skikda est marqué par l'histoire de l'architecture et l'urbanisme de la ville, au centre colonial, et les immeubles collectifs d'après l'indépendance et vient s'ajouter à cela l'occupation anarchique d'habitats individuels. Le quart du parc logement est vétuste, « *La situation est surtout alarmante dans l'agglomération de Stora et dans la zone éparses où le taux de précarité atteint*

respectivement 73% et 56%» (PDAU, 2010) ; pour cela, l'étude de sa vulnérabilité est essentielle.

#### IV.1.2.3. Les infrastructures de la zone d'étude, entre défis et carences

Skikda comprend plusieurs potentialités. Étant située entre deux métropoles (Constantine et Annaba), sa localisation sur la mer, la présence de la zone industrielle et les terres agricoles, procurent à la ville des enjeux territoriaux à gérer et à planifier pour répondre aux besoins de la population et permettre un épanouissement dans les différents infrastructures de : transport, réseaux, tourisme, etc., la figure ci-dessous illustre ces potentialités.

Figure n°56: Le système urbain et les infrastructures à Skikda



Source : Auteur, 2015

##### IV.1.2.3.1. Le transport : pour désenclaver la ville

Le transport se présente sous différentes formes : Le port maritime est d'envergure internationale, le réseau ferroviaire et l'infrastructure routière. Les Infrastructures maritimes présentent le port de pêche Stora, quant aux deux autres (l'ancien et le nouveau port) ont des fonctions commerciales liées aux hydrocarbures. Le réseau ferroviaire assure des échanges avec la zone du Nord-Est du pays, long de 180 km dont 140 km en voie unique de Skikda à Constantine et passant par la commune d'El Harouche. La voie maritime et ferroviaire assure le transport de voyageurs et de marchandises. Pour le transport terrestre, Skikda est traversé par plusieurs axes de communications dont les plus importants sont (R.N N°03 et 3A, R.N N°44, les CW N°29, 28, 104, 47, 12, 18). La ville de Skikda dispose d'une gare routière à l'entrée sud qui assure le transport par les moyens suivants : les taxis services, bus, mini bus et fourgons.

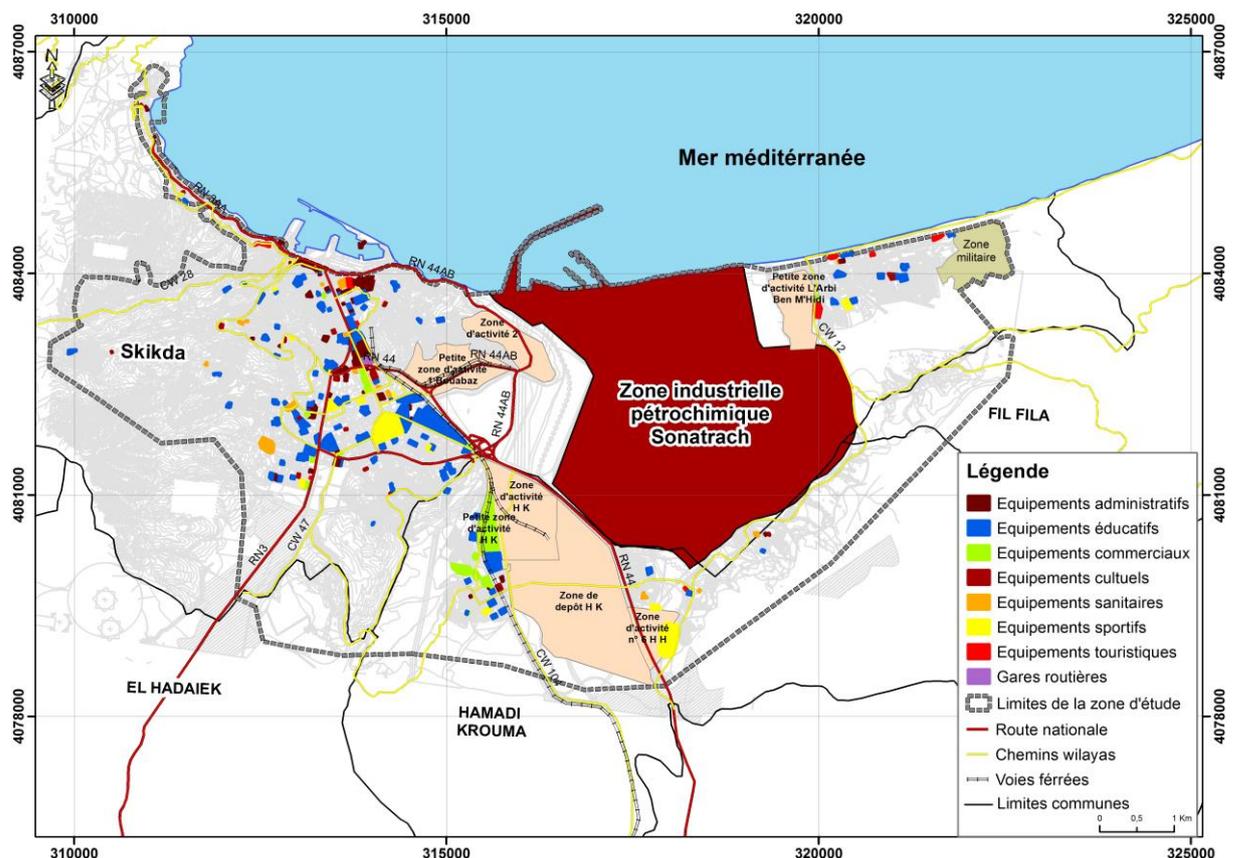
L'ensemble de ces transports sont répartis sur les lignes nationales, inter wilaya, transport urbain et rural.

#### IV.1.2.3.2. Les équipements: une nécessité concentrée dans la ville de Skikda

Skikda est dotée des équipements de fonction diverses (carte n°6), néanmoins ils sont mal répartis sur l'ensemble du territoire, dont certains quartiers sont marginalisés (le cas des quartiers précaires). On note plusieurs types d'équipement selon leurs fonctions qui peuvent être classés comme suit : les équipements sanitaires, les équipements sportifs, les équipements culturels, les équipements éducatifs, les équipements administratifs, les équipements culturels, les équipements commerciaux, les zones d'activités et le pôle industriel.

Les équipements sanitaires sont une nécessité incontournable, dans leurs nombre, leur répartition, leur spécialité, et leur capacité, sont des indicateurs clé de la qualité de vie dans la ville et surtout que Skikda est exposée à divers aléas. On y trouve deux hôpitaux, des polycliniques, des maternités, des salles de soin, et des cliniques privées.

Carte n°6: Les différents équipements de Skikda



Source : Données PDAU Skikda, Auteur d'après logiciel Arcgis, 2016

Les équipements administratifs sont concentrés dans les chefs-lieux des communes, on distingue : sièges de la Wilaya, de la Daïra et de l'APC, Hôtel de ville, Gare routière, poste

centrale, palais de justice, tribunal, douane et de différentes directions d'éducation, d'urbanisme, d'agriculture, d'hydraulique, de forêts, de pêches, de finances, etc.

Pour les équipements culturels, Skikda comporte deux théâtres, un centre culturel, une bibliothèque municipale, un conservatoire de musique, et des maisons de jeunes. Cependant, ils restent insuffisants par rapport au nombre de la population (PDAU, 2010). Concernant les équipements éducatifs et de formation, Skikda comprend plusieurs écoles, CEM, lycées et 4 centres de formation professionnelle, ainsi que l'université. A propos des Equipements cultuels, les mosquées sont dispersées à travers le territoire de la zone. Quant aux équipements sportifs, la ville dispose d'un complexe sportif, des salles de sport, des terrains de sport et des terrains de jeux à l'échelle des quartiers. Les commerces sont concentrés dans le centre-ville, et d'autres se présentent en marché couvert, dans des grandes surfaces commerciales.

#### **IV.1.2.3.3. L'industrie : moteur de l'économie de Skikda**

L'industrie contribue fortement à la dynamique économique de ville de Skikda qui est un pôle économique par excellence. Elle comporte les zones d'activité et le pôle industriel.

Les zones d'activités sont plusieurs: la petite zone d'activité et de dépôt, la zone d'activité Hamadi Krouma et de Ben M'hidi, qui ont développé leurs fonctions dans différents domaines, parmi les principales on trouve: les activités agro-alimentaires (7 entreprises) : moulins, semouleries et pâtes, conserveries (jus de fruits, confitures et jus de tomates) ainsi que laiteries, etc., les industries textiles (1 entreprise) : bâches et tentes, les entreprises métallurgiques (3 entreprises) : emballages, les industries de transformation (6 entreprises) : bois, liège, alu, carton ondulé et gaz industriels, etc., les industries de montage (1 entreprise), les mines et les carrières : (22 entreprises) : marbre, calcaire, argile, etc. (direction de protection civile Skikda, 2014).

L'implantation de la zone industrielle en 1973 a marqué un changement de vocation de Skikda d'une ville agricole à une ville industrielle. La zone est située à 4km à l'Est de la ville sur une surface de 1200 ha et s'étend sur une longueur de 4,44km sur le littoral (PDAU, 2010).

Elle se compose de plusieurs unités pétrochimiques en plus des complexes spécialisés dans la raffinerie et la liquéfaction du pétrole (voir le tableau n°16). Le pôle industriel provoque une dégradation du milieu naturel et la pollution de l'air et de l'eau dans la zone urbaine de Skikda. Le complexe pétrochimique de Skikda rejette des éléments néfastes et dégage une fumée de combustion chargée de dioxyde et surtout de monoxydes de carbone. Encore, l'eau utilisée pour le refroidissement des installations est déversée dans l'oued et la mer sans traitement, de par sa température, elle constitue un danger pour la faune et la flore marine.

Tableau n°16: Les différents complexes du pôle industrielle de Skikda

Le complexe	Unité de production	Surface	Activité	Matière première	Production
<b>Le complexe Pétrochimique CP1/K</b>	5 unités	52 ha	l'industrie pétrochimique	Ethane Sel	L'éthylène, Polyéthylène, Mono chlorure de vinyle VCM, Poly chlorure de vinyle PVC, Chlore, Soude caustique, Chlorite de sodium, Acide chlorhydrique, Eau distillée
<b>Raffinerie de pétrole RA1/K</b>	07 unités	186, 58ha	Raffinerie du pétrole	Pétrole brut	Distillats de pétrole, Aromatiques, G P L (propane-butanes), Bitumes
<b>Complexe de liquéfaction du gaz GL1/K</b>	06 unités	111,59 ha	Liquéfaction du gaz	Gaz naturel	Gaz naturel, Ethane, Propane, Butane, Napha
<b>CTE</b>	/	10,21 ha	Production d'électricité	Gaz naturel L'eau	Electricité
<b>UTE Département transport des hydrocarbures</b>	/	103 ha	Transport des hydrocarbures	Pétrole brut et gaz naturel	/
<b>ENGI</b>	/	3,84 ha	Production des gaz naturel	Hydrogène gazeux Air ambiant (CN)	Oxygène, Azote, Argon

Source : statistiques protection civile Skikda, Traitement personnel, 2015

#### IV.1.2.3.4. L'agriculture, une vocation qui risque de s'éteindre

La croissance urbaine et l'exode rural, a conduit à une conurbation entre la commune de Skikda et Hamadi Krouma dans le Sud de la ville, ainsi que l'agglomération secondaire Saleh Chbel de la commune de Fil fla avec la commune de Hamadi Krouma dans le Sud Est. Par ces extensions qui se sont développées en dépit des terres agricoles, ce secteur souffre de l'empiétement de l'urbanisation qui ne cesse de pousser du fait qu'elle est conditionnée par le relief d'une part et la zone industrielle d'autre part.

#### IV.1.2.3.5. Le tourisme : en quête de développement et d'amélioration

Le paysage de la ville de Skikda est très diversifiée : le littoral, les montagnes, les forêts, le patrimoine urbain, etc., autant d'atouts pour développer le secteur du tourisme. Car, Skikda possède des potentialités touristiques qui peuvent contribuer à la création de plusieurs types de tourisme tel que le tourisme balnéaire, alors que le tourisme de montagne demeure inexploité. La ville de Skikda comporte plusieurs hôtels répartis le long du littoral de Stora et Ben M'hidi mais qui restent insuffisants. Le tourisme à Skikda souffre d'un grand manque en matière d'infrastructures nécessaires et d'une gestion efficace pour son épanouissement. Des programmes sont en cours de réalisation dans ce secteur tel que la zone d'expansion touristique de Ben M'hidi, inscrite dans le programme des ZET en Algérie et du PAW de Skikda.

#### **IV.1.2.3.6. Le littoral : une potentialité touristique à développer**

Skikda, ville méditerranéenne, dispose de l'un des plus beaux littoraux de l'Est d'Algérie sur une longueur de 16 km, bordé de plages rocailleuses et des petites plages de sable. Elle possède des plages, des criques. Stora, joli petit port abrité par des falaises, phéniciens, situé à trois km de Skikda, offre plusieurs petites plages de qualité : la Carrière, Miramar, Mollo, Paradis Plage...

Le littoral concentre 42,6% de la population où s'installe une urbanisation massive, de l'industrie, de l'agriculture, du transport et du tourisme. Le côté Est de Skikda est connu par les plages de Ben M'hidi où plusieurs infrastructures touristiques se développent ces dernières années.

#### **IV.1.2.3.7. Le patrimoine forestier : un potentiel à préserver**

La zone d'étude possède une richesse forestière considérée d'un taux de 31,91% de la surface totale. Elle peut contribuer au développement du tourisme montagnard. Le reboisement des forêts est menacé par l'activité pastorale des riverains, la forêt est un élément essentiel pour l'équilibre de l'écosystème.

#### **IV.1.2.3.8. Des réseaux : des carences à soulever**

Le raccordement aux différents réseaux (électricité, gaz, eau et assainissement) occupe une importance considérable dans les priorités des orientations d'aménagement du PDAU et du PAW de Skikda, car, c'est un facteur indispensable pour le développement de la ville. Les taux de raccordement varient entre le centre-ville et la périphérie. Cette disparité spatiale est due à l'étalement urbain non planifié d'un côté et à la marginalisation socio-spatiale de la population de l'autre côté (cas des bidonvilles).

Le réseau d'électricité dispose de plusieurs lignes électriques qui passent par la ville avec différentes tensions, de la ligne de très haute tension 400 Kwat à la ligne moyenne tension 60 kwat). Ces lignes exigent une servitude de 60m de part et d'autre de la ligne très haute tension, 30m de part et d'autres de la ligne haute tension, 15m de part et d'autres de la ligne moyenne tension. Cependant, le branchement électrique couvre un taux de 85%.

Skikda est alimentée en eau potable à partir du barrage Knitra (capacité 125hm<sup>3</sup>) situé dans la commune Oum Toub, et du barrage Zit El Ain situé dans la commune Bekouche Lakhda ; l'eau est transférée par des canalisations de diamètres différents vers les réservoirs (environ 17 réservoirs, la capacité de Stockage 47650hm<sup>3</sup>/an). La servitude de sécurité pour la canalisation d'eau potable exige un espace de 6m de part et d'autres de l'axe. Le branchement en eau potable couvre 84% des logements de la ville de Skikda. Cependant, certains ont fait recours à

l'utilisation des puits (229 habitations) ; exploitation des sources d'eau (488 habitations) ; d'autres alternatives tel que les citernes mobiles (162) (PDAU, 2010).

Skikda est fournie en gaz naturel à partir un gazoduc situé au Sud de la zone industrielle. Ces tubes nécessitent une servitude de sécurité de 75m de part et d'autre de l'axe. La couverture de l'approvisionnement en gaz naturel est de 70%. En ce qui concerne l'agglomération secondaire Ben M'hidi, elle n'est pas raccordée au gaz naturel, tandis que la population est fournie de gaz propane de la station G.P.L, qui exige 75m de servitude à partir du mur externe de la construction. Ces servitudes sont des zones non urbanisables.

Le taux de raccordements au réseau d'assainissement change d'un quartier à l'autre. Il est de 88% pour la ville, son état est vétuste et connaît parfois des obturations répétées suivis par des fuites. Dans l'absence d'une infrastructure qui traite l'eau, les eaux usées sont déversés sans aucun traitement dans l'oued puis dans la mer affectant ainsi la santé de la population et le secteur du tourisme et causant la pollution environnementale. Les réseaux d'assainissement sont quelques fois à l'origine des inondations qui menacent le Sud de la ville. Certains réseaux sont sous-dimensionnés et ne peuvent évacuer le débit des eaux usées, ce qui provoque un débordement et le ruissellement des eaux usées sur la surface (cité 500 logements) et (cité des Frères Saker).

#### **IV.1.3. Le développement urbain générateur de vulnérabilités, difficultés et effets**

Après l'indépendance, les villes Algériennes ont subi une explosion démographique remarquable, à l'instar de Skikda, où le taux de natalité n'a cessé d'augmenter, une régression du taux de mortalité et une population jeune caractérisent la population à Skikda. La croissance rapide de la population, le développement économique et l'expansion urbaine qu'a connu la ville, ont augmenté les problèmes environnementaux, des épidémies et des maladies sont apparues, ajoutant à cela l'urbanisation près des zones à risques.

##### **IV.1.3.1. L'évolution de la ville : des contraintes à dépasser**

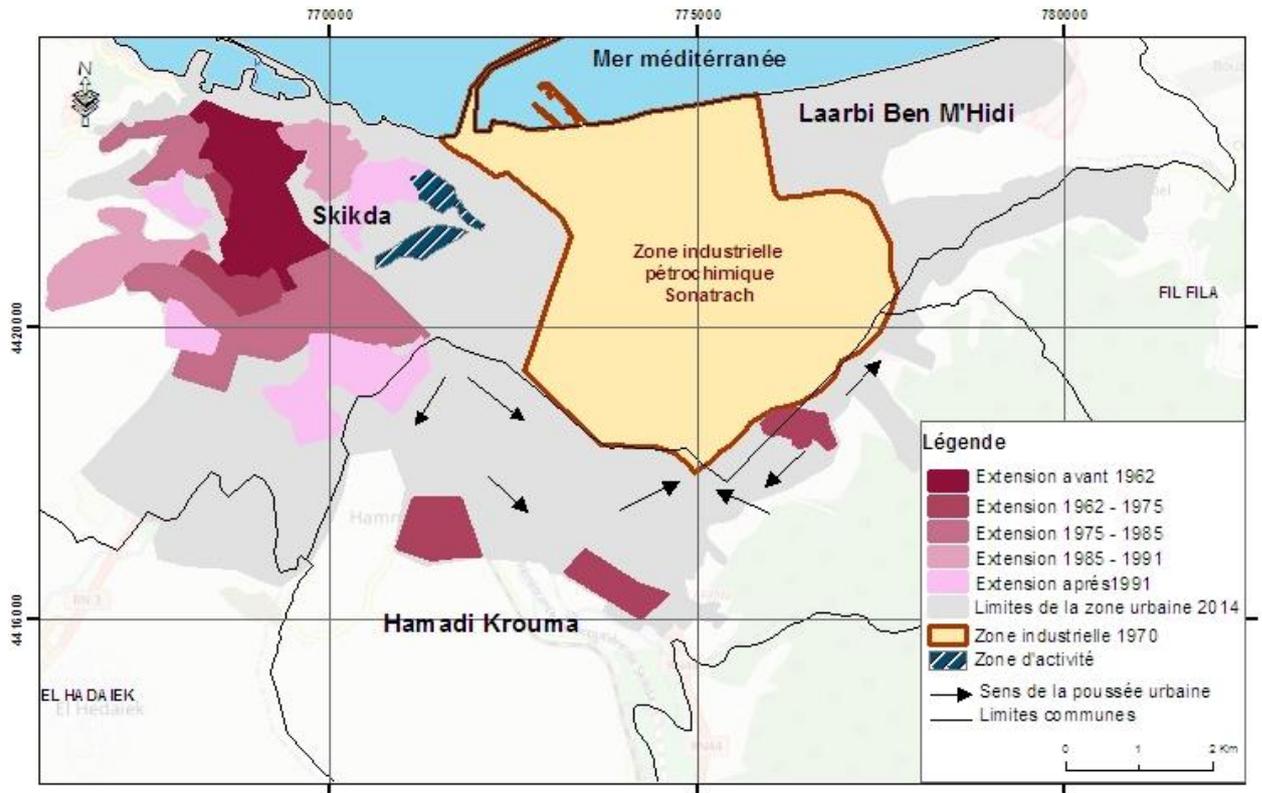
La ville de Skikda a connu une explosion urbaine sans une vision planificatrice. Les causes sont multiples mais les effets sont plus grands. Ce développement est orienté par les caractéristiques du relief, de la présence de la zone industrielle et des espaces agricoles.

##### **IV.1.3.1.1. Un relief qui pose problématique pour l'extension de la ville**

La ville chef-lieu de Skikda a été soumise à deux contraintes pour son développement, la zone industrielle à l'Est par Djebel Mouader et Djebel Bouyala à l'Ouest. Elle s'est étalée sur les communes voisines telles que la commune de Hamadi Krouma et la commune de Filfila, qui restent toujours liées à la ville chef-lieu de Skikda en matière d'emplois et de service ; ceci a créé

un déséquilibre et une désorganisation dans le territoire et rend difficile la gestion du flux entre la ville mère et ses périphéries.

Carte n°7: L'évolution de la ville de Skikda



Source : Selon PDAU Skikda, Auteur d'après logiciel Arcgis, 2015

L'ACL de Skikda a conservé son cachet colonial avec une structure en damier ; de grandes avenues, des immeubles sur arcades, des bâtisses néomauresques, mais son extension est contrariée par un relief chahuté. La décision d'implanter une zone pétrochimique collée à la ville de Skikda a été un bouleversement dans l'histoire de la ville. Ce complexe a véhiculé des conséquences sur l'économie tant au niveau local que national, une offre d'emploi qui a attiré des populations de toutes les villes, d'où une nécessité d'adapter la ville à leurs besoins était plus qu'indispensable. La carte n°7 montre la direction de l'extension qui s'est orientée sur les la partie Sud de la ville où elle grignote l'espace agricole et contourne la zone industrielle négligeant ainsi les effets de cet étalement.

#### IV.1.3.1.2. Une croissance démographique en l'absence d'une planification urbaine

On assiste à un surpeuplement de la population ces dernières années et une croissance pour les années à venir ; en 2008 la ville de Skikda comportait 221890 habitants et 43706 logements (ONS, 2008). Selon les prévisions de l'an 2028, la zone d'étude atteindra 307664 habitants et

63642 logements, et les besoins en surface seront de 1555,79 ha (URBACO, 2010), le tableau n°17 illustre ces projections selon les communes à étudier.

**Tableau n°17: La croissance urbaine de la zone d'étude (prévisions 2028)**

Commune Etudiée	Population 2008	Population 2028	Logement 2008	Logement 2028	Besoins en surface (ha)
Skikda	170914	250476	34873	50204	1099,72
Hamadi Krouma	26074	45128	4108	9026	290, 51
Filfla (Salah Chbel)	6675	12060	1217	2412	53,5 ha

Source : Auteur d'après Urbaco, 2016

En outre, les problèmes que cette croissance va affronter sont :

- Le problème du foncier, souvent de statut privé.
- Les terres agricoles qui contournent la ville créent un obstacle pour son extension.
- La situation de la zone industrielle et ses risques réorientent la direction de la croissance de la ville.
- Le relief accidenté de la ville et le coût de la viabilisation des terrains.
- La non disponibilité des terrains urbanisables pour certaines agglomérations (exemple de la ville chef-lieu de Skikda).

Face à cette situation, cette croissance doit être dirigée dans les années à venir par une planification des besoins de la population à court, moyen et long termes en ce qui concerne la scolarisation des enfants, marché de l'emploi, les infrastructures nécessaires, etc. Leur répartition doit être équitable et réfléchie dans une vision prospective pour un développement durable de Skikda.

#### **IV.1.3.2. L'urbanisation : des Conséquences et répercussions**

L'évolution de la ville et de ses infrastructures ont engendré plusieurs conséquences négatives par l'effet de cette urbanisation incontrôlée. Elle se manifeste sous plusieurs formes et touche plusieurs aspects que l'on peut synthétiser comme suit :

##### **IV.1.3.2.1. Le grignotage de l'urbanisation sur les terres agricoles**

Du fait que la ville est située entre deux montagnes (les djebels Mouader et Bouyala) en plus de la zone industrielle qui occupe un vaste territoire à l'Est et la mer au Nord, ces éléments font que Skikda se trouve coincée et par manque de surface urbanisable, elle est obligée de s'étaler sur les plaines au Sud, qui sont exploitées pour l'activité agricole, ainsi les terres fertiles sont

phagocytées par l'envahissement de l'extension urbaine (c'est le cas des quartiers: Boulkeroua, Merj-dib, Aissa Boulkerma, toutes construites sur des terres agricoles).

#### **IV. 1.3.2.2. Les constructions sur des sites à risques**

La consommation incontrôlée de l'espace a exposé la population aux risques. La présence du complexe pétrochimique et la morphologie du site ont amplifié le problème, c'est le cas pour les habitations qui juxtaposent la zone industrielle (risque industriel), les constructions situées sur le lit d'oued (risque d'inondation) ou bien l'urbanisation des flancs des montagnes très friables menacée par les glissements de terrain. Tous ces risques font l'objet de notre étude pour évaluer la vulnérabilité de la ville et plus explicitement ces zones exposées aux risques.

#### **IV.1.3.2.3. Les bidonvilles, les quartiers marginalisés de la ville**

La manifestation des bidonvilles est une conséquence de plusieurs causes comme le manque de logements, où, les besoins n'ont pas cessé d'augmenter au fil du temps, ainsi que l'effet de l'exode de la population des zones rurales qui trouve refuge dans la construction des habitations précaires moins coûteuses comme (c'est le cas pour le quartier Bouabaz, Boulkeroua, etc.,). Ces bidonvilles occupent souvent la périphérie de la ville dépourvus des

**Photo n°6: Des bidonvilles dans le quartier Saleh Boulkeroua**



Source : PDAU, 2010

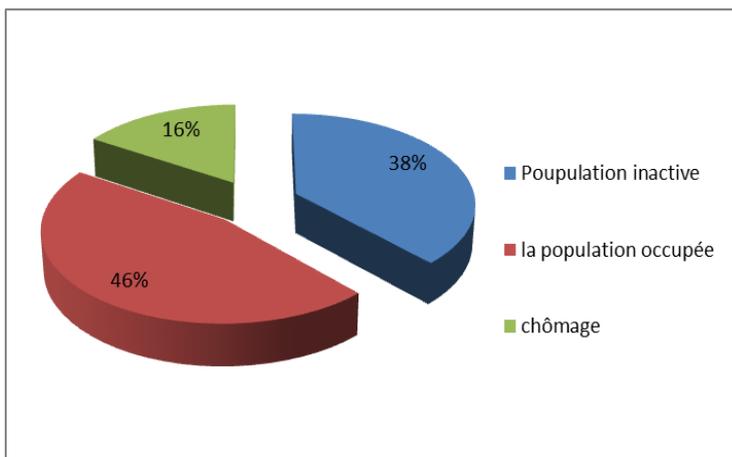
nécessités de la vie urbaine, sans viabilisation, sans assainissements, sous équipées et construits avec des matériaux de récupération. Ils ne s'intègrent pas au tissu urbain de la ville mais dépendants en ce qui concerne les commodités de la vie quotidienne.

#### **IV.1.3.2.4. Le chômage : un problème d'ordre sociétal**

Le taux de chômage est un indicateur socioéconomique dont il faut prendre en considération dans la planification de la ville. L'inactivité peut être un élément majeur dans les problèmes sociaux. La population en âge actif dans la zone d'étude est estimée à 126643 en l'an 2008, la population active est de 79648 soit 62%, la population occupée est de 59551 soit 46%, contre 19793 en chômage et qui représente 16% de la population en âge actif (URBACO, 2015).

Cependant, le taux de la population inactive est dû à la poursuite des études de la population de + 18 ans et des départs en retraite de la catégorie de la population de +60 ans. Ce taux en fait, ne reflète pas la réalité, car certaines personnes sont inscrites en chômage et travaillent en parallèle dans des commerces informels ou d'autres ressources non déclarées.

Graphes n°12: Répartition de la population active et en chômage



Source : Selon PDAU Skikda, Auteur, 2015

#### IV.1.3.2.5. L'étalement urbain, une suite d'une urbanisation anarchique et mal maîtrisée

Le problème du foncier (propriétés privées), la crise de logement et le besoin des infrastructures ont conduit la population à occuper des zones non encore viabilisées et aux alentours de la ville, ce qui échappe aux règles d'urbanisme surtout dans les zones périphériques.

Cette situation a donné naissance aux groupements d'habitat comme le quartier Merdj Dib, 20 Aout, etc., ainsi qu'à la prolifération de l'habitat précaire qui ne répond pas aux minima de normes de confort générant un risque pour les habitants en cas de catastrophe.

Ajoutant à cela les problèmes sociaux (marginalité, ségrégation sociale, pauvreté, etc.) qui résultent de ce type d'habitat comme le cas des quartiers Bouabaz, Boulkeroua, etc. Ces quartiers ne sont pas équipés d'infrastructures nécessaires (sanitaire, réseaux divers, etc.). Un autre type d'habitat spontané est l'habitat évolutif qui s'est propagé un peu partout sans une gestion planifiée.

#### IV.1.3.2.6. L'exode rural : une résultante directe de l'implantation de la zone pétrochimique

Skikda vit une croissance de la population accompagnée de l'exode rural. Ce dernier était la conséquence de plusieurs raisons : d'une part la ville permet un meilleur accès à l'emploi, à l'infrastructure de santé, à la culture, etc., et d'autre part, la présence de la zone industrielle et son offre d'emploi.

## IV.2. Skikda : un territoire exposé à divers aléas

La détermination des zones à risque de la zone d'étude est placée dans les priorités de pouvoirs publics ces derniers temps, pour connaître leur degré, leur influence sur la population exposée et l'environnement urbain qui s'avère impératif.

### IV.2.1. Un historique submergé de catastrophes et de dégradations à Skikda

Le bilan des accidents à Skikda où la dégradation de l'environnement tire les sonnettes d'alarme pour prendre conscience de l'ampleur des risques auxquels Skikda est exposée et de la vulnérabilité de celle-ci.

#### IV.2.1.1. Aperçu sur les accidents survenus à Skikda

Les aléas survenus à Skikda sont de différentes natures et produisent des dégâts humains et matériels importants. Les exemples à travers l'histoire sont nombreux, le tableau n°18 ci-dessous souligne quelques exemples de ces tragédies survenues.

Tableau n°18: Quelques exemples des tragédies déjà passés dans la zone d'étude

Nature d'aléa	Date	Dégâts
<b>Inondation</b>	Décembre 1990 03 décembre 2002 02 et 03 février 2011	152 familles sinistrées et des dégâts matériels. Dégâts matériels, inondations des habitations Inondation des quartiers (500 logements, Frère Saker, etc.), inondation des routes nationales 03, 44, 80, 143.
<b>Industriel</b>	19 janvier 2004 17 mars 2010	L'explosion au GNL, 27 morts et 72 blessés. Incendie avec explosion au CP1/K, 6 blessés.
<b>Glissement de terrain</b>	Février 2005	24, Familles évacuées et des dégâts matériels suite à un éboulement du terrain.
<b>Incendie de forêt</b>	Aout et septembre 2011	Incendie de 750 ha de chênes et d'arbre fruitiers, 16 cellules d'apiculture et 12 batails.

Source : Statistiques Protection civile Skikda, Traitement personnel, 2016

Ces catastrophes ont tiré la sonnette d'alarme pour prendre conscience de l'ampleur de ces phénomènes qui se produisent en ville et élaborer une politique pour gérer la vulnérabilité du territoire de Skikda.

#### IV.2.1.2. Le contexte environnemental à Skikda : un grand souci pour sa sauvegarde et sa protection

L'environnement à Skikda constitue une préoccupation majeure. Malgré les efforts fournis, il est loin d'être amélioré. Les impacts sur l'eau, sur le sol et sur l'air restent toujours confirmés,

allant des rejets des eaux usées dans la mer et les oueds, la pollution causée par les décharges, les industries (rejets d'effluents solides liquides et gazeux) et la pollution due au trafic routier.

#### **IV.2.1.3. L'écosystème côtier : un paysage détruit par une occupation inappropriée**

Le littoral de la ville de Skikda se caractérise par un paysage sous valorisé dans lequel se manifeste les établissements humains, des infrastructures industrielles, les infrastructures structurantes telles que routes, voies ferrées, ports et une occupation illicite de la frange littorale, mais encore affectée par les dommages et la pollution des ressources naturelles. La zone industrielle est consommatrice d'espace. Elle s'étend sur une superficie de 1200ha, et occupe un espace dont le sol est de bonne qualité, notamment la présence des torches qui nuisent au paysage côtier et à l'activité touristique. Le port commercial de Skikda est aussi consommateur d'espace puisqu'il réserve un grand espace de stockage (site du port de la petite zone industrielle de Skikda avec une superficie de 7 hectares, et à côté un port d'une superficie de 12 hectares le jouxtant, et un port de 18 hectares situé à Hamrouche Hamoudi).

#### **IV.2.2. Des risques de plusieurs natures jalonnent le territoire de Skikda**

Les aléas présents sur le territoire de la zone d'étude augmentent et renforcent la vulnérabilité urbaine, l'anticipation par une meilleure connaissance et une identification des zones exposées est primordiale pour la gestion de ces phénomènes destructeurs qui menacent l'équilibre du système urbain et renvoie vers la recherche d'une résilience des zones vulnérables.

##### **IV.2.2.1. Les risques naturels : des risques qui pèsent sur le territoire et la population**

Les risques naturels sont omniprésents dans la ville de Skikda et se présentent en danger permanent pour la population de la ville.

##### **IV.2.2.1.1. Les inondations : un danger permanent pour les habitants**

Skikda et Hamadi Krouma sont exposées au risque d'inondation à cause des oueds qui traversent le territoire (Oued Zeramna, Oued Saf saf), et des bassins versants qui déversent à partir de Oued Saf Saf, Oued Guebli et Oued Kebir, Oued Saf Saf est le plus dangereux (il a causé des dégâts humains et matériels importants). L'histoire de la zone d'étude a connu plusieurs catastrophes (annexe n°4) : inondations de 1957 ; inondations de 1984 et l'inondation du 2004 suite au débordement des eaux oueds Zeramna et Oued Saf Saf. Les orages provoquent des inondations dans la partie Sud de l'oued Zeramna et Oued Saf saf dans les chefs-lieux de Skikda et Hamadi Krouma, ainsi que par le débordement des chaabat qui en dérivent dans la partie Sud-Est, affectant par conséquent l'agglomération de Hamrouche Hamoudi. Les causes varient entre: les grandes précipitations, un assainissement sous-dimensionné qui ne peut évacuer un grand débit,

le manque des espaces boisés qui absorbent l'eau, l'imperméabilité des zones exposées (les canalisations sont submergées d'eau, ce qui conduit au refoulement des eaux à partir des regards d'assainissement), l'écoulement rapide des eaux dans les oueds (évacue les déchets solides et détériore l'environnement), la topographie du lit d'Oued, sa pente et la forme du bassin versant sont des facteurs aggravant le risque d'inondation. La surface exposée aux inondations est estimée à 316 hectares, 4009 habitations sont menacées selon la protection civile.

Les quartiers concernés à Skikda sont : Cité les frères Saker, Cité les frères Saidi, Cité 20 Aout 1955, Cité Merdj Dib, Cité Saleh Boulkeroua, Cité les frères El Ayachi, Cité 700 logements, Cité Aissa Boulkerma, Cité 500 logements, Petite zone d'activité. Et à Hamadi Krouma : bordure oued saf saf à partir de la zone soltane azzouz jusqu'au RN 44 zone de dépôt à côté de hamrouche hamoudi (protection civile, 2015).

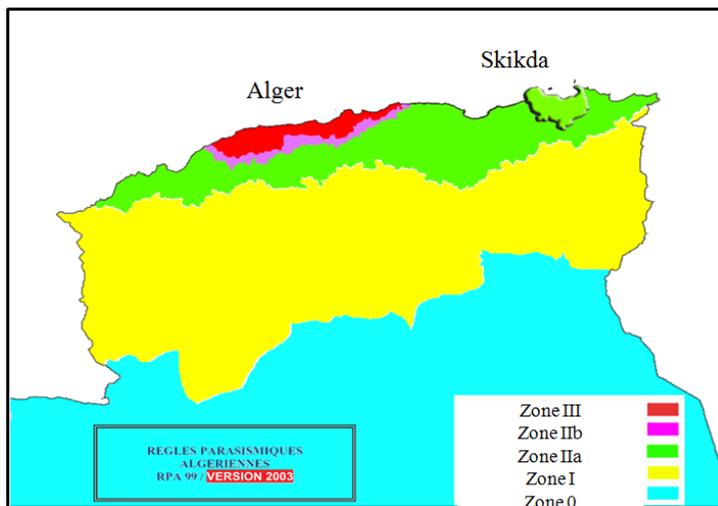
Photo n°7: Inondation à Skikda (02-02-2011)



Source : Protection civile, 2015

#### IV.2.2.1.2. Les séismes, des répliques inquiétantes

Carte n°8: La situation de Skikda par rapport à la sismicité en Algérie



Source : Protection civile Skikda, 2015

Skikda, du fait de sa situation au Nord du Pays est aussi concernée par le risque sismique dans la zone IIA (zone à séisme moyen)<sup>164</sup>. L'épicentre est situé dans le massif des Babors et de l'Eddough, qui contiennent d'importants foyers sismiques d'une magnitude de 5 à 6 sur l'échelle de Richter. Cette localisation ne nécessite pas des précautions spéciales sauf pour les

<sup>164</sup> Le nord du pays est situé entre la plaque tectonique africaine qui est en collision avec la plaque eurasiennne, une zone fréquemment frappée par les séismes (El Asnam 1954 et 1980, Ain Timouchent en 1999 et Boumerdès en 2003...), en outre, des séismes de faible intensité non ressenties par l'homme sont recensés chaque jour.

infrastructures comme l'hôpital, la protection civile, etc., qui doivent être situées sur des assiettes solides, non sensibles à l'eau et opter pour des fondations appropriées. Selon la protection civile, 03 secousses sont enregistrées chaque mois à Skikda, où l'intensité varie entre 1,5 et 2,9 sur l'échelle de Richter. Néanmoins, la possibilité que le séisme touchant la plateforme pétrochimique produise un désastre, il faut que, ce risque soit à prendre en considération dans les plans de gestion.

#### IV.2.2.1.3. Incendie de forêt, un patrimoine en menace

La surface totale de la forêt de la zone d'étude est évaluée à plus de 1799ha (direction des forêts, 2014). Elle est exposée au risque d'incendie. Les causes sont multiples mais l'humain est à la

Photo n°8: Incendie de forêts à Skikda (septembre 2017)



source de ces tragédies. L'historique des incendies montre la fréquence de ces événements et qui se sont propagées dans toutes les forêts de la Wilaya (1975, 1983, 1890, 1994, 2011), détruisant ainsi des milliers d'hectares d'espaces boisés (arbres fruitiers, chênes, brousses, etc.), des cellules d'apiculture, des écuries, du bétail carbonisé, et parfois des dégâts sur les habitations et des pertes de vies humaines.

Source : Protection civile, 2017

#### IV.2.2.1.4. Glissement de terrain, un phénomène courant

Plusieurs sites à Skikda sont menacés par les mouvements de terrains surtout sur les flancs de djebels. Ces glissements se manifestent de plusieurs manières (tassement, affaissement, des coulées de boues...etc.) et accentués par les fortes pluies.

Photo n°9: Glissement de terrains à Stora casino



Source : Protection civile, 2015

Nous distinguons deux types de glissements :

**Les zones susceptibles de glisser** se caractérisent par leur éventualité de glisser et elles s'étendent sur une surface de 603ha.

**Les zones glissantes :** sont des zones qui ont déjà connu un glissement, elles peuvent se situer dans des zones non urbaines ou urbaines, et s'étendent sur une surface de 102ha distribués selon le tableau n°19 ci-

contre qui illustre l'ampleur du phénomène. Par ailleurs, la zone située dans le côté Nord- Est de la ville de Skikda, au bord de la route qui mène vers la zone industrielle (l'îlot des chèvres) est connu par les chutes de pierre, suite à l'érosion.

**Tableau n°19: Quartiers exposés au risque de glissement**

Zone	Surface (ha)
Route de Stora	30
Route de Zighoud Youcef	4
Beni Malek	52.62
Boulekroud	61.72
Quartier Napolitain	5
Beb El Aures	10.50
Sidi Ahmed	10
Bouyaala	35.27
Oued El Ouahch	45.82
Briquetterie	194
Bouabaz	122.40
Borj Hmem	5
Hadabat Boulkeroua	112
Rabeh Bitat	11
Extension Hamadi Krouma	185
Construction évolutif Boulkeroua	23

Source : Protection civile Skikda, 2016

#### IV.2.2.2. Les aléas technologiques, à l'origine de plusieurs risques

L'extension de la ville s'est orientée tout autour de la zone industrielle. L'exposition des constructions à proximité et dans le périmètre de sécurité non aedificandi met en danger la vie de la population et peut causer des dégâts importants. Pour cela une politique de prévention et des mesures doivent être prises pour ces zones vulnérables.

##### IV.2.2.2.1. Le risque industriel à Skikda, économie et population en jeu

Skikda jouit d'une grande zone industrielle abritant plusieurs complexes; parmi les plus importants figurent le complexe pétrochimique, le complexe de liquéfaction du gaz naturel et la raffinerie de pétrole. Cependant, elle est aussi synonyme de risques vu la dangerosité des matières stockées, du processus de production (annexe n°5), et de sa proximité de la ville chef-lieu de Skikda, de l'agglomération secondaire Ben M'hidi et de l'agglomération de Hamadi Krouma (annexe n°6). Le risque industriel constitue donc une menace pour les habitations proches de la zone industrielle, la zone tampon prévu est loin d'être respectée, 2679 logements sont exposés au risque industriel d'après la protection civile (CNES, 2003).

**Photo n°10: Incendie dans la zone industrielle (juin 2006)**



En 2004 le ministère de l'intérieur a estimé 18 constructions sont construites sur des gazoducs. Les accidents répétés (explosion, incendie, et gaz toxique) dans la zone industrielle inquiètent la population, et ont interpellé les pouvoirs publics quant à la prévention de ces risques.

Source : Protection civile, 2015

#### **IV.2.2.2.2. Transport des matières dangereuses, une protection est exigée**

Le transport des matières dangereuses (les hydrocarbures) se fait par route ou par chemin de fer. Il présente un risque pour la population avoisinante ces chemins. Les routes nationales (N44, N3 et N43), sont classées les plus dangereuses par la protection civile de Skikda, ainsi que le chemin de fer reliant (Annaba, Skikda, Constantine) et (Skikda, Jijel). Les accidents sur la voie ferrée sont les plus fréquents (2003, 2006, 2008, 2010), ils provoquent des dégâts humains, matériels et environnementaux.

#### **IV. 2.2.3. La pollution de l'environnement : un impact visible et nuisible**

La plupart des villes du monde et plus particulièrement les villes industrielles souffrent de la dégradation de l'environnement dans tous ses aspects, générant ainsi la perte de leurs images et de leurs qualités de vie. Skikda est considérée comme un grand pôle industriel, elle n'a pas échappé à ce fléau. Elle est classée la première ville la plus polluée au niveau national (CNES, 2003). Elle a connu ces dernières années une grande détérioration qui dépasse les normes internationales. Le taux de mercure dans le littoral est arrivé à 01mg par litre alors que le taux toléré au niveau international est de 0,001mg/L.

Ce secteur industriel est un des facteurs principaux responsables de la pollution parce qu'il abrite plusieurs unités polluantes (Raffinerie, complexe liquéfaction de gaz naturel,...). Les installations les plus polluantes sont le complexe des matières plastiques E.N.I.P<sup>165</sup> et le complexe d'extraction du mercure E.N.O.F<sup>166</sup>, ils polluent l'air et l'eau à la fois.

<sup>165</sup> E.N.I.P : Entreprise Nationale des Industries Pétrochimiques.

<sup>166</sup> E.N.O.F : Entreprise Nationale des produits miniers non ferreux et des utiles.

Le risque est amplifié par l'étalement urbain autour du complexe. Les déchets industriels sont la cause de la pollution directe et indirecte (pollution des eaux souterraines, pollution de l'air, pollution de la terre), en plus de la fuite des gaz toxiques (survenue en 1981, 1997).

#### **IV.2.2.3.1. La pollution de l'air, un péril pour santé de la population**

La pollution de l'air est due à la présence de particules solides, liquides, ou gazeuses dans l'air dont les quantités peuvent causer des dégâts physiologiques, économiques, et vitaux sur l'homme, l'animal, les plantes, les équipements,... et également sur la production agricole.

Parmi les causes de la pollution atmosphérique, on peut citer : le réseau de transport dans tous ces types, les centres d'incinération fixe, les complexes industriels, etc.

La pollution produite par la zone industrielle est générée par les processus utilisés par l'E.N.O.F et l'E.N.I.P (l'électrolyse à cathode mercurique et la calcination du minéral de mercure). Ces deux installations rejettent dans l'air du chlore et du V.C.M (particule cancérigène). Par manque d'informations, nous ne pouvons savoir l'impact de ce type de pollution sur la ville. Or, ce qui est inquiétant, c'est de savoir que la concentration du mercure atmosphérique est 15 fois supérieure à la valeur de référence (protection civile Skikda, 2015).

#### **IV.2.2.3.2. La pollution marine, une atteinte sur la faune et la flore**

Cette pollution est due au déversement des déchets liquides dans la mer, c'est le cas pour l'E.N.I.P qui rejette des tonnes de boues, qui contiennent des produits dangereux comme le mercure, qui est non dégradable, et en plus très nocif pour la faune et la flore. Cette pollution concerne aussi, la présence des particules solides ou liquides non désirables dans la mer en quantités importantes et qui peuvent induire des dommages sur la biodiversité locale (comme la présence du pétrole ou des métaux lourds). Celle-ci se manifeste par: le rejet des déchets de la zone industrielle dans la mer sans traitement, qui contient du mercure (cas du CP1/K). La pollution qui résulte de l'activité pétrolière qui jette des résidus des bateaux donnant des taches de pétroles sur la surface de la mer qui nuit à l'environnement.

La situation détériorée de l'environnement que connaît Skikda a ses répercussions sur la disparition de quelques espèces et la baisse des qualités des poissons qui pourrait se refléter négativement sur l'activité de la pêche dans la wilaya. Il existe des dommages sur les sites touristiques écologiques comme les dunes de sable et les plages qui sont détériorées (5 plages ont été fermées selon la direction de l'environnement). De ce fait, la pollution marine provoquée par le rejet à ciel ouvert des déchets solides et liquides est une problématique générant des préjudices néfastes sur la santé publique et sur l'économie de la ville.

#### **IV.2.2.3.3. Les déchets liquides et solides, des décharges à régir**

Les déchets concernent les rejets liquides et solides aussi bien dans les zones urbaines que dans les Oueds et la mer. Le développement social et économique avait un impact significatif sur la variété et la quantité des déchets ménagers, cela a augmenté le risque sur l'environnement urbain et sur la population. Les zones urbaines se trouvent incapables de collecter et gérer ces déchets, qui restent dispersés, ce qui forme par conséquent des décharges sauvages partout dans les quartiers et les rues, ce qui nuit à l'image et l'esthétique de la ville et induit à la prolifération des épidémies, insectes, rongeurs, etc. Les oueds, eux aussi, sont devenus les grands canaux d'assainissement, ce phénomène est accentué par les bidonvilles qui ne sont pas raccordés à l'assainissement, comme le cas de l'agglomération secondaire Ben M'hidi, où le rejet se fait directement sans traitement dans la mer ou dans oued Saf Saf ; notamment le rejet des déchets des complexes industriels qui y sont déversés directement sans traitement.

#### **IV.2.3. Une prise de conscience à Skikda et la nécessité d'alternatives face aux risques**

Les accidents survenus sur la plateforme pétrochimique ont été un signal d'alarme, les causes sont multiples. Mais depuis le dramatique accident du 19 janvier 2004 qui a fait 27 morts et 72 blessés suite à une explosion du site gazier, plusieurs mesures ont été prises vis-à-vis de la sécurisation des installations et des habitations qui avoisinent le site industriel.

#### **IV.2.3.1. La prévention et la gestion des risques à Skikda : actualité et réalité**

Compte tenu des risques auxquels le territoire de la ville de Skikda est exposé et après l'accident du GLIK au niveau du complexe d'hydrocarbures de Skikda en 2004, la loi du 04-20 du 25 décembre 2004, relative à la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, décrète Skikda ville à risques majeurs. Depuis, des mesures préventives ont été prises et des études sont lancées pour prévenir et cerner les zones vulnérables et améliorer l'intervention en cas de sinistre.

Seules la prévention et la gestion des risques permettent de réduire les facteurs de la vulnérabilité urbaine. La problématique des risques à Skikda s'aggrave par les effets de l'urbanisation et l'industrialisation de la ville. L'intégration des risques dans les processus de planification<sup>167</sup> est le défi des autorités afin de réduire la vulnérabilité au préalable. La prise de conscience de l'ensemble des acteurs (décideurs, industriels, publics, etc.) permettent d'encadrer mieux le

---

<sup>167</sup> La loi 01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire qui consacre le principe de la prise en compte des risques majeurs dans les projets, puisqu'elle dispose que « seules sont constructibles les parcelles qui ne sont pas exposées aux risques naturels et technologiques. »

problème et permet d'anticiper, d'encadrer les objectifs de la gestion des risques pour une meilleure application des textes juridiques.

Le bilan catastrophique de Skikda montre la fréquence des événements, les lacunes dans les dispositifs de sécurité et le manque d'une réelle culture du risque. Par ailleurs, l'absence d'une réelle base de données actualisée et une cartographie des zones vulnérables étaient un des objectifs de la réglementation, et par conséquent l'inexistence d'une vision stratégique globale de la gestion des risques.

#### **IV.2.3.2. Des études d'impacts et de dangers, l'absence d'une vision globale**

Parmi les objectifs de la loi du 04-20 du 25 décembre 2004 cités précédemment, celle-ci comporte en plus des objectifs scientifiques visant l'anticipation des risques majeurs par la connaissance, par l'évaluation et par la surveillance des aléas. D'autres objectifs techniques et opérationnels pour réduire l'impact des risques font un état des lieux des données provoquant des risques, par des études d'impacts et de dangers pour les industriels et les cellules responsables de la gestion des risques d'inondation, des incendies de forêts, des glissement de terrains, etc., comme les directions de la protection civile, wilaya, hydraulique, etc.

Cependant, peu d'installations industrielles ont élaboré les études de dangers, malgré l'obligation de la loi. En effet, nous notons l'inexistence d'une étude de danger globale pour la zone industrielle indiquant les zones vulnérables dans les cas des risques industriels, et de même, l'utilisation des systèmes d'information géographique n'est pas encore parvenue à ses fins. Elle reste un moyen basique pour la présentation des risques d'inondation et incendie de forêt. En revanche, la base de données n'est pas exploitable pour distinguer les zones vulnérables, la particularité et la dépendance des enjeux exposés (nombre d'habitation, nombre de population, équipements, réseaux, etc.), afin de prendre les meilleures décisions pour la gestion du territoire.

### **IV.3. Les clefs d'une méthodologie de la gestion des risques de la ville de Skikda**

Le diagnostic de la ville de Skikda et l'observation du cadre urbain et social nous poussent à réfléchir sur la méthode pour analyser les données, et spécifient l'information sur laquelle va se baser l'investigation. Ce piédestal de connaissances nous oriente pour choisir à partir des méthodes expliquées, dans la partie théorique et applicable sur notre problématique, un plan d'action comportant une combinaison entre différentes méthodes adaptées à notre cas d'étude et selon la disponibilité des informations.

### **IV.3.1. Le choix de la méthodologie : l'investigation au cœur du débat**

Après avoir étudié plusieurs méthodes qui traitent notre problématique, la vulnérabilité urbaine peut être estimée à partir de plusieurs méthodes. Néanmoins une réflexion sur la possibilité de combiner entre ces méthodes et bénéficier de leurs avantages rend l'estimation de la vulnérabilité plus fructueuse et l'intégration de la résilience plus efficace.

#### **IV.3.1.1. La recherche d'un processus applicable dans notre contexte d'étude**

A partir de l'analyse du contexte, les approches qui peuvent être appliquées diffèrent avec l'objectif de notre recherche et les données du territoire d'étude. L'approche analytique identifie les facteurs de vulnérabilité (Dauphiné, 2004) et s'appuie sur des traitements algorithmiques (Gilles, 2004), ou matriciels (Wisner, 2003 ; Cutter et al, 2000), elle se base sur les méthodes comptables qui estiment les dégâts en cas de catastrophe, mais elle ne considère pas les étapes avant-pendant-après la crise. Elle traduit en somme les dommages concernant l'ensemble des facteurs de la vulnérabilité sans étudier leurs interactions et leurs interdépendances (Rufat S, 2009). Cependant, elle peut servir dans l'identification des facteurs de la vulnérabilité urbaine du territoire d'étude et des indicateurs de résilience à partir des études rétrospectives des catastrophes déjà passées.

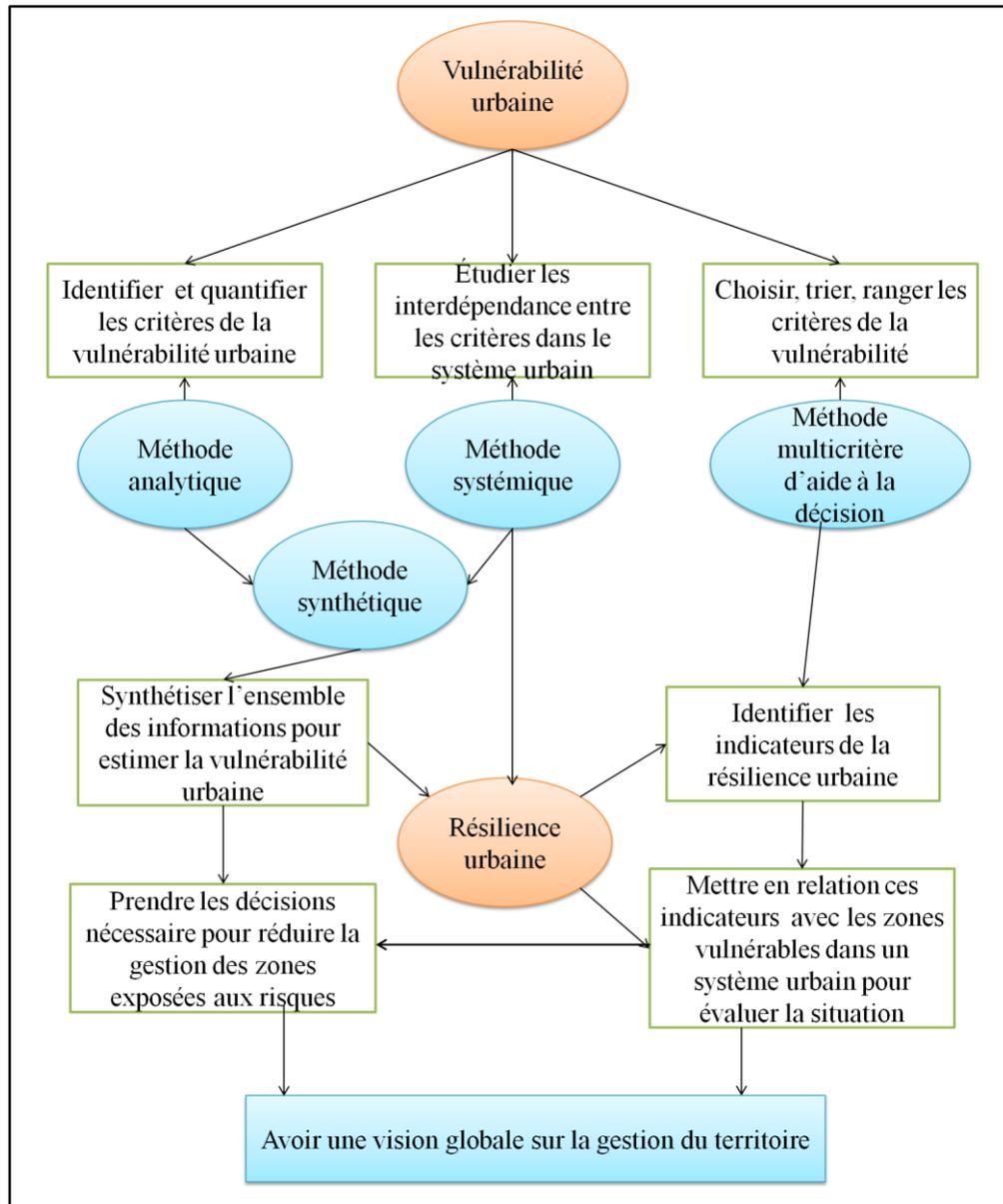
L'approche systémique se base sur l'étude des systèmes urbains et des sous-systèmes (des composants de sous-système urbain et de leurs dépendances dans le système). Elle analyse leurs interdépendances pour la gestion de la vulnérabilité du territoire et mesure les capacités de résilience (absorber, s'adapter, récupérer après un choc) (Lhomme S, 2011). Cependant, la complexité du système urbain et la multiplication des enjeux débouchent souvent sur des études théoriques (Provitolo, 2009). Dans notre cas, on peut se baser sur le raisonnement systémique pour étudier l'interdépendance entre les facteurs de la vulnérabilité urbaine dans une logique systémique.

Par ailleurs, la méthode synthétique est fondée sur la systémique en étudiant les interactions entre les facteurs de la vulnérabilité (Perrow, 2007 ; Cutter et al, 2003) et l'analytique par l'évaluation des enjeux de la gestion du risque (Pigeon, 2005) dans une analyse quantitative et cartographique (Samuel.R, 2009 ; Reghezza, 2006). Aussi, elle peut synthétiser l'ensemble des informations pour estimer la vulnérabilité urbaine et mesurer la résilience des zones vulnérables, mais elle est condamnée à une analyse à posteriori globale (Rufat S, 2009).

Concernant l'approche multicritère d'aide à la décision, ses caractéristiques permettent de faire une hiérarchie pour la problématique (par dimension, critère et action) où les facteurs sont

appelés dans ce cas, critères de vulnérabilités et donnent la possibilité (de choisir, trier, ranger ces critères pour une meilleure représentation de la vulnérabilité urbaine). Cependant, elle doit être véhiculée par un processus adapté (les méthodes d'aide à la décision) pour entreprendre les décisions pérennes pour la gestion du territoire face aux risques. Chaque approche présente des avantages (voir figure n°57) et des limites méthodologiques à dépasser ; toutefois une combinaison peut anticiper certaines lacunes.

Figure n°57: L'implication des méthodes dans l'objectif de la recherche



Source : Auteur, 2016

#### IV.3.1.2. Le cadre stratégique qui découle des objectifs de la recherche

Le cadre de la recherche doit émaner des approches déjà étudiées, il se construit comme suit :

#### IV.3.1.2.1. Le cadre d'élaboration de la recherche : un préalable à pronostiquer

La méthodologie doit être construite sur la base des éléments qui compose le territoire en question, permet de dégager les principaux enjeux territoriaux et d'estimer la vulnérabilité urbaine. Les critères doivent contribuer à évaluer la vulnérabilité urbaine et à déceler les zones pour lesquels des mesures et des décisions doivent être prises. La revue de la littérature des articles qui ont déjà traité la problématique donne une assise essentielle pour construire un processus plus global. Le tableau suivant présente quelques exemples.

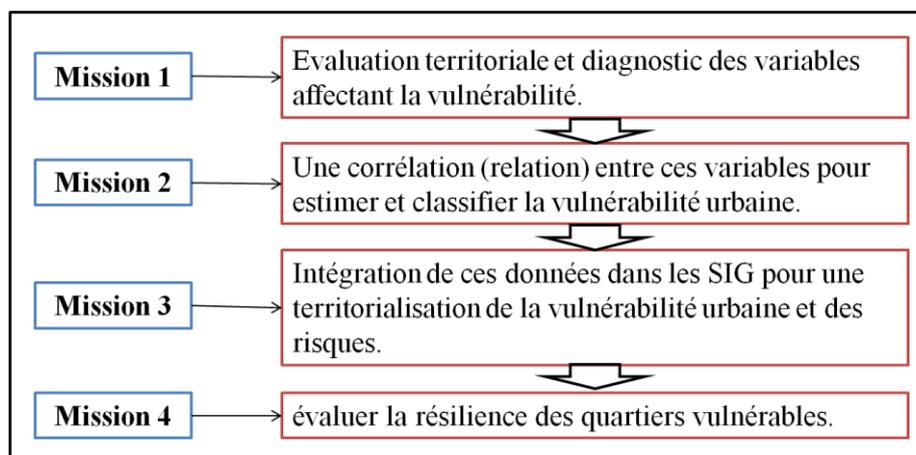
Tableau n°20: Revue de la littérature sur les références utilisées

Références (Auteur)	Thématique analysées	Dimensions traitées (dans le système urbain)	Outil
D'Ercole	La vulnérabilité	Etude de la vulnérabilité physique et sociale.	Enquête sur terrain
Veyret Yvette (2004)	La vulnérabilité	Etude de la vulnérabilité physique et sociale.	Enquête sur terrain
Propeck Zimmerman Eliane (2006)	La vulnérabilité	Etudier les enjeux présents sur le territoire exposés aux aléas	Enquête et cartographie
Rufat Samuel (2009)	La vulnérabilité	Toutes les dimensions de la vulnérabilité urbaine.	Estimation et cartographie
Lhomme Serj (2011)	La résilience	Etudier l'interdépendance des réseaux urbains à travers la dimension fonctionnelle.	Analyse du système urbain et cartographie
Reghezza Magali (2013)	La vulnérabilité Et la résilience	Etudier toutes les dimensions de la vulnérabilité et la capacité à faire face.	Analyse et enquête sur terrain
Serre Damien (2013)	La vulnérabilité et la résilience	Etudier la dimension fonctionnelle des systèmes urbains.	Analyse et cartographie
Toubin Marie (2014)	La résilience	Etudier l'interdépendance des réseaux urbains à travers les approches collaboratives.	Etude des relations entre les acteurs

Source : Auteur, 2016

#### IV.3.1.2.2. Une mission à démontrer, quelle démarche ?

Figure n°58: Les missions à prévoir dans le cadre de la recherche



Source : Auteur, 2016

La méthode retenue dans l'élaboration de cette recherche, se décompose en quatre grandes missions illustrées dans la figure n°58. Ce processus vise à atteindre l'objectif de la recherche qui est la gestion des risques de Skikda.

#### **IV.3.1.2.3. La mise en œuvre de la méthodologie d'estimation de la vulnérabilité**

Au-delà de la définition d'une stratégie globale pour l'évaluation de la vulnérabilité urbaine, il faut intégrer dans la démarche des paramètres tels que :

- L'étude de la corrélation entre les critères pour mesurer l'impact sur la vulnérabilité du territoire, et qui constitue une étape prioritaire pour mesurer la vulnérabilité territoriale.
- L'aide à la décision par le biais des systèmes d'information géographique (SIG) afin de localiser et représenter cette vulnérabilité et concevoir un modèle de gestion des risques.

Pour cela, il faudra ouvrir le champ aux questionnements et saisir les possibilités qu'offre l'investigation afin de développer localement une capacité à anticiper les risques par une gestion appropriée. Le domaine de cette recherche est celui de l'espace et des enjeux territoriaux.

#### **IV.3.2. Un enrichissement par une méthode combinatoire, pour une synthèse plus globale**

Une combinaison entre les approches tente de traiter notre problématique en élargissant le spectre de l'analyse et en employant une stratégie plus efficiente pour la gestion des risques adaptée à l'échelle locale.

##### **IV.3.2.1. Une connaissance plus fine du territoire par un croisement des analyses**

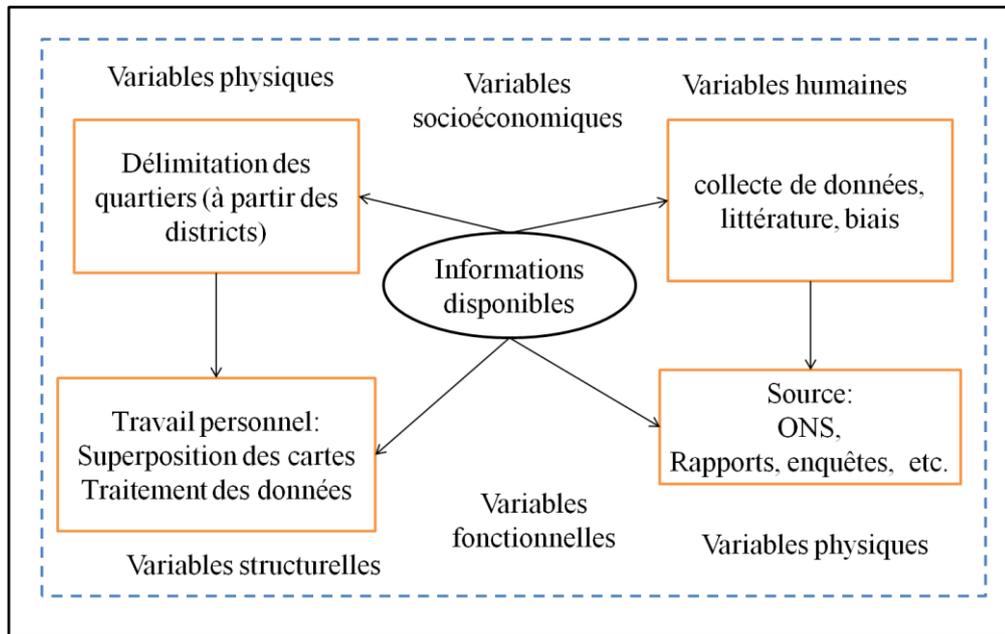
La vulnérabilité urbaine concerne plusieurs dimensions : physiques, humaines, fonctionnelles, ... une base de données très riche de différentes natures et sources, est primordiale dans l'analyse de la vulnérabilité urbaine afin de dépasser les approches anciennes. Il s'avère nécessaire de prendre en compte tous les critères des différentes dimensions et de mesurer leurs interactions. Cependant, la méthode se heurte avec le nombre important de ces critères et leur divergence, pour cela une sélection doit être faite pour simplifier la lecture des statistiques (Samuel R, 2009). Deux étapes d'investigation ont été privilégiées :

##### **IV.3.2.1.1. Des variables pour l'estimation de la vulnérabilité**

Il s'agit d'une identification et d'une analyse détaillée des critères de la vulnérabilité urbaine, dans notre recherche on les appelle variables, car, ils représentent les enjeux exposés et leurs jeux de rôle qui ne possèdent pas la même importance, ni la même contribution, dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine. L'application de notre approche repose sur la qualité et la quantité des

informations concernant les variables pour réussir une meilleure hiérarchie et représentation de la vulnérabilité urbaine.

Figure n°59: Le développement de la logique d'investigation



Source : Auteur, 2016

La logique à suivre implique les premières étapes à respecter pour construire la base de données de la recherche. La première étape consiste à délimiter l'échelle spatiale à étudier pour mesurer la vulnérabilité, le choix est porté sur le quartier (déterminer à partir des districts). Les informations recueillies permettent de voir la disponibilité des variables des différentes dimensions de la vulnérabilité urbaine humaine, sociale et matérielle selon les données du RGPH du recensement 2008 et des études faites par les pouvoirs publics et les services concernés (DUC<sup>168</sup>, APC<sup>169</sup>, Protection civile, industriels, etc.).

Dans la deuxième étape, l'estimation de la vulnérabilité urbaine dans le territoire de Skikda, implique l'identification des variables susceptibles de générer et de propager leurs vulnérabilités. Pour choisir les variables, une confrontation entre les expériences étrangères et les retours des expériences des accidents déjà survenus à Skikda montre l'efficacité des variables retenues.

On retient une liste des données que l'on suppose des variables de la vulnérabilité urbaines, dont l'objectif est de mesurer leur importance et les conséquences de leurs interactions, parmi lesquelles on cite les variables de la vulnérabilité humaine, physique, socioéconomique, fonctionnelle et structurelle, comme : le nombre de la population, le nombre des habitations, la

<sup>168</sup> DUC : Direction d'urbanisme et de construction.

<sup>169</sup> APC : Assemblée populaire communal.

densité humaine, densité d'habitation, habitat précaire, la présence des ERP, population -10 ans, population +65ans, nombre de chômeurs, personnes sans instruction et le raccordement aux réseaux, ces variables seront détaillées dans le chapitre suivant (Chapitre 05).

#### **IV.3.2.1.2. La corrélation entre les facteurs de vulnérabilités urbaine**

Pour estimer la vulnérabilité, notre investigation s'opère par l'évaluation de la dépendance entre les variables de la vulnérabilité. Pour cela, nous optons pour une analyse des corrélations entre ses variables qui traduisent l'influence de chacune dans la vulnérabilité et dans son renforcement afin de prévoir les mesures nécessaires.

La corrélation entre les différentes variables est possible par l'application de la méthode d'analyse en composantes principales (ACP), qui permet de diminuer l'ensemble des variables dans une seule unité qui est la vulnérabilité urbaine.

L'analyse en composantes principales (ACP) est une technique très répandue ces derniers temps (Rufat S, 2009). Elle s'applique sur des données quantifiables (variables quantitatives). Cette méthode se fait par le logiciel SPSS qui est un outil de traitement des statistiques et convient dans les analyses des données quantitatives.

Cette méthode s'effectue par des analyses factorielles soulignant les interactions fortes, moyennes et faibles entre les variables. Elle bute vers une hiérarchisation pour calculer leurs représentations dans la vulnérabilité au sein du territoire exposé.

Par ailleurs, le territoire de Skikda n'est pas un espace homogène. Sur un même espace, on trouve des densités très variables, des fonctions très différentes avec des profils socio-économiques très contrastés. De ce fait, cette caractéristique est un avantage dans la mesure où les spécificités des quartiers permettent de dégager un classement de la vulnérabilité. Dans notre cas d'étude, la classification est affinée pour obtenir une typologie de la vulnérabilité urbaine des quartiers.

#### **IV.3.2.2. La territorialisation par les SIG, une nécessité pour prendre les décisions à l'échelle locale**

Notre démarche vise une spatialisation de la vulnérabilité urbaine. Elle s'effectue par la construction d'un langage commun entre les corrélations (issues de l'ACP) et les SIG, et lier aux données des quartiers. La création d'une modélisation entre les deux parties permet le passage des données quantitatives à l'échelle territoriale et définir une typologie de la vulnérabilité urbaine (forte, moyenne et faible) dans une vision globale. La représentation spatiale donne une lecture des quartiers vulnérables.

En plus, on a affaire à une ville multirisque et située dans un espace particulier par rapport à son relief et sa vocation industrielle, agricole, portuaire et touristique. La représentation des aléas nous donne une lecture des quartiers exposés. Pour notre étude, nous avons pris les inondations, glissements de terrain et risques industriels, car ils sont dangereux, fréquents, et présentent des manifestations différentes, et selon aussi la disponibilité des informations. La cartographie est ensuite superposée avec la carte de classement de la vulnérabilité pour avoir une carte synthétique qui sert comme un outil d'aide à la décision quant à la gestion des risques en examinant les indicateurs de la résilience pour améliorer la réponse en cas de catastrophe.

#### **IV.3.2.3. Une épistémologie à développer et des indicateurs de la résilience à évaluer**

Cette phase finale de l'analyse est essentielle pour dépasser la manière de voir l'estimation des risques en termes de dégâts et de pertes de vies humaines, mais plutôt, d'anticiper les risques et de développer une résistance, une absorption, voire une adaptation aux catastrophes. Cette résilience sera évaluée à partir des indicateurs de réponse en cas de crise. Nous avons retenus les indicateurs prévus par la protection civile dans les plans de gestion des catastrophes, tels que l'emplacement des équipements sanitaires (hôpitaux, polyclinique, etc.), la localisation de la protection civile, les espaces d'accueils des sinistrés et le rôle des acteurs. Donc, à partir des cartes d'aide à la décision (représentation du croisement entre vulnérabilité et aléa), l'étude s'oriente vers l'évaluation de la réponse des quartiers à risques et leurs capacités d'absorber et de récupérer après une crise.

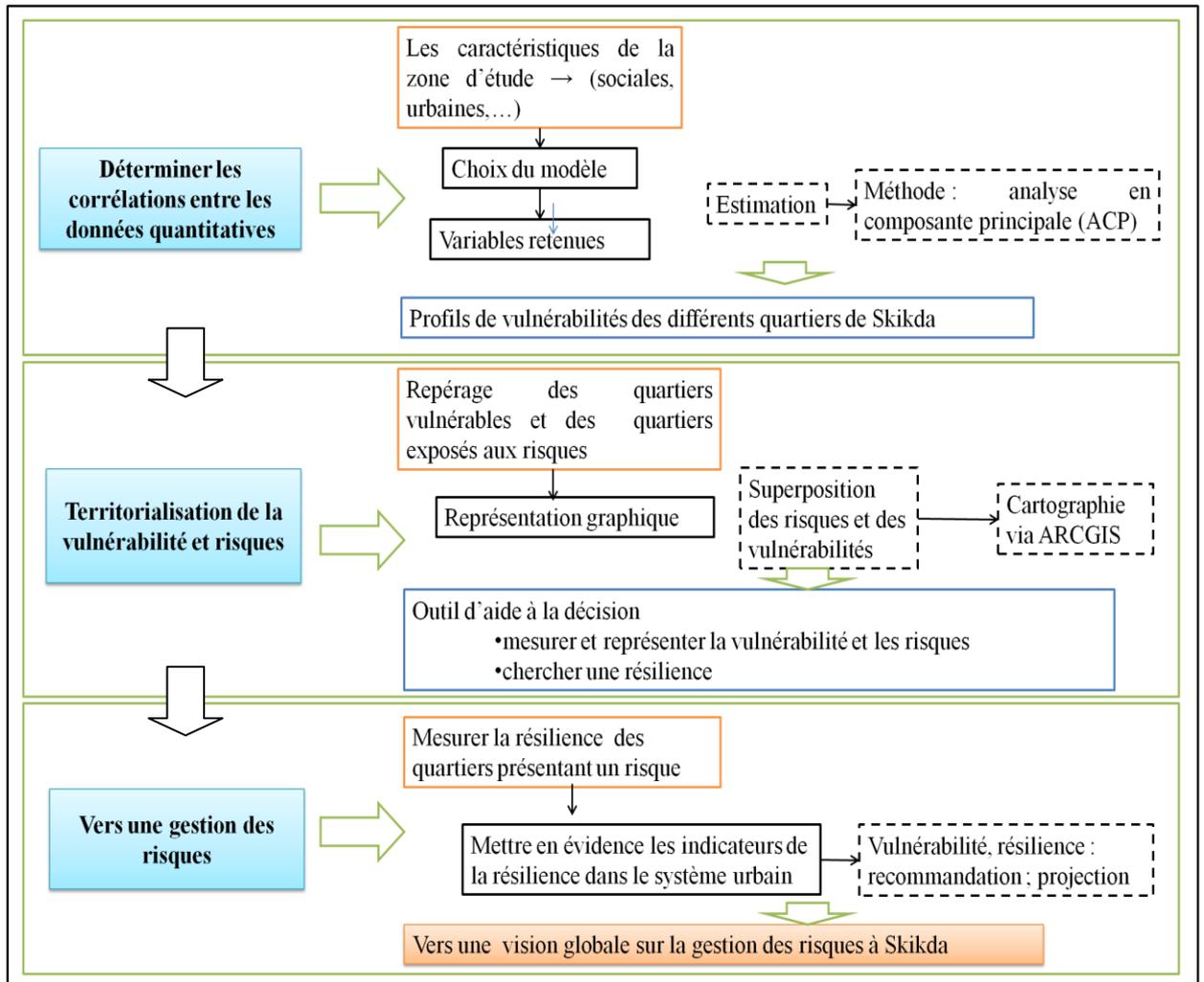
Cette synthèse donne une vision claire sur le processus de la gestion des risques ; d'autres indicateurs peuvent, cependant, être évoqués (par manque d'information ils n'ont pas été abordé tel que la réponse des réseaux en cas de catastrophe), bien qu'ils seront abordés dans les perspectives, ouvrant le champ d'investigation pour d'autres travaux de recherche à venir.

#### **IV.3.3. La gestion des risques : de l'analyse à l'application**

La gestion des risques dans cette démarche passe par plusieurs étapes dans un processus intégrant les avantages des approches et des outils de recherche pour son aboutissement. Le fil conducteur se matérialise dans 3 volets distincts mais qui se succèdent. Chaque étape dépend de l'autre pour l'exploitation des informations.

La dépendance entre les variables et la vulnérabilité permet de voir les interactions entre les enjeux urbains. Le croisement entre vulnérabilité et aléa permet de cerner les caractéristiques des quartiers exposés, et enfin la recherche de la résilience de ces quartiers permet de consolider cette démarche pour être un véritable outil de gestion des risques. La figure n°60 suivante présente le développement du raisonnement et des outils de recherche.

Figure n°60: Le fil conducteur de la recherche



Source : Auteur, 2016

## Conclusion

Skikda a connu ses dernières années une croissance démographique et urbaine importante sans une planification au préalable ; avec une urbanisation se propageant sur des zones à risques, elle amplifie l'exposition de la population aux aléas qui menacent la ville. Ces menaces sont de différentes natures, des risques naturels tels que séismes, glissement de terrain, inondations, feux de forêts et des risques technologiques (industriels et transports des matières dangereuses).

Ce chapitre montre que Skikda se caractérise par un urbanisme mal planifié, une extension difficile et endiguée de multiples obstacles (relief et zone industrielle), des risques qu'encourent la ville et des études de dangers inexistantes.

Un état des lieux du territoire d'étude, fait émerger les enjeux d'un contexte diversifié et complexe, présentant des potentialités mais aussi des fragilités à gérer. La multiplicité des enjeux et la présence de plusieurs aléas rendent difficile l'estimation de la vulnérabilité urbaine.

Les exemples des accidents produits dans la ville, montre la vulnérabilité de celle-ci et l'ampleur des phénomènes et surtout leurs fréquence répétées (cas des inondations). Certains quartiers se trouvent concerner par plusieurs risques (cas des quartiers exposés aux inondations et glissements de terrains) ; ce qui implique une vision globale incluant tous les risques qui peuvent être générés. Après avoir décrété Skikda ville à risques majeur (la loi du 04-20 portent sur la prévention et la gestion des risques), les pouvoirs publics ont mis en exergue des mesures pour la prévention des risques (les études de dangers pour les complexes industrielles, le contrôle et les l'interdiction de l'urbanisation dans les zones à risques, la sensibilisation de la population, etc.).

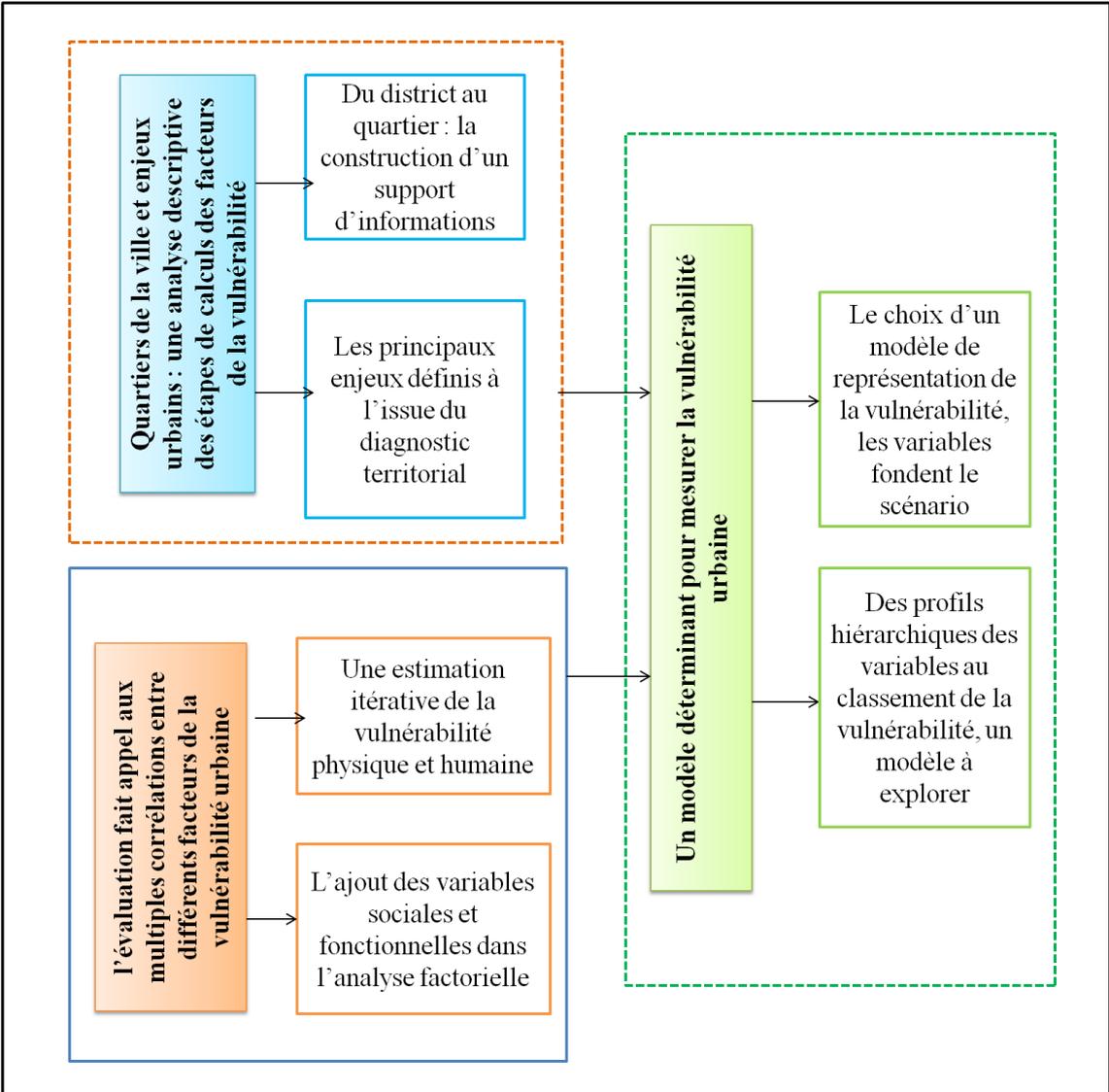
Le constat invite à penser l'élaboration d'une démarche incluant tous ses aspects urbains (enjeux), morphologiques (le relief du terrain) et territoriales (déterminer les aléas à l'échelle spatiales) pour la gestion des risques dans la ville de Skikda.

La découverte des différentes méthodes abordées dans le chapitre précédent (chapitre 3) nous éclairent sur les processus engagés pour la gestion des risques face à la vulnérabilité du territoire, et le besoin d'introduire la résilience pour améliorer la réponse en cas de sinistre. La confrontation entre ces approches et notre contexte d'étude permet de s'imprégner de ses processus pour concevoir un paradigme inhérent à l'échelle locale.

Nous devons donc centrer notre réflexion sur l'étude des variables engendrant et proliférant la vulnérabilité urbaine dans toutes ses dimensions (humaine, physique, socioéconomiques, etc.), à partir desquelles on a pu tirer et trier selon le processus multicritère (le nombre de population, le nombre d'habitation, la population -10 ans, le nombre de chômeur, ...). L'interaction entre ces variables fera l'objet du chapitre suivant (chapitre 05), En revanche, nous obtenons une grille présentant la hiérarchie des variables et un classement de la vulnérabilité urbaine. Ces analyses pourront être superposées avec les aléas auxquels Skikda est exposée. La territorialisation s'avère nécessaire pour une lecture des risques provenant du croisement entre aléa et vulnérabilité. Dans cette optique, la méthodologie doit être mise en œuvre pour définir les espaces vulnérables et exposés aux aléas afin d'établir les décisions pertinentes au service des pouvoirs locaux et instituer une véritable gestion des risques.

# Chapitre V

## L'estimation de la vulnérabilité territoriale de la ville de Skikda: différents enjeux à l'épreuve du risque



## Introduction

La confrontation entre les méthodes appliquées pour aborder la problématique de la vulnérabilité urbaine et le diagnostic de la ville de Skikda conduit à l'établissement d'une méthode combinatoire adaptée aux données du contexte et à l'objectif de cette recherche.

En outre, la volonté de gérer le problème de la vulnérabilité de la ville se heurte à la complexité des enjeux et des risques présents dans la ville de Skikda (enjeux humains et physiques sont concernés dans cette étude). C'est à partir de cet axe de réflexion que ce chapitre se développe et explore les enjeux urbains et les interactions possibles qui peuvent être à l'origine des vulnérabilités. Celui-ci est essentiel dans le but de cerner ses facteurs et de les mesurer.

L'étude de la vulnérabilité urbaine de la ville de Skikda invite à supposer des facteurs issus de ces enjeux considérés comme des critères aggravant ou déclenchant la vulnérabilité dans toutes ces dimensions (humaine, matérielle, fonctionnelle,...). L'opération veut être minutieuse par une hiérarchisation appropriée de ces critères appelés variables (qui ont le caractère d'être changeable dans leurs répartitions dans la zone d'étude). Toutefois, elle s'établit en plusieurs étapes pour estimer la vulnérabilité urbaine et constituer un support pour la territorialisation de la celle-ci dans la suite du travail. Pour mesurer la vulnérabilité urbaine, l'échelle territoriale est déterminée par le quartier, les données de l'ensemble des quartiers de la ville de Skikda sont calculées par le biais des districts qui est l'unité spatiale utilisée dans les études statistiques de l'ONS. Les quartiers ne sont pas homogènes, chacun a sa propre spécificité par rapport à sa composition et sa structure urbaine, ainsi que par rapport à son exposition aux risques, ces aspects sont déterminants de sa vulnérabilité.

L'élaboration d'une base de données composée des informations recueillies est une étape indispensable pour l'estimation de la vulnérabilité urbaine. En revanche, l'utilisation des statistiques RGPH 2008 pour calculer les variables de la vulnérabilité est fondamentale et constitue une assise essentielle pour estimer leur corrélation et apprécier leur représentativité dans la vulnérabilité urbaine. Il est à noter, l'importance des données démographiques dans l'évaluation des états des lieux et des études prospectives pour la quantification des variables.

La méthode choisie issue de la méthode synthétique et de la méthode multicritère porte sur les interdépendances entre les variables dans une hiérarchie bien déterminée pour réduire l'ensemble des variables dans une classification de la vulnérabilité. Cette étape constitue le cœur de ce chapitre pour évaluer les corrélations et la signification des variables de la vulnérabilité, afin de chercher leurs représentativités et enfin arriver à estimer la vulnérabilité qui est l'objectif de ce chapitre.

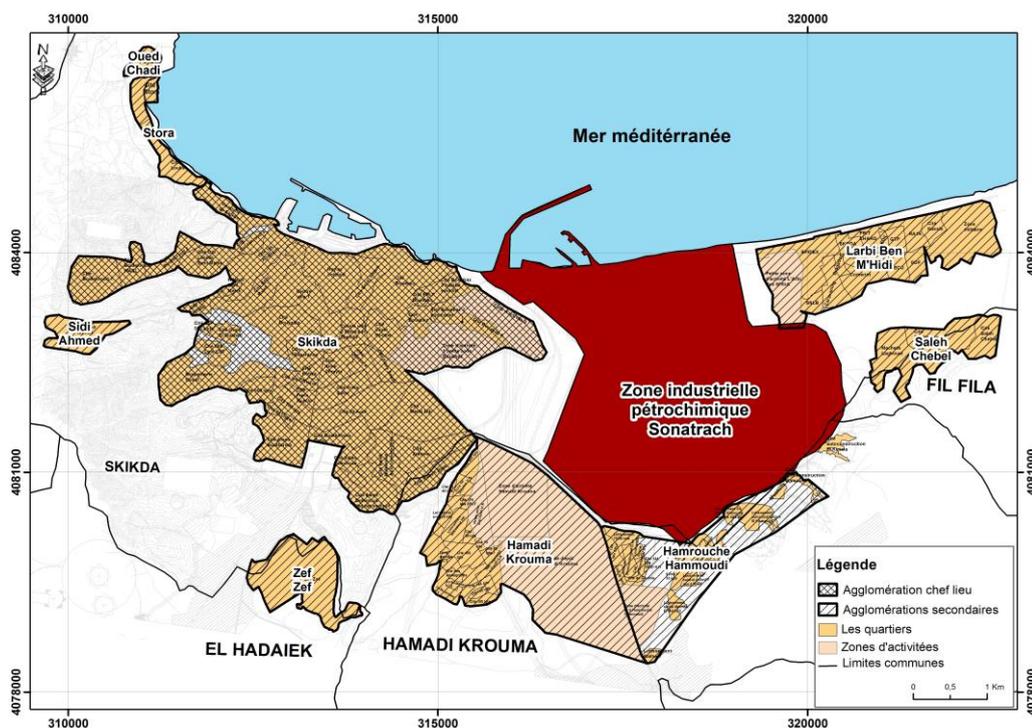
## V.1. Quartiers de la ville et enjeux urbains : une analyse descriptive des étapes de calculs des facteurs de la vulnérabilité

Le diagnostic de la ville de Skikda dans le chapitre précédent permet de visualiser la structure et la composition urbaine de la zone d'étude; cette dernière est composée de trois communes auxquelles nous sommes intéressées (la zone prend une petite partie de la commune de Filfla) et qui peuvent se résumer mathématiquement comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Ville} &= \sum \text{communes de la zone d'étude} \\ &= \text{ACL (commune chef-lieu)} + \text{commune de Hamadi Krouma} + \text{commune de Filfla} \end{aligned}$$

Notre recherche vise une analyse urbaine plus approfondie. Pour cela, l'échelle d'analyse choisie doit se rapprocher de l'échelle locale qui pourra refléter les opérations d'approximation et d'extrapolation des données utilisées afin de pouvoir mesurer les variables considérées comme facteurs de la vulnérabilité urbaine, ainsi le travail sera centré sur l'échelle du quartier.

Carte n°9 : Périmètre d'intervention

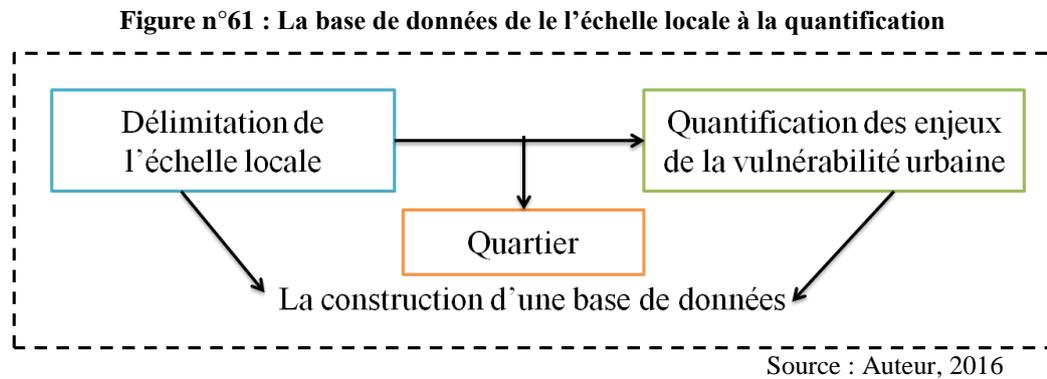


Source : D'après PDAU Skikda, établie par l'auteur avec Arcgis, 2016

En outre, la commune est à son tour composée de plusieurs quartiers et qui se représentent par:

$$\begin{cases} \text{Commune} = \sum \text{ACL} + \text{AS} + \text{ZE} = \sum \text{agglomérations} \\ \text{Commune} = \text{ACL Skikda} + \text{ACL Hamadi Krouma} + \text{Hamrouche Hamoudi} + \text{Larbi Ben M'Hidi} + \text{Zefzef} + \text{Oued Ksob} + \text{Stora} + \text{Sid Ahmed} + \text{Oued Chadi} \\ \text{Commune} = \sum \text{Quartiers de la zone d'étude} \end{cases}$$

L'enchaînement de la réflexion de la recherche s'imprègne du diagnostic de la ville de Skikda pour construire le fil conducteur qui permet de tracer l'étude des facteurs de la vulnérabilité urbaine.



### V.1.1. Du district au quartier : la construction d'un support d'informations

Notre étude s'appuie principalement sur la construction de la base de données et l'assurance d'une liaison entre les informations recueillies et leurs spatialisations. Elle se fait par la considération de l'échelle d'analyse qui est le quartier, à la suite du choix méthodologique. En effet, nous commençons à disposer de l'ensemble des données statistiques explicites pour appréhender notre approche. Ce travail repose donc sur l'analyse de ces informations et sur leurs représentativités dans la problématique de la vulnérabilité urbaine, la connaissance, l'estimation des variables dérivées des quartiers de la ville de Skikda, implique une assise fondée pour la confection d'un paradigme de gestion des risques urbains. Un travail de terrain passe par une enquête appropriée assistée par une collecte de données. Cela, est primordial pour pouvoir traiter les informations et interpoler ces données à l'échelle du quartier.

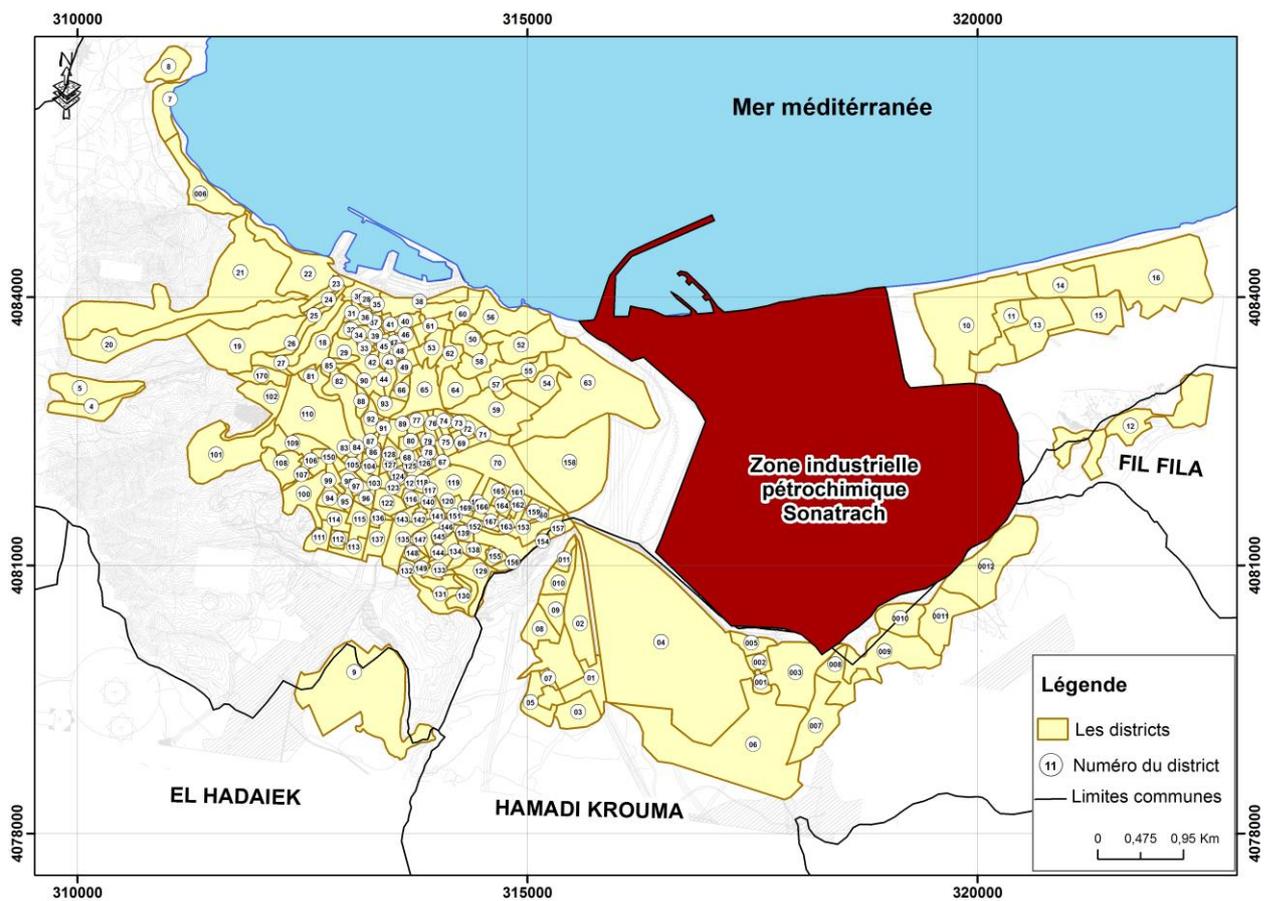
#### V.1.1.1. Le district comme une base de données des dans la délimitation quartiers

La statistique spatiale qui existe pour la ville de Skikda ainsi que pour toutes les villes Algériennes est réalisée par l'ONS (l'Organisation National des Statistiques). Cet organisme travaillant à une échelle plus petite que le quartier s'appelle le district (égale ou plus grand que l'ilot). La délimitation est faite dans le principe de retenir des unités spatiales dont le dénombrement de la population soit quasiment le même d'un district à l'autre. Ce dernier est défini comme : «une portion de territoire d'une commune de taille convenable, pour qu'un agent recenseur puisse l'enquêter entièrement durant la période d'exécution du recensement (15 jours)» (ONS, 2006). Il existe deux sortes de districts, le district aggloméré (appartenant à l'agglomération) composé d'un ou plusieurs ilots avec une population qui est approximativement

1050 habitants et le district épars (appartenant à la zone épars) dont le nombre de la population varie entre 500 et 600 personnes. (ONS, 2006).

L'ONS a effectué pour le recensement de 2008 plusieurs cartes actualisées (avec des données récentes par rapport aux données précédentes de 1998) relatives aux commune de Skikda en délimitant ces districts (des cartes pour chaque agglomération, sauf que pour Skikda ACL est divisée en 03 cartes). A afin d'élaborer une carte complète contenant tous les districts de la zone d'étude, nous avons créé une nouvelle carte globale en se référant aux cartes existantes. Les districts sont repérés à partir de 11 cartes et dessinés avec le logiciel Arcgis. La représentation de ces unités de recensement montre un nombre de 191 districts représentés dans la carte n°10.

Carte n°10 : Délimitation des districts de la zone d'étude



Source : d'après ONS, établie par l'auteur avec Arcgis, 2016

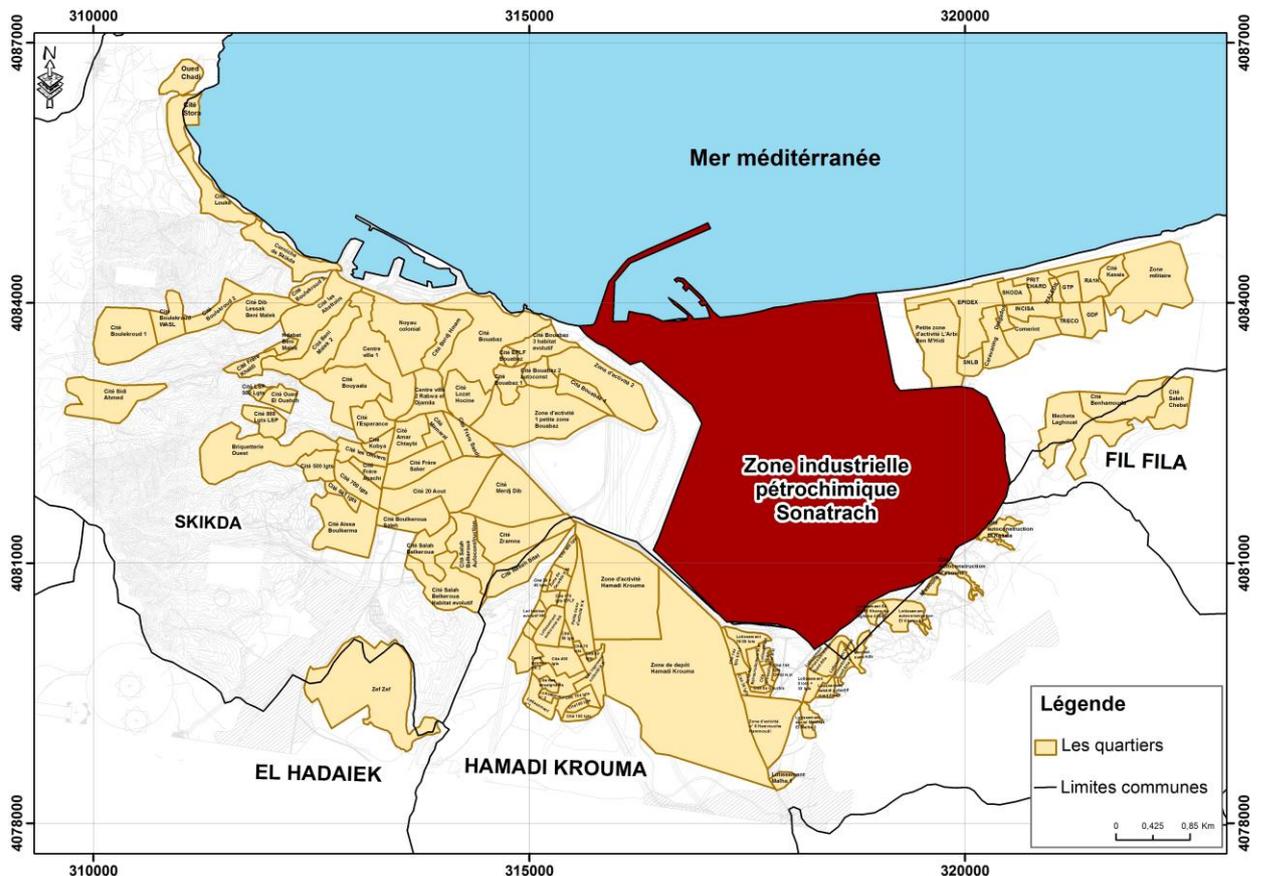
Reporter les districts sur la carte de base de la zone d'étude est utile pour avoir les informations à l'échelle du quartier et construire une nouvelle base de données comportant les indications nécessaires pour le calcul des variables de la vulnérabilité urbaine (annexe n°7).

### V.1.1.2. Le quartier : L'échelle spatiale et urbaine à analyser

La deuxième étape consiste à définir les quartiers de la zone d'étude pour pouvoir ensuite les superposer sur la carte des districts afin de définir les districts déterminant les quartiers, ainsi que de déduire et calculer les variables telles que c'est prédéfinie dans l'objectif de la recherche.

Du fait de l'inexistence d'une cartographie délimitant les quartiers de la zone d'étude, nous avons réalisé le découpage des quartiers avec les ingénieurs du service d'urbanisme de la mairie de la ville de Skikda et de la commune de Hamadi Krouma, et aussi en consultation avec les ingénieurs de la DUC Skikda. Le découpage a mis en évidence 107 quartiers dans la zone d'étude comme l'indique la carte n°11(annexe n°8).

Carte n°11 : Délimitation des quartiers de la zone d'étude



Source : d'après ONS, établie par l'auteur avec Arcgis, 2016

Après avoir obtenu les deux cartes, nous avons procédé à faire la superposition par le biais du logiciel ARCGIS. Nous avons remarqué que le croquis des districts ne prend pas en considération les limites des quartiers, nous observons que:

- Un quartier regroupe plusieurs districts.
- Un district peut être partagé entre deux quartiers ou plus.

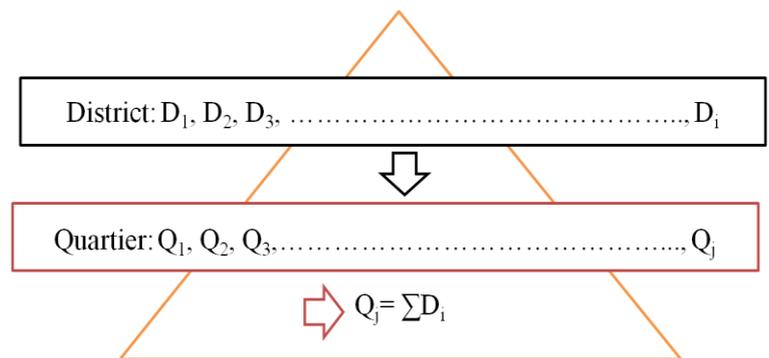
- parfois la confrontation se heurte avec la présence d'un district dans 2 quartiers ou plus, ce qui nécessite des calculs particuliers.

Une fois la superposition est établie, il s'agit:

- d'établir une liste contenant les quartiers et leurs surfaces.
- De faire une liste comportant les districts et leurs surfaces.
- De tirer à partir de la carte superposée la constitution de chaque quartier (définir les numéros des districts et leurs surfaces).

Le recours à cette étape aide pour calculer les variables à l'échelle des quartiers. Elle repose sur le calcul des données, d'abord à l'échelle du district, puis la somme des informations des districts donnent par conséquent les indications sur le quartier. De ce qui précède, nous avons Q représente le quartier et D le district (figure n°62).

Figure n°62 : Correspondance des limites des districts avec les quartiers



Source : Auteur, 2016

Cette dernière étape de délimitation des croisements pour la déduction des informations sur les quartiers sera le piédestal dans le calcul des variables de la vulnérabilité urbaine et pour l'application de la méthode d'analyse.

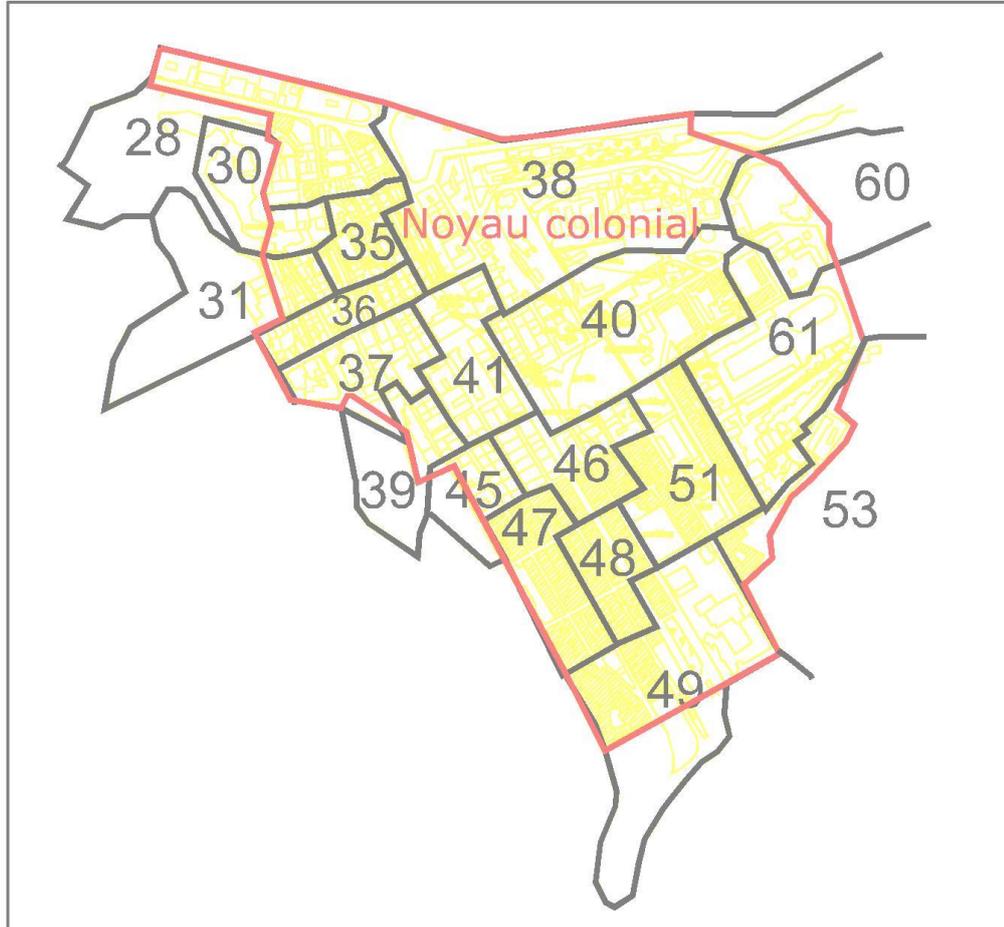
En effet, des principes sont pris en considération dans le calcul, et des vérifications ont été privilégiées. Il s'agit de tenir compte des croisements des districts avec les limites de quartiers, la vérification de la répartition des surfaces des districts appartenant à un quartier présente deux cas : vérifier si elle est partielle ou totale est indispensable (un district peut être repartie entre plusieurs quartiers), vérifier si le croisement entre district et quartier est vide (ne contient pas d'habitation ou d'équipement par conséquent, on exclue cette zone vierge du calcul des variables, on maintient la surface et on annule les informations qui porte sur la population, bâti,...). Une autre vérification a été prise en considération, qui consiste à voir si le bâti dans ce croisement est individuel ou collectif. Le calcul doit se faire en fonction du TOL Algérien (nombre de personnes par habitation, nombre d'étage par immeuble). Dans ce cas une approximation est proposée.

Nous présentons l'exemple du quartier ancien le noyau colonial de la ville de Skikda soit Q<sub>NC</sub> et D<sub>p</sub> le district partiel (divisé ente plusieurs quartiers), ce quartier est composé de (carte n°12) :

$Q_{NC} = \sum \text{District dans le quartier}$

$$= D_{38} + D_{28p} + D_{30p} + D_{35} + D_{31p} + D_{36} + D_{37p} + D_{39p} + D_{45p} + D_{41} + D_{40} + D_{46} + D_{47} + D_{48} + D_{49p} + D_{51} + D_{53p} + D_{61p} + D_{60p}$$

Carte n°12 : Exemple de superposition de plusieurs districts sur le quartier (cas du noyau colonial)



Source : D'après APC Skikda, Auteur, 2016

A partir de cet exemple, les informations du quartier noyau colonial sont tirées selon les données des districts appartenant à cette zone. Les surfaces des districts servent ensuite pour estimer les variables choisies dans notre thématique.

### V.1.2. Les principaux enjeux définis à l'issue du diagnostic territorial

L'importance de cette phase se situe dans le choix des variables considérées comme critère fondamental de mesure de la vulnérabilité urbaine. Les sources bibliographiques sont un soubassement pour renforcer les arguments quant à leurs sélections. La fiabilité des données du recensement est un facteur déterminant dans les résultats de cette méthode.

### **V.1.2.1. De la hiérarchisation des variables, choix et tri s'imposent pour les classer**

Le diagnostic de la ville de Skikda nous révèle les caractéristiques urbaines du contexte d'étude d'une part, la rétrospective des accidents déjà survenus nous montre la vulnérabilité urbaine de la ville face aux risques d'autre part. L'analyse de ces deux axes permet d'identifier les facteurs de la vulnérabilité qui sont considérés comme les critères de mesure pour estimer la vulnérabilité et apprécier son importance.

A cette étape de travail, il s'agit de choisir, trier et ranger ces critères pour appliquer notre recherche d'analyse qui vise l'établissement des critères de la problématique. Les actions de ces critères vont être vérifiées par le biais de la méthode adoptée. Elle utilise les critères de la vulnérabilité comme enjeu jouant un rôle dans sa manifestation et son amplification.

Cette phase implique une analyse explicite dans le choix et le rangement de ces critères que nous appelons variables du fait de leurs spécificités qui change selon les quartiers.

La vulnérabilité de la zone d'étude concerne tous les enjeux présents sur le territoire (la considération de la vulnérabilité est biophysique et sociale) : la population, les habitations, les équipements, les réseaux, l'environnement, etc., mais aussi l'aspect social qui dépend d'autres critères comme le chômage, les personnes sans instructions, etc.

On peut ainsi, considérer que la vulnérabilité peut être humaine, physique, social, fonctionnelle et structurelle. La considération des variables dans un véritable système interdépendant, tel est l'objectif de l'approche qui incite à élaborer une série d'actions, pour lesquels l'étude de leurs représentativités (importance) dans la vulnérabilité nous aide à prendre les décisions pertinentes quant à la gestion du territoire. Chaque action incombe d'analyser l'interdépendance entre ces variables.

Par exemple les habitations ou les infrastructures ne répondent pas de la même façon face à un aléa. Une étude approfondie pourra examiner cas par cas, faisant appel à des experts spécialisés dans ce domaine pour arriver à un travail plus fin.

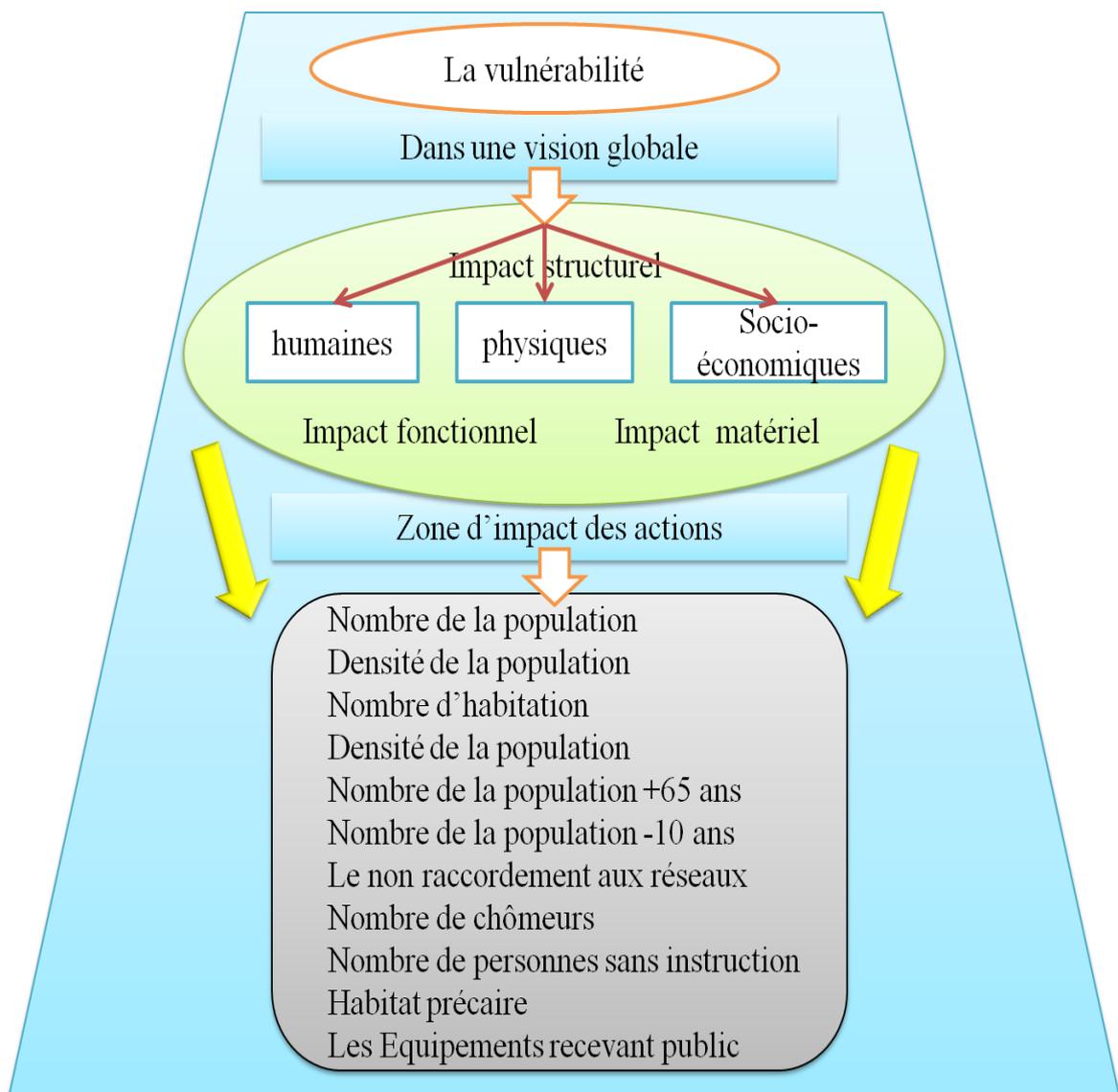
Pour appliquer notre méthodologie, nous avons essayé de considérer tous les enjeux (selon la disponibilité des informations) dans une hiérarchie par classement adapté à notre aire d'étude afin d'étudier les liaisons et relations entre ces variables. « *Les différentes dimensions de la vulnérabilité nécessitent la prise en compte d'un grand nombre de données, de sources et de nature souvent très différentes (bâti, démographie, réseaux, etc.)* ». (Rufat S, 2009)

D'autres données élaborées par l'ONS existe par district, tels que le nombre de ménage, le nombre de femme, d'homme, etc., ne sont pas retenues du fait qu'ils relèvent d'un même facteur (nombre population pour le nombre de femme et homme, le nombre d'habitation pour le nombre

de ménage, etc.) et présentent des redondances dans leur corrélation. Ces variables, après un test, nous ont révélé les mêmes coefficients de corrélation puisqu'elles sont dépendantes. L'analyse des corrélations se fait entre les variables indépendantes et bute vers un classement de la vulnérabilité qui est une variable dépendante (Rufat S, 2009).

La figure ci-dessous présente les variables retenues selon les études antérieures (Rufat S, 2009 ; Renard Fet Chapon P-M, 2010; Reghezza M, 2013) et dans une logique d'interdépendance en prévoyant les impacts possibles en se référant sur des études systémiques (LhommeS, Serre D, Diab Y, Laganier R, 2010) ainsi qu'en prenant en considération les données du contexte d'étude.

Figure n°63 : Le choix des variables selon le contexte d'étude



Source : D'après la méthode multicritère, Auteur 2016

**V.1.2.2. Des variables et des enjeux : vers des méthodes et des formules de calcul**

La considération de la vulnérabilité comme concept clé dans la gestion des risques implique de mettre en évidence ses aspects et ses facteurs. Les variables choisies pour expliquer cette problématique impliquent une évaluation quantitative de ces variables. La recherche vise à exploiter l'ensemble des données disponibles pour l'estimation de la vulnérabilité.

**Tableau n°21 : La correspondance entre variable et quartier**

Variable \ Quartier	Quartier			
	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	.....Q <sub>n</sub>
V <sub>1</sub>	V <sub>1Q1</sub>	V <sub>1Q2</sub>	V <sub>1Q3</sub>	.....V <sub>1Qn</sub>
V <sub>2</sub>	V <sub>2Q1</sub>	V <sub>2Q2</sub>	V <sub>2Q3</sub>	.....V <sub>2Qn</sub>
V <sub>3</sub>	V <sub>3Q1</sub>	V <sub>3Q2</sub>	V <sub>3Q3</sub>	.....V <sub>3Qn</sub>
.	.	.	.	.....
.	.	.	.	.....
.	.	.	.	.....
V <sub>m</sub>	V <sub>mQ1</sub>	V <sub>mQ2</sub>	V <sub>mQ3</sub>	.....V <sub>mQn</sub>

On conclut que :

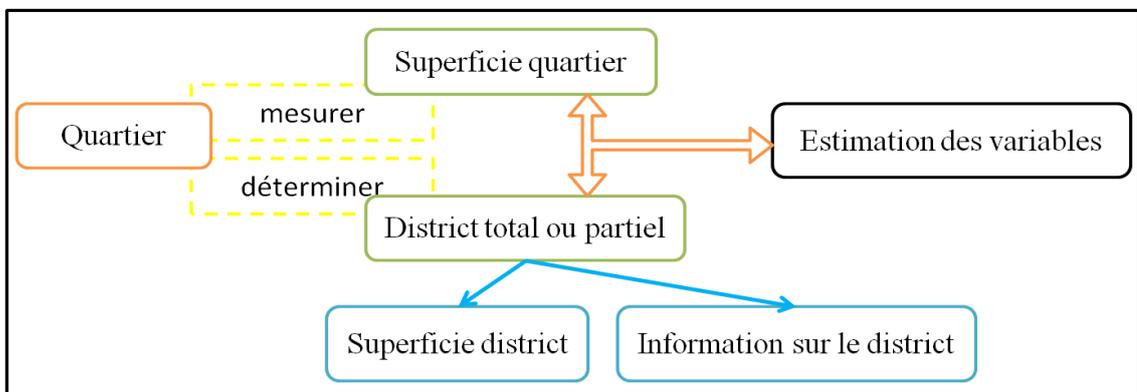
$$Q_n(V_m) = \sum V_m$$

= vulnérabilité

Source : Auteur, 2016

Etant donné que cette recherche s'appuie sur des variables quantifiables, et après avoir déterminé les différents quartiers, leurs superficies et toutes les informations nécessaires, nous pouvons calculer chaque variable selon son mode d'estimation. Les données des différentes variables retenues pour certains existent par district et pour d'autres seront extrapolées à partir des approximations (exemple du nombre de chômage par quartier). Ainsi, on peut déduire que les variables sont calculées selon la logique exprimée dans la figure n°64 présentée ci-dessous.

**Figure n°64 : La logique de détermination des variables**



Source : Auteur, 2016

#### **V.1.2.2.1. La population et ses catégories d'âge : un enjeu majeur**

Le nombre de la population joue un rôle important dans l'évaluation de la vulnérabilité (Reguezza M, 2006). La concentration de celle-ci l'augmente vue l'exposition d'un grand nombre de personnes aux risques. De ce fait, la densité de la population est une variable qui indique le niveau de concentration des habitants dans une superficie donnée. La densité est le facteur le plus évident de la vulnérabilité (Blancher, 1996). Elle est considérée comme une variable qui crée et aggrave la vulnérabilité (Rufat. S, 2009). La densité capte mieux l'information sur la population par quartier et réduit le biais d'information liée à l'utilisation du nombre de la population et les superficies indépendamment l'une de l'autre.

Pour faire ressortir de la population selon 4 cas de figure :

1<sup>er</sup> cas : Grand nombre de population sur une grande superficie.

2<sup>ème</sup> cas : Grand nombre de population sur une petite superficie.

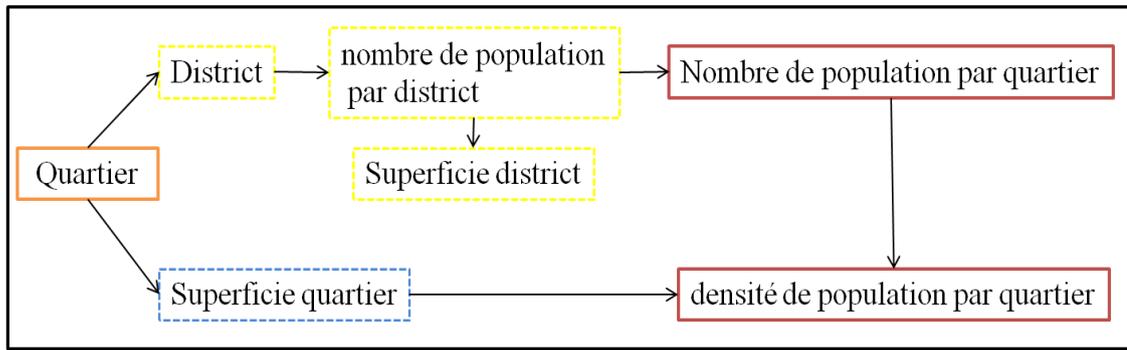
3<sup>ème</sup> cas : Petit nombre de population sur une grande superficie.

4<sup>ème</sup> cas : Petit nombre de population sur une petite superficie.

Pour les 4 cas, la population est un enjeu majeur à estimer et à gérer, sauf que la situation des 4 cas n'est pas similaire, le 2<sup>ème</sup> est caractérisée par une grande concentration sur une petite superficie ce qui donnera une vulnérabilité forte, puis le 1<sup>er</sup> et le 4<sup>ème</sup> cas présentent un danger moindre, le 3<sup>ème</sup> cas reste le moins contraignant. Tous les cas dépendent de la capacité de la population à réagir en cas d'évènement perturbateur, et de la catégorie d'âge des personnes exposées. Cependant, la présence de la population est un facteur à prendre en compte dans l'estimation de la vulnérabilité.

En revanche, la vulnérabilité des personnes varie selon les catégories d'âge, les personnes âgées et les enfants sont les plus fragiles en cas de catastrophe (Dauphiné, 2001 ; Rufat S, 2009). Une autre variable relatif aux personnes à mobilité réduite qui nécessitent une prise en charge particulière pour leur évacuation, mais ne sont pas pris en compte dans cette étude vu le manque de données par quartier et la difficulté d'obtenir ces informations. De ce fait, on ne retient que les variables relatives aux enfants et aux personnes âgées qui sont quantifiables (la base de données de l'ONS permet de déterminer ces variables) et présentent la catégorie de la population la plus vulnérable en cas de crise. À l'aide du logiciel Excel, on a pu concevoir un tableau contenant toutes les informations par quartier, dans lequel figurent les données des districts qui sont à la base des calculs des variables (Annexe n°9).

Figure n°65 : L'extraction du nombre de la population et de la densité à partir des districts



Source : Auteur, 2016

Etant donné:  $D_i$  : district  $i$ ,  $S_{D_i}$ : superficie du district  $i$ ,  $Pop_{D_i}$ : population du district  $i$

Pour formaliser les actions, il est essentiel de déterminer les informations subtiles pour chaque quartier afin de calculer les variables. A partir des données disponibles sur les districts, leurs superficies réparties sur les quartiers, la population est ainsi estimée :

Pour un quartier donné  $j$  ; comprenant les districts  $D_1$  et  $D_2$ , dont leurs surfaces sont  $S_{D_1}$  et  $S_{D_2}$ , et leur nombre de population est de  $Pop_{D_1}$  et  $Pop_{D_2}$ .

On aura : la population du quartier  $j$  est la somme des populations des sections des districts appartenant à ce quartier  $j$  ; nous avons :  $Q_j = \sum D_i$  ;

On note :  $Pop_{Q_j} = \sum Pop_{D_i}$

**Exemple de calcul :** le nombre de la population  $Q_1$

Soit le quartier  $Q_1$ : dont  $Q_1 = D_1 + D_2 + D_{3a}$  ; dont  $D_{3a}$  est une partie du district 3

$D_3 = D_{3a} + D_{3b}$ , donc :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{La surface est obtenue est } S_{D_3} = S_{D_{3a}} + S_{D_{3b}} \\ \text{Le nombre de la population } Pop_{D_3} = Pop_{D_{3a}} + Pop_{D_{3b}} \end{array} \right.$

Pour calculer le nombre de la population du  $D_{3a}$  :

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{D_3} \longrightarrow Pop_{D_3} \\ S_{D_{3a}} \longrightarrow X = Pop_{D_{3a}} = Pop_{D_3} \times S_{D_{3a}} / S_{Pop_{D_3}} \end{array} \right.$$

Ce qui donne après la possibilité de calculer la population du quartier  $Q_1$  :

$$Pop_{Q_1} = Pop_{D_1} + Pop_{D_2} + Pop_{D_{3a}}$$

La détermination de la densité à l'échelle du quartier  $i$

Soit le quartier  $Q_i$  ; où le nombre de la population est  $Pop_{Q_i}$  et  $S_{Q_i}$  représente sa surface.

Le ratio de la densité de la population est calculé par la formule : Densité  $Q_i = Pop_{Q_i} / S_{Q_i}$

#### V.1.2.2.2. Population de moins de 10 ans : une vulnérabilité socioéconomique

Après l'estimation du nombre de la population des quartiers, on peut estimer la population de moins de 10 ans de la façon suivante:

Soit :  $Pop_{-10ski}$  : est le nombre de la population âgée -10 ans dans la commune de Skikda

$Pop_{ski}$  : est le nombre de la population de la commune de Skikda

$Pop_{-10Qi}$  : est le nombre de la population âgée -10 ans dans le quartier  $Q_i$

Pour calculer le nombre de la population -10 ans dans le quartier  $Q_i$  situé dans la zone d'étude:

$$\left\{ \begin{array}{l} Pop_{ski} \longrightarrow Pop_{-10ski} \\ Pop_{Qi} \longrightarrow X = POP_{-10Qi} \end{array} \right.$$

$$\text{Donc } Pop_{-10Qi} = Pop_{-10ski} \times Pop_{Qi} / Pop_{ski}$$

#### V.1.2.2.3. Population plus de 65 ans : une vulnérabilité physique et fonctionnelle

A propos de la population plus de 65ans le calcul est effectué de la manière suivante:

Soit :  $Pop_{+65ski}$  est le nombre de la population plus de 65 ans dans la commune de Skikda

$Pop_{+65Qi}$  est le nombre de la population âgée plus de 65ans du quartier  $Q_i$

$$\left\{ \begin{array}{l} Pop_{ski} \longrightarrow Pop_{+65ski} \\ Pop_{Qi} \longrightarrow X = Pop_{+65Qi} \end{array} \right.$$

$$\text{Par conséquent : } Pop_{+65Qi} = Pop_{+65ski} \times Pop_{Qi} / Pop_{ski}$$

Le calcul des enfants âgés moins de 10ans et la population âgée plus de 65ans par quartier sont réalisé par le biais des données estimatives des communes figurant dans les documents de l'ONS et ne sont pas déduits à partir des districts à cause de l'indisponibilité de ces informations à cette échelle.

#### V.1.2.2.4. L'habitat : un enjeu physique à quantifier

Le nombre d'habitation augmente la vulnérabilité physique du fait de son exposition aux risques, de sa localisation, de sa densité, de ses propriétés et matériaux de construction qui sont des facteurs déterminant de sa vulnérabilité. La densité urbaine concerne la concentration des biens matériels et elle fut très importante dans la pondération de la vulnérabilité urbaine. Le ratio stipule 4 cas comme c'est présenté pour la densité de la population. La prédominance d'un grand nombre bâti sur une petite superficie dans un quartier présente une vulnérabilité plus grande qu'un quartier contenant moins de bâti et réparties sur une grande surface. Cependant, ces hypothèses ne peuvent être généralisées car ils existent des cas où un quartier dense en population et en habitation peut être plus résilient et où les outils de gestion sont développés par rapport à un quartier moins dense situé sur une grande superficie.

Ceci amène à exploiter et à mettre en vigueur les corrélations des variables de la densité et du nombre de bâti avec les autres variables et tirer les décisions nécessaires pour la gestion de ces quartiers en mesurant leur capacité de réponse.

L'estimation du nombre d'habitations est calculée de la façon suivante (Annexe n°10) :

On prend l'exemple cité précédemment :

Soit :  $Q_1 = D_1 + D_2 + D_{3a}$

$Hab_{D_3}$  est le nombre d'habitation dans le district  $D_3$

$Hab_{Q_{3a}}$  est le nombre d'habitation dans le district  $D_{3a}$

$S_{D_{3a}}$  est la surface du district  $D_{3a}$

Pour calculer le nombre de la population au  $D_{3a}$  :

$$\begin{cases} S_{D_3} & \longrightarrow & Hab_{D_3} \\ S_{D_{3a}} & \longrightarrow & X = Hab_{D_{3a}} = Hab_{D_3} \times S_{D_{3a}} / S_{D_3} \end{cases}$$

Par conséquent il est possible de calculer le nombre d'habitation du quartier  $Q_1$  :

$Hab_{Q_1} = Hab_{D_1} + Hab_{D_2} + Hab_{D_{3a}}$

La densité quartier  $Q_i$  est mesurée par : densité  $Hab_{Q_i} = Hab_{Q_i} / S_{Q_i}$

#### **V.1.2.2.5. Habitat précaire : une fragilité physique**

Les personnes qui habitent les bidonvilles sont les plus fragiles en cas d'accident à cause de la vétusté de leurs constructions et leurs matériaux fragiles et non résistants. De plus, les personnes résidantes dans les conditions précaires ou marginales sont les plus fragiles pour répondre à une catastrophe (Veyret Y, 2003). L'habitat précaire est déterminé à partir d'une étude faite par la DUC<sup>170</sup>, qui a élaboré un recensement sur l'habitat précaire de la ville à travers des questionnaires et des relevés des différents quartiers présentant une situation problématique. Le mot précaire dans ces inventaires assemble plusieurs catégories d'habitations (bidonville, habitation en mauvais état, gourbis, etc.). Ces distinctions varient selon les matériaux et l'état du bâti. Dans notre cas, nous prenons comme variable le nombre d'habitats précaires sans spécifier les caractéristiques par manque de détail sur l'ensemble de la zone d'étude.

#### **V.1.2.2.6. Les personnes sans instruction, une vulnérabilité sociale**

Le niveau de formation de la population influence leurs comportements et leurs capacités à prendre les précautions nécessaires en cas de crise pour ne pas amplifier le risque. Les personnes sans instructions ne sont pas conscientes et semblent les moins informées aux aléas du fait qu'elles ignorent comment réagir au moment de la catastrophe (Veyret Y, 2003). Cet indicateur

<sup>170</sup> DUC : Direction d'urbanisme et de construction, 2014) de Skikda.

synthétique de la précarité sociale est calculé en fonction du nombre de personnes plus de 15 ans sans instruction. « *La dimension économique est prise en compte au travers le niveau de revenus, de formation et des catégories socioprofessionnelles parce que les plus pauvres et les marginaux sont ceux qui souffrent le plus de la catastrophe et ceux qui mettent plus de temps à s'en remettre* » (Rufat.S, 2009).

Le calcul du nombre de la population sans instruction s'effectue de la manière suivante :

Etant données :  $Pop_{+15SKI}$  représente le nombre de la population de Skikda plus de 15ans.

$Pop_{ss}$  représente la population de Skikda sans instruction

$Pop_{+15Q_i}$  est le nombre de la population dans le quartier  $Q_i$  plus de 15ans.

$Pop_{SSQ_i}$  est le nombre de la population dans le quartier  $Q_i$

A partir de :

$$\begin{cases} Pop_{ski} & \longrightarrow & Pop_{+15SKI} \\ Pop_{Q_i} & \longrightarrow & X = Pop_{+15Q_i} = Pop_{+15SKI} \times Pop_{Q_i} / Pop_{ski} \end{cases}$$

On obtient donc :

$$\begin{cases} Pop_{+15SKI} & \longrightarrow & Pop_{ss} \\ Pop_{+15Q_i} & \longrightarrow & X = Pop_{SSQ_i} = Pop_{ss} \times Pop_{+15Q_i} / Pop_{+15SKI} \end{cases}$$

#### V.1.2.2.7. Nombre de chômeurs : une forme de fragilité sociétale

Le chômage est révélateur du niveau de vie de la population. Le nombre de chômeur est un indicateur de la marginalité socioéconomique (Rufat S, 2009). Le nombre de chômeur est calculé à partir de la population en âge actif, d'après les documents récoltés et les études faites sur Skikda, nous n'avons pas pu trouver l'information par quartier à l'exception de quelques-uns (l'annexe n°11). Donc pour le reste des quartiers non trouvés, un calcul par approximation est effectué en rapport avec les données à l'échelle de chaque commune comme suit :

Soit :  $Pop_{aaski}$  est la population en âge actif dans la commune

$Pop_{aaQ_i}$  est la population en âge actif dans le quartier  $Q_i$

$Pop_{ch}$  est la population en chômage dans la commune

$Pop_{chQ_i}$  est la population en chômage dans le quartier  $Q_i$

On définit :

$$\begin{cases} Pop_{ski} & \longrightarrow & Pop_{aaski} \\ Pop_{Q_i} & \longrightarrow & X = Pop_{aaQ_i} = Pop_{aaski} \times Pop_{Q_i} / Pop_{ski} \end{cases}$$

Ce qui donne :

$$\begin{cases} Pop_{aaski} & \longrightarrow & Pop_{ch} \\ Pop_{aaQ_i} & \longrightarrow & X = Pop_{chQ_i} = Pop_{ch} \times Pop_{aaQ_i} / Pop_{aaski} \end{cases}$$

#### **V.1.2.2.8. Le non raccordement aux réseaux un facteur de la vulnérabilité fonctionnelle et structurelle**

Le non raccordement aux réseaux de l'alimentation (en eau potable, gaz, assainissement et en électricité), est notamment un des facteurs de la vulnérabilité (Rufat S, 2009) ; ajoutant à cela, ces dernières années, plusieurs travaux portent sur l'étude de la vulnérabilité des réseaux par des scénarios des cas de perturbation pour estimer les impacts fonctionnels, structurels et matériels. L'altération de ces réseaux crée des coûts économiques qui menacent le développement des villes. Le retour des expériences a montré les répercussions des aléas sur les réseaux de la ville en créant parfois même des obstacles pour les opérations de secours et entravent ainsi les mesures de gestion prévues. En effet, ils sont considérés comme facteur de la vulnérabilité urbaine (Lhomme S, 2012 ; Serre D, 2013).

Dans notre recherche, nous avons utilisé les pourcentages des habitations non raccordées aux différents réseaux à l'échelle des districts (issue des statistiques de l'ONS) pour estimer le nombre d'habitation non raccordée dans chaque quartier. Cette variable est considérée comme facteur révélant le manque d'hygiène et de viabilité (Rufat S, 2009).

Le modèle de calcul est similaire pour les quatre types de réseaux (eau potable, électricité, assainissement, gaz) (l'annexe n°12). On prend l'exemple des habitations non raccordées à l'assainissement. Ainsi, pour mesurer le nombre d'habitations non raccordées par quartier, nous avons procédé par :

Soit  $Q_i = D_1 + D_2$

Le pourcentage des habitations non raccordé aux réseaux :  $Pnr_{D1}$

Le nombre d'habitation dans le district :  $Hab_{D1}$

Le nombre d'habitation non raccordé aux réseaux d'assainissement dans le district :  $Hab_{nrD1}$ , le calcul est fait comme suit :  $Hab_{nrD1} = Hab_{D1} \times Pnr_{D1} \%$

Ainsi, le nombre des habitations non raccordées aux réseaux d'assainissement est estimé par :

$Hab_{nrQi} = Hab_{nrD1} + Hab_{nrD2}$

#### **V.1.2.2.9. La présence des établissements recevant publics : une vulnérabilité organisationnelle et matérielle**

Ajoutant à la vulnérabilité matérielle, une autre variable de la vulnérabilité est la présence des ERP (établissements recevant public), car, les infrastructures concentrent une grande population aux risques. Leurs évacuations imposent une gestion particulière pour atténuer la panique et secourir la population très rapidement. Les équipement sont classés selon leurs fonctions éducatifs, administratifs, sanitaires, etc., vu la spécificité de chaque équipement comme le cas

des écoles où cela nécessite une prise en charge bien particulière des enfants ou encore le cas des équipements sanitaire qui doivent être à l'abri des zones vulnérables et situés dans des zones accessibles pour l'évacuation des sinistrés et résiliente aux risques (un hôpital doit résister aux séismes et répondre aux normes parasismiques, il doit aussi être loin des zones inondables et facile d'accès). Il existe donc plusieurs catégories :

- Equipements sanitaires (hôpital, clinique, ...)
- Equipements éducatifs et culturels (école, CEM, lysée, ...)
- Equipements administratifs (APC, wilaya,...)
- Equipements sportifs
- Gare routière
- Equipements touristiques
- Equipements commerciaux
- Equipements cultuels (Mosquée, église)

Parmi les infrastructures qui présentent un risque majeur figure la zone industrielle, elle est considérée comme un aléa, est intégrée dans le chapitre suivant qui traite les risques urbains. De même, les études d'impacts des zones d'activités ne sont pas considérées dans cette étude (la superficie des zones d'activité n'est pas prise comme variable du fait de son importance ; après un test, elles ont troqué les résultats en indiquant ces zones comme les quartiers les plus vulnérables, seule la présence de la population et les bâtisses sont pris en charge dans l'estimation de la vulnérabilité de ces zones d'activité.

Pour apprécier les équipements, nous avons estimé leurs surfaces sur toute la zone d'étude (l'annexe n°13), le tri entre les types d'équipements et le calcul de la somme des surfaces des équipements par catégorie exprime l'importance de ces établissements dans chaque quartier. Il existe cependant des quartiers dans la majorité de la surface est consommée par des équipements et d'autres moins. Cette situation contribue dans la représentativité de la vulnérabilité du fait de la concentration d'un grand nombre de personnes.

Exemple : Surface équipement éducatif au quartier=  $\sum$  surfaces (écoles, CEM, Lycée, etc.)

En somme, le calcul de ces indicateurs aide à comprendre la composition et la complexité du territoire de la ville de Skikda. La corrélation entre ces indicateurs cherche leurs significations et leurs représentations dans la vulnérabilité urbaine.

Ces facteurs doivent se confronter pour déterminer les quartiers les plus vulnérables afin de prendre les décisions adéquates pour une meilleure gestion de la vulnérabilité urbaine.

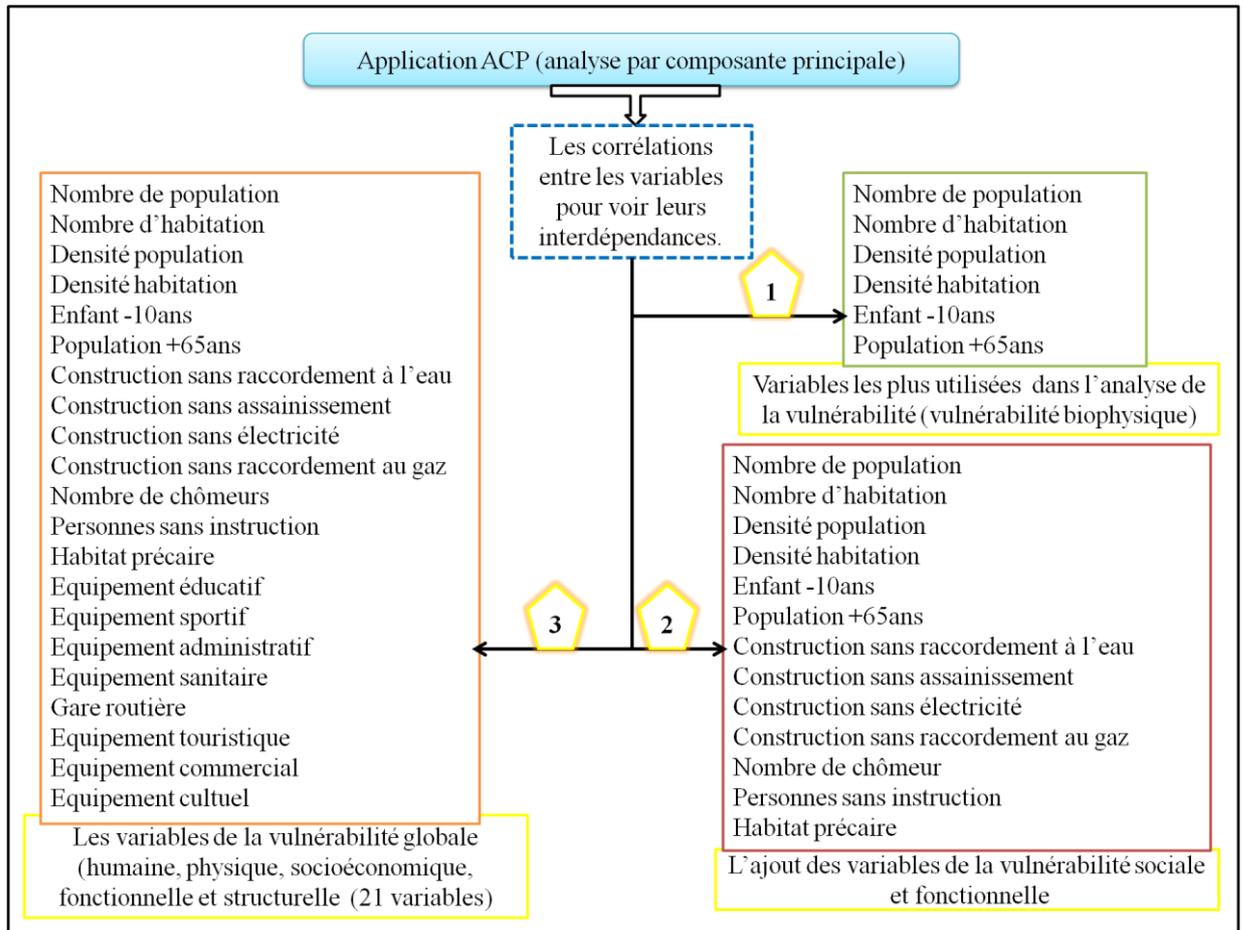
## **V.2. l'évaluation par multiples corrélations entre différents facteurs de la vulnérabilité urbaine**

En s'appuyant sur le croisement des variables quantitatives pour déterminer les corrélations entre ces différentes variables afin d'affirmer leur impact dans la vulnérabilité du territoire, notre recherche propose d'établir une analyse multivariée dans un contexte de concordance hiérarchique pour le classement des variables de la vulnérabilité urbaine. La première étape de ce second volet est le cœur de notre recherche. Pour donner un sens à l'implication des variables dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine. Pour cela, elle tente de comprendre et d'explorer les interrelations (étudier l'importance de la relation par la corrélation binaire) qui existent entre les variables prétendues comme critères de vulnérabilité. La vérification de la force et de l'impact de la corrélation entre ces variables permet de faire une analyse factorielle par le biais de l'ACP (analyse en composantes principales) qui procède à diminuer l'ensemble de ces informations statistiques en un nombre réduit de composantes appelées profil représentant la vulnérabilité urbaine et favorisant son estimation.

A cet effet, le choix s'est porté sur la méthode d'analyse en composantes principales qui permet d'analyser les données métriques (variables), de réduire leurs interactions et de les représenter graphiquement ; elle s'effectue par le biais de l'analyse factorielle du logiciel SPSS. Avant d'entamer l'analyse des corrélations entre les variables des différentes dimensions de la vulnérabilité, il convient de vérifier la possibilité d'application de la méthode d'analyse en composantes principales et de la fiabilité des données statistiques utilisées. L'observation des tableaux contenant l'ensemble des informations révèlent que ces variables présentent une hétérogénéité dans l'unité, la nature et le poids.

Afin d'agrandir le champ d'investigation et voir la vulnérabilité à travers plusieurs dimensions, le recours à plusieurs variables est nécessaire, s'inspirant des retours d'expérience et d'autres travaux de recherche sur la thématique qui ont considéré plusieurs variables liés à la population, aux bâtiments, ERP et réseaux, etc.(D'Ercole et al,2006 ; Pigeon, 2005). Nous retenons "21" variables quantitatives selon la présence des informations calculées dans l'étape précédente. Pour commencer l'application, des essais sur les variables les plus utilisées permettent de voir l'importance des corrélations et les nouvelles interactions selon l'ajout des variables. La multiplication des données et la quantité des informations à analyser, invite à réaliser l'application en trois étapes, en vérifiant à chaque stade la compatibilité de la méthode et l'efficacité des variables, l'ordre de ces variables n'influence pas sur les résultats des corrélations.

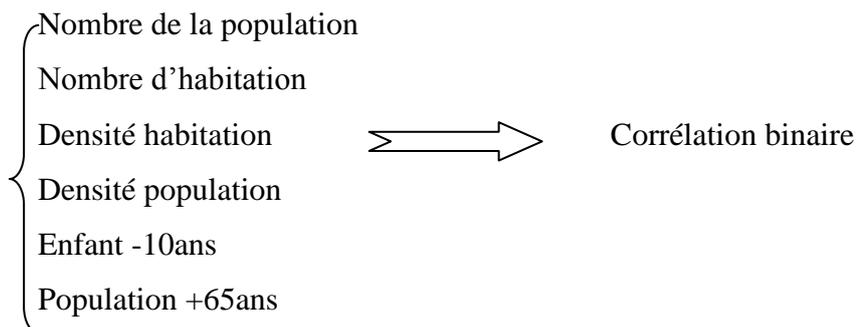
Figure n°66 : Hiérarchie de la corrélation entre les variables de la vulnérabilité urbaine



Source : Auteur, 2016

### V.2.1. Une estimation itérative de la vulnérabilité physique et humaine

Dans cette première étape nous avons procédé à faire une corrélation entre ces facteurs :



Nous avons choisi comme premiers indicateurs de la vulnérabilité des variables humaines et physiques. Ces variables sont la base de l'estimation de la vulnérabilité dans des publications récentes (Rufat S, 2009). Dans un premier temps l'application de l'ACP sur ces 6 indicateurs présentent un essai pour voir leurs corrélations afin d'exprimer la vulnérabilité urbaine des quartiers de la ville de Skikda.

### V.2.1.1. La faisabilité de l'ACP dans l'analyse des six variables

Après l'application de l'analyse factorielle sur les six variables, plusieurs tableaux montrent et expliquent la faisabilité de ces corrélations.

Ce tableau affiche la moyenne, l'écart –type, et le nombre d'observations pour chaque variable. Le tableau révèle que les statistiques présentent une hétérogénéité en comparant entre les valeurs de la moyenne des variables, de même,

**Tableau n°22 : Statistiques descriptives des 6 variables**

Variabes	Moyenne	Ecart-type	Nombre d'analyse
Nombre d'habitation	333,72	480,528	107
Densité d'habitation	1936,72	2016,833	107
Nombre de population	1586,46	2240,757	107
Densité population	9196,44	9569,201	107
Moins De 10 Ans Q	249,30	338,883	107
Plus De 65 Ans Q	545,60	613,799	107

Source : Analyse factorielle par SPSS, 2016

pour les valeurs des écarts-type de ces variables. Ainsi, on note l'inexistence des valeurs manquantes (variable qui ne contient pas de données). L'hétérogénéité de la moyenne et des écarts –type des données sont un atout pour éviter les redondances et avoir plusieurs classes de vulnérabilité dans une hiérarchie selon leurs importances. Le nombre d'observations à analyser est de 107 et qui représente le même nombre de quartier à analyser pour chaque variable.

**Tableau n° 23: Test d'application sur les 6 variables**

Indice KMO et test de Bartlett	
Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	0,689
Signification de Bartlett (P-Value)	0,000

Source : Analyse factorielle par SPSS, 2016

- Si l'indice de KMO < 0,6 les données ne sont pas compatibles avec ACP.
- Si l'indice de KMO > 0,6 les données sont compatibles avec ACP.
- Si p-Value < 0,05 le modèle est significatif
- Si P- Value > 0,05 le modèle n'est pas significatif

Avant d'appliquer l'analyse par composante principale ACP, il faut d'abord tester la compatibilité des variables et des données avec ACP par le test de KMO et Bartlett.

D'un côté, la possibilité de factorisation des données est vérifiée par le biais de l'indice KMO, le KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) est le rapport de la somme des corrélations au carré par la somme des corrélations partielles au carré, il est compris entre 0 et 1.

Dans le cas d'un KMO faible, la suppression d'une ou plusieurs variables est essentielle, l'analyse des corrélations peut montrer les variables à exclure.

Pour notre cas, nous avons  $KMO = 0,689$  (68,9%), donc ( $KMO > 0,6$ ), par conséquent, on peut appliquer ACP sur les données (malgré qu'il existe une marge d'erreur dans les données ONS).

De l'autre côté, pour tester la corrélation entre les variables de l'échantillon (qui est le quartier), on utilise le test de sphéricité de Bartlett qui permet de vérifier sa signification (P – value), s'il

est égal à 0,000 c'est très significatif, inférieur à 0,05 il est significatif, au-dessus de 0.05 l'échantillonnage n'est pas significatif et on rejette la corrélation.

Dans notre cas (P – value) = 0,000. Par conséquent l'ACP la corrélation est très significative et applicable sur cet échantillon (c'est-à-dire sur les variables de cette zone d'étude).

### V.2.1.2. Une corrélation primaire des variables de la vulnérabilité biophysique

La matrice des corrélations joue un rôle dans l'évaluation des interdépendances et des relations entre les variables allant d'une forte corrélation à une faible corrélation, ou l'inexistence même de corrélations entre ces facteurs (avec une surveillance de la signification entre ces variables indépendantes). Le degré d'importance de la relation est estimé selon le coefficient de corrélation : Entre 0 et 0,25 : relation très faible ; Entre 0,26 et 0,49 : relation faible ; Entre 0,5 et 0,69 : relation moyenne ; Entre 0,7 et 0,89 : relation forte ; Entre 0,9 et 1 : relation très forte.

Le coefficient de corrélation est soit positif, soit négatif, la corrélation positive indique que toute augmentation d'une variable implique l'augmentation de l'autre, et la corrélation négative indique le contraire, l'augmentation d'une variable implique la réduction de l'autre. Mais la corrélation n'est pas toujours significative. On étudie la signification des corrélations selon les deux hypothèses suivantes :

- ⎧ P – value de > 0,05 la corrélation statistiquement non significative.
- ⎧ P – value de < 0,05 la corrélation statistiquement significative.

La corrélation statistiquement significative veut dire qu'il existe une relation linéaire entre les deux variables, tandis que la corrélation statistiquement non significative stipule que les deux variables ne sont pas corrélées.

Tableau n°24 : La corrélation linéaire entre les 6 variables de la vulnérabilité

<b>Nombre d'habitation</b>	<b>1</b>					
<b>Densité d'habitation</b>	<b>0,629</b>	<b>1</b>				
<b>Nombre de population</b>	<b>0,987</b>	<b>0,623</b>	<b>1</b>			
<b>Densité population</b>	<b>0,613</b>	<b>0,976</b>	<b>0,635</b>	<b>1</b>		
<b>Moins de 10 ans</b>	<b>0,986</b>	<b>0,636</b>	<b>0,998</b>	<b>0,645</b>	<b>1</b>	
<b>Plus de 65 ans</b>	<b>0,669</b>	<b>0,943</b>	<b>0,695</b>	<b>0,974</b>	<b>0,696</b>	<b>1</b>
<b>Variables corrélées</b>	<b>Nombre d'habitation</b>	<b>Densité d'habitation</b>	<b>Nombre de population</b>	<b>Densité population</b>	<b>Moins de 10 ans</b>	<b>Plus de 65 ans</b>

Corrélation très forte → 0,9-1,00

Corrélation moyenne → 0,5-0,69

Corrélation très significative → 0,000\*

Source : Analyse factorielle par SPSS, Auteur, 2016

Le tableau n°24 montre la corrélation entre les six variables, la lecture des matrices de corrélations et des coefficients de signification donne une vision sur l'interdépendance entre ces variables. Les valeurs en gras représentent la corrélation et les valeurs avec (\*) représentent le coefficient de significativité. Depuis le tableau on remarque que la corrélation entre chaque deux variables est très significative, ce qui confirme l'existence d'une relation linéaire entre ces variables. L'indice de corrélation exprime la force de cette relation comme suit :

**Une très forte corrélation: (comprises entre 0,9 et 1),** L'analyse du tableau montre :

- La forte corrélation entre le nombre d'habitation et le nombre de population avec 98,7% ce qui confirme la relation directe qui existe entre ces deux variables, ceci est confirmé par la très forte corrélation entre la densité d'habitation et la densité de population avec 97,6% car la concentration de la population va avec une concentration d'habitation.
- La population moins de 10 ans est aussi fortement corrélée avec les deux variables : le nombre de la population avec un taux de 99,8% et le nombre d'habitation de 98,6%, c'est-à-dire que le nombre d'enfant augment avec l'augmentation du nombre de population et d'habitation et la vulnérabilité par conséquent.
- Une très forte corrélation s'affiche aussi entre la population plus de 65 ans et les deux variables : la densité d'habitation de 94,3% et la densité de la population de 97,6%. Ces fortes corrélations influencent notamment la vulnérabilité d'où la nécessité de prendre en compte très précisément et de manière très locale ces variables dans le calcul de la vulnérabilité.

**Une corrélation forte : (comprises entre 0,7 et 0,89),** les corrélations entre les variables de ce test n'apparaissent pas.

**Une corrélation moyenne : (comprises entre 0,5 et 0,69),** Dans cette catégorie, l'importance des corrélations diminue par rapport à la première, où on trouve que :

- La densité d'habitation a une relation moindre avec les deux variables : le nombre d'habitation et le nombre de la population de 62,9% et 63,5% respectivement.
- La population moins de 10 ans est moyennement corrélée avec les variables : densité d'habitation de 63,6%, densité de population de 64,5% et population plus de 65ans 69,6%.
- La variable plus de 65 ans révèle une corrélation de 66,9% avec la variable nombre d'habitation et de 69,5% avec la variable nombre de population.
- Au final, la densité de la population affiche une corrélation de 62,3% avec la densité de la population.

**Une corrélation faible : (comprises entre 0,26 et 0,49)**, cette classe n'intègre aucune corrélation des variables, ce qui montre l'inexistence de relations faible entre ces variables.

**Une corrélation très faible : (comprises entre 0,0 et 0,25)**, on observe l'inexistence de corrélations très faibles entre les variables.

Ces corrélations mettent en évidence les relations affectant la vulnérabilité urbaine dont sa manifestation dépend de la présence de la vulnérabilité physique (densité habitation et nombre habitation) qui sont en interrelations avec la vulnérabilité humaine (densité population et nombre de population). Ces pics de densité sont un facteur de vulnérabilité, pour la population plus de 65 ans et moins de 10 ans. Leur corrélation présente une distribution similaire. L'augmentation de ces deux variables renforce la vulnérabilité.

Nous avons obtenu comme résultat un rapprochement (équilibre) entre les variables liées à la densité de la population et la densité des habitations, ainsi qu'entre la population moins de 10ans et plus de 65 ans par rapport au nombre de la population, révélant en revanche leurs interdépendance. On note que ces interactions marquent l'inexistence d'une corrélation faible, exprimant ainsi une vulnérabilité physique et humaine forte.

### V.2.2 L'ajout des variables sociales et fonctionnelles dans l'analyse factorielle

Tableau n°25 : Statistiques descriptives des 13 variables

Depuis le tableau, on observe l'hétérogénéité des valeurs. La différence entre la moyenne des variables est remarquable. Les écarts-type entre les variables présentent des valeurs dissemblances où il est très grand dans les variables densité de la population par rapport à l'écart le plus petit relatif au nombre de constructions sans raccordements à l'électricité.

Variables	Moyenne	Ecart-type	Nombre d'analyse
Nombre d'habitation	333,72	480,528	107
Densité d'habitation	1936,72	2016,833	107
Nombre de population	1586,46	2240,757	107
Densité population	9196,44	9569,201	107
Moins de 10 ans	249,30	338,883	107
Plus de 65 ans	545,60	613,799	107
Construction sans eau	35,55	98,302	107
Construction sans assainissement	25,98	72,991	107
Construction sans électricité	11,68	36,257	107
Construction sans gaz	83,29	162,027	107
Nombre de chômeurs	124,09	206,171	107
Personnes sans instruction	291,47	397,174	107
Habitat précaire	55,53	145,270	107

Source : Analyse factorielle par SPSS, 2016

On note l'absence des valeurs manquantes, le nombre d'analyse est de 114 incluant tous les quartiers.

### V.2.2.1. L'adéquation de l'ACP avec les variables sociales et fonctionnelle

A partir du tableau, le test de compatibilité de l'ACP avec les variables par KMO indique que  $KMO = 0,799$ , c'est-à-dire sa valeur est ( $> 0,6$ ), donc, on peut appliquer l'ACP.

Tableau n°26 : Possibilité d'applicabilité sur les 13 variables

Indice KMO et test de Bartlett	
Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	0,799
Signification de Bartlett	0,000

Source : Analyse factorielle par SPSS, 2016

Le test sur les variables de l'échantillon par le biais du Bartlett donne une valeur de :

$P\text{-value}=0,000$  ( $< 0,05$ ), le coefficient est très significatif, en effet, l'ACP est applicable sur l'échantillon.

### V.2.2.2. La corrélation entre les variables biophysique et sociale de la vulnérabilité urbaine

Nous avons procédé à faire la corrélation des variables à travers l'analyse factorielle. Cette étape de l'analyse permet de discerner les nouvelles interactions entre les variables déjà retenues dans le premier test et les variables ajoutées et qui expliquent d'autres dimensions de la vulnérabilité. Le coefficient de ces variables exprime l'influence et l'importance des liaisons entre ces variables présumées comme facteurs de la vulnérabilité urbaine.

Les variables ajoutées dans cette phase sont celles émanant de la dimension socioéconomique, telles que la population sans instruction et le nombre de chômeurs révélant la précarité sociale, et les dimensions de la vulnérabilité fonctionnelle et physique telles que l'habitat précaire et les habitations non raccordées aux différents réseaux (électricité, gaz, eau, assainissement). Ces variables sont calculées auparavant par des formules expliquées précédemment à partir des estimations quantitatives.

Depuis le tableau des matrices de corrélation on remarque qu'elles concernent toutes les classes de la vulnérabilité. Elles présentent une interdépendance contrastée et expliquent une dépendance variée de la plus faible à la plus forte corrélation.

La disposition des variables n'est pas un facteur déterminant dans l'étude de la corrélation. L'application de l'ACP sur les variables donne la même valeur de corrélation dans les deux sens c'est-à-dire que la lecture des corrélations dans un seul sens suffit, et l'autre partie aura les mêmes valeurs (la corrélation entre nombre d'habitation avec moins de 10 ans et moins de 10 ans avec le nombre d'habitation).

Une liste détaillée du tableau n°27 ci-dessous traduit ces coefficients.



### **La première catégorie comprend les corrélations comprises entre 0,9 et 1**

Les corrélations de cette catégorie sont caractérisées par une présence d'une vulnérabilité socioéconomique et humaine. Elles affichent des pourcentages très élevées entre les variables :

- Une très forte corrélation entre le nombre de chômeur et les trois variables nombre d'habitation avec 97,5%, nombre de population avec 99% et population moins de 10 ans avec 98,3%, donc, l'accroissement de la population et d'habitation est accompagné par un accroissement du nombre de chômeur par quartier.
- quant à la population sans instruction, elle est fortement corrélée avec : le nombre de chômeur de 98,3% (ce qui confirme que la précarité sociale augmente la vulnérabilité dans les deux sens), avec aussi la population moins de 10 ans, où, la corrélation est optimale. Le surcroît des deux variables affiche 100% de corrélation (la croissance de la population moins 10ans est véhiculée par une croissance du nombre de population sans instruction), ce qui amplifie la vulnérabilité socioéconomique ; notamment avec le nombre d'habitation (98,6%) ; et le nombre de population de (99,8%). Ce constat nous montre qu'une très forte corrélation existe entre les personnes sans instructions et la présence des enjeux humains et physiques, ce qui accentue en effet la vulnérabilité physique et socioéconomique.
- A son tour, les corrélations entre les variables analysées déjà dans le premier test donnent les mêmes coefficients, (exemple : la densité d'habitation et la densité de population affichent toujours une forte corrélation de 97,6%).

D'après ces interprétations, On remarque que la population moins de 10 ans est en forte corrélation avec les deux dimensions sociales ( nombre de chômeurs et population sans instruction), et avec aussi la prédominance des deux variables du nombre d'habitation et population, donc, la présence des enfants est en relation avec l'augmentation de autres variables analysées pour ces quartiers.

### **La deuxième catégorie comprend les corrélations comprises entre 0,7 et 0,89**

Les corrélations pour cette catégorie sont marquées par la relation entre les variables relatives aux raccordements aux réseaux, on trouve :

- Une importante corrélation entre les constructions sans assainissement et les constructions sans raccordement à l'eau et au gaz avec 78,5% et 75,9% respectivement.
- Les constructions sans raccordement à l'eau avec les constructions sans raccordement au gaz de 85,2%, ce qui est qui confirme que les quartiers dépourvus de raccordement aux réseaux sont généralement les quartiers non viabilisés et qui sont marginalisés ce qui augmente leur vulnérabilité.

- Ajoutant à cela, la corrélation importante avec 81% entre l'habitat précaire et les constructions sans assainissement, où, cette superposition favorise la manifestation et l'accroissement de la vulnérabilité physique et structurelle dans ces quartiers. Cela, confirme l'interdépendance et la relation entre l'habitat précaire et l'habitat non raccordé à l'assainissement.

### **La troisième catégorie comprend les corrélations comprises entre 0,5 et 0,69**

La distribution des corrélations à ce stade affichent des relations linéaires moyennes pour les variables :

- Les variables déjà étudiées dans le premier test donnent les mêmes corrélations pour la même classe concernée (nombre d'habitation, la densité d'habitation, la densité de population, population plus de 65ans, population moins de 10 ans, etc.).
- Les variables indépendantes telles que les personnes sans instructions dévoilent une corrélation avec la population âgée plus de 65 ans (avec un pourcentage de 69,6%) et en corrélation aussi avec le nombre de chômeur (avec un pourcentage de 69,1%).
- Des corrélations moyennes sont notées entre l'habitat précaire et les constructions sans raccordement à l'eau (avec un pourcentage de 51,6%) et les constructions sans raccordement au gaz (avec un pourcentage de 56,6%),
- Les constructions sans électricité avec les constructions sans raccordement à l'eau avec un pourcentage de 62,1%, et avec les constructions sans gaz de 65,9%.

Ces rapports expliquent les liens qui existent entre ces variables dans les quartiers à forte concentration d'habitations et de population et aussi avec les facteurs socioéconomiques et physiques de la vulnérabilité.

### **La quatrième catégorie comprend les corrélations comprises entre 0,26 et 0,49**

Il ressort que, cette catégorie est caractérisée par les relations faibles entre certaines variables retenues, dans laquelle on peut identifier l'étroite relation qui existe entre le nombre d'habitation ou de population avec les constructions sans raccordements aux réseaux (gaz, assainissement, eau) et l'habitat précaire. Ce qui veut dire que l'augmentation du taux de la vulnérabilité humaine et matérielle compromet une augmentation faible de la vulnérabilité structurelle, à titre illustratif :

- La corrélation entre Constructions sans assainissement et nombre d'habitation est de 27,3%.
- Constructions sans raccordement à l'eau et nombre de population est de 27,6%,
- Habitat précaire et nombre d'habitation est de 30,3%,

- habitat précaire et nombre de population avec une corrélation de 34,6%, etc.).

Encore que, les variables comme les constructions sans raccordement aux réseaux sont faiblement corrélées à certains facteurs de la dimension socioéconomique et physique de la vulnérabilité, montrant des relations moins importantes que les autres catégories comme les liens entre :

- La population moins de 10 ans et constructions sans raccordement à l'eau avec un pourcentage de 29,5%,
- Les personnes sans instruction et les constructions sans assainissement avec une corrélation de 32,2%,
- L'habitat précaire et nombre de Chômeur avec une corrélation de 33,9%, etc.

**La cinquième catégorie comprend les corrélations comprises entre 0 et 0,26**

Les rapports entre les variables de cette classe relatent l'existence de très faibles liens entre ces variables. Les pourcentages calculés montrent l'influence des relations qui se tissent entre les variables indépendantes dans les quartiers de la zone d'étude. On remarque que les constructions non raccordées aux réseaux et l'habitat précaire sont très faiblement corrélées avec les quartiers denses en population et en habitation, ce qui traduit que la majorité des constructions illicites se trouvent dans les quartiers éloignés du centre-ville connu par sa densité, les facteurs socioéconomiques, tels que le chômage et les personnes sans instructions affichent aussi une très faible corrélation avec les constructions sans électricité. Ces exemples montrent les taux très faible :

- Construction sans assainissement et densité de population avec une corrélation de 17,9%.
- Nombre de Chômeur et constructions sans électricité avec une corrélation de 18,9%.

**En revanche**, on remarque que la majorité des corrélations sont positives (le rapport entre les variables indépendantes indique qu'ils évoluent conjointement). Le coefficient de significativité affirme l'existence d'une relation entre toutes les variables selon la corrélation binaire dans les cinq classes de corrélation sauf quelques cas pour la cinquième catégorie (qui expose des taux très faible de corrélation), où, il existe une non significativité entre certains variables. Par conséquent on note l'absence d'une relation linéaire entre quelques variables, à titre d'exemple :

- Le cas pour les constructions sans électricité et la densité d'habitation avec un coefficient p-value de 0,486 ( $>0,05$ ).
- Habitat précaire et densité de population avec p-value 0,145 ( $>0,05$ ).

### V.2.3. La considération des ERP dans l'analyse factorielle

A ce stade de recherche, une vision plus globale introduisant toutes les variables est indispensable. Un élargissement des variables permet de pousser l'investigation à 21 variables, ceci, par l'implication des établissements recevant public comme facteurs de la vulnérabilité structurelle. Cet élargissement des variables permet une analyse très approfondie de la vulnérabilité à l'aide de l'analyse factorielle ACP (analyse par composante principale). Pour cela, avant de procéder à analyser les corrélations entre les variables retenues, le test d'applicabilité de la méthode et la vérification de l'hétérogénéité des données sont indispensables pour une analyse plus pertinente et précise.

Tableau n°28 : Statistiques descriptives des 21 variables

Variables	Moyenne	Ecart-type	Nombre d'analyse
Nombre d'habitation	333.72	480.528	107
Densité d'habitation	1936.72	2016.833	107
Nombre de population	1586.46	2240.757	107
Densité population	9196.44	9569.201	107
Moins de 10 ans	249.30	338.883	107
Plus de 65 ans	545.60	613.799	107
Construction sans eau	35.55	98.302	107
Construction sans assainissement	25.98	72.991	107
Construction sans électricité	11.68	36.257	107
Construction sans Gaz	83.29	162.027	107
Nombre De chômeurs	124.09	206.171	107
Personnes sans instruction	291.47	397.174	107
Habitat précaire	55.53	145.270	107
Equipement éducatif	.0063088670	.01710488579	107
Equipement sportif	.0025121567	.01411125736	107
Equipement administratif	.0013734576	.00621539127	107
Equipement sanitaire	.0003624894	.00174455724	107
Gare routière	.0001862525	.00198863299	107
Equipement touristique	.0004153371	.00222221166	107
Equipement commercial	.0003964096	.00176364252	107
Equipement culturel	.0003589413	.00115703804	107

Source : Analyse factorielle par SPSS, 2016

La vulnérabilité comme variable dépendante résulte ainsi suite à l'interaction de ces variables et donnera une vision sur l'importance des interrelations qui existent pour entreprendre son estimation par la suite. L'enrichissement des variables permet de déterminer d'éventuelles corrélations entre les variables évaluées au préalable provenant des vulnérabilités physiques,

socioéconomiques, fonctionnelles et des vulnérabilités structurelles afin de cerner les dépendances entre ces variables indépendantes.

### V.2.3.1 La compatibilité des 21 variables avec l'ACP

Tableau n°29 : Test de compatibilité de l'ACP avec les 21 variables

Indice KMO et test de Bartlett		
Indice de Kaiser-Meyer-Olkin pour la mesure de la qualité d'échantillonnage.		0.762
Test de sphéricité de Bartlett	Signification	0.000

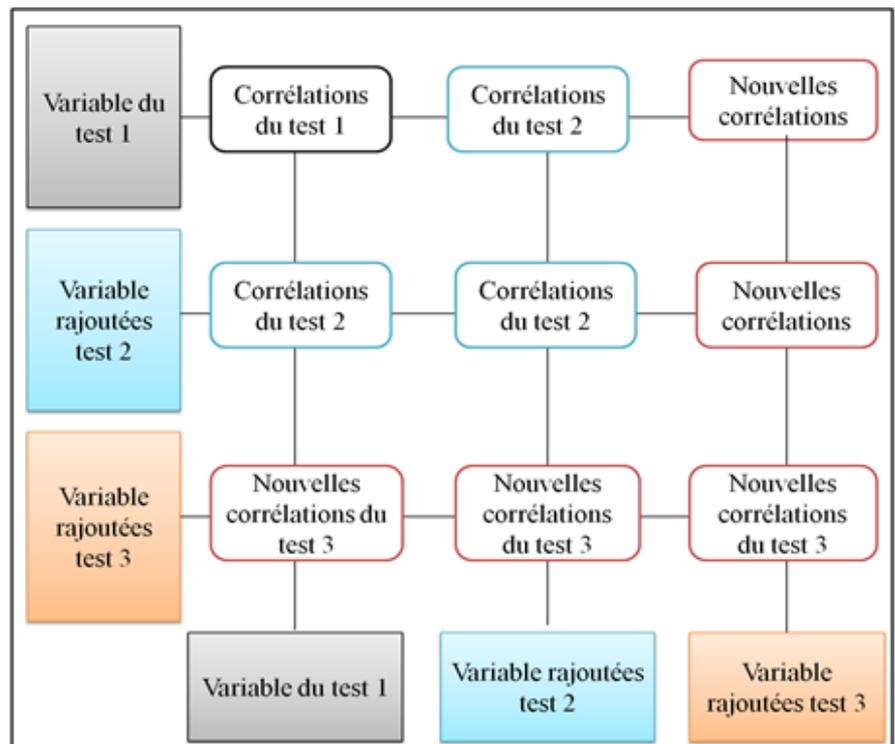
Source : Analyse factorielle par SPSS, 2016

Le test KMO est de 0,762 (> 0,6) ce qui confirme que les données des variables sont compatibles avec l'ACP. Le test de Bartlett affiche un p-value de 0,000 c'est-à-dire que la corrélation entre les données des variables du modèle est très significative pour en ce qui concerne la taille de notre échantillonnage qui est le quartier.

### V.2.3.2. La corrélation entre toutes les variables de la vulnérabilité urbaine

Figure n°67 : Schéma synthétisant les trois tests

La corrélation entre les variables ajoutées dans ce test donne de nouvelles corrélations avec les variables déjà étudiées (dans le premier et le deuxième test), et entre elles. La figure n°67 ci-contre donne un schéma simplifié de l'application pour ensuite voir les corrélations de ce test.



Source : Auteur, 2016

Les niveaux de corrélations classent les variables selon la force de leurs interrelations de la manière suivante (tableau n°30) :



### **Des corrélations très fortes estimées entre 0,9-1,0**

Dans ce niveau de corrélation, on observe une relation très forte entre les variables déjà étudiées dans le 2<sup>ème</sup> test avec 13 corrélations importantes très significatives. Ce constat traduit le fort lien qui existe entre les facteurs de la vulnérabilité humaine, matérielle et socioéconomique.

### **Des corrélations fortes estimées entre 0,7-0,89**

L'observation des corrélations relève 5 corrélations fortes et très significatives. Elle admet les mêmes variables corrélées dans le 2<sup>ème</sup> test, qui confirme leur interdépendance malgré l'élargissement des variables de vulnérabilité. La seule relation qui se manifeste à ce niveau est la corrélation entre l'équipement administratif et la gare routière avec 74,4%. Ce taux est expliqué par la proximité et l'occupation d'une grande superficie de la gare routière et des équipements dans le quartier.

### **Des corrélations moyennes estimées entre 0,5-0,69**

Les corrélations moyennes entre les variables restent similaires pour les variables retenues dans le 2<sup>ème</sup> test, à lesquelles s'ajoutent de nouvelles formes de corrélations très significatives (on recense 24 corrélations moyennes dont 5 nouvelles) entre la variable équipement éducatif et les variables :

- Avec nombre d'habitation d'un taux de 64,8%.
- Avec nombre de population avec d'un taux de 64,9%.
- Avec Population moins de 10 ans avec un taux de 64,3%.
- Avec nombre de chômeur avec un taux de 65%.
- Avec personnes sans instruction avec un taux de 64,3%.

Ces rapports trouvent leurs explications dans la concentration des équipements éducatifs dans les quartiers denses en population et habitation. La présence des enfants scolarisés conduit en effet à considérer la vulnérabilité organisationnelle dans la prise en charge de cette catégorie de population en cas de crise.

### **Des corrélations faibles estimées entre 0,26-0,49**

De nouveaux liens s'émergent dans ce niveau mais avec des relations faibles. Les corrélations du même niveau dans le 2<sup>ème</sup> test sont observées aussi dans cette catégorie. On dénombre 40 matrices de corrélations (dont 22 nouveaux liens apparaissent).

L'association entre les nouvelles variables ajoutées dans ce test global annonce des corrélations nouvelles et significatives entre :

- La variable équipement administratif et les variables (nombre d'habitation avec un taux de 31,2%, nombre de population avec un taux de 28,8%, moins de 10 ans avec un taux de

28,3%, nombre de chômeurs avec un taux de 29,7%, avec un taux de sans instruction 28,3%,) ainsi qu'avec les variables équipements éducatifs avec un taux de 27,4%, équipements sanitaires avec un taux de 44,7%, équipements touristiques avec un taux de 27%). Ces interrelations prouvent le rapport existant entre l'existence des équipements administratifs dans les quartiers à forte densité urbaine et composé des autres types d'équipement cités.

- La variable équipement sanitaire est faiblement corrélée avec les mêmes variables analysées précédemment mais avec différents taux (nombre d'habitation avec un pourcentage de 43,3%, nombre de population avec un pourcentage de 41,4%, moins de 10 ans avec un pourcentage de 40,9%, nombre de chômeurs avec un pourcentage de 41,8%, sans instruction avec un pourcentage de 41,0%, équipement éducatif avec un pourcentage de 31,2%, équipement touristique avec un pourcentage de 33,7%).
- La variable équipement culturel est faiblement corrélée aux variables (nombre de population de 32,8%, moins de 10 ans de 32,3%, nombre de chômeurs de 33,2%, sans instruction de 32,3%).

La corrélation entre ces variables traduit la faible relation qui existe entre la présence des équipements sanitaires, administratifs et culturels comme facteur de la vulnérabilité fonctionnelle avec les dimensions humaines, matérielles et socioéconomiques de la vulnérabilité urbaine. Leur corrélation n'est pas à écarter de l'estimation de la vulnérabilité malgré la faible corrélation. Elles peuvent aggraver celle-ci en présence d'autres facteurs.

#### **Des corrélations très faibles estimées entre 0-0,25**

Pour ce cas, les corrélations des variables traitées dans le deuxième test restent identiques, par contre on assiste à l'apparition de nouvelles interdépendances (34 corrélations) qui sont très faible mais pas négligeable (on quantifie 126 matrices : dont 87 corrélations positives mais aussi comporte 53 qui ne sont pas significatives, et 39 corrélations négatives et non significatives en même temps, donc 92 matrice sont à écarter de l'analyse).

A titre d'illustration, on note une relation très faible entre :

- La population âgée plus de 65 ans avec les équipements de santé de 21,3%, culturels de 23,8% et commerciaux de 14,8%.
- Une corrélation est observée entre les équipements éducatifs et culturels avec 22,2%, et avec les équipements commerciaux de 21,6%).

Les exemples du niveau très faible de corrélation distinguent les liens entre les variables de la dimension physique et fonctionnelle de la vulnérabilité urbaine. La corrélation entre les

équipements avec les variables indiquant la présence de la population et des habitations donne naissance à une nouvelle lecture de la vulnérabilité due à la concentration des équipements dans les quartiers denses. La non signification entre les variables des équipements et l'habitat précaire ou avec le raccordement aux réseaux révèle l'absence de liaison entre ces variables et par conséquent la marginalité sociale.

En somme, l'étude des corrélations de l'ensemble des variables donnent des valeurs de corrélations différentes, qui traduisent l'importance des liens qui existent entre eux. Cette diversité permet d'estimer la vulnérabilité vue qu'elle dépend de la force des interactions entre ces variables.

### **V.3. Un modèle déterminant pour mesurer la vulnérabilité urbaine**

Les corrélations des variables ont montré la relation qui existe entre ces différentes variables et ont confirmé leurs importances dans la manifestation et l'aggravation de la vulnérabilité urbaine. L'analyse a donné une nouvelle lecture en élargissant le champ des variables. Les interrelations entre ces variables renvoient à simplifier l'ensemble de ces données pour mesurer leur représentation et impact dans une fonction unique qui donnera par conséquent l'échelle appropriée pour une hiérarchie de la vulnérabilité urbaine.

L'analyse par composante principale s'inscrit dans l'objectif de réduire les données des statistiques des variables en une classification de la vulnérabilité urbaine. La prise en charge des variables influençant la vulnérabilité allant des fortes corrélations aux faibles corrélations, est primordiale dans le classement de celle-ci. Pour cela, nous avons évalué la variance de la vulnérabilité urbaine et qui donne une vision globale intégrant l'ensemble des variables (21) dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine.

#### **V.3.1. Le choix d'un modèle de représentation de la vulnérabilité, les variables fondent le scénario**

La vulnérabilité est exprimée numériquement par l'interaction des données quantitatives en fonction des variables expliquant celle-ci. La méthode ACP montre l'importance de chaque variable, sa signification, et sa représentation dans la vulnérabilité globale. L'estimation de la vulnérabilité urbaine est l'objectif à déterminer, elle est considérée comme une fonction dont :

$F(X) = G$  où : X représente les variables de la vulnérabilité

G la valeur a estimé pour classer la vulnérabilité

C'est-à-dire :  $F(V_1, V_2, V_3, \dots, V_n) = G$

Il s'agit d'estimer la vulnérabilité à partir des variables. L'analyse factorielle donne une représentation numérique et graphique de ces variables dans plusieurs axes. Pour cela, elle déploie des extractions à partir des variables dans plusieurs composantes pour avoir leurs variances dans la vulnérabilité urbaine qui dépendent de la crédibilité des données. La variance est un outil statistique qui permet de mesurer la dispersion des valeurs des variables par rapport à la moyenne. Son utilisation est utile pour déterminer la hiérarchie des variables.

### V.3.1.1. Test de fiabilité : l'outil de mesure de la crédibilité des données des variables

Avant de passer à la spectroscopie de la vulnérabilité, un examen des statistiques et de leurs capacités d'exprimer un phénomène est inéluctable. De ce fait, inclure toutes les données des variables pour l'estimation de la vulnérabilité inflige de contrôler les valeurs de ces variables par le test de fiabilité, qui permet de vérifier les données et leurs homogénéités.

La fiabilité et la stabilité des données est un facteur déterminant dans les résultats de la recherche et dans leurs généralisation. Elles dépendent des données utilisées dans notre analyse. Elles mesurent la capacité d'estimer la question de la vulnérabilité urbaine et d'explorer ces données pour l'application de la méthode. Par ailleurs, le test de fiabilité permet aussi de contrôler la possibilité de mesurer la vulnérabilité urbaine à l'échelle de ces quartiers. Il signifie la stabilité de la mesure, en donnant les mêmes résultats tout en réappiquant la méthode sur le même échantillon qui est le quartier.

Le tableau n°31 indique que l'analyse inclut les 107 quartiers définis dans notre étude. Toutes les valeurs des données sont affectées aux matrices des variables d'où on observe l'absence des valeurs manquantes afin de pouvoir expliquer la vulnérabilité globale et de réduire les données.

**Tableau n°31 : Récapitulatif de traitement des observations**

Observations	Nombre d'observation	Pourcentage d'observation %
Valide	107	100,0
Exclu	0	0,0
Total	107	100,0

Source : Application de l'ACP par SPSS, 2016

Le test de fiabilité dépend de l'indice de stabilité appelé Alpha Cronbach's, il est compris entre 0 et 1. S'il n'y a pas une stabilité, il est égal à 0, par contre ; s'il y a une stabilité, il est égal à 1. De ce fait s'il tend vers 1 la stabilité augmente et contrairement s'il tend vers 0, elle diminue.

Tableau n°32 : Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Nombre d'éléments
0,566	21

Source : application de l'ACP par SPSS, 2016

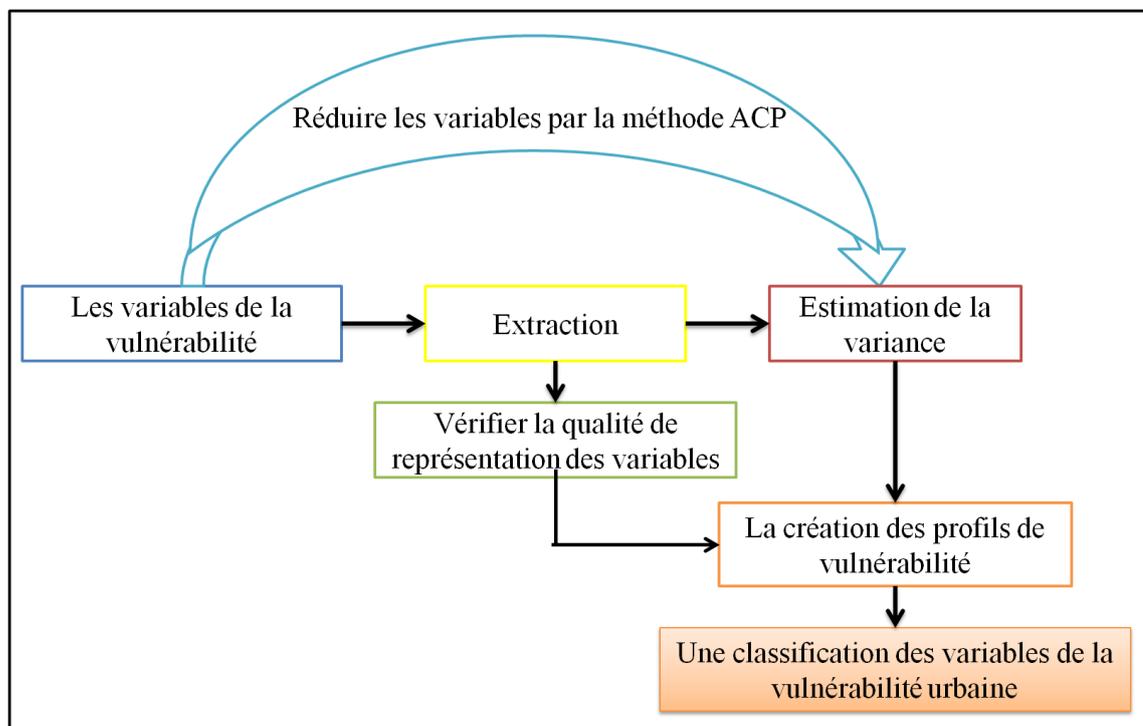
A partir des résultats du tableau n°32 ci-contre, on note un indice de stabilité égale à 56,6%, c'est-à-dire qu'il y a une stabilité. Cette valeur révèle que l'échantillon qui est l'échelle du quartier et les variables sont homogènes.

On note que, l'indice de fiabilité est la racine carré de l'indice de stabilité, pour notre cas, l'indice de fiabilité est  $Indice\ de\ fiabilité = \sqrt{0,566} = 0,752$ , donc l'indice de fiabilité est de 75,2%, cette valeur stipule une très bonne représentation des données (supérieur à 50%) pour l'estimation de la vulnérabilité.

### V.3.1.2. La représentation de la variance de la vulnérabilité par une factorisation des variables

La réduction des variables est possible via la méthode de l'ACP par l'estimation de sa variance. Cette dernière s'imprègne de l'extraction des données pour factoriser les variables de la vulnérabilité urbaine. La variance exprime la représentation des variables (avec un pourcentage différent) selon leur importance dans l'explication de la vulnérabilité par des composantes appelées dans notre cas les profils de vulnérabilité.

Figure n°68 : La variance pour l'explication de la vulnérabilité



Source : Auteur, 2016

### V.3.1.2.1. La qualité de représentation de la vulnérabilité : une extraction des variables

La qualité de représentation des variables dans l'explication de la vulnérabilité est déterminée par l'extraction des données des variables. En premier lieu, il s'agit de repérer les variables ayant un taux d'extraction faible en dessous de 70 %. L'interprétation de ces variables devra être faite avec prudence dans l'explication de la variance de la vulnérabilité des profils corrélés à ces variables. Dans le cas d'une variance très faible, la qualité de représentation sert à éliminer les variables dont l'extraction est faible.

En observant le tableau n°33, on remarque que toutes les variables ont une bonne qualité de représentation sauf les variables (constructions sans électricité, habitats précaires, équipements sportif, équipements sanitaires et équipements culturels) dont l'extraction est en dessous de 70%, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas une bonne qualité de représentation des données. Ce qui implique une surveillance particulière dans la variance de ces variables relatives aux profils à extraire.

**Tableau n°33 : Qualités de représentation des variables**

Les variables	Initiales	Extraction
Nombre d'habitation	1.000	0.960
Densité d'habitation	1.000	0.957
Nombre population	1.000	0.981
Densité population	1.000	0.973
Moins de 10 Ans	1.000	0.979
Plus de 65 Ans	1.000	0.962
Construction Sans eau	1.000	0.845
Construction Sans assainissement	1.000	0.841
Construction sans électricité	1.000	0.547
Construction sans Gaz	1.000	0.865
Nombre de chômeurs	1.000	0.963
Personnes sans instruction	1.000	0.979
Habitat Précaire	1.000	0.644
Equipement Educatif	1.000	0.750
Equipement Sportif	1.000	0.595
Equipement Administratif	1.000	0.933
Equipement sanitaire	1.000	0.652
Gare Routière	1.000	0.954
Equipement Touristique	1.000	0.716
Equipement Commercial	1.000	0.760
Equipement Culturel	1.000	0.225

La valeur de l'extraction identifie la représentation des données selon ces 2 cas :

- Si la valeur de l'extraction  $> 0,7$ , il existe une forte extraction (bonne qualité de représentation des données).
- Si la valeur de l'extraction  $< 0,7$ , il existe une faible extraction (mauvaise qualité de représentation des données).

Source : Application de l'ACP par SPSS, 2016

### V.3.1.2.2. La variance totale de la vulnérabilité : des composantes en expérimentation

Face à la multiplication des données des variables, la variance permet de réduire l'ensemble de ses informations dans des profils, où chacun d'eux explique un pourcentage de la vulnérabilité. La variance cumulée doit tendre vers plus de 80% afin que ces profils aient une meilleure qualité de représentation de la vulnérabilité urbaine. Le choix de ces profils doit répondre à l'une des 3 règles :

- Ne retenir que les profils aux valeurs propres initiales supérieures à 1 (règle de Kaiser) ;
- Fixer le nombre de profil selon la valeur de restitution minimale par exemple 80% ;
- Choisir le nombre de composantes selon le test du coude qui repose sur le graphe des valeurs propre en déterminant les profils situés à gauche du point d'inflexion. Les autres axes non choisis ne vont pas être retenus dans l'explication de la vulnérabilité.

Cette étape détermine le nombre de profils à retenir. Si le nombre de profils est supérieur à 2, il faudra étudier plusieurs schémas (pour la détermination de la hiérarchie des variables de la vulnérabilité dans ces profils). L'importance de chaque profil est donnée par le pourcentage de la variance expliquée. Celle-ci est la distance moyenne entre les  $X_i$  (les données) et la moyenne.

Par la suite, l'extraction de la variance des profils de la vulnérabilité donne des coefficients de corrélations des variables pour chaque profil.

Dans le cas où l'interprétation des profils est non convaincante, le recours à une rotation est fondamental pour équilibrer la répartition des corrélations des variables aux différents profils de vulnérabilité. Cette opération est nécessaire pour avoir une meilleure qualité d'explication des variables dans les profils et distinguer entre les variables ayant presque les mêmes corrélations dans deux composantes ou plus.

Pour notre cas, le choix des profils s'est porté sur la loi des kaiser c'est-à-dire que si les facteurs aux valeurs propres initiales (valeur de saturation) sont supérieurs à 1, ce profil a un rôle d'explication de la vulnérabilité et exprimer par un pourcentage de la variance. Sachant que :

Le pourcentage de la de la variance % = (Total des valeurs propres initiales / nombre des variable) x 100

La variance cumulée % =  $\sum$  des pourcentages de la variance des profils = pourcentage d'explication de la vulnérabilité

**Tableau n°34 : Variance totale expliquée**

Profil	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	7.936	37.792	37.792	7.936	37.792	37.792
2	3.236	15.409	53.201	3.236	15.409	53.201
3	2.040	9.713	62.915	2.040	9.713	62.915
4	1.563	7.441	70.356	1.563	7.441	70.356
5	1.232	5.869	76.225	1.232	5.869	76.225
6	1.074	5.113	81.338	1.074	5.113	81.338
7	0.921	4.386	85.723			
8	0.836	3.983	89.706			
9	0.597	2.841	92.547			
10	0.535	2.547	95.094			
11	0.337	1.603	96.697			
12	0.291	1.385	98.083			
13	0.141	0.671	98.753			
14	0.101	0.480	99.233			
15	0.071	0.337	99.570			
16	0.057	0.272	99.841			
17	0.020	0.097	99.938			
18	0.009	0.043	99.982			
19	0.004	0.017	99.998			
20	0.000	0.002	100.000			
21	6.089E-007	2.900E-006	100.000			

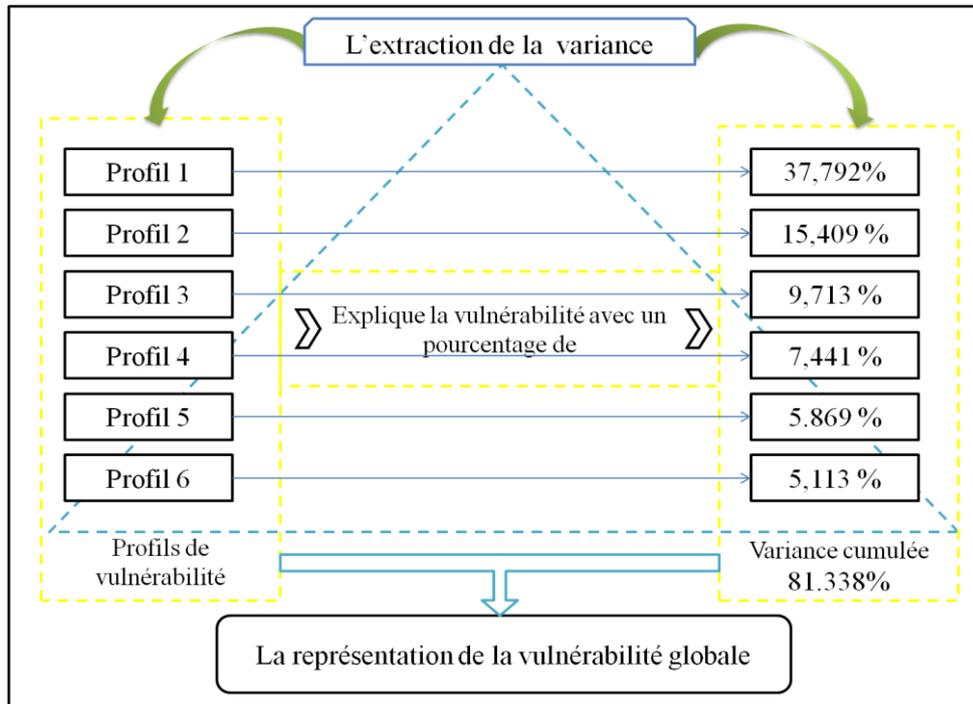
Selon la loi de Kaiser il faut choisir les profils dont le total des valeurs propres initiales > 1, donc, 06 profils de vulnérabilité sont retenus. La variance totale cumulée est de 81,833% (>80%), ce qui veut dire qu'il y a une bonne représentation des profils de la vulnérabilité.

Source : Application de l'ACP par SPSS, 2016

A partir du tableau n°34 ci-dessus, on trouve que l'extraction de la variance donne 06 profils de vulnérabilité. Dans le cadre de notre analyse nous avons 21 variables et 6 composantes créés et acceptées, car on constatant la colonne "TOTAL" dans les valeurs propres initiales du tableau, on trouve que six profils sont acceptables (supérieurs à 1).

Les six profils expliquent une variance cumulée avec un pourcentage de 81.338%. Ce pourcentage inclut la somme des variances des profils et révèle la valeur de représentation de la totalité des profils dans l'explication de la vulnérabilité. Les autres 15 profils ont des valeurs propres inférieures à 1, le logiciel les élimine automatiquement. Ils ne sont pas pris en charge dans notre analyse puisqu'ils sont en dessous de 1 (règle de Kaiser) et ne contribuent pas dans l'explication de la vulnérabilité. La figure n°69 présentée ci-dessous définit les pourcentages de variance des profils dans une lecture simplifiée.

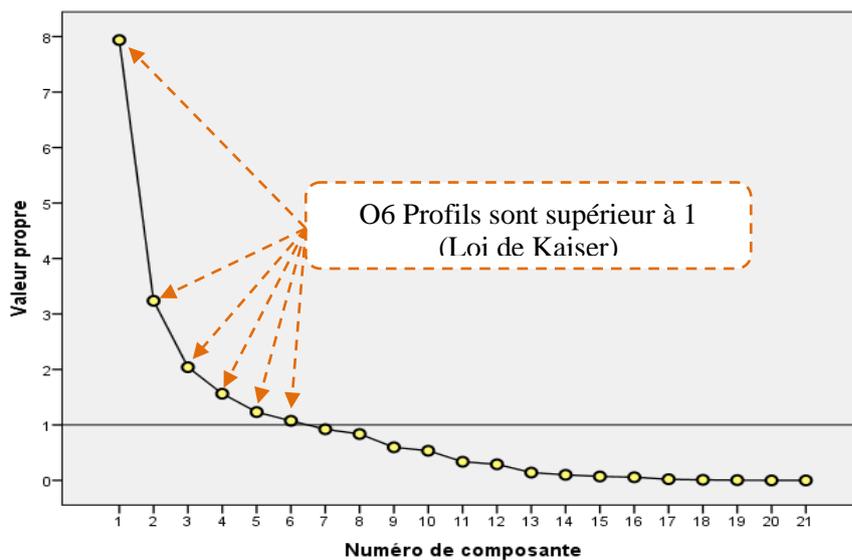
Figure n°69 : La représentation des profils de vulnérabilité par l'extraction de la variance



Source : Auteur, 2016

La méthode ACP donne une représentation des profils de la vulnérabilité dans un schéma appelé graphe des valeurs propres. Ce graphe n°13 (voir ci-dessous) montre la courbe qui représente l'évolution des pourcentages de la variance des profils. Cette représentation confirme les résultats présentés ci-dessus, et que seulement six composantes sont acceptables dont la valeur est supérieure à 1.

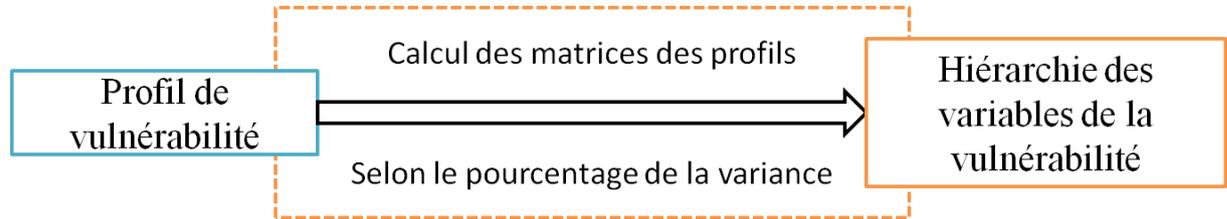
Graphe n°13 : Le tracé d'effondrement de la variance des profils de la vulnérabilité



Source : Application de l'ACP par SPSS, 2016

### V.3.1.2.3. La représentation de la corrélation des variables dans les profils de vulnérabilité

Les six profils de vulnérabilité expriment les pourcentages de la variance dans des matrices afin de donner les explications objectives et optimales des variables de la vulnérabilité (figure n°70).



Source : Auteur, 2016

Figure n°70 : Des profils de vulnérabilité aux matrices des variables

A partir de ce tableau n°35 présenté ci-dessous, on peut repérer les variables ayant une forte contribution sur chaque profil.

Tableau n°35 : Matrice des profils de vulnérabilité

Variables	Profil					
	1	2	3	4	5	6
Moins de 10 ans	0.973	-0.074	0.031	-0.090	0.031	-0.128
Personnes sans instruction	0.973	-0.075	0.032	-0.090	0.030	-0.129
Nombre de population	0.971	-0.083	0.043	-0.094	0.026	-0.139
Nombre de chômeurs	0.956	-0.109	0.058	-0.098	0.029	-0.151
Nombre d'habitation	0.954	-0.123	0.065	-0.090	-0.003	-0.152
Plus de 65 ans	0.779	-0.252	-0.415	0.265	-0.035	0.217
Densité population	0.730	-0.264	-0.468	0.300	-0.040	0.244
Densité d'habitation	0.714	-0.301	-0.459	0.297	-0.054	0.233
Equipement éducatifs	0.595	-0.286	0.347	-0.345	0.240	0.134
Equipement culturel	0.338	-0.142	-0.009	-0.111	0.181	-0.213
Construction sans eau	0.376	0.823	0.008	-0.001	0.036	0.159
Construction sans assainissement	0.437	0.792	-0.008	0.101	-0.080	0.077
Construction sans gaz	0.483	0.783	0.016	-0.024	0.097	0.097
Construction sans électricité	0.282	0.646	0.072	-0.083	0.158	0.111
Habitat précaire	0.407	0.626	0.101	0.118	-0.192	-0.159
Equipement administratif	0.314	-0.199	0.722	0.509	0.084	0.083
Gare routière	0.002	-0.097	0.578	0.591	0.470	0.202
Equipement sportif	0.112	-0.155	0.126	-0.558	0.394	0.276
Equipement touristique	0.096	-0.099	0.461	-0.099	-0.655	0.212
Equipement sanitaire	0.429	-0.197	0.432	-0.026	-0.490	-0.036
Equipement commercial	0.201	-0.130	0.142	-0.422	-0.043	0.709

La hiérarchie des variables a été effectuée par la méthode ACP.

Pour choisir les fortes corrélations des matrices, il est préconisé de basculer automatiquement du premier profil aux profils suivants.

Source : interprétation personnelle d'après le logiciel SPSS, 2016

Cette hiérarchie donne une nouvelle lecture des variables expliquant la vulnérabilité selon les profils étudiés. Les matrices donneront un sens aux profils. Les groupes de variables avec des contributions de signes opposés (positive ou négative) représentent leur emplacement dans la factorisation des profils ; toutefois, les variables sont classées par ordre décroissant.

L'observation du tableau n°35 montre que les fortes matrices de corrélations des variables se concentrent dans le premier et le deuxième profil ; pour les autres peu de variables sont corrélées à ses profils. Nous notons aussi une approximation entre la corrélation de la variable gare routière dans la troisième et la quatrième composante, le partage non équilibré des corrélations des variables entre les profils et la confrontation à des corrélations de variables non explicatives pour certains. De ce fait, il est recommandé de faire une rotation de la variance des profils pour avoir des matrices de profils plus explicatives pour éviter ces extrapolations et avoir une analyse plus modérée et globale.

#### V.3.1.2.4. La rotation des profils : une hiérarchisation plus modérée du spectre de la vulnérabilité

De ce qui précède, l'analyse dévoile qu'une rotation s'impose. Elle se fait via la méthode Varimax, car, elle permet d'évaluer d'une manière synthétique la corrélation des variables dans les profils factoriels, pour avoir une meilleure qualité de la projection en évitant les biais d'informations. La méthode Varimax est utilisée pour minimiser le nombre des variables ayant de fortes contributions sur une même composante et cherche un équilibre plus cohérent. En appliquant la rotation, la variance totale expliquée ne change pas, mais de nouveaux pourcentages de ces six profils sont attribués (voir le tableau n°36).

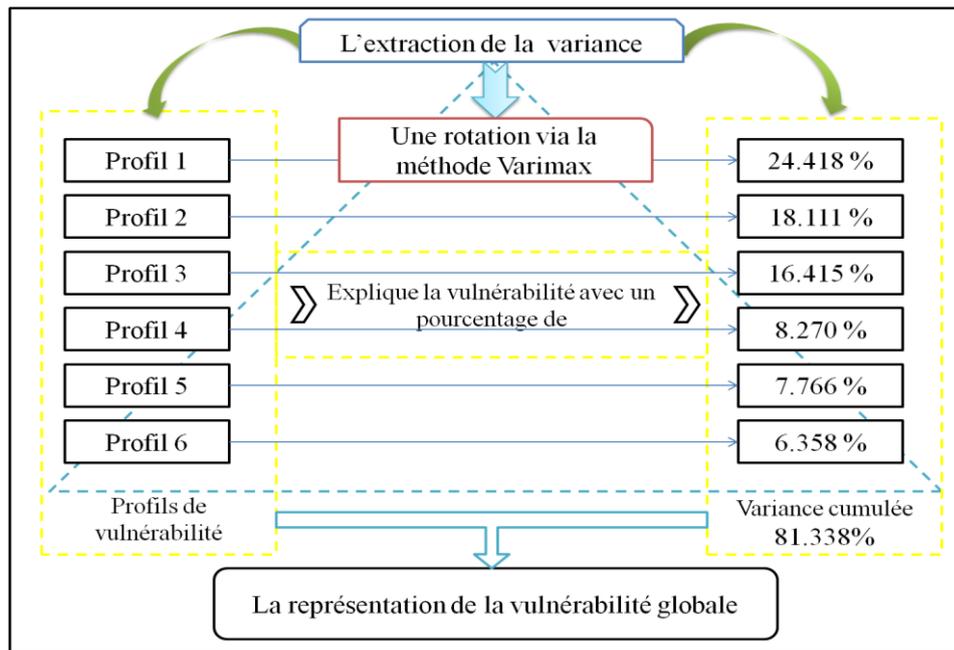
**Tableau n°36 : Rotation des profils par la méthode Varimax**

Sommes extraites du carré des chargements avant rotation			Sommes de rotation du carré des chargements après rotation (méthode Varimax)		
Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
7.936	37.792	37.792	5.128	24.418	24.418
3.236	15.409	53.201	3.803	18.111	42.528
2.040	9.713	62.915	3.447	16.415	58.943
1.563	7.441	70.356	1.737	8.270	67.214
1.232	5.869	76.225	1.631	7.766	74.980
1.074	5.113	81.338	1.335	6.358	81.338

Source : interprétation personnelle d'après le logiciel SPSS, 2016

De ce fait, nous avons six profils qui expliquent la variance totale avec un pourcentage de 81.338% (pourcentage cumulé). L'interprétation de ces nouveaux pourcentages de la variance est représentée dans la figure suivante n°71 qui donne une nouvelle lecture des profils.

Figure n°71 : La représentation des profils de vulnérabilité par après rotation



Source : Auteur, 2016

Tableau n°37: Rotation des matrices des composantes

Profils après rotation	Composante					
	1	2	3	4	5	6
Nombre de chômeurs	0.858	0.225	0.385	0.037	0.157	0.037
Nombre de population	0.853	0.255	0.402	0.029	0.154	0.038
Nombre d'habitation	0.852	0.211	0.390	0.035	0.188	0.025
Personnes sans instruction	0.846	0.264	0.412	0.027	0.146	0.042
Moins de 10 ans	0.845	0.264	0.413	0.027	0.145	0.042
Equipement éducatifs	0.792	-0.057	-0.044	0.151	0.094	0.295
Equipement culturel	0.455	-0.040	0.058	-0.004	-0.112	-0.001
Construction sans eau	0.030	0.915	0.051	-0.017	-0.025	0.050
Construction sans gaz	0.169	0.909	0.069	-0.002	-0.060	0.049
Construction sans assainissement	0.062	0.899	0.123	-0.020	0.059	-0.098
Construction sans électricité	0.085	0.715	-0.061	0.026	-0.097	0.123
Habitat précaire	0.178	0.709	0.012	-0.014	0.179	-0.278
Densité population	0.311	0.037	0.935	0.001	-0.018	0.003
Densité d'habitation	0.312	-0.004	0.927	-0.001	-0.002	-0.002
Plus de 65 ans	0.378	0.063	0.902	0.011	0.008	0.014
Gare routière	-0.043	-0.011	-0.025	0.970	-0.100	0.023
Equipement administratif	0.238	-0.007	0.049	0.868	0.340	-0.074
Equipement touristique	-0.031	-0.013	-0.050	0.032	0.836	0.109
Equipement sanitaire	0.365	-0.014	0.071	0.109	0.707	-0.040
Equipement commercial	-0.005	0.043	0.177	-0.016	0.288	0.802
Equipement sportif	0.266	-0.071	-0.146	-0.027	-0.160	0.686

Source : interprétation personnelle d'après le logiciel SPSS, 2016

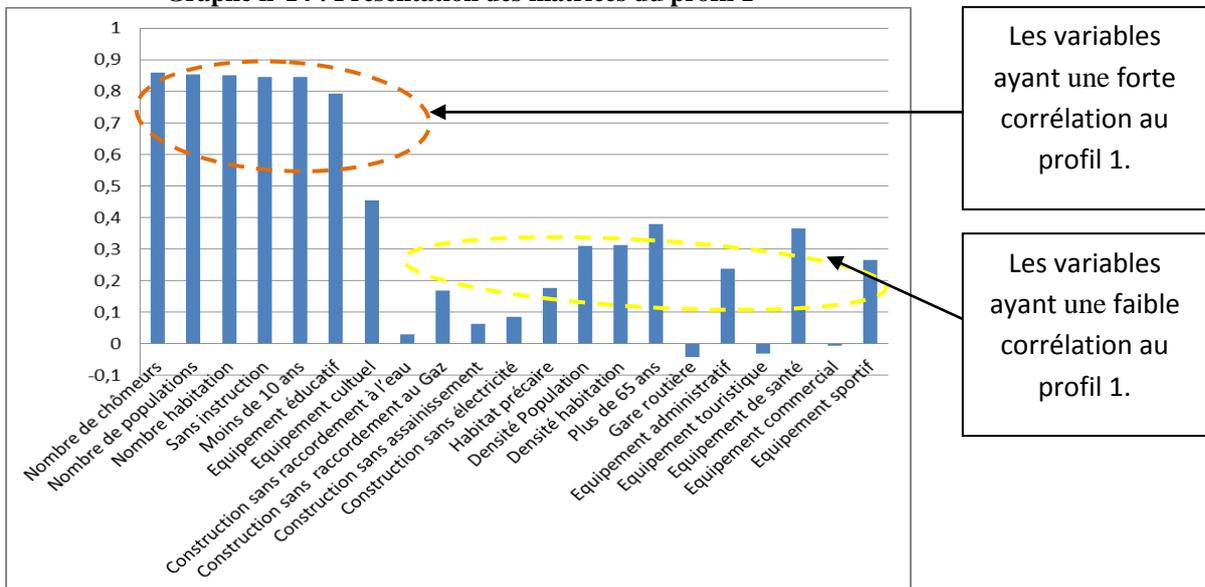
les matrices de corrélation après rotation donnent une nouvelle hiérarchie des variables pour les six profils. Cette hiérarchie permet ensuite de choisir les matrices les plus fortes par un basculement entre les profils de la vulnérabilité.

Le spectre de la vulnérabilité a révélé six profils expliquant la vulnérabilité urbaine. L'importance des variables dans chaque profil de vulnérabilité présente une variation contrastée. Il ressort que, la hiérarchie des variables à ce stade d'analyse donne une nouvelle lecture de la vulnérabilité.

Les variables corrélées aux profils présentent parfois de fortes corrélations et parfois des oppositions. Les graphes présentés ci-dessous permettent de voir le degré d'impact de chaque variable sur chaque profil.

**Le profil 1** : est le plus efficace dans l'explication de la vulnérabilité (24,418% de la variance totale), les variables corrélées à cette composante expliquent une vulnérabilité socioéconomique et physique caractérisée par une population de -10 ans vulnérables.

Graphique n°14 : Présentation des matrices du profil 1



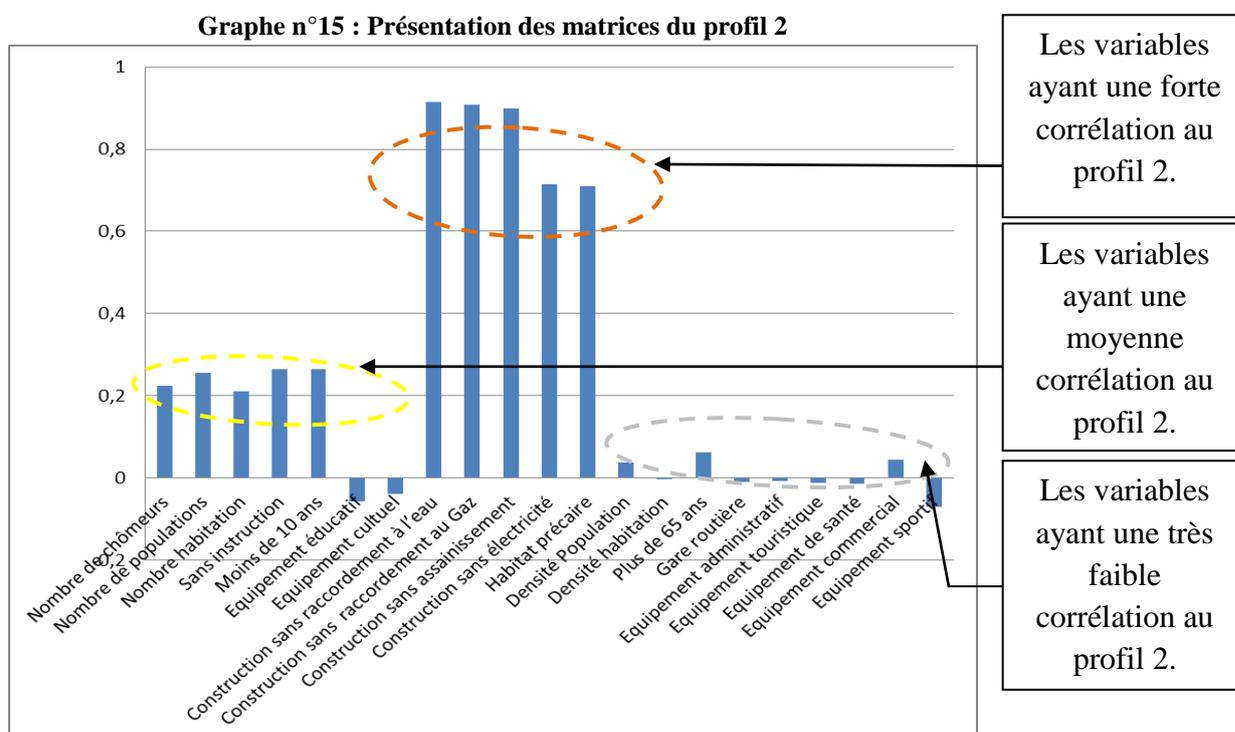
Source : traitement personnel d'après logiciel Excel, 2016

En observant le graphique n°14, les variables corrélées à ce profil sont :

le nombre de chômeur présente la plus forte corrélation avec un pourcentage de 85,8% ; viennent après les variables du nombre de population et d'habitations avec respectivement des taux de 85,3% et 85,2 % expliquant la vulnérabilité physique et humaine ; la population sans instruction est l'autre variable de la dimension sociale de la vulnérabilité corrélée à cette composante avec un taux de 84,6% ; la population moins de 10 ans est corrélée avec un pourcentage de 84,5%, cette catégorie de la population nécessite une prise en charge particulière ; les équipements éducatifs et culturels affichent une corrélation importante avec 79,2% et 45,5% du fait de leur présence dans la plupart de la zone d'étude. La forte corrélation des équipements éducatifs et la population âgée moins de 10ans reflète une vulnérabilité très importante. Ce profil présente des corrélations faibles pour les autres variables avec différentes valeurs moins importantes et dans

l'écart est appréciable par rapport aux variables citées ci-dessus, (exemple : gare routière, équipement commercial et équipement sportif, etc.).

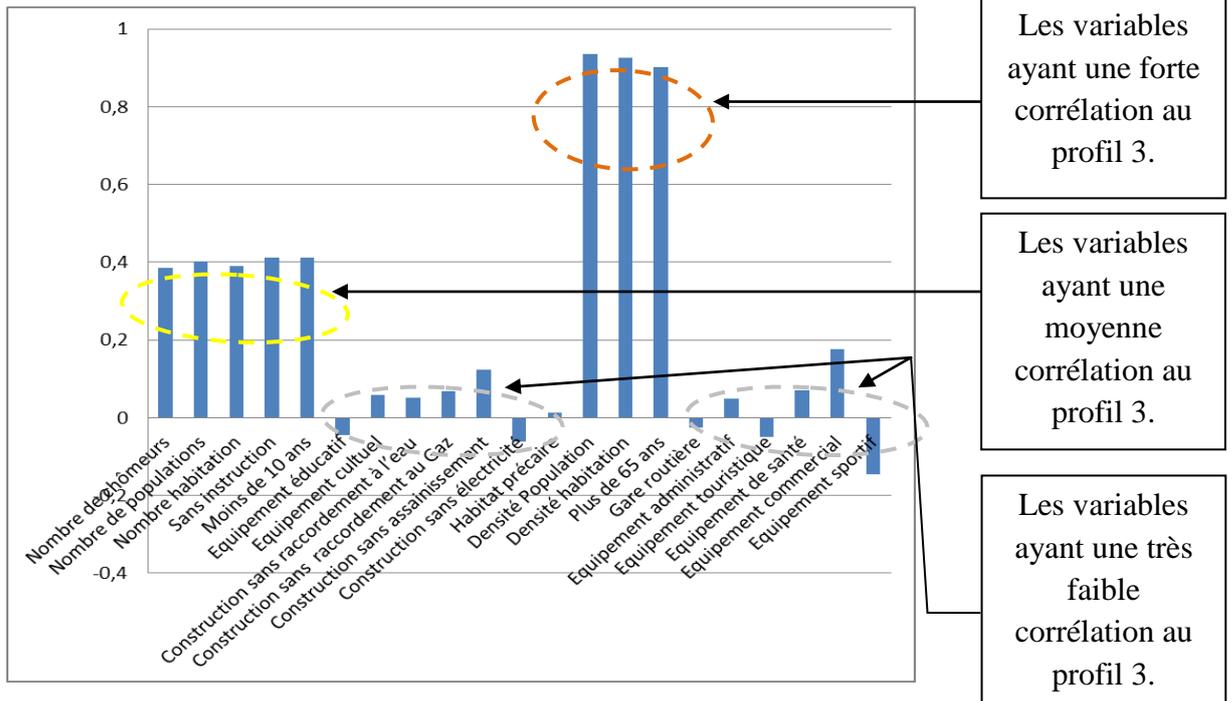
**Le profil 2** : il est caractérisé par une vulnérabilité fonctionnelle et structurelle. Les variables explicatives les plus corrélées sont les variables de la vulnérabilité dues aux non raccordements aux réseaux (sans raccordement à l'eau avec une charge de 91,5%, sans raccordement au Gaz avec une charge 90,9%, sans assainissement avec une charge 89,9%, sans électricité avec une charge 71,5%) ; et du fait de la présence de ces facteurs dans les constructions sans viabilité et qui présentent une mauvaise qualité de vie, la corrélation de la variable habitat précaire se succède avec un taux important de 70,9%. Les autres variables sont manifestement moins corrélées, car ils ont de faible valeur dans la force de représentation de la vulnérabilité urbaine. Le graphe n°15 ci-dessous, met en évidence les fortes corrélations des variables relatives aux raccordements aux réseaux et à l'habitat précaire.



Source : traitement personnel d'après logiciel Excel, 2016

**Le profil 3** : ce troisième profil porte sur la vulnérabilité humaine et sociale avec une population âgée plus de 65ans. Ces variables explicatives sont centrées sur la concentration de la population âgée avec (93,5%) et les habitations (92,7%) comme facteur de vulnérabilité. La population âgée est aussi un indicateur important (90,2%) car cette marge de la population doit être prise en considération du fait de sa vulnérabilité. Cette tranche de variables est secondée par les variables fortement corrélées au premier profil mais avec des corrélations moins importantes. Depuis le graphe n°16 on peut distinguer l'influence des variables sur ce profil.

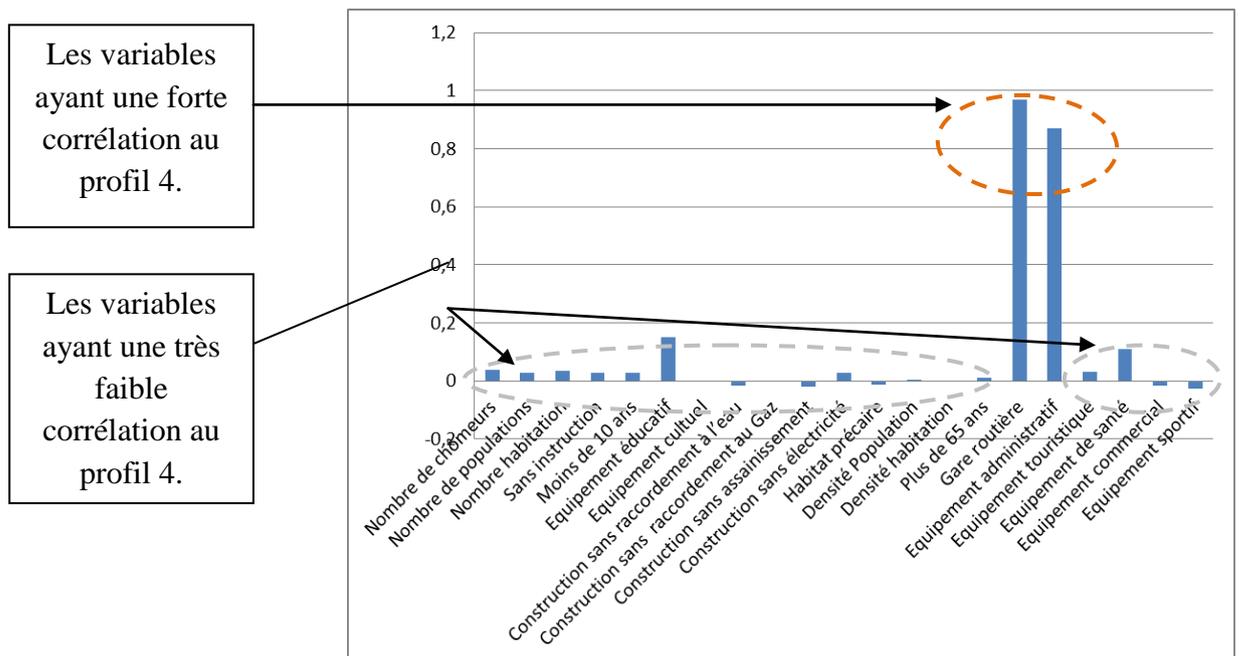
Graphe n°16 : Présentation des matrices du profil 3



Source : traitement personnel d'après logiciel Excel, 2016

**Le profil 4 :** les équipements comme la gare routière 97,0% et les administrations 86,8% sont les plus corrélées à ce profil de vulnérabilité. Ces variables sont des facteurs de la vulnérabilité organisationnelle et structurelle. Les équipements nécessitant une gestion particulière pour l'évacuation de la population exposée. Leur concentration dans les quartiers est un facteur aggravant la vulnérabilité urbaine.

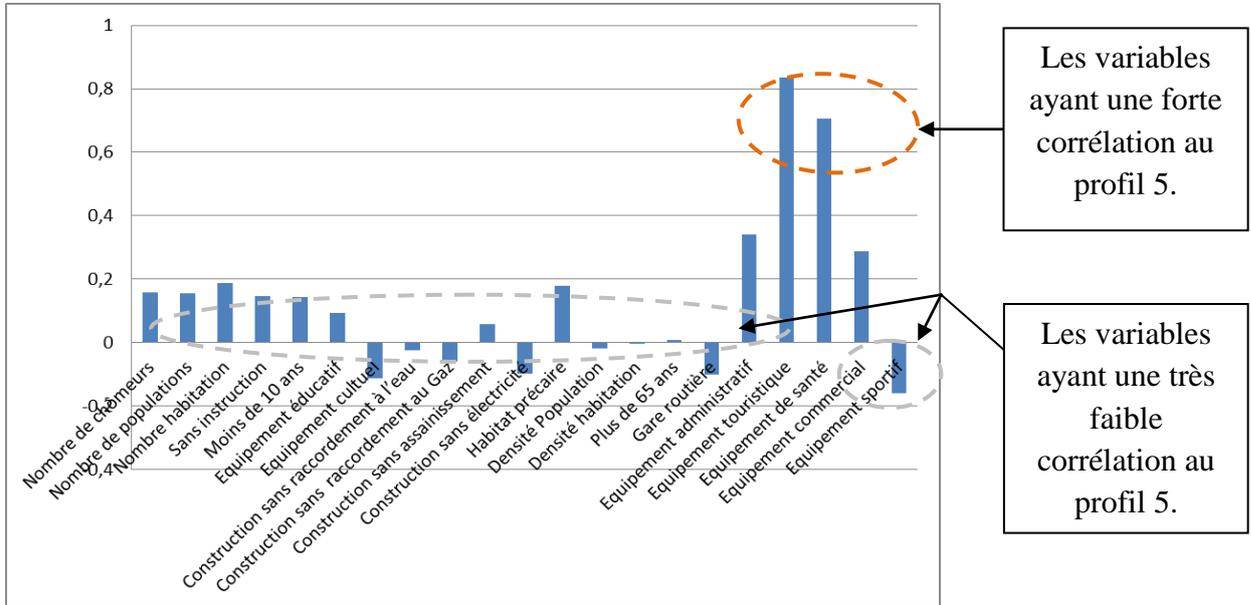
Graphe n°17 : Présentation des matrices du profil 4



Source : traitement personnel d'après logiciel Excel, 2016

**Le profil 5** : est caractérisé par une forte corrélation aux équipements touristiques 83,6% et sanitaires 70,7%. Ces variables énoncent une relation avec la manifestation de la vulnérabilité économique et surtout pour les équipements sanitaires où ils doivent être situés hors des zones vulnérables. Des faibles corrélations s'affichent pour d'autres variables (graphe n°18).

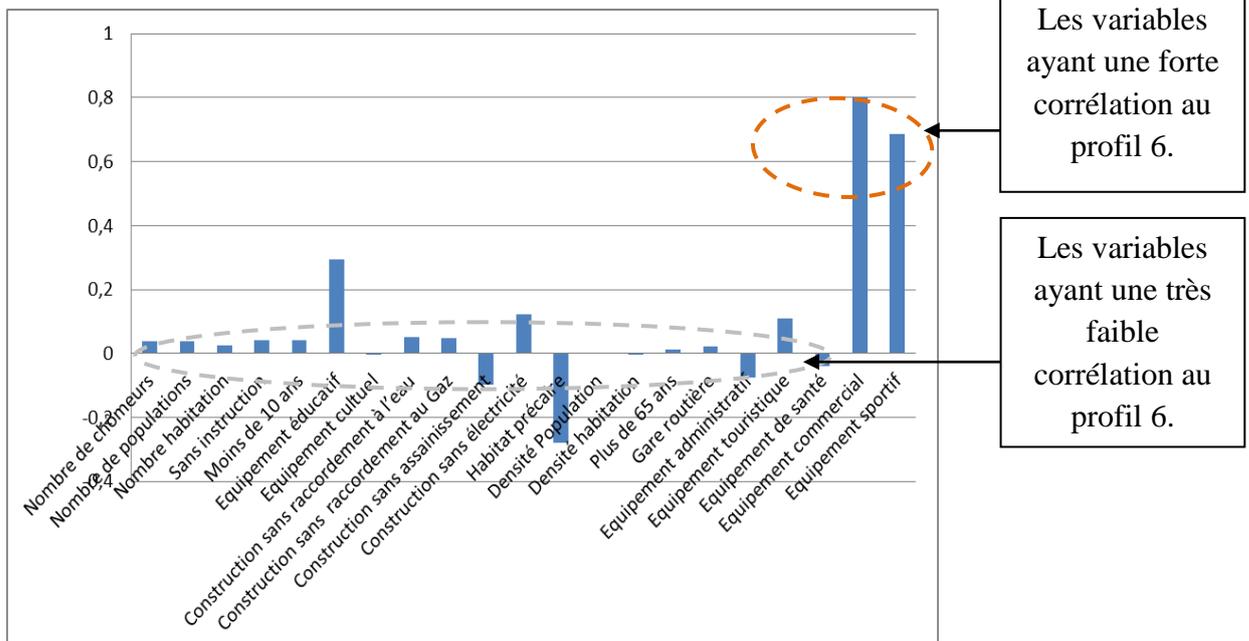
**Graphe n°18 : Présentation des matrices du profil 5**



Source : traitement personnel d'après logiciel Excel, 2016

**Le profil 6**: ce dernier profil est corrélé aux équipements commerciaux 80,2% et sportifs 68,6%, nous notons une très faible corrélation des autres variables (voir le graphe n°18).

**Graphe n°19 : Présentation des matrices du profil 6**



Source : traitement personnel d'après logiciel Excel, 2016

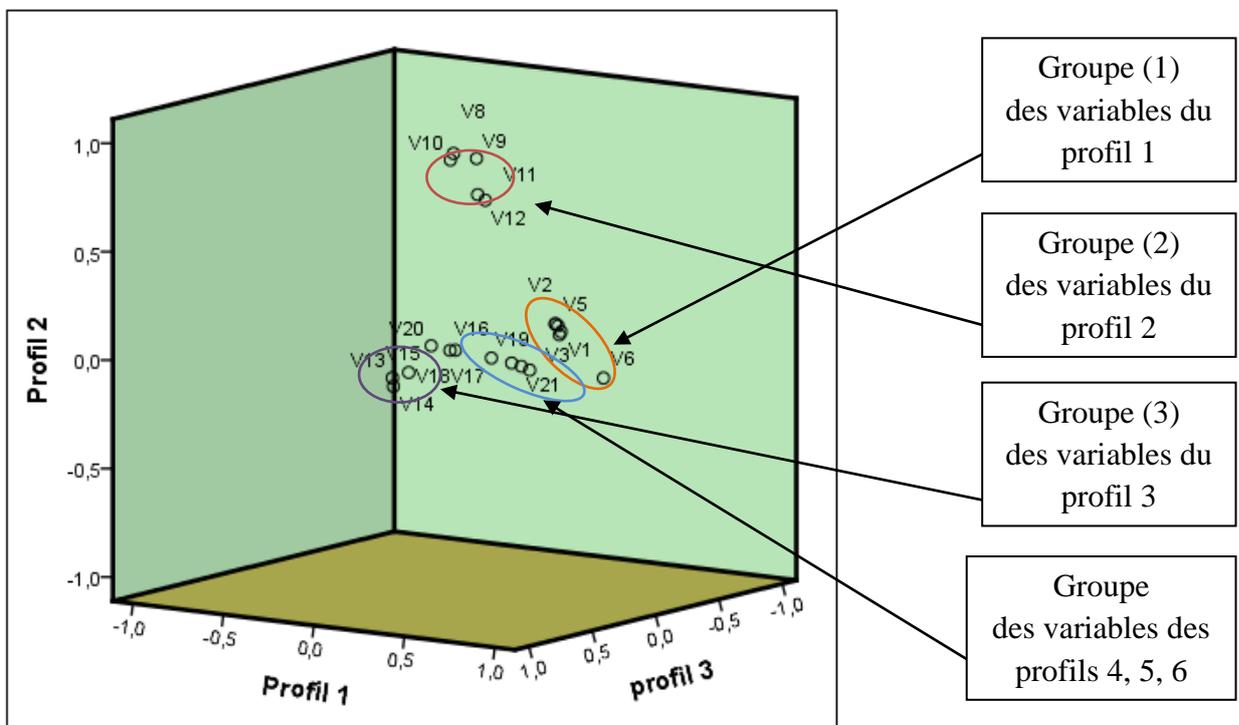
En somme, le constat des graphes ci-dessus montre l'influence des variables dans chaque profil de la vulnérabilité. Les valeurs des corrélations des variables attribuées donnent une lecture claire sur les relations qu'entretiennent celles-ci dans l'explication et sur la de force de leurs influences sur la vulnérabilité. L'importance de chaque variable est donnée en fonction, de sa corrélation au profil d'une part et du pourcentage de la variance de ce profil dans son explication d'autre part.

Il ressort que, cette analyse permet de distinguer les variables fortement corrélées aux profils pour donner une hiérarchie dans l'explication du spectre de la vulnérabilité. L'agencement, l'ordre, et le pourcentage de la variance des variables et des profils contribuent dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine.

### V.3.1.2.5. La factorisation des variables dans l'espace selon le spectre des profils de la vulnérabilité

La méthode d'analyse en composante principale donne une factorisation des coordonnées des variables selon la variance des profils calculés. Cette illustration (graphe n°20) représente le positionnement des variables par rapport aux profils dans l'espace (il figure en 3D). Chaque regroupement des variables veut dire qu'ils ont presque le même degré d'importance dans l'explication de la vulnérabilité.

Graphe n°20 : Tracé des profils dans l'espace après rotation



Source : interprétation personnelle d'après le logiciel SPSS, 2016

A partir du schéma ci-dessus, on a pu abrégé le nom de variable selon leur hiérarchie dans le tableau des matrices des profils après rotation, dans le but de repérer les groupes des variables qui présentent une influence approximativement similaire (forte corrélation au même profil).

La factorisation faite en fonction des variables selon leurs corrélations aux 6 profils, est représentée par rapport aux 3 axes X, Y, Z, où X représente le profil 1, Y représente le profil 2 et Z représente le profil 3, les profils 4, 5, 6 sont projetés dans l'espace par rapport à leurs corrélations aux 3 axes. On peut repérer 4 groupes de variables, groupe (1), (2), (3), (4), ces groupes rassemblent les variables ayant des corrélations proches.

Ainsi, le groupe (1) regroupe les variables corrélées au premier profil qui sont presque superposées incluant (nombre de chômeur, nombre de population, nombre d'habitation, sans instruction, moins de 10 ans, Equipement éducatif et culturel) et projetées sur l'axe du profil 1. Le groupe (2) comprend les variables corrélées au profil 2 (les variables des constructions non raccordées aux réseaux et l'habitat précaire). Le groupe (3) comporte les variables du troisième profil qui se trouvent aussi rapprocher (densité de la population et d'habitation ainsi que la variable de la population âgée plus de 65ans) et projetées sur l'axe du Profil 3.

Pour le groupe (4), il inclut les variables corrélées aux profils 4, 5 et 6, il est composé des différents équipements (gare routière et administratif, touristique, sanitaire, commercial, sportif) qui sont situés dans la même zone exprimant une variance rapprochée dans cet angle de vue.

### **V.3.2. Des profils hiérarchiques des variables au classement de la vulnérabilité : un modèle à explorer**

La hiérarchisation des variables dans les six profils permet de donner une représentation simplifiée de la vulnérabilité urbaine. Cette étape est une assise essentielle dans l'estimation de la vulnérabilité afin de spatialiser cette hiérarchie de variables à l'échelle du territoire de Skikda dans le chapitre suivant, et conduit au choix des décisions pour la gestion des quartiers vulnérables; pour cela, elle doit être minutieuse.

#### **V.3.2.1. Classification de la vulnérabilité par une hiérarchie des variables**

L'analyse des profils de vulnérabilité par le biais de l'analyse par composante principale nous a permis d'effectuer un classement des variables (représenté dans le tableau n°38 ) organisé selon le degré d'importance et l'influence de ces variables dans les différents profils.

**Tableau n°38 : Classification des variables de la vulnérabilité**

Classement	Variables	Corrélation	Profil	variance
1	Nombre de chômeurs	85,8%	1	24,418
2	Nombre de population	85,3%		
3	Nombre d'habitations	85,2%		
4	Personnes sans instruction	84,6%		
5	Moins de 10 ans	84,5%		
6	Equipement éducatif	79,2%		
7	Equipement culturel	45,5%		
8	Constructions sans raccordement à l'eau	91,5%	2	18,111
9	Constructions sans rac au Gaz	90,9%		
10	Constructions sans assainissement	89,9%		
11	Construction sans électricité	71,5%		
12	Habitat précaire	70,9%		
13	Densité Population	93,5%	3	16,415
14	Densité habitation	92,7%		
15	Plus de 65 ans	90,2%		
16	Gare routière	97,0%	4	8,270
17	Equipement administratif	86,8%		
18	Equipement touristique	83,6%	5	7,766
19	Equipement de santé	70,7%		
20	Equipement commercial	80,2%	6	6,358
21	Equipement sportif	68,6%		

Source : Auteur, 2016

A partir du tableau n°38, nous avons obtenu une classification des variables de la vulnérabilité dans une décomposition hiérarchique. Les profils retenus expliquent la variance dans la représentation de la vulnérabilité. Ce classement visualise la variable nombre de chômeur comme la plus importante (85,8%), secondé par la variable nombre de population (85,3%) et suivi par la variable relative au nombre d'habitation (85,2%) ; les variables sans instructions et moins de 10 ans figurent corrélées au premier profil avec les valeurs de 84,6% 84,5% ; les équipements éducatifs et culturels sont aussi corrélées avec respectivement les valeurs 79,2% et 45,5% ; ce profil est le plus important, il explique 24,418% de la vulnérabilité globale.

Le développement de cette logique opère une considération des corrélations les plus importantes dans chaque profil dans un ordre décroissant de la 1<sup>ère</sup> composante à la 6<sup>ème</sup> pour expliquer le rapport des interactions qui existent entre les profils et les variables explicatives.

A cet effet, juste après la variable équipement cultuel qui est corrélée à la première composante, nous retenons la variable relative aux constructions sans raccordements à l'eau qui présente une forte corrélation au deuxième profil avec la valeur de 91,5%, les autres variables portant sur le non raccordement aux réseaux de gaz, assainissement et électricité se succèdent avec de forte corrélations au même profil avec les valeurs de 90,9%, 89,9%, 71,5% respectivement, suivies de l'habitat précaire avec 70,9%, ce profil explique 18,111% de la vulnérabilité.

Ensuite, dans la même logique, on distingue trois variables explicatives pour le troisième profil (densité population, densité habitation et plus de 65ans) et qui expriment 16,415% de vulnérabilité globale. Les variables (gare routière et équipement administratif) sont corrélées au quatrième profil avec 8,270% d'explication de la vulnérabilité globale. Le cinquième profil explique 7,766% de la vulnérabilité, il est corrélée aux deux variables (équipement touristique et équipement de santé et enfin, le sixième profil corrélé avec les variables (équipement commercial et sportif), il explique 6,358% de la vulnérabilité globale.

Il est impératif de connaître la hiérarchie des coefficients de corrélations des variables relatifs aux composantes. Le total de la variance permet de traduire l'influence de ces variables et induira à présumer une formule pour l'estimation de cette vulnérabilité.

### V.3.2.2. L'estimation de la vulnérabilité : une formule s'impose pour l'évaluer

L'analyse factorielle nous a permis d'avoir une classification des variables et une réduction des données dans une hiérarchie simplifiée des facteurs aggravant la vulnérabilité des quartiers. Toutefois, ce classement doit être mis en évidence par une représentation avec un outil d'aide à la décision pour la territorialisation de la vulnérabilité grâce aux systèmes d'information géographique. Cet outil va être utilisé pour affiner, donner une lecture de la vulnérabilité à l'échelle des quartiers, et permet la spatialisation des corrélations des variables de la vulnérabilité. Notre démarche exploratoire a déterminé six profils de vulnérabilité, où chacun a sa propre variance, cumulant ainsi un total de 81.338%. Ce résultat permet d'affirmer les relations linaires qui existent entre les variables supposées dans la manifestation de la vulnérabilité urbaine.

Donc, nous savons que :

$$\text{Vulnérabilité} = \sum \text{variables}$$

$$\text{Variables} = \sum (\text{facteurs de vulnérabilité humaine, physique, structurelle, fonctionnelle, de dépendance, etc.})$$

Entre autre, la variance est exprimée par :

$$\begin{aligned} \text{Variance totale cumulée} &= (\text{Profil}_1\%)+(\text{Profil}_2\%)+(\text{Profil}_3\%)+(\text{Profil}_4\%)+ (\text{Profil}_5\%)+ (\text{Profil}_6\%) \\ &= 24,418+18,111+16,415+8,270+7,766+6,358 \end{aligned}$$

Variance totale cumulée = vulnérabilité expliquée = 81.338%.

Cette application permet de distinguer deux faits :

Le premier fait expose que selon la légitimité de la sélection des variables à fortes corrélations correspondantes aux six profils, des valeurs de variance et de corrélations ont été attribuées.

Le deuxième fait, la correspondance entre la corrélation des variables à l'échelle du quartier permet de constater l'émergence des facteurs de coefficient de corrélations relatifs aux quartiers pour chaque profil (tableau n°39).

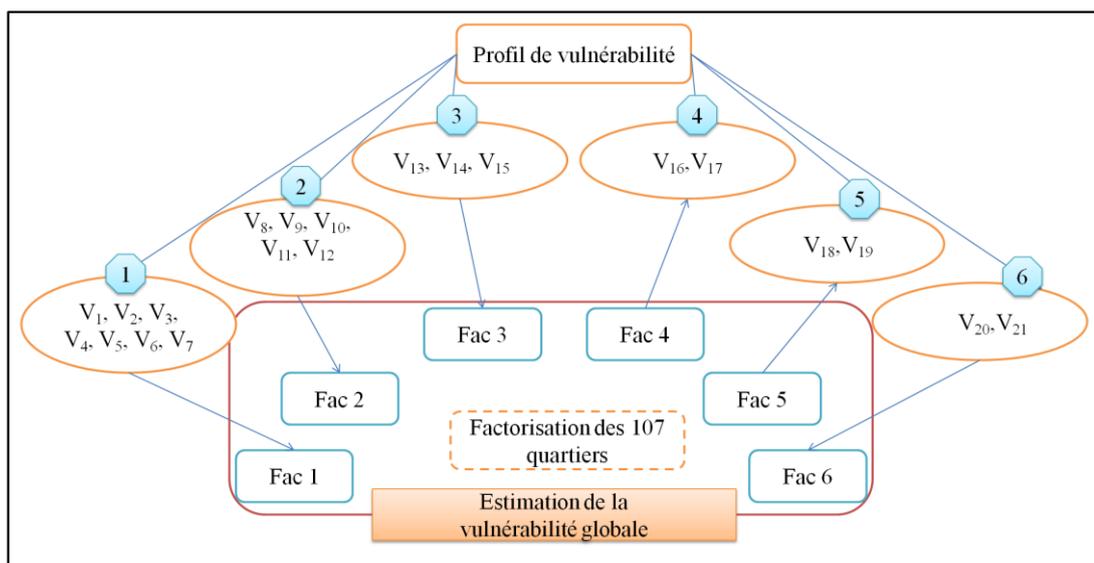
**Tableau n°39 : Factorisation des quartiers aux profils de la vulnérabilité**

Quartiers	Fac 1	Fac2	Fac 3	Fac 4	Fac 5	Fac 6
Q <sub>1</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>
Q <sub>2</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	C <sub>16</sub>
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
Q <sub>n</sub>	C <sub>n1</sub>					

Source : Auteur, 2016

Donc, il s'agit de prendre les valeurs de factorisation selon le profil correspondant à chaque variable.

**Figure n°72 : La modélisation de la factorisation de la hiérarchie des variables et quartiers**



Source : Auteur, 2016

La vulnérabilité expliquée peut être donc formulée avec l'équation suivante :

Soit :  $R$  : est le coefficient de corrélation de la variable correspondante

$C$  : est le coefficient de factorisation du quartier par rapport au profil correspondant.

$Var_i$  : est la variance expliquée pour les profils 1, 2, 3, 4, 5, 6

$v_n$  : variable, nous avons 21 variables dans le classement :  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{21}$

$VU_{Q_j}$  : est la Vulnérabilité expliquée du quartier  $\rightarrow (Q_j)$

On obtient la formule:

$$VU_{Q_j} = (Rv_1 \times Cv_{Q1} + Rv_2 \times Cv_{Q2} + \dots) \times Var_1 + (Rv_8 \times Cv_{Q8} + Rv_9 \times Cv_{Q9} + \dots) \times Var_2 + \dots (n \text{ variables})$$

Cette formule est à la base de l'estimation de la vulnérabilité pour l'ensemble des 107 quartiers. Le modèle de calcul est assujéti pour permettre à priori dans le chapitre qui suit de territorialiser la vulnérabilité urbaine, par le biais des valeurs calculées (annexe n°14). La construction de l'objet de recherche passe de ce fait, des calculs mathématiques et algorithmiques à une lecture spatiale dont les SIG font leur rôle de gestion et de traitement de la base de données concrétisées dans le chapitre suivant.

## Conclusion

L'étude du territoire de la ville de Skikda vise d'une part à analyser les enjeux pouvant être facteurs de la vulnérabilité urbaine dans toutes ces dimensions urbaines, sociales, économiques, environnementales, etc., et d'autre part, à définir les variables provoquant des situations problématiques (selon la disponibilité des données) dans l'objectif d'élaborer une représentation graphique à partir de laquelle, il sera possible de cerner les espaces les plus vulnérables et prendre des décisions quant à la gestion des risques du territoire.

En raison de la multidimensionnalité de la vulnérabilité urbaine et de la variété et la complexité des enjeux à l'échelle territoriale, l'application de la méthode vise à classer les dimensions de la vulnérabilité dans une hiérarchie selon le principe du multicritère d'aide à la décision (dimension, action du critère) et de considérer aussi l'interdépendance entre les critères choisis appelés variables (dans un raisonnement systémique). Cette logique est possible par le biais de la méthode d'analyse par composante principale, qui évalue les corrélations entre ces variables et leurs relations avec la vulnérabilité de la zone étudiée (la corrélation entre les variables d'un même facteur donne une redondance, en effet, le choix des variables doit être pertinent).

Pour cela, les données que nous avons prises concernent principalement les variables de la vulnérabilité humaine, physique, fonctionnelle, structurelle (la population, les habitations, les

réseaux, les équipements recevant public) et d'autres variables socioéconomiques sont aussi considérées dans cette étude (nombre de chômeur, nombre de personnes sans instruction).

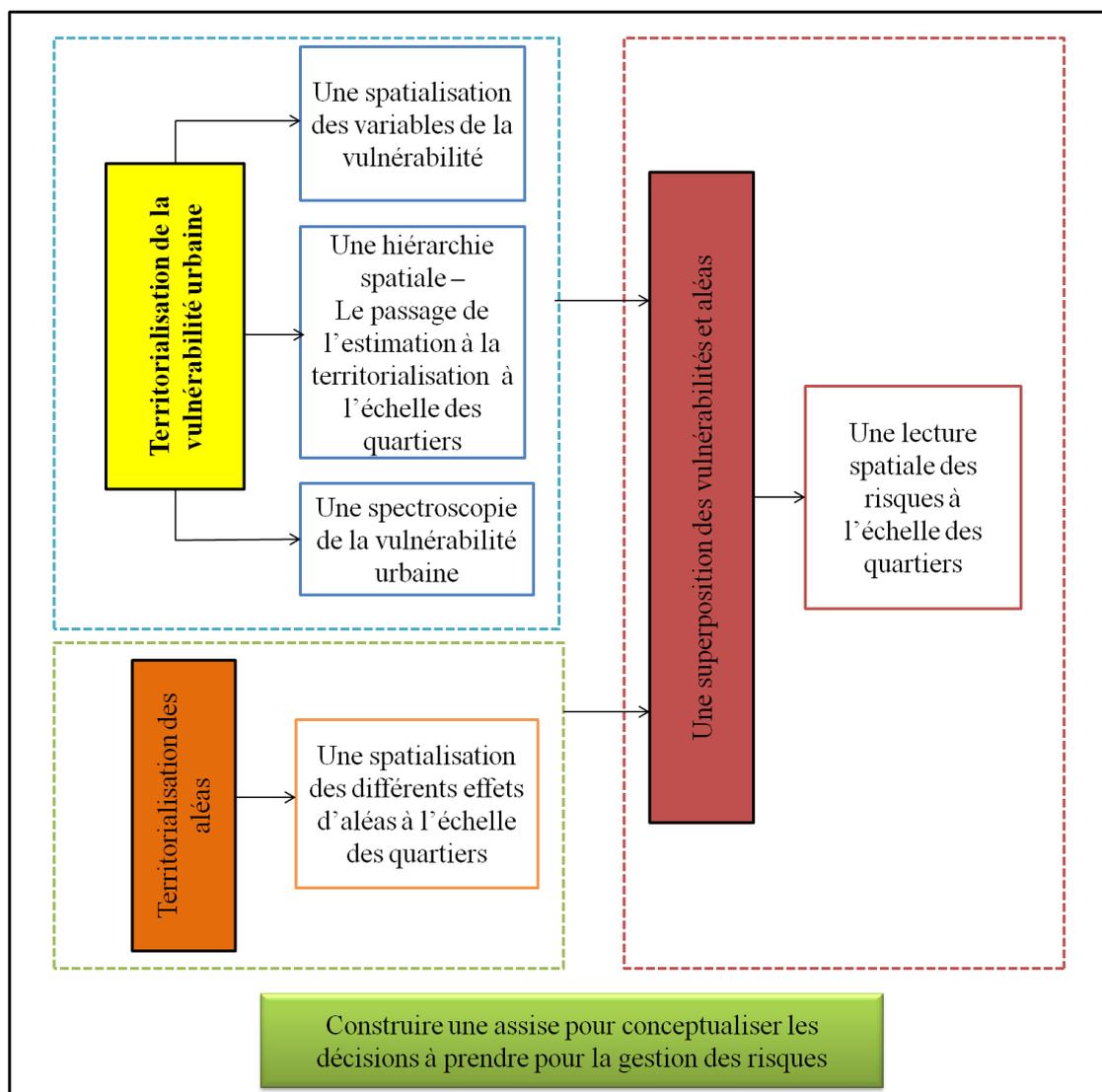
Notre approche est appliquée à l'échelle du quartier pour l'ensemble du terrain d'étude, qui comprend la commune de Skikda, Hamadi Krouma et une partie de Flifla, soit 107 quartiers. Ces quartiers sont composés de 191 districts. Dans l'absence de données sur les quartiers, les statistiques sur les districts permettent de constituer la base de données pour calculer les données à son échelle. Cette étape est la base de notre recherche, où, tous les calculs se font à partir de cette étape. L'élargissement des variables de la vulnérabilité a permis de voir apparaître de nouvelles interdépendances entre les variables de la vulnérabilité. La matrice de corrélation permet de déceler rapidement les variables fortement corrélées et/ou de juger de l'existence de corrélations suffisantes entre les variables.

De ce fait, le spectre de la vulnérabilité est exprimé par 21 variables. Ces dernières ont montré leurs attributions par des valeurs de corrélation et un coefficient significatif. L'ACP a permis d'extraire les variables et de réduire l'ensemble des données dans 6 profils représentant la variance de la vulnérabilité. Cette étape donne une hiérarchie des variables et met en évidence un classement dans lequel, on voit émerger la première variable qui explique la vulnérabilité d'un taux très élevé est le nombre de chômeur, secondé par le nombre de la population, et ensuite le nombre d'habitation, puis les personnes sans instructions, de moins de 10 ans, équipement culturel, équipement éducatif, construction sans raccordement à l'eau, construction sans raccordement au Gaz, construction sans assainissement, construction sans électricité, habitat précaire, densité population, densité habitation, plus de 65 ans, gare routière, équipement administratif, équipement touristique, équipement de santé, équipement commercial, équipement sportif. Cette réduction facilite le passage des données pour travailler à l'échelle du quartier. L'utilisation d'une formule pour dépasser les statistiques et aller vers une représentation spatiale est essentielle, favorisant la territorialisation et la spatialisation de la vulnérabilité urbaine dans le chapitre suivant.

Cependant, ce type de méthode se base sur des données quantitatives qui ont une marge d'erreur et le manque de certaines données (variables qui peuvent être considérées dans des travaux ultérieurs comme les personnes à mobilité réduite) dont il faut tenir compte dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine afin d'améliorer cette étude à posteriori.

## Chapitre VI

### La spatialisation de la vulnérabilité urbaine : un préalable pour une meilleure gestion des risques



## Introduction

L'estimation de la vulnérabilité à l'échelle territoriale revoie à spatialiser le classement de celle-ci dans une représentation hiérarchique des quartiers de la zone d'étude. Le passage des calculs mathématiques à la spatialisation s'effectue par la modélisation d'une formule qui prend en considération la variance des six profils de vulnérabilité et de leurs factorisations par rapport aux quartiers.

La mise en pratique de la méthodologie est possible par l'utilisation des SIG (systèmes d'informations géographiques) qui permettent l'insertion de la base de données à la cartographie géoréférencée en fonction de l'échelle spatiale d'analyse qui est le quartier. En revanche, une lecture de la spatialisation des variables au niveau territorial permet de constater les inégalités dans la répartition des variables dans les quartiers de la zone d'étude. L'exploitation des paramètres avancés des SIG peuvent concrétiser une hiérarchisation de la vulnérabilité urbaine par classement des quartiers selon la formule proposée. Donc, l'estimation de la vulnérabilité débouche sur l'identification des quartiers vulnérables en spatialisant leurs hiérarchisations, et ne pas se contenter de quantifier la vulnérabilité, dans le sens où les approches classiques de la vulnérabilité se concentrent souvent sur l'identification de l'aléa et ses zones d'impact sans prendre en considération des relations entre les variables de la vulnérabilité urbaine qui peuvent être à la source de l'aggravation ou au déclenchement même de la catastrophe.

Après avoir pris connaissance de la hiérarchie territoriale de la vulnérabilité urbaine, notre étude se consacre davantage à explorer les aléas menaçant la ville ; ceci dit, s'intéresser à l'estimation de la vulnérabilité urbaine globale appelle notamment à considérer la vulnérabilité aux risques urbains. Cet aspect mesurable au niveau territorial permet en effet, de faire une lecture de l'exposition des zones vulnérables aux aléas.

La zone d'étude est désormais exposée à de nombreux aléas d'origine naturelle (séismes, inondations, et glissements de terrain), technologiques, et environnementaux, dont le contexte est marqué par la variété et la gravité des aléas. L'importance économique et politique de ce territoire exige une stratégie pertinente. La question de la réduction de la vulnérabilité et de la gestion des risques est devenue primordiale après les accidents qui sont survenus sur le territoire étudié et surtout avoir décrété Skikda ville à risque majeur. Donc, souligner les quartiers vulnérables et évaluer leurs expositions aux aléas est l'objectif de ce chapitre. La superposition à l'aide des SIG est un atout pour faire émerger les cartes thématiques visualisant la synthèse de la superposition des aléas et des vulnérabilités à l'échelle des quartiers afin de pouvoir mesurer les niveaux de risques auxquels la zone d'étude est exposée.

## **VI.1. De l'estimation de la vulnérabilité urbaine de Skikda à sa territorialité, une base de données à représenter**

Dans un premier temps, la mise en cartographie des variables quantifiées dans le chapitre précédent donne une vision claire sur la répartition des variables de vulnérabilité au niveau spatial. Dans un deuxième temps, il s'agit de comprendre l'effet des corrélations et de la hiérarchie de ces variables dans les six profils de vulnérabilité dans la territorialisation de la vulnérabilité urbaine. Au niveau spatial, les variables et la vulnérabilité sont représentées à l'aide des SIG par le biais du logiciel Arcgis; leur spatialisation est faite par la méthode Jenks intégrée au logiciel. Cette méthode permet la discrétisation des données dans un nombre de classe pour réduire l'ensemble des données quantitatives dans des niveaux ordonnées. *«Perdre le moins possible d'informations, du point de vue de la statistique, reviendrait à cartographier toutes les valeurs, sans discrétisation préalable. Or, nous savons que les règles de la perception visuelle contredisent cette exigence, la lisibilité de l'image cartographique étant d'autant plus grande que le nombre de signes distincts, donc de classes, est petit. Il est donc indispensable de procéder à une «réduction» de l'information statistique.»* (Beguin M et Pumain D, 1994).

La méthode Jenks classe les niveaux selon le regroupement naturel des données sous-jacentes. Les intervalles sont définis par l'optimisation des groupes de données qui ont des valeurs presque semblables, elle maximise la variance interclasse et minimise la variance intraclasse (Lambert N. et Zanin C, 2016).

Pour choisir le nombre de classes à représenter, il est impératif de prendre en considération les objectifs de la recherche fondée sur la gestion des risques provenant de la superposition des aléas avec la vulnérabilité urbaine. Les approches les plus répandues ont souvent mis en évidence trois niveaux pour ces phénomènes (faible, moyen et fort) (Zimmerman P-E et Saint-Gérand T, 2006 ; Veyret Y, 2006 ; Rasse G, 2009). En plus, la superposition par la suite des aléas, et des vulnérabilités exige d'avoir le même nombre de niveaux pour pouvoir lire les spécificités des quartiers quant à leurs expositions aux risques.

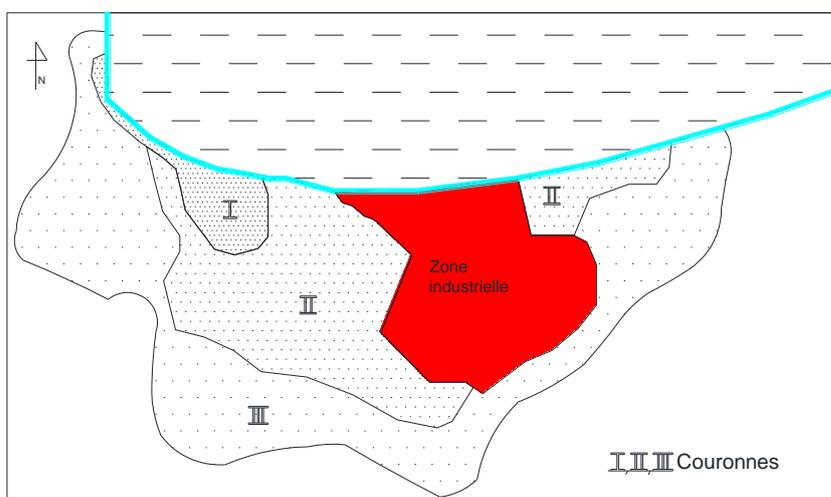
### **VI.1.1. Spatialisation des variables de la vulnérabilité urbaine, des enjeux à repérer**

Depuis l'analyse faite par ACP (analyse en composantes principales), on a pu retenir 21 variables. Chacune explique une dimension de la vulnérabilité. Leurs spatialisations donnent une lecture simplifiée des 107 quartiers en 3 classes pour chaque variable afin de déceler les distinctions entre les quartiers en fonction de chaque variable, et plus encore de découvrir les particularités de ces quartiers par rapport à l'ensemble des variables.

### VI.1.1.1. Le cadre humain et physique, les variables évidentes de la vulnérabilité urbaine

Il s'agit de distinguer la répartition des données des variables : densité d'habitation, densité humaine, population moins de 10 ans, population + 65 ans, les variables nombre d'habitation et nombre de population sont représentés par le biais de la densité, car, elle donne une lecture explicite sur les inégalités dans l'urbanisation entre les quartiers en fonction du nombre et de la superficie spontanément. L'observation de la dispersion des données de la population moins 10 ans et plus de 65 ans permet de voir la spatialisation des variables de la vulnérabilité sociale au sein de la zone d'étude.

Figure n°73 : Les trois principales couronnes de l'évolution de Skikda



Source : carte établie par l'auteur, 2016

Pour mieux comprendre les changements opérés dans la répartition des variables de la vulnérabilité dans la zone d'étude, nous avons réalisé un schéma représentant la ville en 3 couronnes. Ces dernières sont définies selon l'évolution de l'urbanisation de la ville et en fonction des principales étapes de

mutations urbaines qu'a connues la ville.

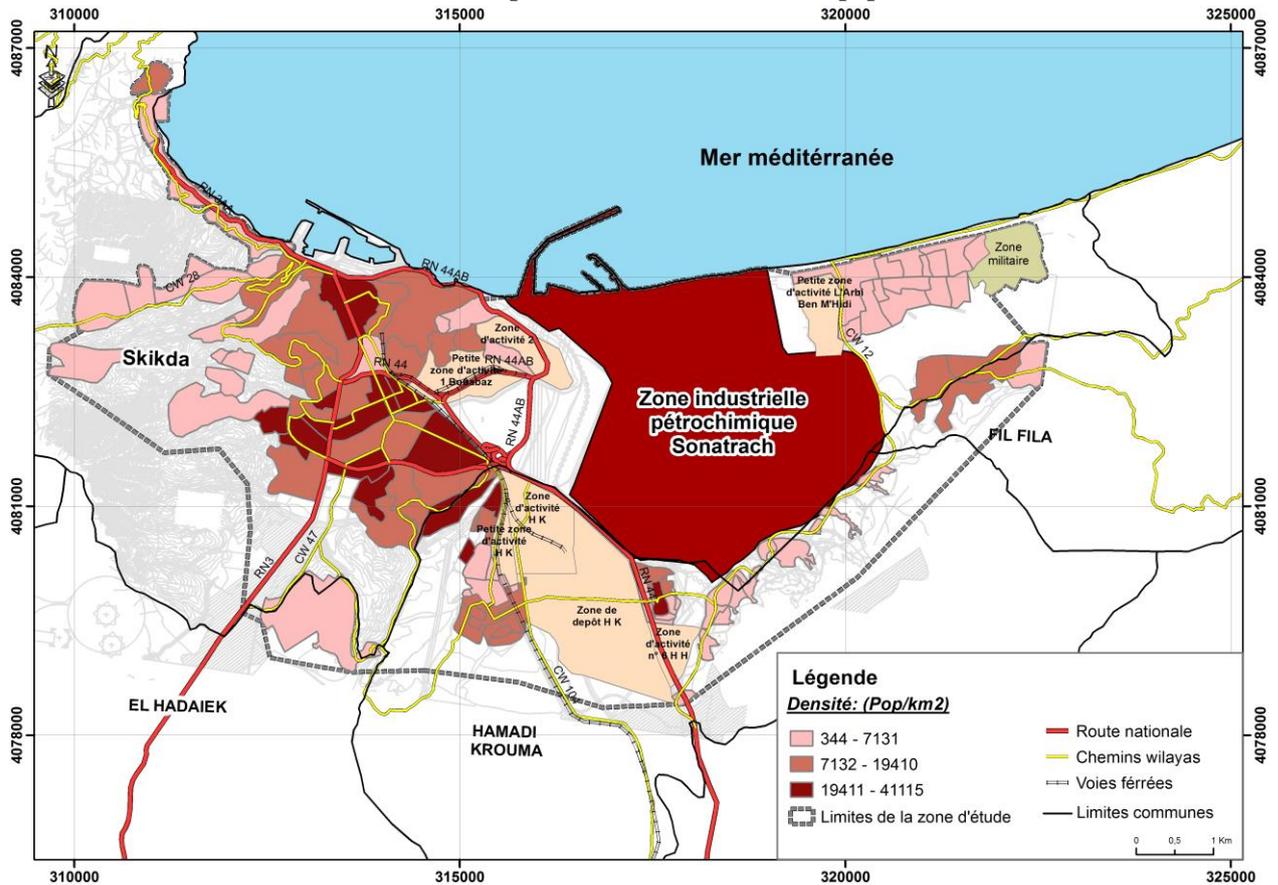
La première couronne délimite la partie la plus ancienne de la ville (tissu colonial), elle se concentre au cœur de la ville de Skikda. La deuxième couronne est l'extension de la ville après 1962, constituée généralement de l'habitat collectif ou évolutif, elle est localisée dans l'ACL<sup>171</sup> Skikda et les agglomérations (ACL Hamadi Krouma, AS<sup>172</sup> Hamrouche Hamoudi et l'Arbi Ben M'hidi). Enfin, la troisième couronne (après 1991) qui est située dans la périphérie de l'ACL de Skikda et Hamadi Krouma, ainsi que toutes les agglomérations secondaire (y compris l'arrière-pays). Cette schématisation sera superposée aux cartes thématiques des différentes variables pour identifier les conversions à l'échelle spatiale.

<sup>171</sup> ACL : Agglomération chef-lieu

<sup>172</sup> AS : Agglomération secondaire.

### VI.1.1.1.1. La densité de la population, dépend des choix d'implantation

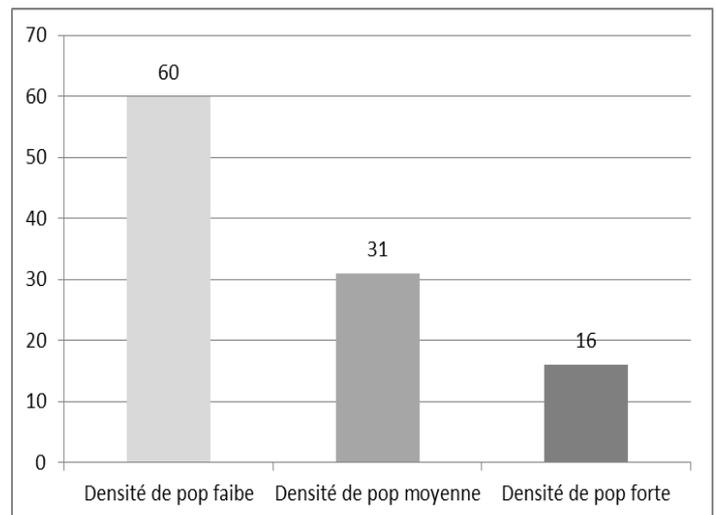
Carte n°13 : La spatialisation de la densité de population



Source : Statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

La carte n°13 montre la répartition de la densité de la population dans la zone d'étude. On peut distinguer trois principaux niveaux. La première classe relative à la densité de population faible qui comprend 60 quartiers parmi lesquels on cite : cité Boulekroud 2, cité Frère Khaldi, etc. Dans la deuxième classe qui est composée de 31 quartiers tels que : cité Bouyaala, cité les Abattoirs, etc. Enfin la troisième classe où on note 16 quartiers tels que : cité Mamarat, cité Salah

Graphique n°21 : La distribution de la densité de population

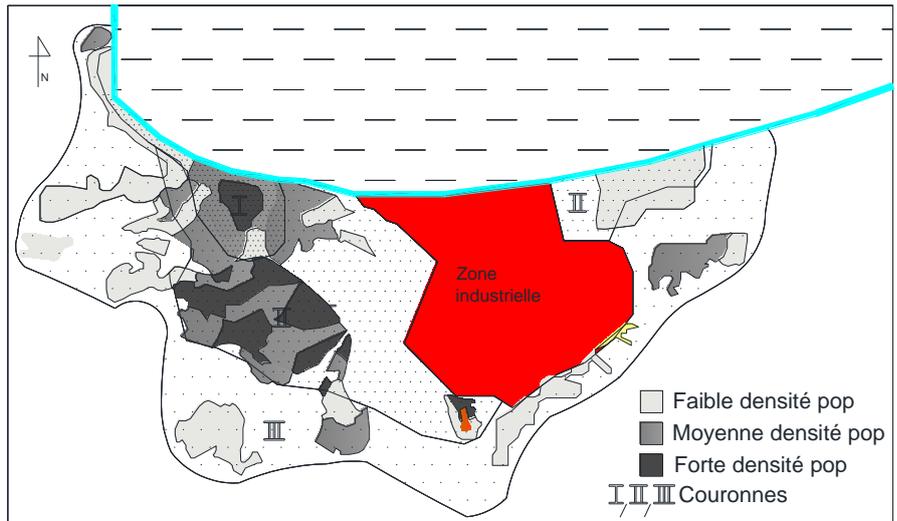


Source : Auteur, d'après logiciel Excel, 2016

Boulkeroua, etc. Ces trois classes (graphe n°21) trouvent leurs arguments dans l'histoire de l'évolution de la ville qui s'est développée à partir du noyau colonial.

La figure n°74 montre que la densité de population forte se concentre dans la première et la deuxième couronne, la densité de population moyenne se concentre dans la deuxième couronne, par contre on constate une densité faible dans la troisième couronne.

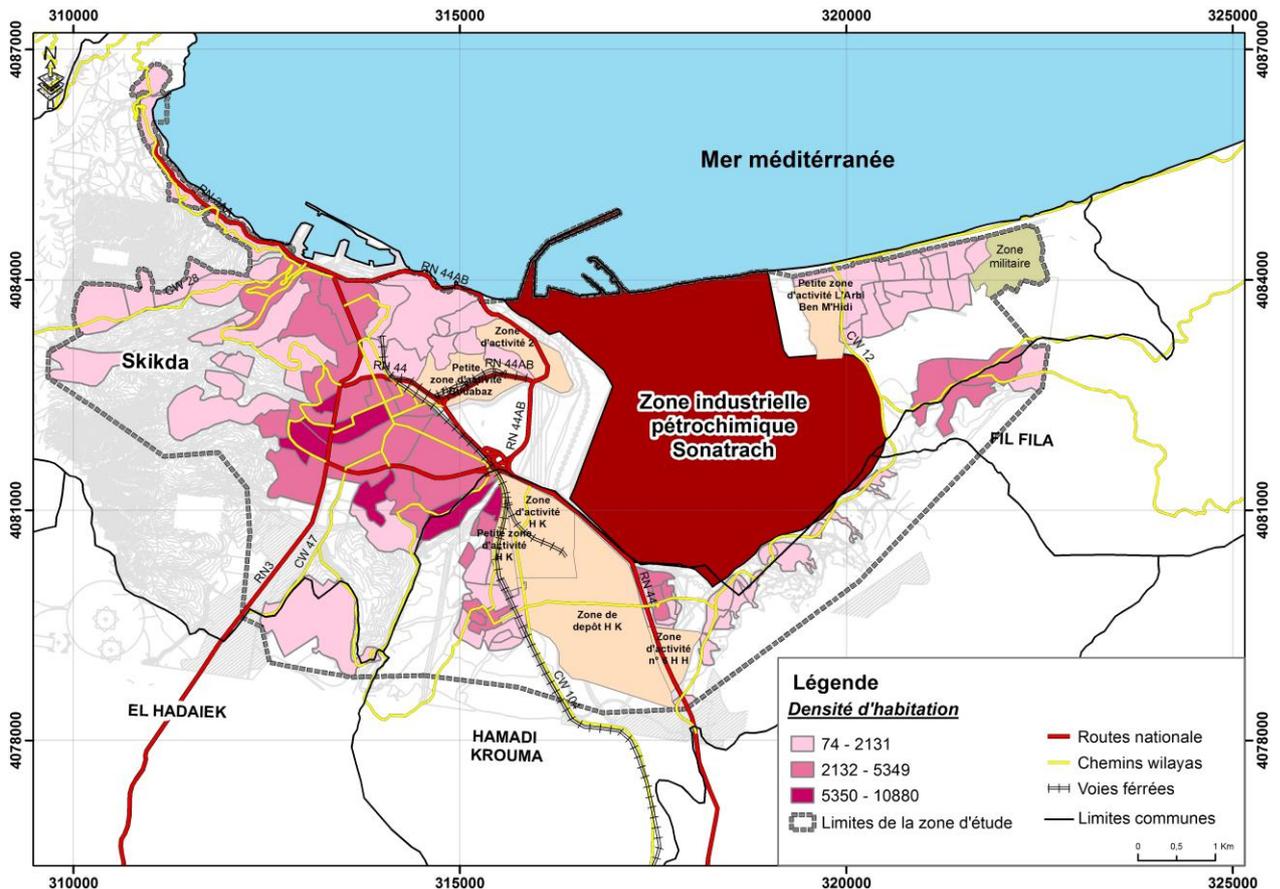
Figure n°74 : Représentation de la densité de population dans les 3 couronnes



Source : Auteur, 2016

### VI.1.1.1.2. La densité d'habitation, conduite par l'histoire de l'urbanisation

Carte n°14 : La spatialisation de la densité urbaine dans les 107 quartiers

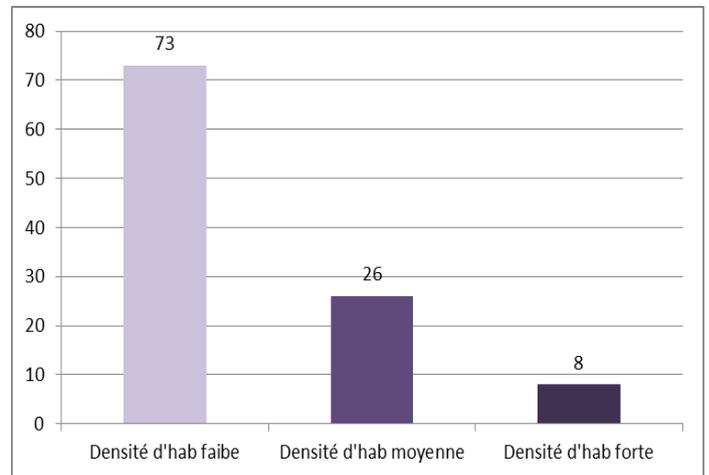


Source : Statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

La répartition de la population est conditionnée par les choix d’implantation ; par conséquent, la forte concentration de population est véhiculée par une forte concentration d’habitation. La carte n°14 montre cette distribution disproportionnée par rapport à la superficie des quartiers.

En effet, on distingue des quartiers denses en habitation (tel que la cité des Frères Saker) dont la superficie est réduite par rapport à d’autres quartiers, plus grand et abrite moins de population, (cas du quartier Bouyaala). A partir du graphe n°22, on constate que la première classe de densité d’habitation faible comprend 73 quartiers (exemple : Boulekrout1, Hadabat Beni Malek, etc.), la deuxième classe à moyenne densité comporte 26

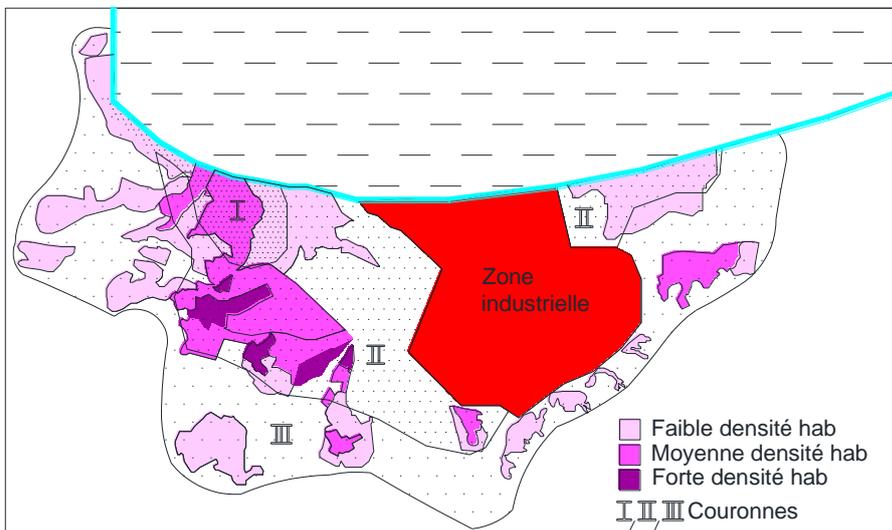
**Graphe n°22 : La distribution de la densité d’habitation**



Source : Auteur d’après logiciel Excel, 2016

quartiers (dont on cite cité l’Espérance, les Oliviers, etc.), et dans la troisième classe à faible densité elle contient 8 quartiers (exemple : Rabah Bitat, 700 logements, etc.).

**Figure n°75 : Représentation de la densité d’habitation dans les 3 couronnes**



Source : Auteur, 2016

La figure n°75 schématise la densité d’urbanisation dans les trois couronnes. Il paraît que l’urbanisation s’étale vers le Sud de la ville de Skikda et contourne la zone industrielle, où, elle se présente à moyenne densité dans la périphérie et l’arrière-pays.

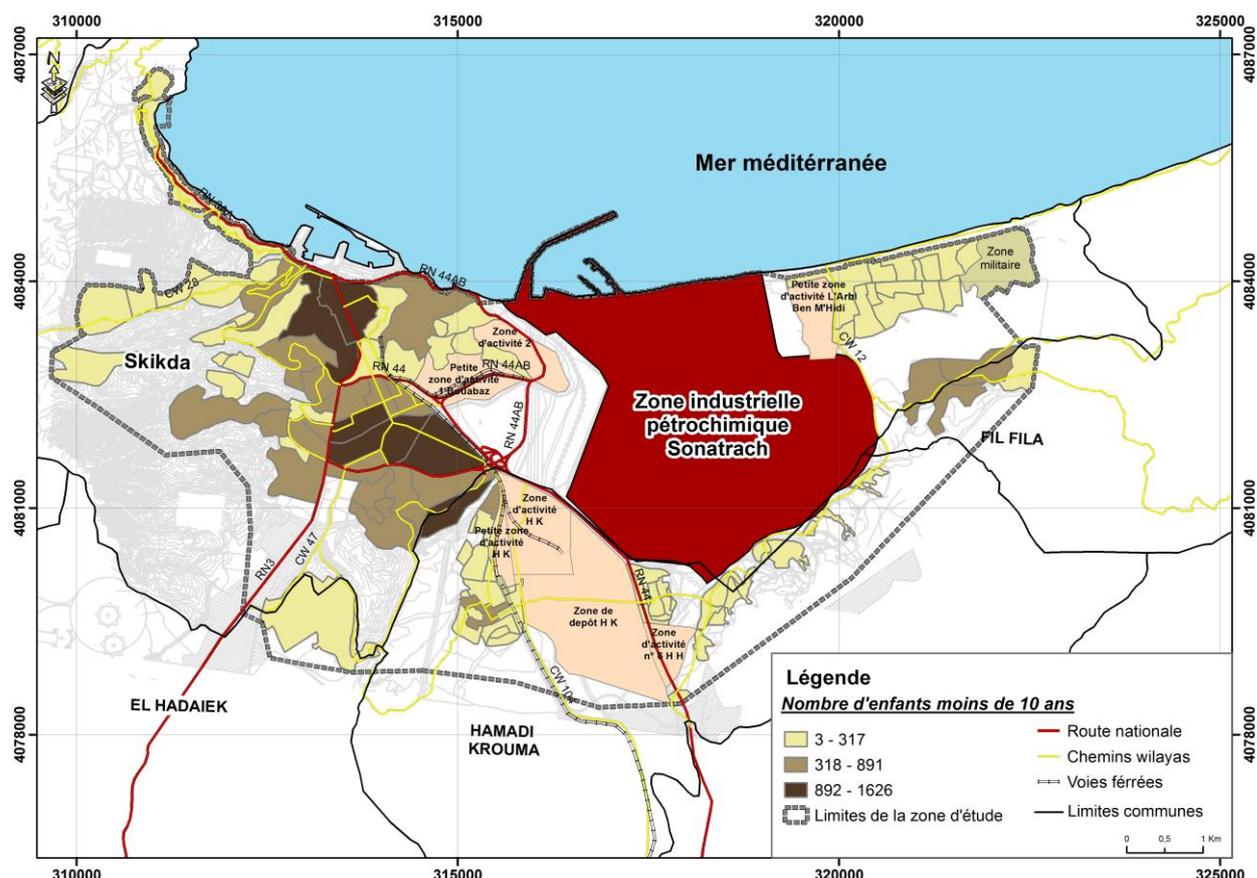
Cette territorialisation se traduit par l’histoire du développement urbain de la ville, conditionné par la nature du relief (situées entre deux montagnes Mouader et Bouyala), pour la présence des terres agricoles et pour la zone industrielle, ainsi que le facteur humain qui est aussi responsable de cette forme de répartition non équilibrée sur le territoire par l’exode rural, qui a généré une

extension et la non maîtrise de l'urbanisation. En effet, on assiste à une concentration dans les chefs-lieux des communes qui renforce la vulnérabilité de certains quartiers par rapport à d'autres.

### VI.1.1.1.3. La population moins de 10 ans, caractérise les quartiers les plus anciens

Faisant état d'une marge de population sensible par rapport aux réponses face aux catastrophes, elle nécessite une prise en charge adaptée pour minimiser leurs expositions aux risques et éviter de se mettre dans des situations dangereuses. Cette variable a confirmé sa corrélation avec la vulnérabilité ; sa territorialisation exprime sa forte présence dans certains quartiers (carte n°15).

Carte n°15 : La spatialisation de la population moins de 10 ans



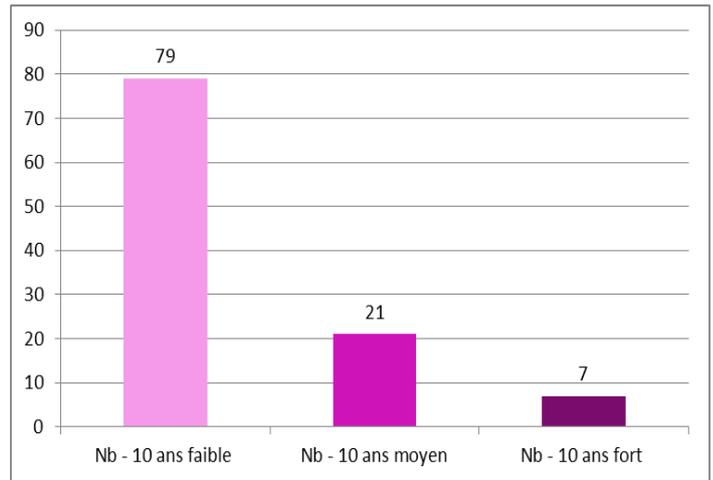
Source : Statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

La constatation de la carte n°15 nous permet donc de déterminer les quartiers contenant plus d'enfant. Il paraît que les quartiers plus denses en population et en habitation sont ceux qui contiennent plus d'enfants. Les quartiers de l'ACL Skikda montrent plus de concentration par rapport aux autres agglomérations, tandis que la périphérie de la zone d'étude possède moins d'enfants. Un dénombrement des quartiers selon les trois classes de hiérarchie est représenté dans le graphe n°23. On obtient une première classe comportant 79 quartiers (tels que cité EPLF

Bouabaz, cité Stora, etc.), et 21 quartiers dans la deuxième classe dont on cite les exemples (Frères Saadi, Aissa Boulkerma, etc.) et 7 quartiers dans la troisième classe parmi lesquels figurent (Rabah Bitat, Noyau colonial, etc.).

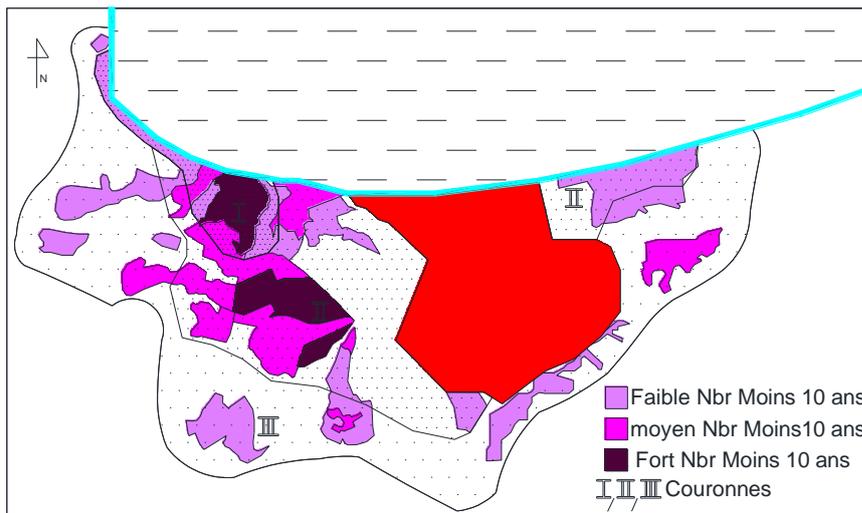
la spatialisation de la population moins 10 ans paraît similaire pour les quartiers à moyenne et à forte densité de population et d'habitation. Une représentation dans le graphe n°23 des trois couronnes permet de voir le zonage par rapport à l'évolution de la ville.

**Graphe n°23 : La distribution de population moins 10 ans**



Source : Auteur d'après logiciel Excel, 2016

**Figure n°76 : Représentation de population mois 10 ans dans les 3 couronnes**



Source : Auteur, 201

De ce fait, cette marge de population se concentre dans les quartiers de l'ACL de Skikda entre la première et la deuxième couronne.

Tandis que le nombre diminue dans la troisième couronne sauf pour quelques quartiers tels que (Aissa Boulkerma, Briquetterie Ouest et Metchtet Laghouat).

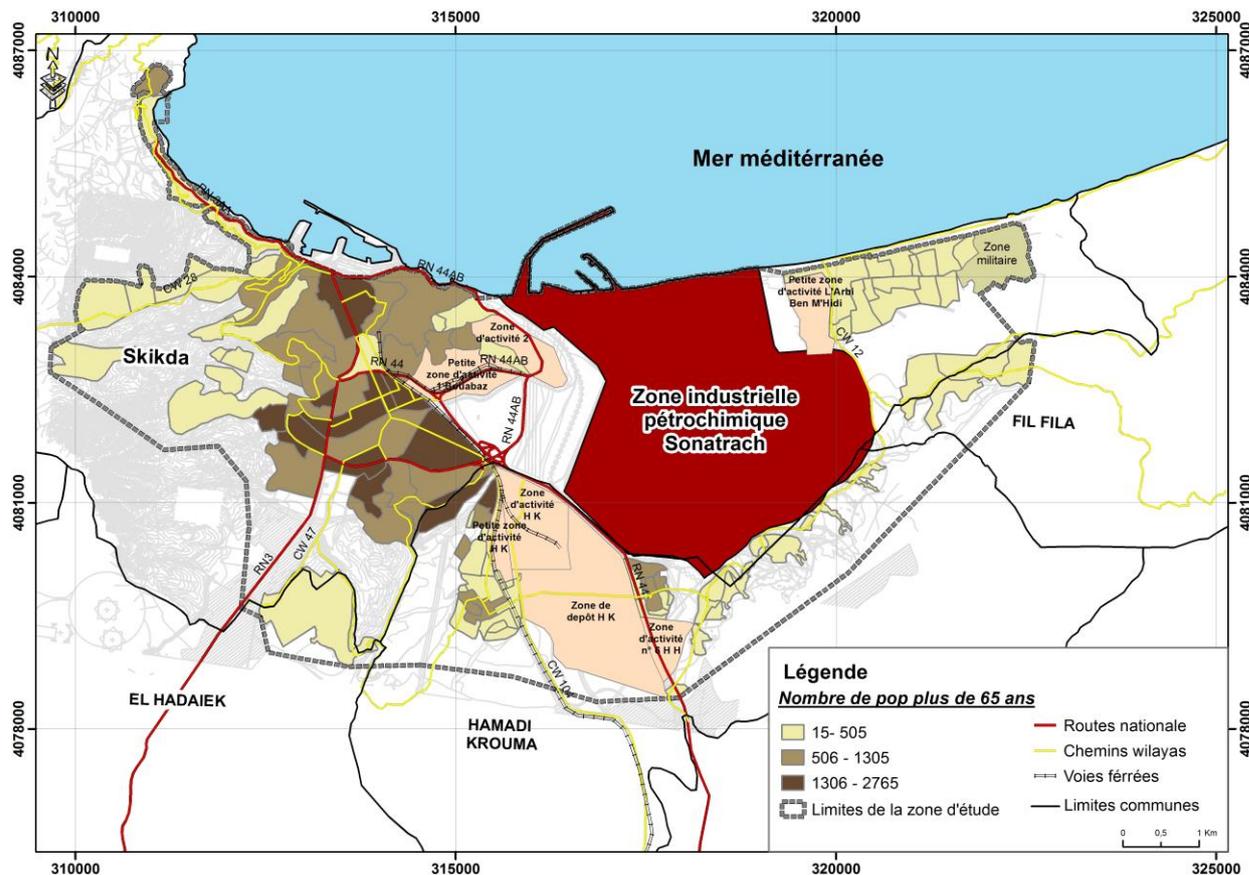
Ainsi, leur concentration est accompagnée par l'implantation des équipements relatifs à leurs âge comme les équipements éducatifs (crèche, école primaire, CEM). À cet effet, il est indispensable de prendre en considération ces équipements.

#### VI. 1.1.1.4. La population plus de 65 ans, une présence contrastée dans les quartiers

Si on s'intéresse aux capacités à réagir de la population, il est essentiel d'étudier aussi la présence de la population + 65 ans dans les quartiers. L'analyse des corrélations a montré que

cette variable à une forte corrélation avec la vulnérabilité, c'est-à-dire l'augmentation du nombre de la population augmente, par conséquent la vulnérabilité.

Carte n°16 : La spatialisation de la population plus de 65 ans

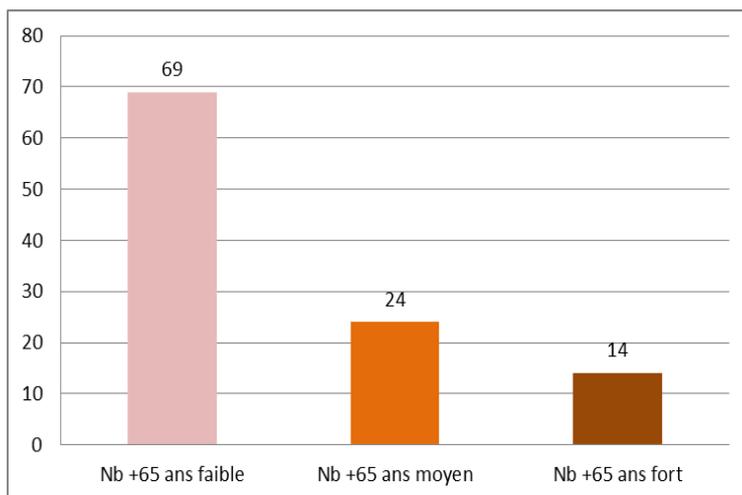


Source : Statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

La distribution spatiale de cette variable montre une légère différence par rapport à la spatialité des variables analysées précédemment.

On peut tirer trois classes à partir de la carte n°16. Chacune traduit un nombre de concentration de la population + 65 ans rapproché, dont, on trouve que la première classe retient 69 quartiers (exemple : cité Benimalek2, Comerint, etc.). La deuxième classe est composée de 24

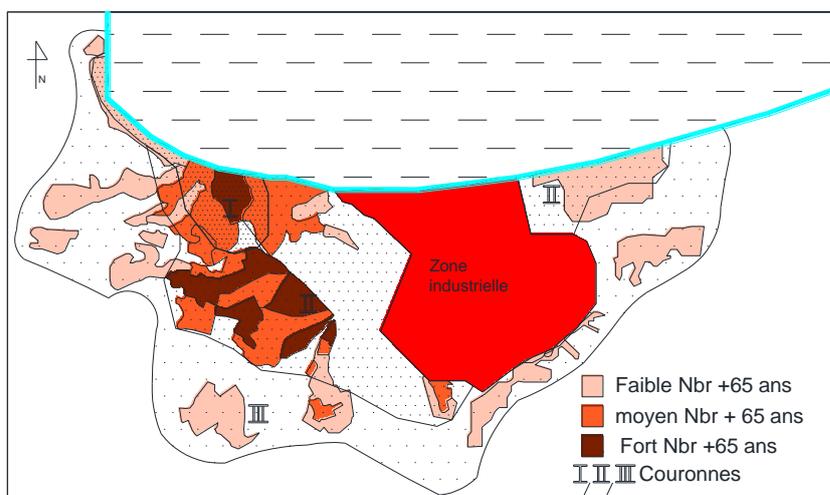
Graphe n°24 : La distribution de population + 65 ans



Source : Auteur d'après logiciel Excel, 2016

quartiers (exemple : Zeramna, Amar chtaybi, etc.), la troisième classe dispose de 14 quartiers (exemple : Salah Boulkeroua, Kobyia, etc.).

**Figure n°77 : Représentation de la population +65 ans dans les 3 couronnes**



La figure n°77 affiche que la très grande concentration de la première et de la deuxième classe est située dans le centre de la première et de la deuxième couronne à l'encontre de la troisième couronne, ce qui révèle que la périphérie présente moins de population pour cette catégorie d'âge.

Par conséquent, l'observation de cette spatialisation de la population + 65 ans dévoile que la répartition est presque la même que la spatialisation de la population âgée moins de 10 ans et ressemble aussi à la territorialisation de la variable densité de population et d'habitation, qui se sont concentrées entre la première et deuxième couronne par rapport à la troisième, ce qui reflète la non répartition équitable de la population et la forte existence des variables aggravant la vulnérabilité dans les quartiers les plus denses.

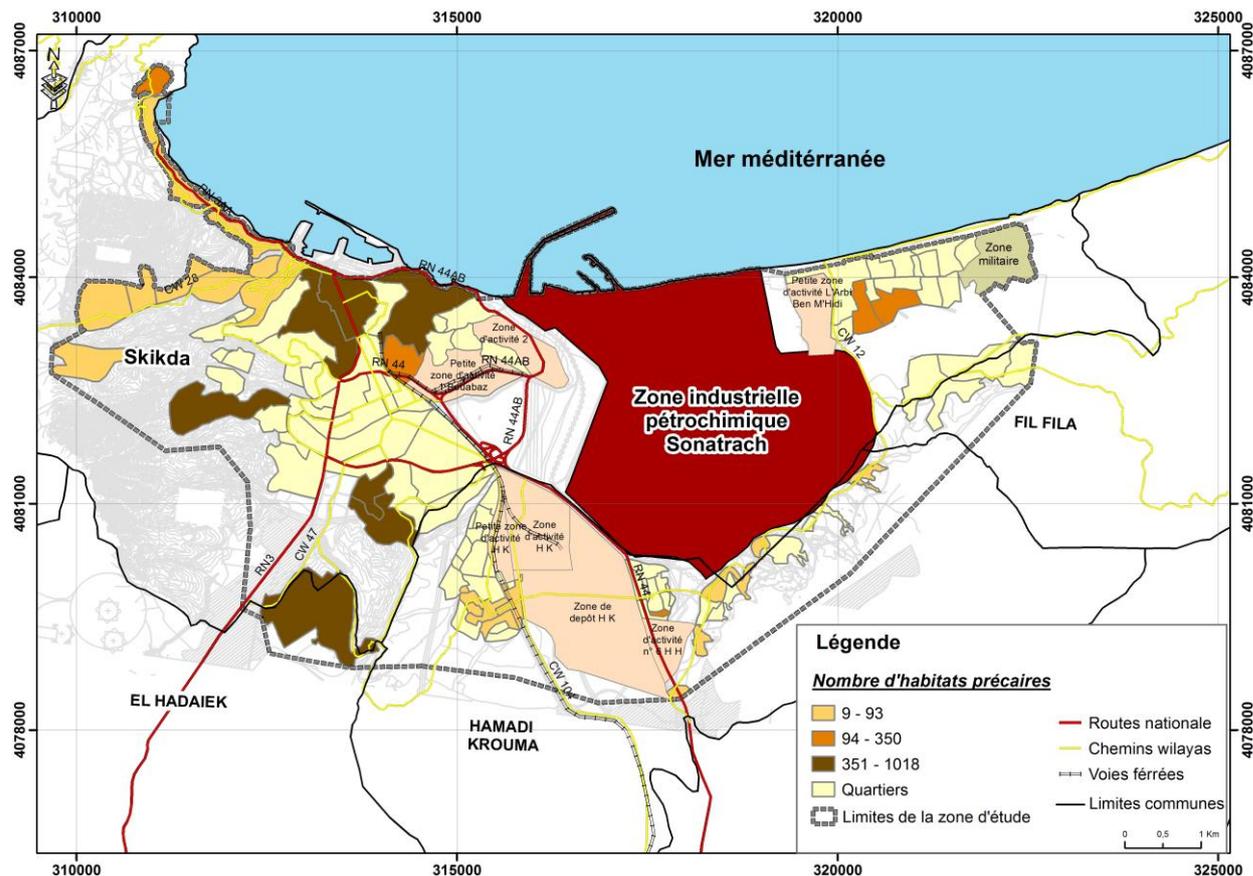
#### **VI.1.1.2. Le cadre socioéconomique, structurelle et fonctionnelle, des variables démonstratives de la vulnérabilité urbaine**

Dans ce cadre de la vulnérabilité, on étudie la territorialisation des variables inhérentes aux spécificités socioéconomiques qui relève de la marginalisation sociospatiale, ainsi que les variables pouvant nuire au fonctionnement du système urbain en cas d'un événement destructeur, ou, qui présentent une fragilité pour résister au choc. Etant donné que les caractéristiques des quartiers changent d'un quartier à l'autre, la vulnérabilité change et ses variables aussi.

##### **VI.1.1.2.1. La présence de l'habitat précaire, des quartiers en tourment**

L'habitat précaire s'est avéré une variable corrélée à la vulnérabilité urbaine. Ses matériaux fragiles exposent la population au danger en cas de sinistre. La carte n°17 met en évidence la territorialisation de cette variable.

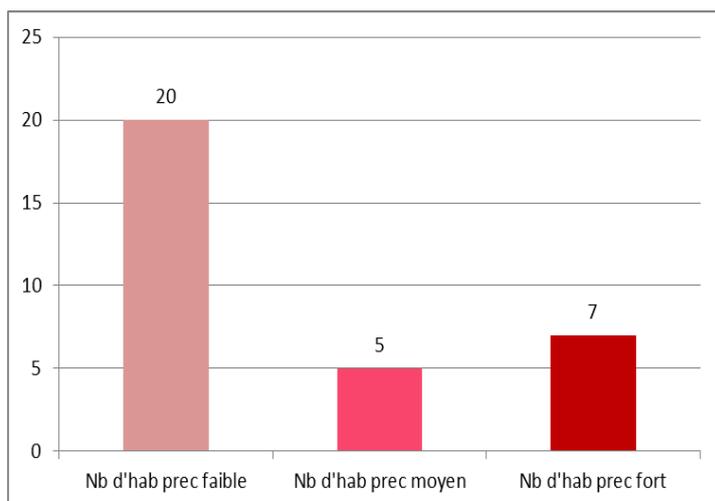
Carte n°17 : La spatialisation de l'habitat précaire



Source : Statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Dans notre cas, l'habitat précaire n'inclut pas uniquement le nombre d'habitation dans les bidonvilles, mais, il intègre aussi, toutes les constructions en matériaux hétéroclites, en brique et parpaing sans chaînage et sans structure, et les maisons en pierre, Toub, terre dégradée. Ces

Graphe n°25 : La distribution de l'habitat précaire

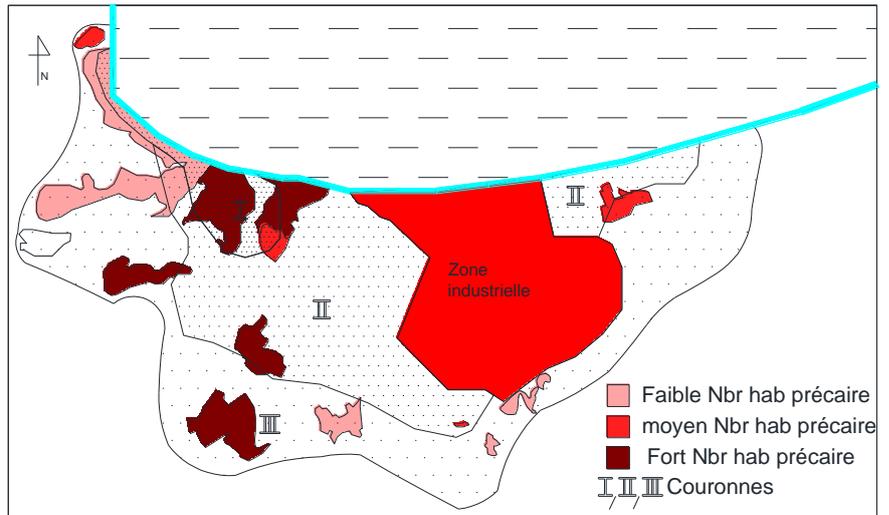


Source : Auteur d'après logiciel Excel, 2016

statistiques ont été recensées lors d'un inventaire effectué par la DUC de Skikda en 2007. La spatialisation de cette variable a fait apparaître les quartiers comprenant de l'habitat précaire dans toutes ses formes. Une appréciation des trois classes donne 20 quartiers dont le nombre d'habitat précaire est faible (comme El Kessia autoconstruction, cité Loukil, etc.), 5 quartiers dont le nombre d'habitat

précaire est moyen (comme cité Lozat Hocine, cité Zeramna, etc.) et 7 quartiers où il existe une concentration forte d'habitat précaire (tel que Salaeh Boulkeroua, Merdj Dib, etc.). La figure n°87 annonce cette distribution concentrée principalement dans la couronne III (la périphérie) et dans la couronne I et II dans le quartier colonial et Bouabaz.

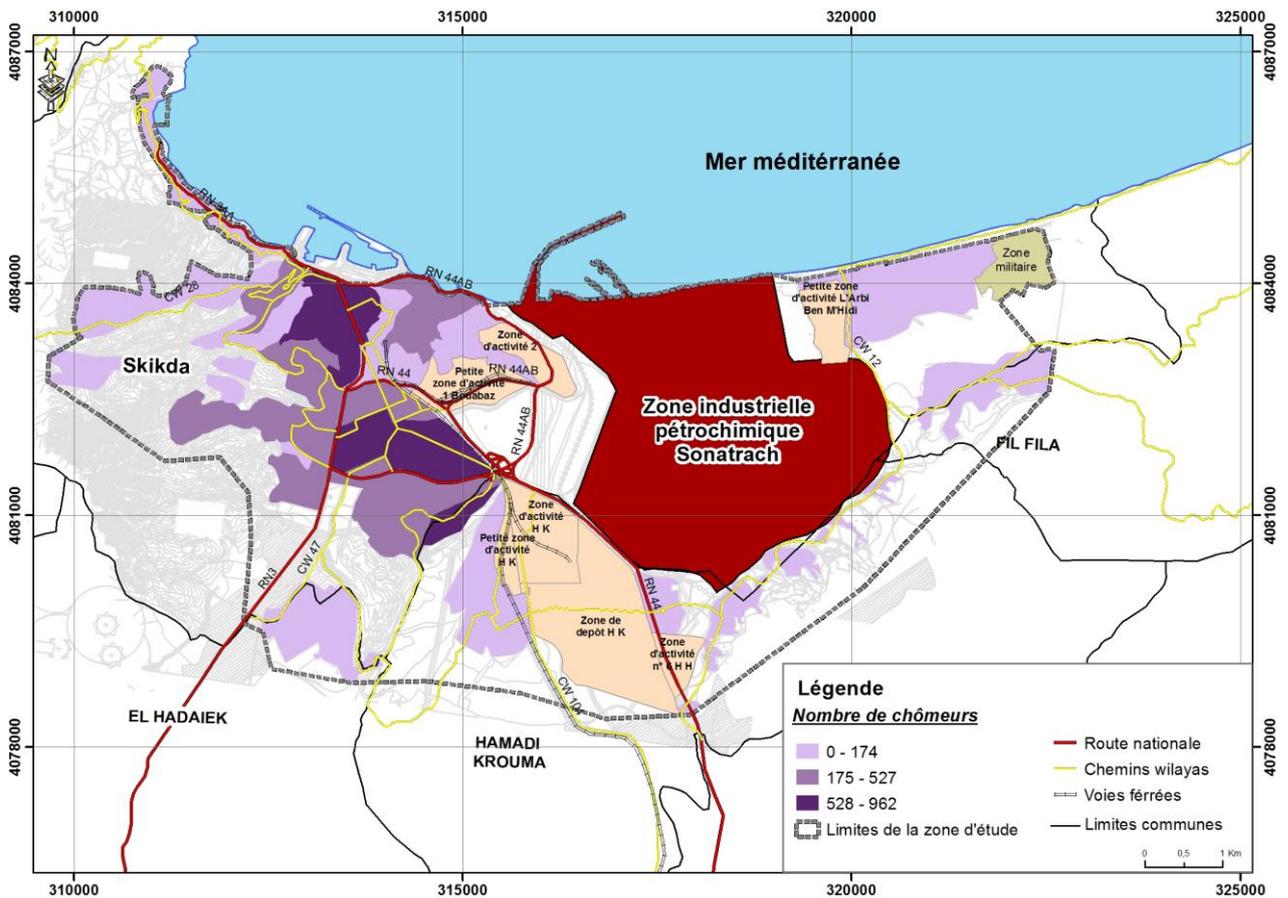
Figure n°78 : Représentation de l'habitat précaire dans les 3 couronnes



Source : Auteur, 2016

### VI.1.1.2.2. Un nombre de chômeur élevé dans les quartiers de Skikda

Carte n°18 : La spatialisation du nombre de chômeurs dans les 107 quartiers

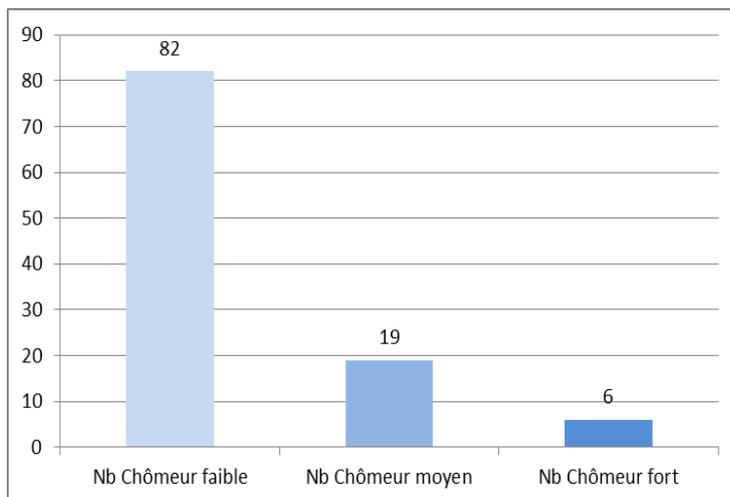


Source : Statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

La carte n°18 visualise la disparité sociospatiale de la variable chômage dans les quartiers de la zone d'étude. Sa territorialisation aide à comprendre sa corrélation avec les autres variables densité de population et d'habitation.

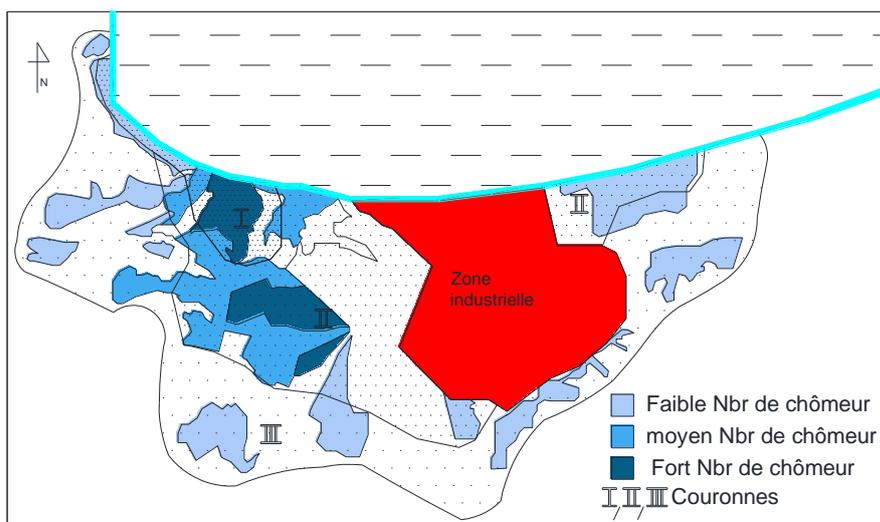
Le tri des classes de quartiers permet de faire ressortir le nombre de chômeur par classe (graphe n°26), 82 quartiers ont un nombre faible de chômeur, 19 quartiers ont un nombre moyen de chômeur, et 6 quartiers ont un nombre fort de chômeur. Pour mettre en valeur cette répartition nous avons fait recours à la schématisation de ces classes dans la figure n°79.

Graphe n°26 : La distribution du nombre de chômeur



Source : Auteur d'après logiciel Excel, 2016

Figure n°79 : Représentation des chômeurs dans les 3 couronnes



Source : Auteur, 2016

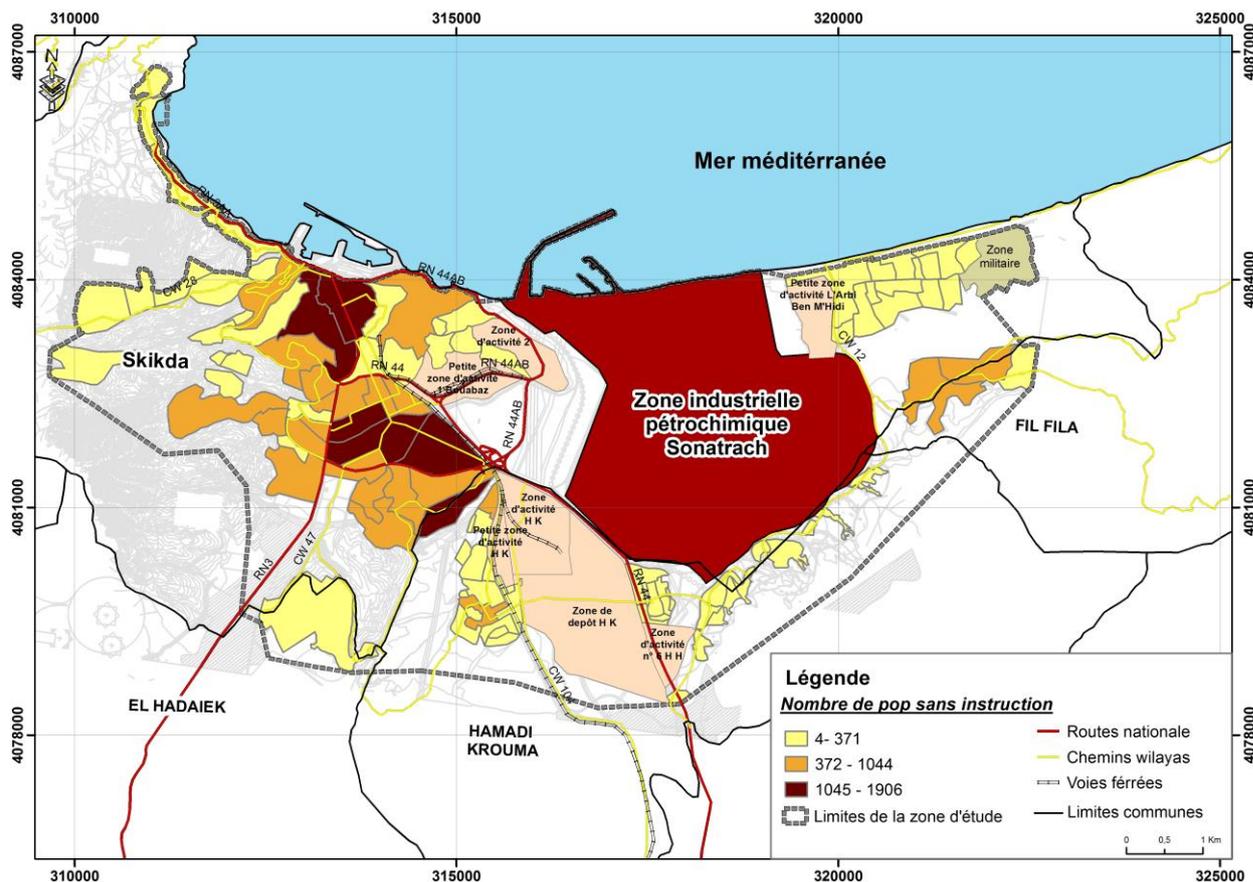
On constate que le nombre de chômeur le plus élevé se centralise dans la première couronne et dans une partie de la deuxième couronne (Amar chtaybi, Kobya etc) ; par contre le nombre de chômeur diminue dans la troisième couronne (la périphérie) sauf pour le quartier

Rabah Bitat, il figure parmi les quartiers à fort nombre de chômeur.

### VI.1.1.2.3. Une population sans instruction élevée dans certains quartiers à Skikda

Les personnes sans instructions sont une catégorie de la population traitée dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine, la territorialisation de marge de population donne la carte n°19.

Carte n°19 : La spatialisation de la population sans instruction

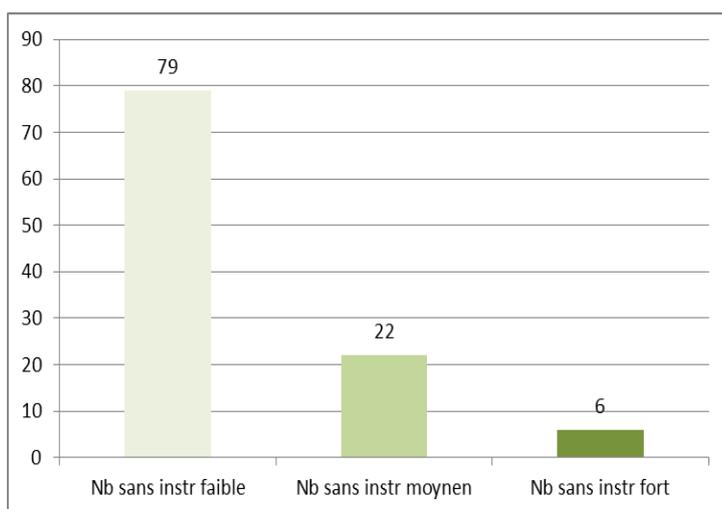


Source : Statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

La répartition de cette variable se manifeste en similarité avec la spatialité de la carte indiquant la variable nombre de chômeur. L'analyse des classes de quartiers permet de déceler le nombre de quartier qui présente une forte présence des personnes sans instructions.

On constate que la première classe regroupe 79 quartiers à faible nombre de personnes sans instructions. La deuxième classe rassemble 22 quartiers et 6 quartiers dans la classe du fort nombre de personnes sans instruction. La classe du fort nombre de concentration révèle les mêmes quartiers pour la variable chômage, ce qui veut dire que, ces quartiers englobent les variables de la vulnérabilité socio-économique.

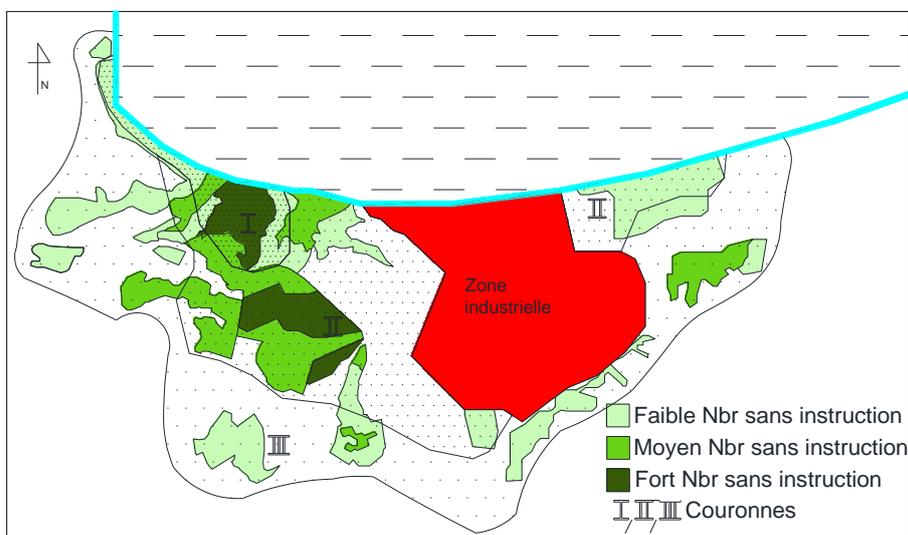
Graphique n°27 : La distribution de la population sans instruction



Source : Auteur d'après logiciel Excel, 2016

La figure n°80 essaye de simplifier le zonage des 3 classes par rapport aux trois couronnes de la zone d'étude.

Figure n°80 : La population sans instruction dans les 3 couronnes



Source : Auteur, 2016

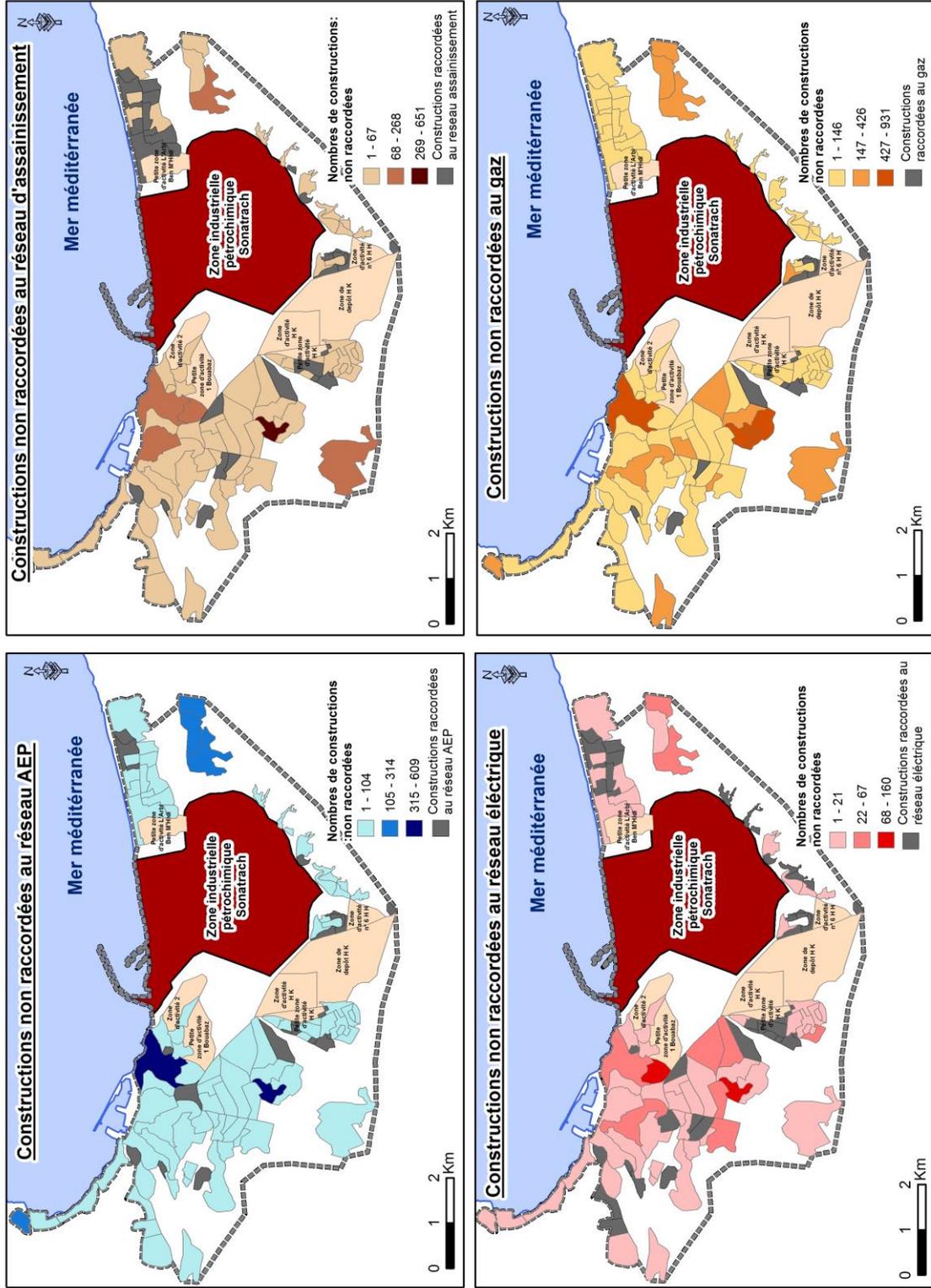
cette projection schématise la forte présence des personnes sans instructions de la même façon que la spatialisation du nombre de chômage sauf pour le cas de la troisième couronne, où, on constate la manifestation d'une nouvelle zone pour la

classe moyenne relative aux quartiers Mechtet Laghouat et cité Benhaouda. La lecture spatiale de cette variable confirme sa corrélation avec les variables : densité de population, densité d'habitation, population moins de 10 ans et population + 65 ans.

#### VI.1.1.2.4. Le non raccordement aux réseaux, des variables révélant une nouvelle spatialité

L'introduction des variables soulevant le problème de la non viabilité des quartiers (non raccordement au gaz, à l'eau, à l'électricité et à l'assainissement) a montré sa corrélation aux variables analysées telles que l'habitat précaire, car l'étalement urbain qu'a connu Skikda, a conduit à une urbanisation mal maîtrisée voire anarchique non assistée par une planification urbaine cohérente. Ceci s'est manifesté par la prolifération des constructions illégales qui ne répondent pas au minimum d'hygiène de vie, et concentrés surtout dans la périphérie de la zone d'étude. Ajoutant à cela, ces variables ont affirmé leurs corrélations aussi à la vulnérabilité, et contribuant à son estimation. Entrevoir la territorialisation de ces variables est importante pour distinguer les quartiers ayant un nombre important de constructions non raccordés aux réseaux. Nous avons réalisé une cartographie pour chaque variable, car les données des dernières statistiques faites par l'ONS en 2008 éditent différents taux pour les districts recensés ; cela s'est répercuté sur les données des quartiers par rapport à chacune des variables retenues. Afin de simplifier la présentation, nous avons rassemblé ces quatre cartes sur une seule pour pouvoir distinguer leurs spatialisations.

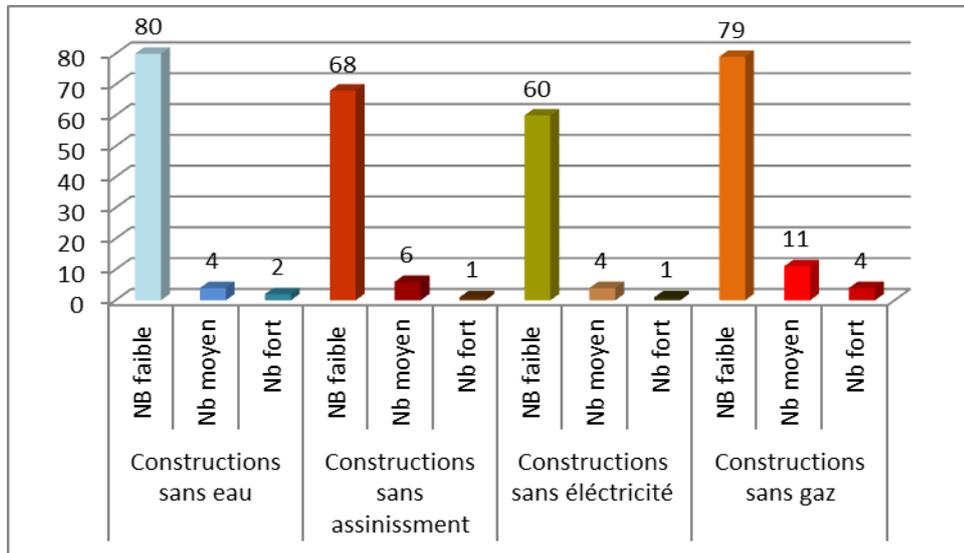
Carte n°20 : La spatialisation des raccordements aux différents réseaux (eau, assainissement, électricité, gaz)



Source : statistiques ONS, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

La cartographie représentée (carte n°20) exprime le nombre des constructions non raccordées en trois classes pour chacune des variables. Étant donné que les taux ne sont pas les mêmes pour ces variables, nous avons repéré les quartiers réunis dans les mêmes classes dans le graphe n°28.

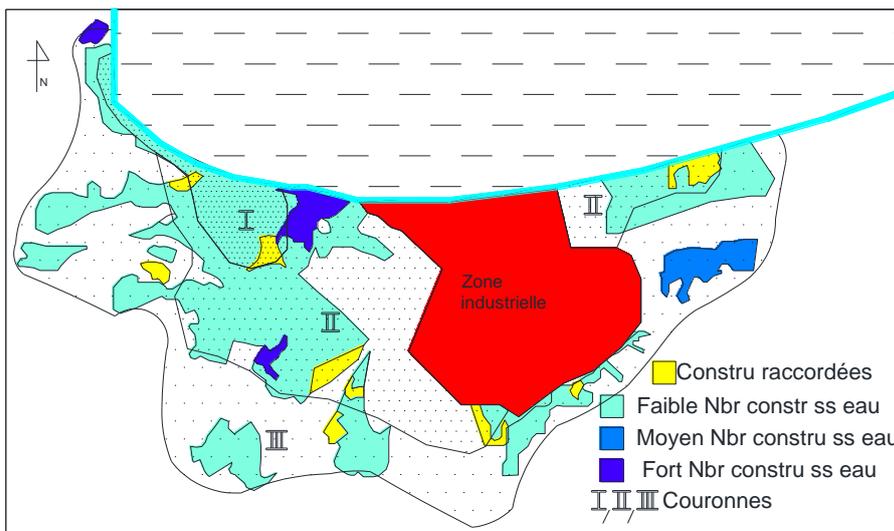
**Graphe n°28 : La distribution des constructions non raccordées aux différents réseaux**



Source : Auteur d'après logiciel Excel, 2016

La classification automatique des quartiers par le biais du logiciel mise sur l'approximation des données dans la hiérarchisation des classes, où le nombre devient plus important dans la troisième classe qui contient le plus grand nombre de constructions non raccordées. On distingue une certaine ressemblance dans ce graphe par rapport au nombre de quartier dans les classes des variables relevant du même niveau (faible, moyen et fort), mais, des distinctions par rapport à la spatialisation, pour les identifier, nous avons affiché les différentes figures correspondantes.

**Figure n°81 : Représentation de la population sans raccordement à l'eau**

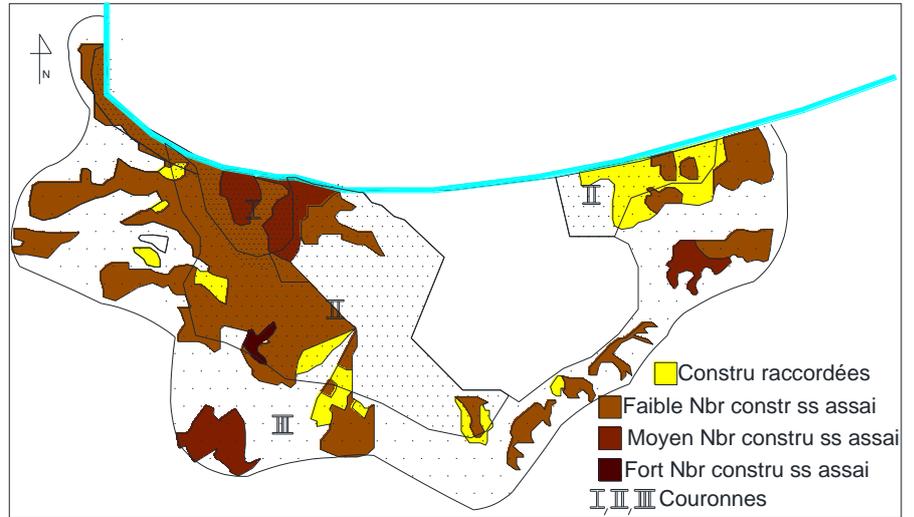


Source : Auteur, 2016

Cette figure n°81 affiche une variation dans la répartition entre les couronnes, or elle augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la première couronne, la troisième couronne regroupe un taux élevé des constructions non raccordées à l'eau.

Pour les constructions non raccordées à l'assainissement (figure n°82), cette variable présente une répartition différente dans laquelle apparaît de nouvelles zones dans la deuxième et la troisième couronne. Nous notons que les intervalles de classe entre la variable du non

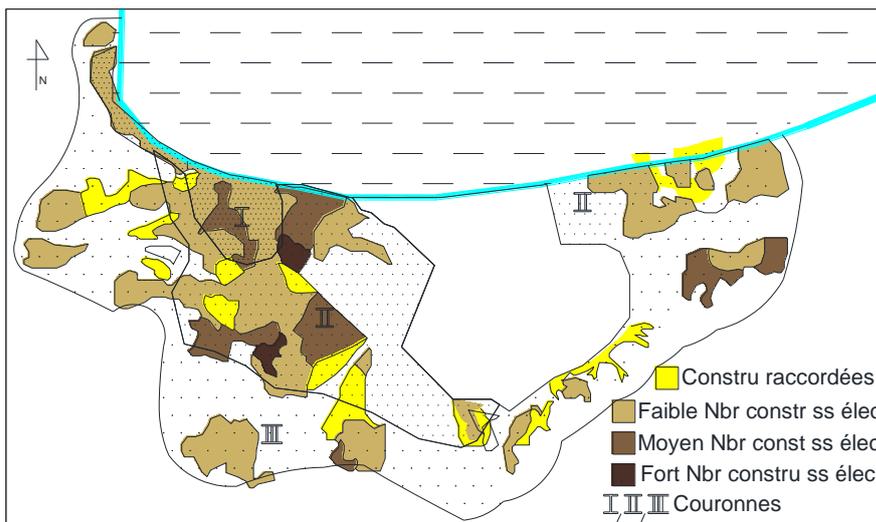
**Figure n°82 : Représentation de la population sans raccordement à l'assainissement**



Source : Auteur, 2016

raccordement à l'eau et assainissement sont dans les environs 600, les taux élevés sont situés dans les quartiers qui ont révélé moins de densité de population et d'habitation dans la périphérie et donc ils dérivent de l'étalement urbain qui a été fait sans viabilisation, ou bien, des quartiers qui souffrent d'une marginalisation sociospatiale et économique tel que le quartier de Bouabaz. En effet, ce taux s'accroît avec la présence de l'habitat précaire. Ainsi le nombre de constructions non raccordées à l'électricité présenté dans la figure n°83, communique une spatialisation moins importante que les deux premières, les intervalles diminuent de moitié (le

**Figure n°83 : Représentation de la population sans raccordement à l'électricité**

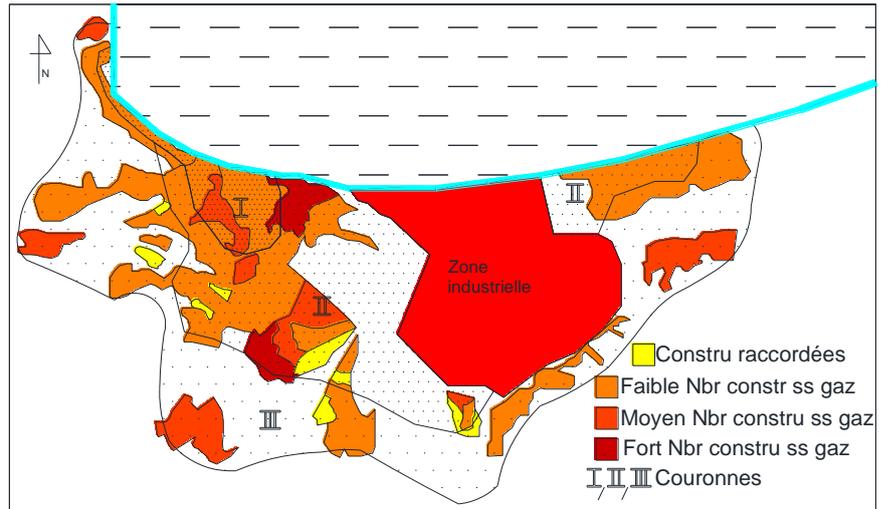


Source : Auteur, 2016

plus grand nombre atteint 317). On distingue que la schématisation de cette variable reflète moins de disparités entre les différents quartiers. Quant à la variable du non raccordement au gaz, ses données donnent des taux plus importants (jusqu'à 900) ceci s'est exprimé dans la spatialisation de cette

variable. Les trois couronnes sont concernées, la première couronne et la deuxième avec moins de quartiers que la troisième couronne. A partir de là, nous arrivons à conclure que la troisième couronne concentre plus d'habitation non

Figure n°84 : Représentation de la population sans raccordement au gaz

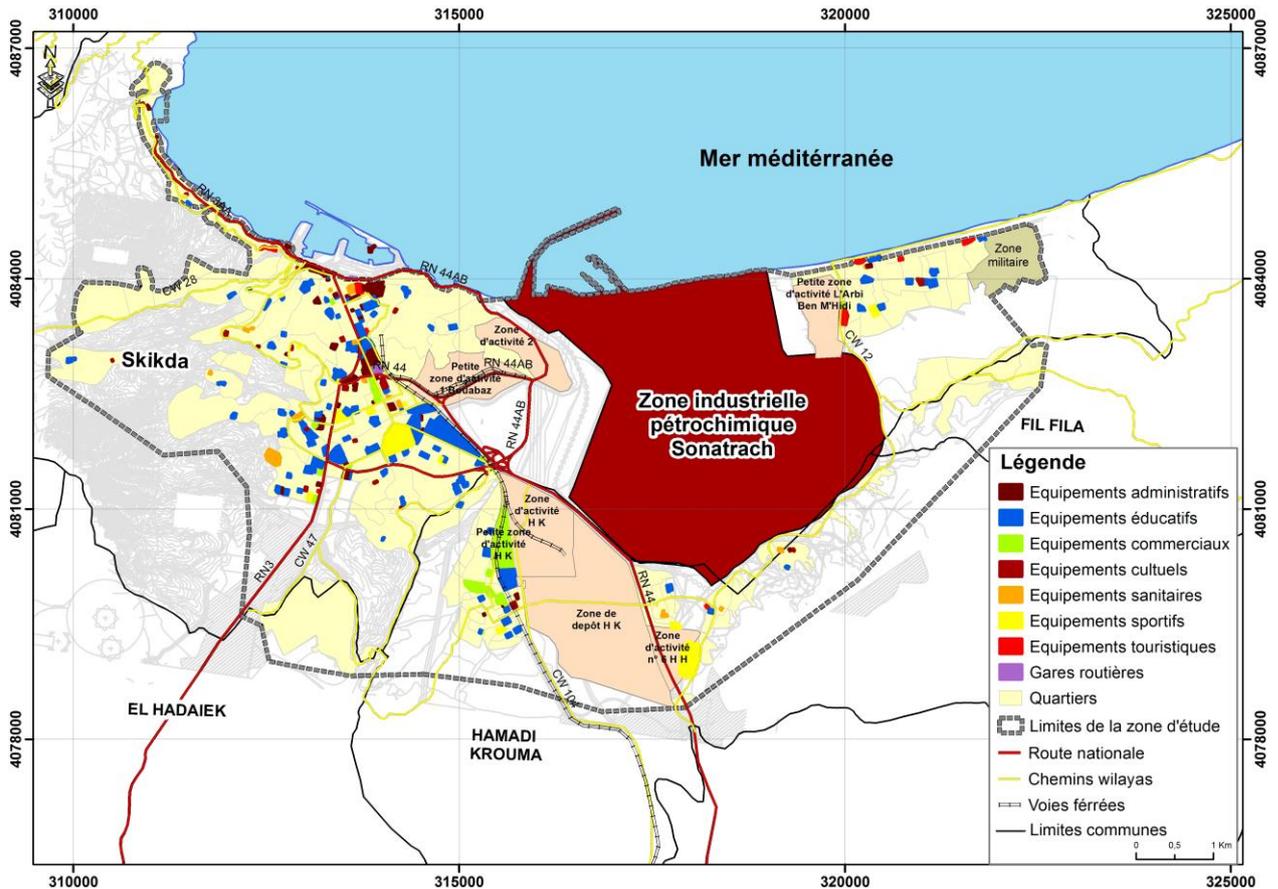


Source : Auteur, 2016

raccordées aux réseaux, ainsi que les quartiers constitués de l'habitat précaire situés dans la première et la deuxième couronne.

#### VI.1.1.2.5. Les équipements, une concentration problématique

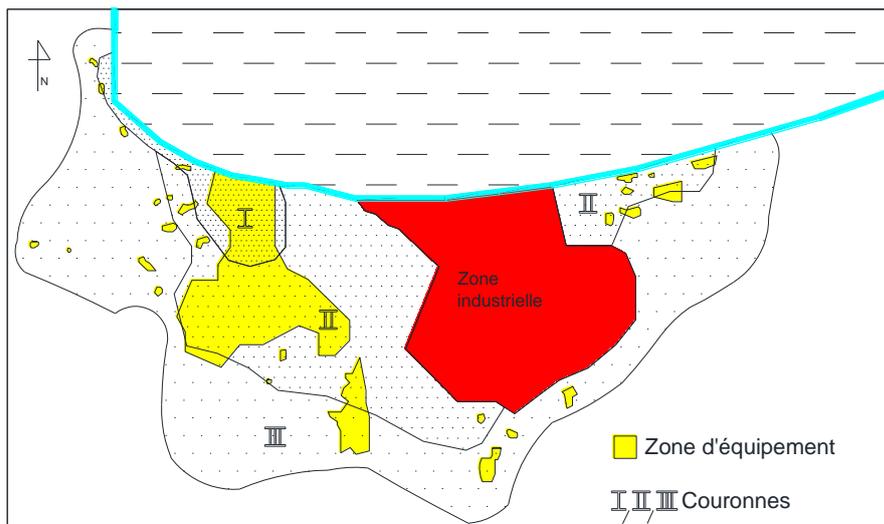
Carte n°21 : La spatialisation des équipements dans les 107 quartiers



Source : Statistiques Urbaco, DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

L'admission des équipements dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine a donné une possibilité de considérer la vulnérabilité fonctionnelle. La carte n°21 montre leurs implantations dans les quartiers de la zone d'étude selon leurs fonctions. Cependant, on constate une concentration des équipements éducatifs dans les quartiers qui ont révélé une grande densité urbaine. Une population dense est accompagnée par une forte présence des équipements ; par contre, la non répartition équitable de ces équipements renforce la marginalisation sociale, et de même, la question se pose pour les moyens de secours et leurs proximités des établissements de

Figure n°85 : Spatialité des équipements à Skikda



Source : Auteur, 2016

santé et de la protection civile. La figure n°85 expose des zones exprimant une forte présence d'équipement surtout dans la première et deuxième couronne par rapport à l'arrière-pays représenté dans la troisième couronne.

En somme, cette spatialisation confirme la corrélation qui existe entre ces variables, et renvoie vers la réflexion sur la territorialisation de la vulnérabilité à travers une estimation basée sur les corrélations des variables et leurs hiérarchies pour mettre en valeur une spectroscopie de la vulnérabilité.

### VI.1.2. La Spectroscopie de la vulnérabilité, une variabilité territoriale

A partir de l'analyse ACP développée dans le chapitre précédent, nous pouvons utiliser ces corrélations dans une représentation graphique à l'aide de l'outil SIG. Cette étape de l'analyse nous met en évidence la représentation de l'estimation de la vulnérabilité urbaine, et permet le passage d'une lecture des corrélations et matrices numériques à une cartographie dont l'intérêt est de gérer la vulnérabilité territoriale et ne pas se contenter des données quantifiables.

#### VI.1.2.1 De l'équation à l'échelle spatiale, pour une représentation de la vulnérabilité urbaine

La mise en cartographie de ces valeurs calculées à partir de l'équation de l'estimation de la vulnérabilité donne une lecture spatiale des interactions entre les variables retenues (carte n°22).

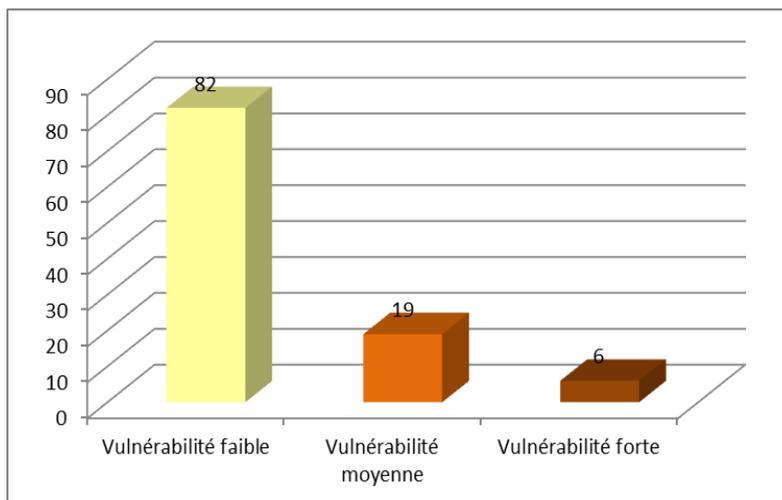


Cette territorialisation de la vulnérabilité s'est appuyée sur le calcul de la variance de la vulnérabilité qui a mis en exergue une hiérarchisation des variables dans six profils. Ces derniers donnent une factorisation des quartiers selon la corrélation de variables. Ils permettent d'estimer la vulnérabilité avec une formule qui découle de ces interactions, et de territorialiser les interdépendances entre les variables à l'échelle des quartiers.

La classification automatique permet d'avoir pour les 107 quartiers une hiérarchie de la vulnérabilité en 3 niveaux : faible vulnérabilité, moyenne vulnérabilité et forte vulnérabilité.

La première classe représente les quartiers à forte vulnérabilité, on dénombre 6 quartiers ; parmi lesquels figurent (Noyau clonial, cité 20 Aout, etc.). La deuxième classe est relative aux quartiers à moyenne vulnérabilité. cette classe compte 19 quartiers à titre d'exemple (Bouyaala, Frères Ayachi, etc.).

Graph n°29 : Classification de la vulnérabilité urbaine



Source : Auteur d'après logiciel Excel, 2016

La troisième classe inclut les quartiers à faible vulnérabilité on recense 82 quartiers, comme (500 logements, cité des abattoirs, etc.). Cette répartition donne une lecture synthétique de la hiérarchie des variables et de leurs représentativités quant aux profils de la vulnérabilité, de la sorte que chaque classe comprend une catégorie des quartiers dont les données des variables sont rapprochées et corrélées. La cartographie de la vulnérabilité urbaine fournit une lecture spatiale de l'arborescence hiérarchique des variables (Rufat S, 2009), et permet de faire ressortir les spécificités de chaque niveau de vulnérabilité selon les variables qui ont été fortement corrélées. Nous avons repéré dans la carte n° 22 les distinctions qui caractérisent les quartiers de la zone d'étude.

### VI.1.2.2 Un inventaire sur les trois classes de vulnérabilité pour une analyse plus approfondie

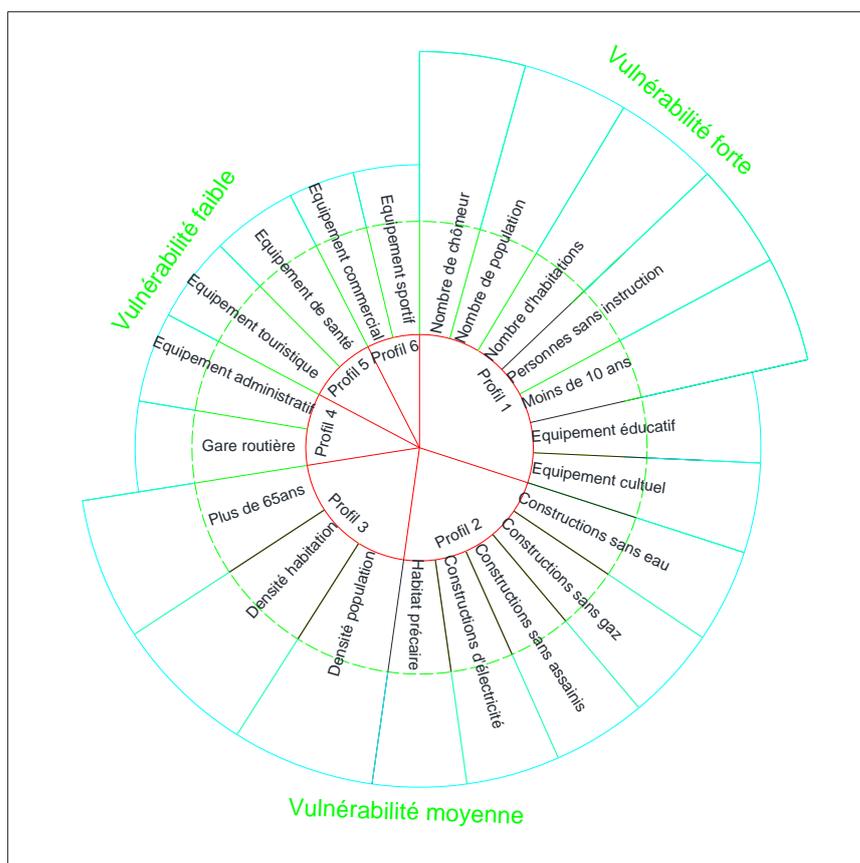
De ce qui a précédé, mettre l'accent sur le spectre de la vulnérabilité donne naissance à trois niveaux, qui résument les relations entre les variables de la vulnérabilité, et permet de comprendre la synthèse de ce processus hiérarchique pour interpréter cette variabilité spatiale de la vulnérabilité. En effet on distingue :

**Forte vulnérabilité physique et socioéconomique:** l'analyse de ce niveau de vulnérabilité permet de constater les caractéristiques des quartiers regroupés. Il ressort que, ce niveau annonce les quartiers à forte densité de population et d'habitation la présence de la population moins de 10 ans et aussi les quartiers ayant une forte concentration des chômeurs et des personnes sans instructions. Ces quartiers se situent dans l'ACL de Skikda.

**Moyenne vulnérabilité structurelle et fonctionnelle :** ce niveau de vulnérabilité comporte deux regroupements, les quartiers à moyenne densité et à forte présence de population plus de 65 ans, ainsi que les quartiers à moyenne densité et à forte présence d'habitat précaire, et par conséquent il représente aussi les variables du non raccordement au réseau (surtout l'assainissement et le gaz qui sont plus corrélées avec l'habitat précaire à l'exemple du quartier Bouabaz).

**Faible vulnérabilité humaine et matérielle :** ce niveau inclut les quartiers présentant les classes à faible densité de population et d'habitation et concentrant moins d'équipements. Seulement, ce groupe qui contient plus de quartiers manifeste une marginalisation par rapport à la présence d'équipement et par conséquent l'accès aux soins et à la culture, et aux besoins vitaux de la population urbaine à l'image des habitants des quartiers du Rabwa el centre-ville de Skikda.

Figure n°86 : La spectroscopie de la vulnérabilité selon la démarche établie



Cette figure représente une vision globale sur l'adjonction entre les profils au centre, la hiérarchie des variables issues de ces profils, et leur projection spatiale dans les trois niveaux de vulnérabilité.

Source : Auteur, 2016

**En conséquence**, la vulnérabilité globale présente une variété contrastée entre périphérie et centre de la ville suivant l'importance des liens entre les variables retenues dans le cadre de notre recherche. Toutefois, des espaces à forte vulnérabilité se dévoilent dans le centre de la ville de Skikda. Les quartiers à moyenne vulnérabilité se concentrent dans l'extension du centre-ville de Skikda, et les quartiers à faible vulnérabilité s'annoncent dans la périphérie résultante de l'étalement urbain.

Le contraste entre centre-ville et périphérie (ou Nord et Sud de Skikda) est aggravé par la forte présence des liens entre les variables à forte corrélation (exemple nombre de population, nombre d'habitation, nombre de population moins 10 ans). De ce fait, les interdépendances entre les variables retenues permettent de dégager une hiérarchie dans un spectre de vulnérabilité urbaine. C'est ainsi que l'on arrive à passer de l'analyse multivariée (basée sur un ensemble de variables en interdépendance) à une territorialisation de la vulnérabilité urbaine du système urbain du territoire d'étude.

Saisir ces interactions permet de discerner les quartiers vulnérables. Mais cette étape ne peut refléter les risques auxquels ces quartiers sont exposés. Une étude globale ne peut être effectuée sans considérer les aléas présents sur le territoire de Skikda. Il paraît indispensable de voir leur spatialisation afin d'évaluer les réponses de ces quartiers et penser sur les décisions convenables pour la gestion des risques.

## **VI.2. Différents aléas à cartographier, pour une territorialisation des risques à Skikda**

La zone d'étude est exposée à multiples aléas. Chaque aléa présente des risques différents et parfois un aléa peut déclencher un autre. En effet, une étude approfondie pour chacun s'impose, la confrontation et la superposition des données à références spatiales mettent en lumière leurs interactions.

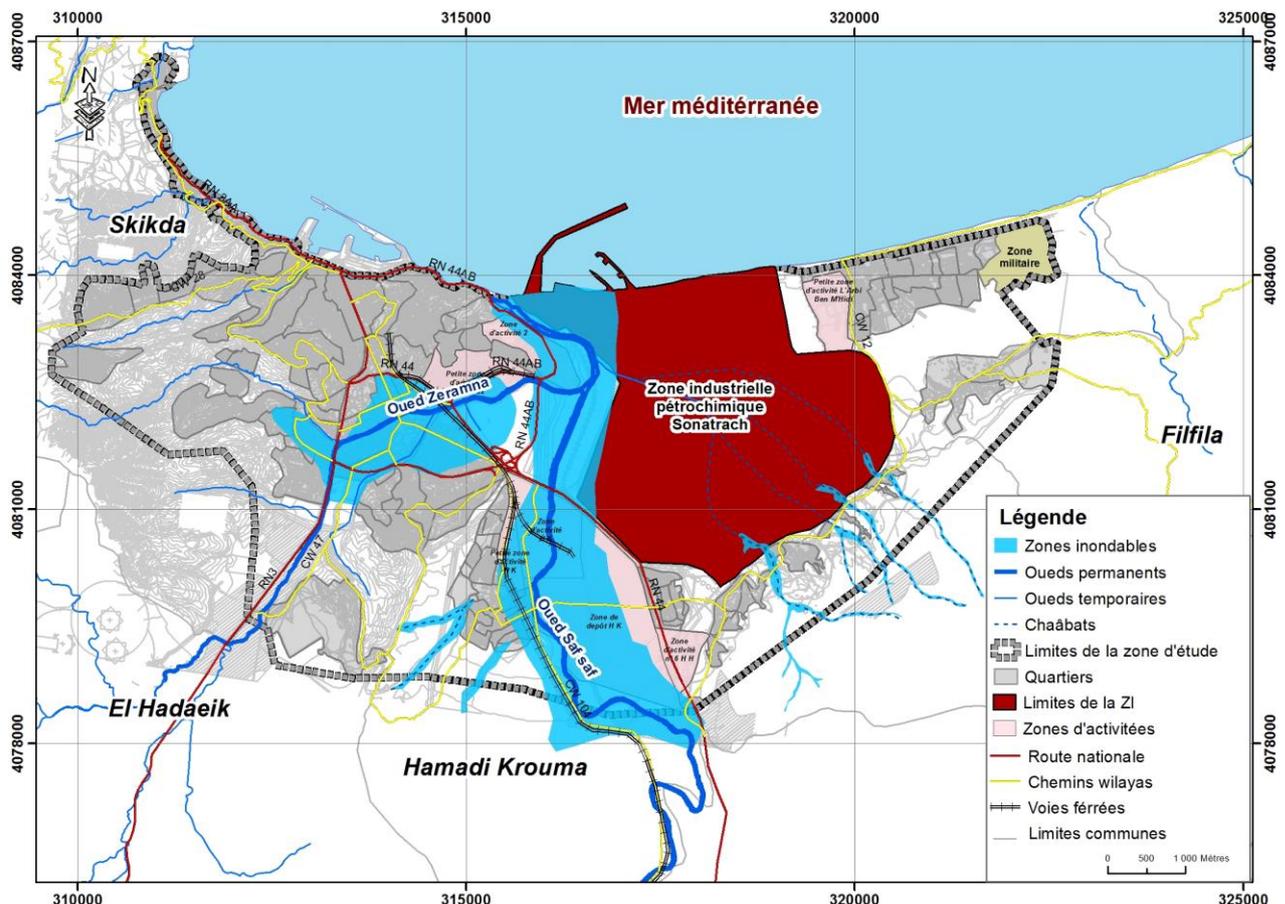
Parmi les aléas qui sont recensés dans la zone d'étude, nous nous sommes intéressés aux plus fréquents et sur lesquels il existe des informations pour pouvoir mesurer leurs impacts sur le territoire. C'est ainsi que, nous avons choisi les inondations, les glissements de terrains et les risques industriels. En l'absence des informations qui traite l'impact de la pollution sur l'environnement et l'importance de l'étendue de l'impact estimé à plus de 80 Km jusqu'aux villes voisines (Direction de l'environnement Skikda, 2015), ce risque n'est pas pris en compte dans cette étude. Les incendies de forêts ne sont pas considérés dans cette étude, car, ils sont imprévisibles, et du fait que la forêt contourne Skikda ; ce ne sont pas seulement les quartiers limitrophes qui sont concernés mais tout le territoire de Skikda.

### VI.2.1. Les inondations, un aléa au centre de Skikda

La zone d'étude est traversée par deux Oueds (Oued Zeramna et Oued Safsaf) qui ont provoqué plusieurs inondations à travers l'histoire des catastrophes. Cela a concerné, surtout les quartiers implantés sur les bords des lits d'Oueds.

Les inondations se manifestent d'une manière différente sur le territoire. Elles sont fonction des précipitations (hauteur, intensité et durée) et des spécificités de l'échelle spatiale (la nature du sol, pente, la présence de la végétation, la perméabilité, etc.). Sachant que nous ne disposons pas des informations précises sur l'importance de l'inondation selon les zones à faibles, moyennes et fortes expositions, nous avons représenté toutes les zones inondables des deux Oueds (Oued Safsaf et Oued Zeramna) ainsi que les Chaabat qui dérivent de ces Oueds. Par ailleurs, dans notre étude, nous avons exploité la cartographie faite par les services d'hydraulique (sur Autocad) et de la protection civile (des images) pour représenter les lits des Oueds et de la zone inondable. Cette représentation a été effectuée sur la base de l'historique des crues de (1957, 1984, 1994).

Carte n°23 : La spatialité des inondations à Skikda



Source : Statistiques protection civile Skikda, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

A travers la carte n°23, nous avons représenté les quartiers exposés aux inondations. L'analyse de cette carte met en évidence le nombre de quartiers exposés, leurs surfaces et leurs caractéristiques. Ainsi, l'observation de cette carte n°23 nous permet d'identifier ces quartiers. On recense 17 quartiers inondables à Skikda chef-lieu et 19 quartiers à Hamadi krouma (ACL et AS Hamrouche Hamoudi). Ces quartiers inondables exposent la population, les habitations, les zones d'activités de Hamadi krouma et de Skikda, ainsi que la zone industrielle à des risques importants. La surface totale exposée aux inondations est de 5696103,57 m<sup>2</sup>. Le tableau n°40 nous renseigne sur les quartiers exposés et l'ampleur de la concentration de la population et des habitations.

Tableau n°40 : Les quartiers exposés aux inondations à Skikda

Quartiers exposés à l'inondation	Nombre de population exposée	Nombre d'habitation exposé	Surface exposée (m <sup>2</sup> )
Lotissement MELHA 1	24	5	21913,18
Cite 100 Logts	79	18	9457,06
Cite 180 Logts	6	1	711,44
Zone D'activite N°6 H.H	/	/	1879,18
Cite 164 Logts	265	59	31864,55
Lotissement N2	225	39	13594,75
Cite 80 Logts	39	7	9024,76
Cite 400 Logts	293	57	50280,49
Cite Logements Collectif H.K	900	176	112451,26
Cite 70 Logts	63	11	15046,84
Mechtat Oued Atta	0	0	111,65
Cite 58 Logts	110	21	18838,99
Lotissement 64 Lots El Kharouba Taghane Allaoua	119	17	17668,82
M'ssoouna	1	0	360,25
Zone De Depot H.K	/	/	1887162,05
Cite Autoconstruction M'ssoouna	8	1	3425,14
Petite Zone D'activité H.K	/	/	149195,78
Zone D'activité H.K	/	/	843819,72
Cite El Kassia Autoconstruction	22	4	9077,97
Cite Salah Boulkeroua	4888	1017	206906,04
Cite Aissa Boulkerma	726	135	49858,92
Cite 700 Logts	4536	938	166708,56
Cite Merdj Dib	9151	1978	438465,33
Cite 20 Aout	6868	1400	483435,58
Cite Frère Saker	5627	1013	160977,43
Cite Les Oliviers	213	41	10963,78
Cite Amar Chtaybi	126	25	7805,66
Cite Mamarat	3142	641	124667,28
Cite Frère Saadi	3703	666	144423,18
Zone D'activité 1 Petite Zone Bouabaz	792	162	237262,28
Cite Bouabaz 4	7	2	5147,26
Cite Hocine Lozat	115	20	13696,33
Zone D'activité 2	466	110	331440,98
Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif	84	26	17896,93
Cite 641 Logts	715	165	28315,85
Cite 500 Logts	1731	314	72248,28

Hamadi Krouma:  
La surface totale exposée est de 3195883,88 m<sup>2</sup>  
Avec une population de 2153 habitants et 416 habitations.

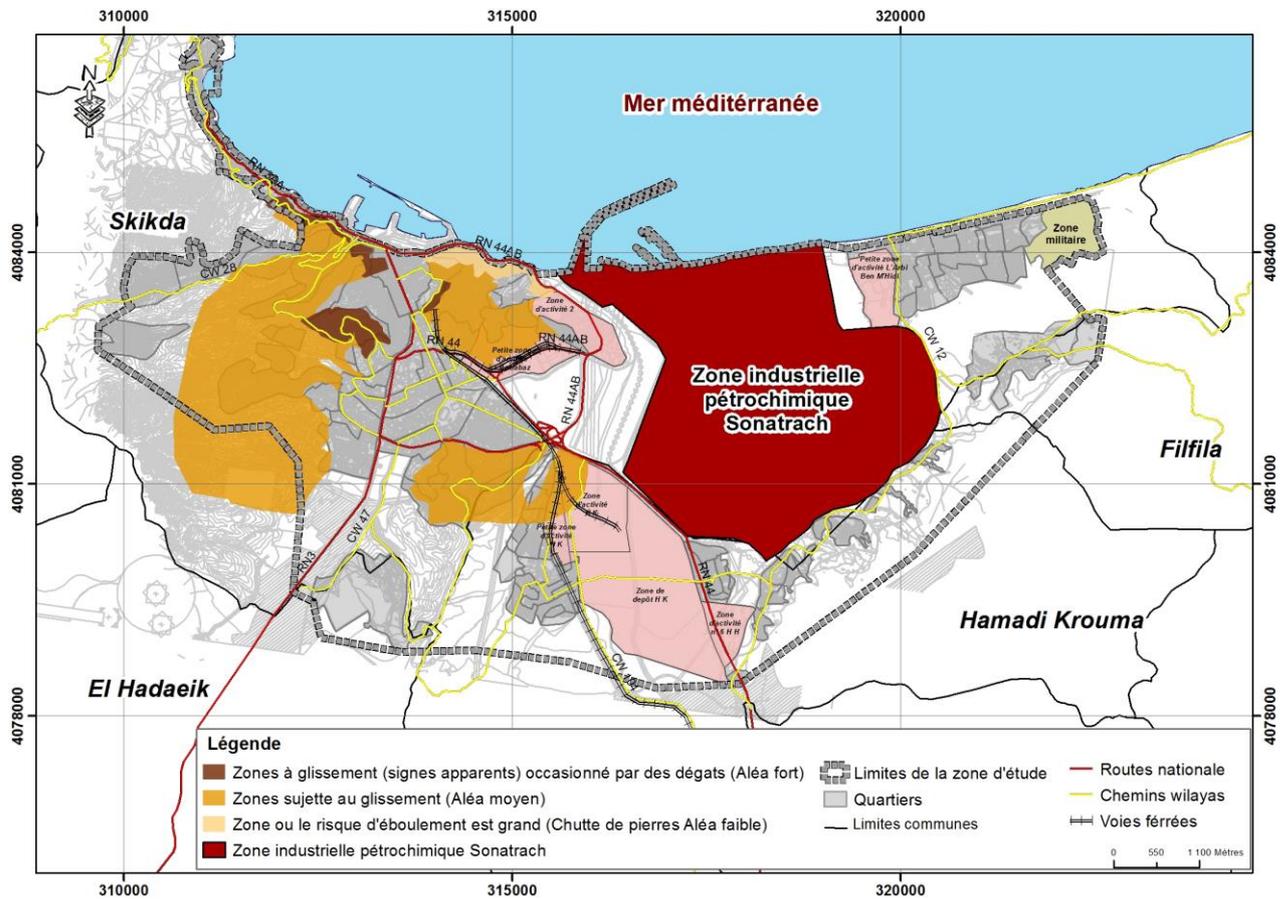
Skikda ACL :  
La Surface totale exposée est de 2500219,69 m<sup>2</sup>  
avec population de 41890 habitants et 8381 habitations.

Source : Statistiques protection civile Skikda, interprétation personnelle d'après Arcgis, 2016

### VI.2.2. Les glissements de terrain, des dégâts apparents dans les quartiers de Skikda

L'aléa glissement de terrain est un autre risque qui menace la ville de Skikda, et qui a suscité plusieurs travaux de recherche et des études étrangères engagées entre la DUC de Skikda et des entreprises étrangères tel que Terrasol<sup>173</sup>, qui ont réalisé une cartographie synthétisant un zonage de risque de glissement à Skikda juste après la pluviométrie qui a marqué le territoire par des glissements majeurs en l'an 2005. Cette cartographie montre clairement la nature du risque et sa situation. Nous avons exploité ces travaux pour les intégrer dans notre base de données afin de déterminer les quartiers concernées et leurs surfaces. L'étude met en évidence trois principales zones : les zones où le glissement est déjà constaté et qui nécessite des travaux de confortement, les zones à risques potentiels qui peuvent affecter la zone d'étude, ainsi que les zones d'éboulement.

Carte n°24 : La spatialité des glissements de terrains à Skikda



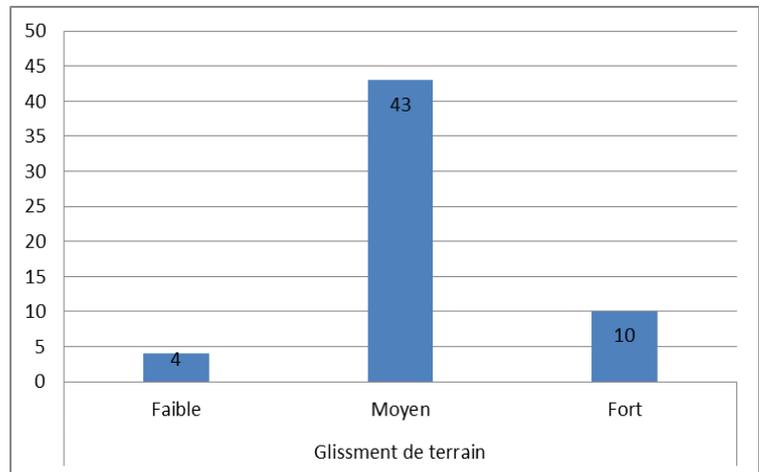
Source : Statistiques Protection civile et DUC Skikda, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

<sup>173</sup> Terrasol : Bureau d'ingénieurs-conseils en géotechnique en France.

Depuis la carte n°24 on observe que la ville de Skikda est concernée par ces 3 types de glissement. On dénombre 57 quartiers qui sont exposés à ce type d'aléas. Le graphe n°30 exprime l'importance des niveaux de glissement dans la zone d'étude.

**Graphe n°30 : Distribution des quartiers exposés aux glissements de terrains**

En effet, les quartiers sont exposés d'une manière différente aux effets de glissement. Un quartier peut être touché par deux types de glissements. Le graphe n°30 dévoile le nombre de quartier selon leurs expositions.



Source : Auteur d'après Excel, 2016

Ce nombre important de quartier et la situation sensible de ces zones de glissement, principalement dans la ville chef-lieu, qui est la plus dense en matière de population et d'habitation, appelle à identifier les quartiers et leurs spécificités pour prendre en charge le phénomène.

Les zones de glissements, touchent l'habitat colonial qui est considéré comme un patrimoine à préserver, les quartiers collectifs, ainsi que les zones d'activités. Les zones d'éboulements situés dans le nord de la zone d'étude menaçant l'axe principale de la ville (Ilot des chèvres) par les chutes de pierres peuvent engendrer des dégâts humains et matériels (Terrasol, 2006).

Nous notons que la superficie totale de ces quartiers pour les trois types de glissements est de 5637824,84 m<sup>2</sup>. Quant à la population elle est de 51776, occupant 11319 d'habitations. Ces chiffres montrent la nécessité de considérer cet aléa dans l'identification des risques surtout que les quartiers concernés sont ceux qui ont montré leurs fortes vulnérabilités.

Un inventaire sur les quartiers selon le type de glissement est nécessaire pour déceler l'importance des espaces menacés. Le tableau n°41 visualise les surfaces des quartiers, le nombre de la population exposée et le nombre d'habitation.

Tableau n°41 : Les quartiers exposés aux glissements de terrains à Skikda

Quartiers exposés aux glissements de terrains	nombre de population exposée	nombre d'habitation exposé	surface exposée(m <sup>2</sup> )
Cite L'Esperance	461	101	31993,91
Centre-Ville 2 Rabwa El Djamila	9	2	1699,05
Cite Bouyaala	3397	557	300912,39
Cite Bordj Hmam	390	78	42384,63
Cite Beni Malek 2	76	14	14503,84
Cite Bouabaz	68	12	8769,60
Centre-Ville 1	1452	303	80446,69
Noyau Colonial	875	213	39746,46
Cite Les Abattoirs	219	59	23192,70
Corniche Skikda	204	57	90460,45
Cite Salah Boulkeroua Habitat Evolutif	3211	572	268547,48
Cite Rabah Bitat	7661	1811	223007,45
Cite Salah Boulkeroua Habitat Précaire	4028	697	121181,43
Cite Zeramma	3936	1128	300352,20
Cite Salah Boulkeroua Autoconstruction	3567	820	253395,26
Cite Aissa Boulkerma	729	136	50023,04
Cite 20 Aout	5	1	383,04
Cite 500 Logts	365	66	15251,66
Cité Les Oliviers	25	5	1288,54
Briqueterie Ouest	2253	394	537052,57
Cite 888 Logts	783	188	122186,55
Cite L'Esperance	54	12	3742,05
Cite Lsp 500 Logts	34	8	25959,32
Cite Oued El Ouahch	542	130	84560,42
Zone D'activite 1 Petite Zone Bouabaz	/	/	268573,35
Cite Bouabaz 4	45	10	31290,61
Cite Hocine Lozat	1621	282	193187,23
Centre-Ville 2 Rabwa El Djamila	79	14	15315,52
Cite Bouyaala	456	75	40359,56
Cite Bouabaz 1	943	155	115639,76
Cite Bouabaz 2 Autoconstruction	1181	193	98550,81
Cite Frere Khaldi	185	69	85242,18
Zone D'activite 2	/	/	11946,49
Cite Eplf Bouabaz	66	392	13377,31
Hadabat Beni Malek	76	28	35092,46
Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif	4	1	924,30
Cite Bordj Hmam	636	128	69070,24
Cite Beni Malek 2	1334	249	254341,16
Cite Dib Lessak Beni Malek 1	166	37	133142,16
Cite Bouabaz	3062	554	392945,32
Centre-Ville 1	575	120	31871,17
Cite Boulakroud 2	2	0	1473,05
Cite Boulekroud 3	240	70	91106,01
Cite Les Abattoirs	2925	790	309973,35
Corniche Skikda	46	13	20417,17
Lotissement Autoconstruction H.K	8	2	2258,51
Lotissement Habitat Evolutif Et Formel H.K	169	28	5676,16
Cite 176 Logts Eplf	201	38	17147,67
Cité 30+40 Logts	70	18	5928,17
Zone De Gourbis Hamadi Krouma	534	138	42941,23
Petite Zone D'activite H.K	/	/	90680,75
Cite 400 Logts	244	47	41876,51
Zone D'activite H.K	/	/	228554,36
Zone D'activite 2	/	/	7366,59
Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif	225	70	47889,63
Cite Bordj Hmam	380	76	41245,15
Cite Bouabaz	1959	355	251380,17

Source : statistiques protection civile et DUC, interprétation personnelle d'après Argis, 2016

10 quartiers situés dans la zone à fort glissement, étalés sur une surface de 634109,72 m<sup>2</sup> avec une population de 7150 habitants, et 1396 habitations.

Dans la zone à glissement moyen 40 quartiers sont recensés et 4 zones d'activités. La Surface totale exposée à ce type de glissement est de 4655833,58 m<sup>2</sup>, la population est 42062 habitants et 9422 habitations.

03 quartiers et une partie de la zone d'activité (02) sont repérés dans la zone à faible glissement, ils s'étendent sur une surface de 347881,54 m<sup>2</sup> avec une population de 2564 habitants et 501 habitations.

### VI.2.3. Différents effets de l'aléa industriel : un périmètre à cerner

La zone industrielle de Skikda est à la fois synonyme de potentialités et de menaces. D'une part, elle est considérée comme l'essence de l'économie algérienne, et d'autre part elle présente une menace pour la ville, suite à la dangerosité de ses risques tant sur l'être humain et son habitat que sur l'environnement. L'aléa industriel que présente cette zone concerne les trois types d'effets: thermiques, suppressifs et toxiques. Chaque effet varie selon des seuils d'exposition sur les humains et sur le bâti en deux zones : zone d'effet létal et zone d'effet irréversible. Cependant, ces effets se présentent sous forme de scénarios tels que : Boil over, Bleve, etc.

**Tableau n°42 : Les scénarios thermiques, suppressifs, et toxiques dans la zone industrielle**

Unité	Scénarios d'accident	Th (IR)	Th (EL)	Sup (BV)	Sup (IR)	Sup (EL)	Tox (IR)	Tox (EL)
<b>ENIP</b>	Ruine d'un réservoir d'éthylène, feu de cuvette	155	203	/	/	/	/	/
	Ruine d'un réservoir d'éthylène, évaporation et explosion	/	/	1500	660	360	/	/
	BLEVE de la sphère de VCM	1115	968	3280	1115	968	/	/
	Ruine d'un réservoir de Hcl, nuage toxique	/	/	/	/	/	1000	550
<b>GLIK</b>	Ruine d'un réservoir de GNL, feu de cuvette	320	248	/	/	/	/	/
	Ruine d'un réservoir de GNL, évaporation et explosion	/	/	2800	1540	1020	/	/
	UVCE unité 5P	/	/	2650	1235	592	/	/
	UVCE unité 10 (Liquéfaction)	/	/	2230	1010	450	/	/
	UVCE unité GPL (Traitement, Stockage et Expédition)	/	/	3280	1445	600	/	/
	FEU TORCHE unité GPL	305	265	/	/	/	/	/
	FEU DE FLAQUE	725	590	/	/	/	/	/
<b>RA1K</b>	UVCE unité 80 P	/	/	1740	970	500	/	/
	BOIL OVER d'un réservoir de pétrole	1376	980	/	/	/	/	/
	BLEVE d'une sphère de butane	1093	948	1231	1093	948	/	/
	Rupture de la canalisation au refoulement de la pompe UVCE	/	/	792	397	197	/	/
	Perte de confinement sur le ballon V12 « UVCE »	/	/	905	395	161	/	/
	Perte de confinement sur le ballon MV311 (chiller) « UVCE »	/	/	961	420	171	/	/
	Perte de confinement au refoulement de la pompe MPI »UVCE »	/	/	1356	592	241	/	/
	UVCE RA1K- futur unité d'isomérisation du naphta léger	/	/	1500	685	267	/	/
	Boil-Over RA1K- Zone de stockage brut	1347	959	/	/	/	/	/
	Boil-Over RA1K- Zone de stockage F.O lourd	1459	1039	/	/	/	/	/
	BLEVE RA1K- Zone de stockage Butane/ propane	1016	825	1231	595	298	/	/
	BLEVE RA1K- Zone de stockage propane	1299	1071	1260	609	305	/	/
<b>RTE</b>	BOIL OVER d'un réservoir de pétrole	1305	930	/	/	/	/	/
	Rupture de la gare racléur	/	/	2182	1241	695	/	/
	Boil-Over, Bac S101, S122	903	566	/	/	/	/	/
<b>ENGI</b>	Ruine de bouteille d'ammoniac	/	/	/	/	/	933	345

Th (IR) : thermique irréversible, Th (EL): thermique létal, sup (IR):suppressif irréversible, sup (EL):suppressif létal, sup (BV): suppressif brise de vitre, Tox (IR) : toxique irréversible, Tox (EL) : toxique létal.

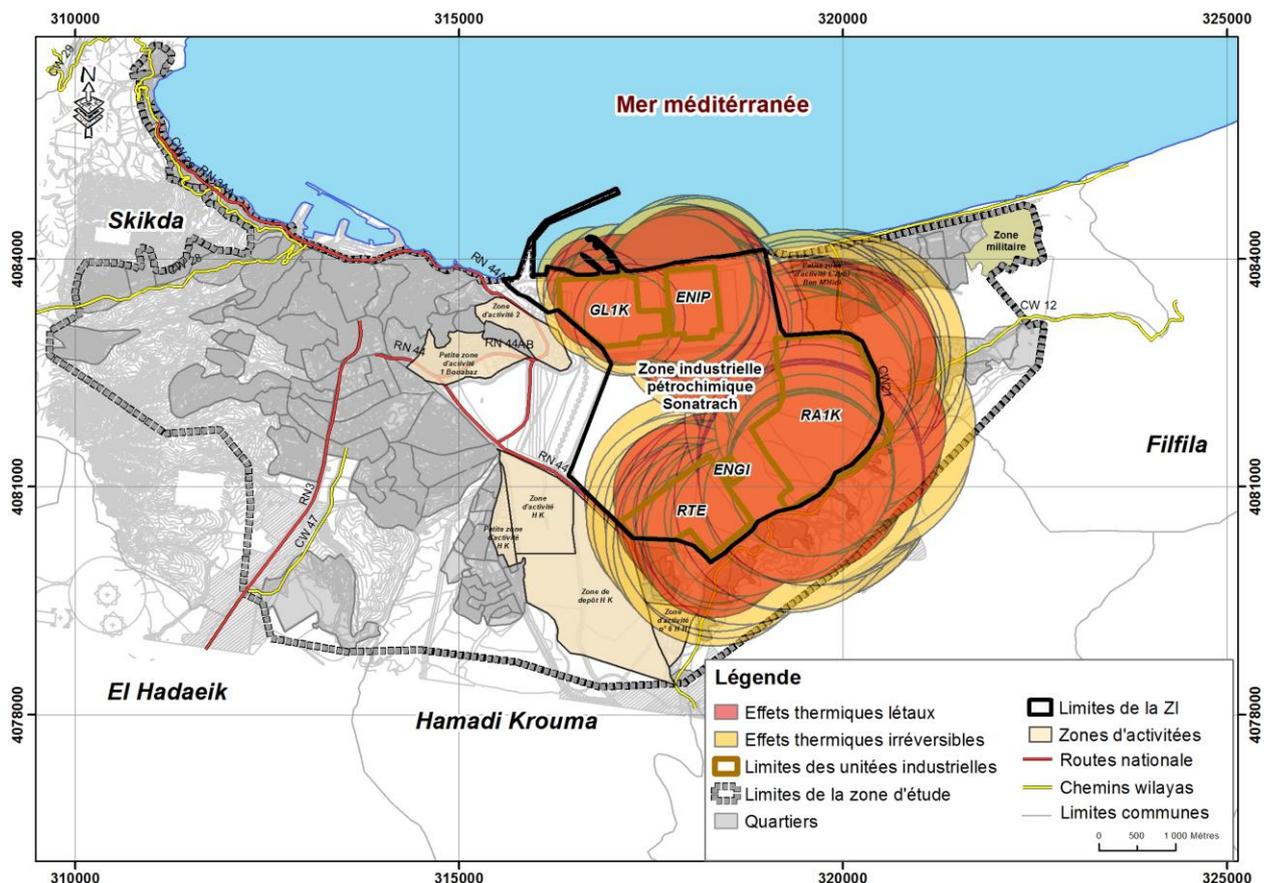
Source : Statistiques de la protection civile et Sonatrach Skikda, traitement personnel, 2015

Il est à noter que, par manque d'une étude de danger globale incluant les risques potentiels de toutes les unités industrielles ainsi que la confidentialité des données, nous ne disposons pas d'informations sur les périmètres de danger avec certitude. Pour cela, le recours à des études prévisibles (élaborées par le biais des logiciels spécialisés) et des approximations des accidents potentiels les plus désastreux sont un soubassement pour estimer les quartiers exposés aux risques. Le tableau n°42 précédent donne une liste des scénarios considérés dans cette étude. Pour repérer les zones d'impact, nous nous sommes penchés sur la spatialisation de chaque type d'aléa par la représentation des rayons des zones d'effets (létaux ou irréversibles) selon la source de danger, puis l'assemblage des rayons d'effets les plus contraignants et contestés donne une lecture de l'impact de cet aléa .

### VI.2.3.1. Les effets thermiques, concernent les habitants et les êtres vivants

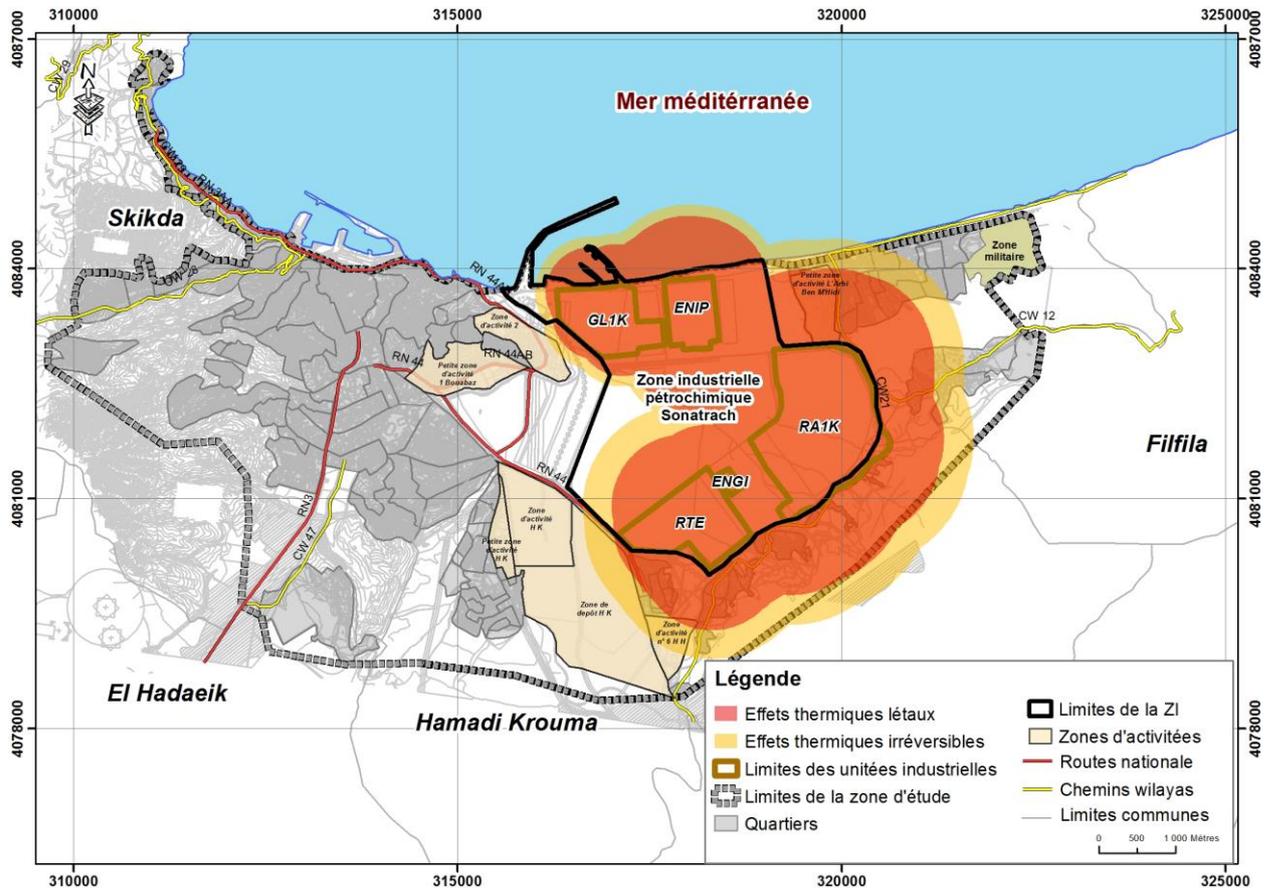
La carte n°25 illustre la superposition des rayons afin de comprendre le processus établi pour avoir un zonage global de l'impact sur la zone exposée.

Carte n°25 : Repérage des zones d'impact des effets thermiques



Source : Statistiques protection civile et sonatrach Skikda, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016. Donc, l'assemblage de ces zones d'effets selon chaque type d'effet (létaux ou irréversible) permet de cerner la zone d'impact, que nous présentons dans la carte n°26.

Carte n°26 : Rayonnement des effets thermiques

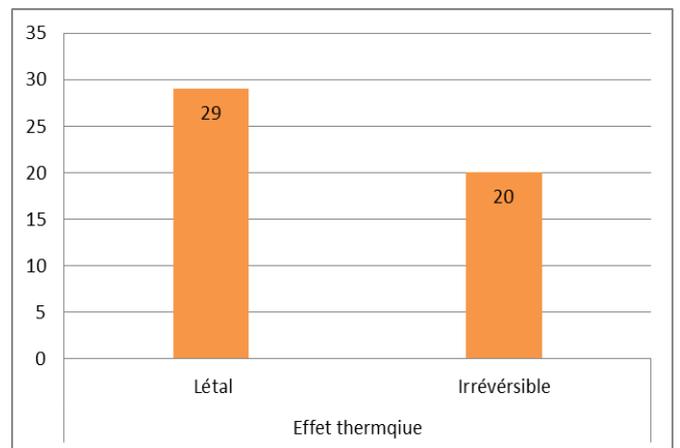


Source : Statistiques protection civile et Sonatrach Skikda, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

On constate que la superficie exposée aux effets thermiques est de 3794264,48 m<sup>2</sup>. Plusieurs quartiers sont touchés (carte n°26). On recense 49 quartiers affectés par ces effets (graphe n°31).

Le nombre de quartiers exposés dans la zone d'effet létal qui est considéré la plus dangereuse est de 29 quartiers. Par contre les quartiers situés dans la zone d'effets irréversibles sont 20 quartiers. Cette quantification montre l'ampleur du danger sur la population et sur le bâti. Pour cela, nous remarquons que l'intensité du flux et le degré d'exposition influencent sur l'impact des effets thermiques, dont les seuils

Graphe n°31 : Distribution des quartiers exposés aux effets thermiques



Source : Auteur d'après Excel, 2016

diffèrent de 3 kW/m<sup>2</sup> à 8 kW/m<sup>2</sup>. Ses seuils correspondent à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine et des dommages matériels allant des dégâts graves sur les structures à la destruction de vitres significatives. Donc, une exploration des quartiers s'impose afin de repérer les spécificités de ces quartiers et pouvoir ensuite voir leurs vulnérabilités (le tableau n°43).

Tableau n°43 : Les quartiers exposés aux effets thermiques

Quartiers Exposés aux effets thermiques	Nombre de population exposée	Nombre d'habitation exposé	Surface exposée (m <sup>2</sup> )
Lotissement Social Mechtat ZI Malha 02	39	9	9506,45
Zone D'activité N°6 H.H	/	/	22037,37
Cite De Gourbis H.H	10	2	9547,14
Lotissement Oued Atta 1 Habitat Collectif	234	47	36215,24
Cite 36 Logts H.H	3	1	2357,88
Lotissement 9 Lots+33 Logts	235	53	58111,89
Cite Promotionnelle H.H	60	12	24685,92
Cite 144 Logements Opji H.H	42	9	13865,18
Zone De Renouveau H.H	1241	232	57538,08
Lotissement 59 Lots	400	74	29637,29
Lotissement Oued Atta 2 Habitat Promotionnel	212	39	54132,68
Mechtad Oued Atta	162	29	51059,60
Cite 144 Eplf	15	3	43432,64
Lotissement 76/38 Lots	1278	247	85229,32
Lotissement 64 Lots El Kharouba Taghane Allaoua	282	40	42046,67
Lotissement El Kharouba Autoconstruction	858	130	142910,12
M'sououna	85	15	23785,20
Zone De Dépôt H.K	/	/	21814,10
Cite Autoconstruction M'ssououna	113	19	46069,24
Cite El Kassia Autoconstruction	165	28	67556,27
Lotissement Oued Atta Autoconstruction	741	145	103950,23
SNLB	235	71	72085,07
COMERINT	264	93	116838,92
CARAVANING	492	153	167722,59
DRAGADOS	91	27	27793,70
INCISA	3	1	1238,17
Petite zone d'activité l'Arbi Ben M'hidi	/	/	454600,37
EPIDEX	197	55	178568,76
Mechtad Laghouat	2409	578	232059,57
Lotissement Social Mechtat El Malha 02	204	46	50268,69
Zone D'activité N°6 H.H	/	/	201159,87
Cite De Gourbis H.H	8	2	7657,63
Cite 36 Logts H.H	45	10	41675,60
Zone De Renouveau H.H	201	38	9315,97
Cite 144 Eplf	7	2	20496,96
Zone De Dépôt H.K	/	/	461441,49
COMERINT	150	52	66169,13
CARAVANING	9	3	3027,53
DRAGADOS	33	10	10029,60
INCISA	233	83	100620,27
TRECO	153	61	53390,95
Petite zone d'activité l'Arbi Ben M'hidi	/	/	8814,59
SKODA	154	48	81595,48
EPIDEX	197	55	178479,15
ITALEDIL	1	0	218,04
PRIT CHARD	100	32	31646,31
Mechtad Laghouat	1809	434	174293,30
Cite Benhamouda	724	189	80179,67
Zone D'activité 2	/	/	17388,58

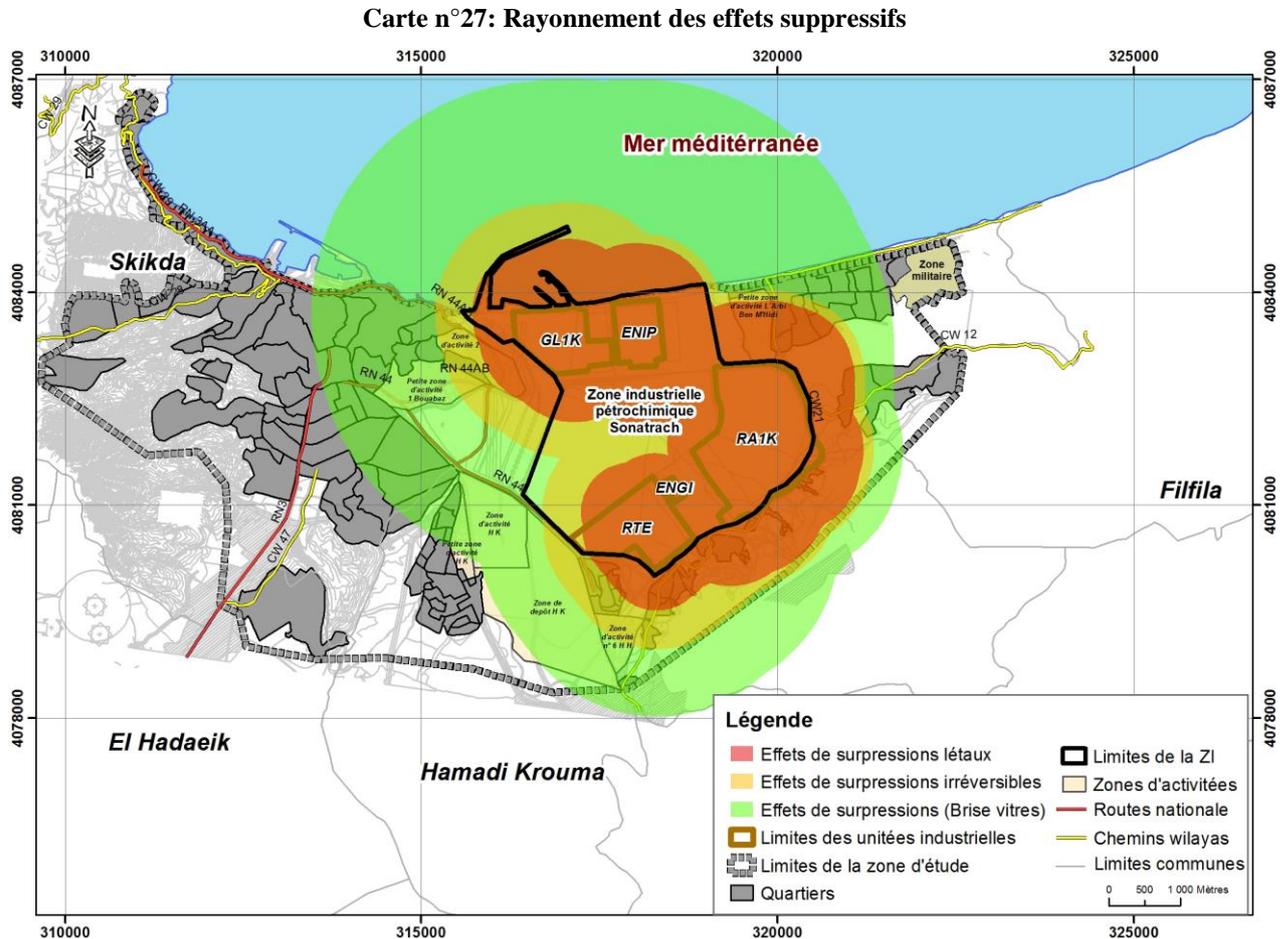
Nous notons que la superficie totale exposée aux effets thermiques létaux est de 2196395,68 m<sup>2</sup>, dont la population est de 8984 habitants et les habitations sont 2992.

Pour la zone d'effet thermique irréversible, la zone d'impact est de 1597868,80m<sup>2</sup>, avec 4026 de population et 1064 habitations.

Source : Statistiques de la protection civile et Sonatrach Skikda, interprétation personnelle d'après Arcgis, 2016

### VI.2.3.2. Les effets suppressifs: des seuils dépassant les limites de la zone industrielle

Les effets de suppressions présentent aussi une menace pour les quartiers avoisinants la zone industrielle. La carte n°27 offre une lecture de la zone d'impact qui englobe les rayons des effets suppressifs.

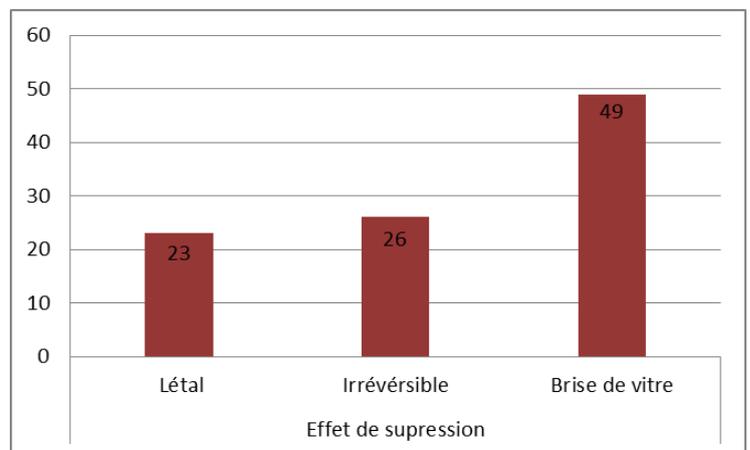


Source : Statistiques protection civile et Sonatrach Skikda, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Avec cette cartographie, on peut constater que plusieurs quartiers sont touchés par ces effets de suppression, la carte n°27 identifie ces zones d'impacts.

L'impact est représenté en 3 zones d'effet distinctes, le graphe n°32 représente le nombre de quartiers exposés aux effets létaux, irréversibles et la zone de brise de vitre.

**Graphe n°32 : Quartiers exposés aux effets suppressifs**



Source : Auteur d'après Excel, 2016

Divers seuils aussi existent pour ses effets allant de 50 mbar à 140 mbar causant des dégâts matériels et humains. Le tableau n°44 illustre les effets létaux suppressifs. Ils présentent un grand danger, dans le sens où, ses effets sont très significatifs sur les humains et sur le bâti. L'impact de cette zone létale touche une surface de 1873194,80 m<sup>2</sup>, et expose un total de population de 6774 habitants et 1489 habitations.

Tableau n°44 : Les quartiers exposés aux effets suppressifs létaux

Quartiers Exposés aux effets suppressifs létaux	Nombre De Population Exposée	Nombre D'habitation Exposé	Surface Exposée (m <sup>2</sup> )
Lotissement Oued Atta 1 Habitat Collectif	128	26	19831,79
Lotissement 9 Lots+33 Logts	175	39	43080,58
Cite Promotionnelle H.H	8	2	3229,79
Cite 144 Logements Opji H.H	30	6	9937,38
Zone De Renouveau H.H	11	2	526,19
Lotissement 59 Lots	323	59	23930,51
Lotissement Oued Atta 2 Habitat Promotionnel	212	39	54132,68
Mechtat Oued Atta	161	28	50603,27
Lotissement 76/38 Lots	530	103	35357,00
Lotissement 64 Lots El Kharouba Taghane Allaoua	282	40	42046,67
Lotissement Oued Atta Autoconstruction	1019	199	142910,12
M'ssouna	85	15	23785,20
Cite Autoconstruction M'ssouna	113	19	46069,24
Cite El Kassia Autoconstruction	165	28	67556,27
Lotissement Oued Atta Autoconstruction	741	145	103950,23
Snlb	235	71	72085,07
Comerint	160	56	70881,97
Caravaning	430	134	146604,25
Dragados	27	8	8260,25
Petite Zone D'activité L'arbi Ben M'hidi	/	/	396129,95
Epidex	141	40	127746,85
Mechtat Laghouat	1453	349	140028,89

Source : Protection civile et Sonatrach, interprétation personnelle (Arcgis), 2016

L'AS de Hamrouche Hamoudi est exposée à cet effet avec 666946,93 m<sup>2</sup>, dont la population est de 3983 et 750 habitations.

La surface touchée à l'AS de Arbi Ben M'hidi est de 821708,34m<sup>2</sup> elle expose une population de 993 et 309 habitations.

Or, l'AS de Saleh Chbel est exposée avec une surface de 1400028,89 m<sup>2</sup>, cette surface compte 1453 de population et 349 habitations

Les surfaces, le nombre de population et d'habitations estimés démontrent les agglomérations exposées et l'importance des zones touchées dans les quartiers, car un quartier peut être touché par différents seuils d'effets létaux ou irréversibles. Pour cela, il paraît utile de définir à ce stade ses spécificités. Cette zone Etant la plus dangereuse en cas d'explosion, la proximité de ces quartiers posent un réel problème à gérer pour sécuriser la population péri-industrielle, surtout

que, la prédiction de ces aléas industriels est impossible puisqu'ils surviennent, par définition, de façon aléatoire.

Par contre, la deuxième zone d'impact correspond à la zone d'effet irréversible. Elle s'étale sur une surface de 1787406,51m<sup>2</sup>. Nous avons déterminé 4808 habitants et 1069 habitations exposés.

Le tableau n°45 définit les quartiers exposés à l'effet irréversible et leurs spécificités.

**Tableau n°45 : Les quartiers exposés aux effets suppressifs irréversible**

Quartiers Exposés aux effets suppressifs irréversibles	Nombre De Population Exposée	Nombre D'habitation Exposé	Surface Exposée (m <sup>2</sup> )
Zone D'activité 1 (Petite Zone Bouabaz)	368	75	110046,71
Cite Bouabaz 4	169	39	117271,90
Cite Bouabaz 2 Autoconstruction	18	3	1462,44
Zone D'activité 2	322	76	229048,79
Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif	283	88	60331,57
Cite Bouabaz	30	5	3840,97
Lotissement Social Mechtat El Malha 02	242	55	59775,14
Zone D'activité N°6 H.H	205	44	189617,28
Cite De Gourbis H.H	19	4	17204,77
Lotissement Oued Atta 1 Habitat Collectif	106	21	16383,45
Cite 36 Logts H.H	48	10	44033,48
Lotissement 9 Lots+33 Logts	61	14	15031,31
Cite Promotionnelle H.H	52	11	21456,13
Cite 144 Logments Opji H.H	12	2	3927,80
Zone De Renouveau H.H	1430	267	66327,86
Lotissement 59 Lots	77	14	5706,78
Cite 144 EPLF	22	5	63929,59
Lotissement 76/38 Lots	748	145	49872,32
Zone De Dépôt H.K	204	38	367039,10
COMERINT	119	41	52414,29
CARAVANING	68	21	23089,15
DRAGADOS	73	22	22323,90
INCISA	14	5	6267,69
Petite zone d'activité l'Arbi Ben M'hidi	71	20	64132,85
EPIDEX	73	21	66559,50
Mechtat Laghouat	1145	275	110311,73

Skikda chef-lieu est concernée par ses effets avec une surface de 522002,39 m<sup>2</sup> et 500 de population et 136 habitations.

A Hamadi Krouma, la superficie touchée est de 920305,01 m<sup>2</sup> elle expose 2816 de population et 548 habitations.

L' AS de Arbi Ben Mhidi est aussi exposé avec 234787,38 m<sup>2</sup> de superficie ainsi que 347 de population et 110 habitations. L'agglomération de Salah Chbel figure dans ce zonage.

Source : Protection civile et Sonatrach, interprétation personnelle (Arcgis), 2016

Toutefois, un autre rayon de danger est celui de la troisième zone d'impact, dont les distances vont jusqu'à 3280 m. Ce rayonnement paraît très grand touchant la ville chef-lieu de Skikda. On peut le considérer comme la zone de danger la plus contraignante dans la détermination de l'aléa industriel en cas d'accident majeur. Cette troisième zone d'effet brise de vitre, s'attache à identifier les quartiers susceptibles d'être affectés par des dégâts matériels et des blessures humaines lors des rejets des fragments suite à l'explosion. D'une façon générale, cet effet ne devrait pas être fatal pour les structures du bâti ; néanmoins, son impact sur la population et les habitations invite à le définir. Le tableau n°46 dévoile un inventaire sur les quartiers touchés.

Tableau n°46 : Les quartiers exposés aux effets suppressifs- brise de vitre

Quartiers exposés aux effets brise de vitre	Nombre de population exposée	Nombre d'habitation exposée	Surface exposée (m <sup>2</sup> )
Cité Rabah Bitat	6145	1453	178879,71
Cité Zéramna	4360	1249	332680,30
Cité Salah Boulkeroua Autoconstruction	890	205	63258,24
Cité Salah Boulkeroua	3	1	134,87
Cité Merdj Dib	10789	2332	516944,99
Cité 20 Aout	4308	878	303211,42
Cité Frere Saker	2651	477	75823,15
Cité Amar Chtaybi	938	184	58290,56
Cité Mamarat	3258	665	129259,07
Cité Frere Saadi	3765	677	146848,61
Zone D'activité 1 Petite Zone Bouabaz	/	/	567531,78
Cité Bouabaz 4	5	1	3123,28
Cité Hocine Lozat	1881	328	224209,75
Centre-Ville 2 Rabwa El Djamila	915	168	178463,25
Cité Bouabaz 1	954	157	117050,15
Cite Bouabaz 2 Autoconstruction	1191	194	99335,30
Zone D'activité 2	/	/	5470,94
Cité Epf Bouabaz	164	51	33163,18
Cité Bouabaz 3 Habitat Evolutif	530	165	112867,41
Cité Bordj Hmam	1899	382	206187,58
Cité Bouabaz	5336	966	684711,00
Centre-Ville 1	/	/	61770,69
Noyau Colonial	7027	1709	319362,81
Lotissement Melha 1	42	9	39107,88
Zone D'activité N°6 H.H	/	/	137687,66
Lotissement Autoconstruction H.K	23	3	6418,53
Cité 176 Logts Epf	204	39	17352,08
Cité 30+40 Logts	158	41	13479,44
Zone De Depot H.K	/	/	1883245,91
Zone De Gourbis Hamadi Krouma	748	193	60139,95
Petite Zone D'activité H.K	/	/	158865,15
Cité 400 Logts	389	75	66777,82
Zone D'activité H.K	/	/	924560,04
Mechtat Laghouat	1722	413	165924,56
Cité Benhamouda	849	221	94016,22
COMERINT	135	47	59711,78
CARAVANING	3	1	1056,73
DRAGADOS	24	7	7239,14
INCISA	225	80	97171,86
TRECO	289	116	101102,35
Petite zone d'activité l'Arbi Ben M'hidi	/	/	3152,15
GDF	259	104	90531,85
SKODA	156	48	82570,29
EPIDEX	179	50	162741,51
ITALEDIL	88	29	28066,83
GTP	247	80	78376,74
PRIT CHARD	338	109	107332,55
RAIK	110	32	94767,48

A Skikda, la surface totale exposée est de 4418578,04 m<sup>2</sup> dont on a dénombré 58122 de population et 12473 habitations exposés.

Pour Hamadi Krouma la surface exposée est de 3307634,46 m<sup>2</sup> avec 1564 de population et 361 habitations.

L'AS de Saleh Chbel est aussi concernée avec 259940,78 m<sup>2</sup> (2571 de population et 634 d'habitations).

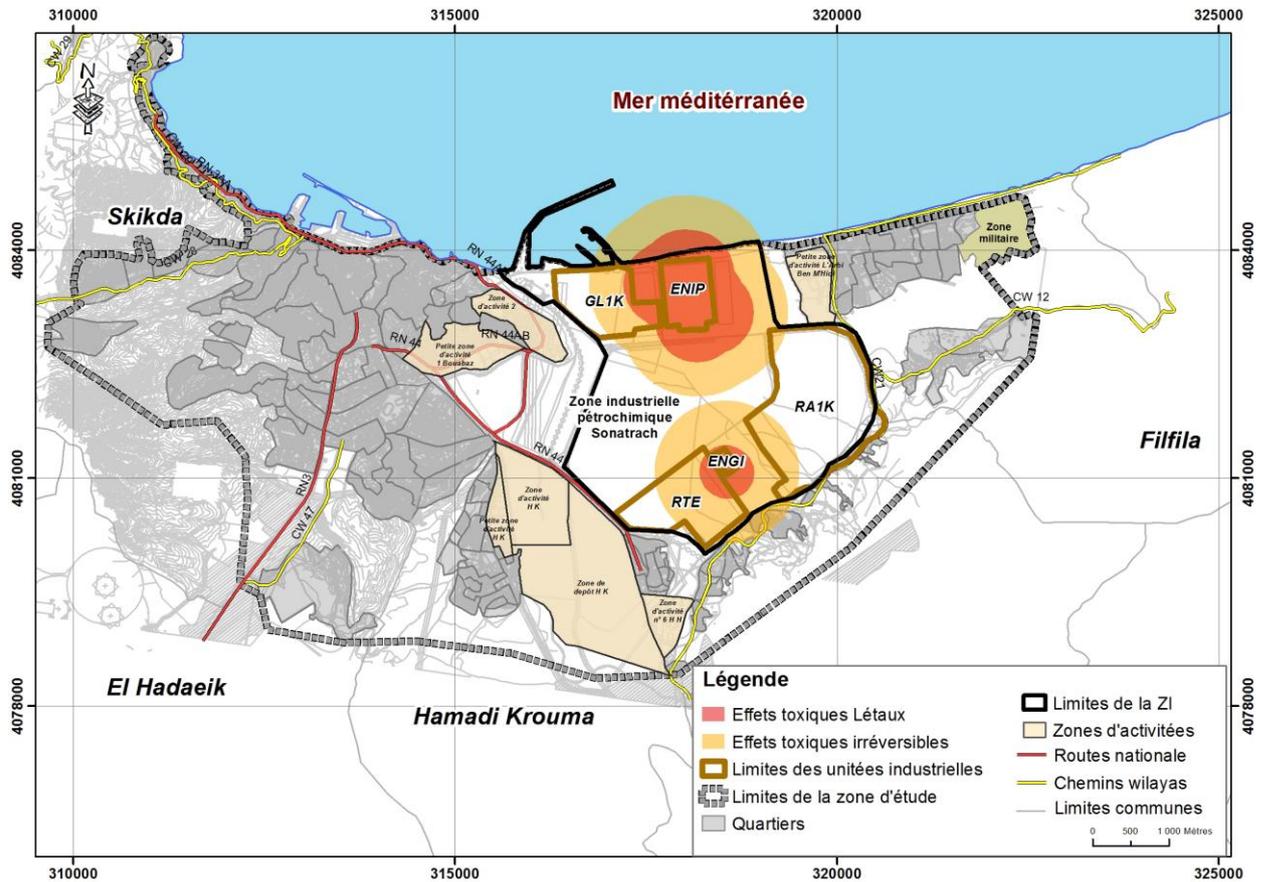
Aussi, Ben Mhidi est touchée par cet effet, dont la surface exposée est de 913821,26 m<sup>2</sup>, la population est de 2052 habitants et 703 habitations.

Source : Données protection civile et Sonatrach, interprétation personnelle (Arcgis), 2016

### VI.2.3.3. Les effets toxiques : sont irréversibles pour la santé des individus

Ces événements redoutés, leur dangerosité dépend de la quantité des fuites des gaz toxiques, de la durée d'exposition et de la direction des vents. Cependant, quelques scénarios sont considérés pour estimer les rayons d'impact et cartographiés par le logiciel SIG (carte n°28).

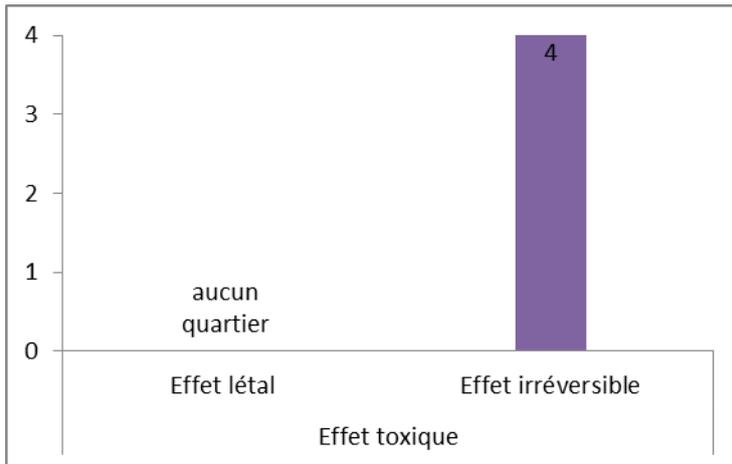
Carte n°28 : Rayonnement des effets toxiques



Source : statistiques protection civile et Sonatrach Skikda, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016  
 Cette cartographie donne la possibilité de discerner les quartiers menacés par ce type d'effet (carte n°28). Il ressort que, les scénarios traités touchent la partie Sud-Est de l'AS Hamrouche Hamoudi.

Les effets toxiques dépendent du couple concentration - durée d'exposition, qui permettent de déterminer les seuils de toxicité en "seuil des effets létaux" (S.E.L) (où elle présente un risque de mortalité au sein de la population exposée) et le "seuil des effets irréversibles" (S.E.I) pour laquelle il existe un risque d'atteinte à la santé publique. La direction des vents peut agrandir la zone affectée. Cependant il existe des différences de tolérance aux risques d'un individu à l'autre, selon l'âge, l'état physique, la constitution de la peau, les enfants et les personnes âgées sont plus vulnérables.

Graphe n°34 : Nombre de quartiers exposés aux effets toxiques



En effet, nous ne repérons aucun quartier exposé dans la zone d'effet toxique léthal. Cette zone dangereuse concerne les unités industrielles voisines. En outre, 4 quartiers sont recensés dans la zone d'effet toxique irréversible, avec une superficie de 93052,22m<sup>2</sup>, ces données sont représentées dans le graphe n°34.

Source : Auteur d'après Excel, 2016

Tableau n°47 : Les quartiers exposés aux effets toxiques à Skikda

La zone d'impact compte un total de 584 habitants et 87 habitations.	Quartiers exposés aux effets toxiques irréversibles	nombre de population exposée	nombre d'habitation exposé	surface exposée (m <sup>2</sup> )
	Mechtat Oued Atta	8	1	2473,93
	Lotissement 64 Lots El Kharouba Taghane Allaoua	282	40	42046,67
	Lotissement El Kharouba Autoconstruction	277	42	46154,75
	Lotissement Oued Atta Autoconstruction	17	3	2349,87

Source : Protection civile et Sonatrach, interprétations personnelle d'après Arcgis, 2016

En somme, l'étude des trois effets de l'aléa industriel relate l'importante des surfaces exposées aux effets thermiques, suppressifs et toxiques. Ces événements destructeurs concernent plusieurs quartiers de la zone d'étude, où se concentrent population et habitations.

### VI. 3. Les risques dans la zone d'étude : une superposition clé pour la gestion des risques

La préoccupation majeure de ce chapitre consiste à cerner les interactions de la superposition entre la vulnérabilité des quartiers et les aléas auxquels ils sont exposés. Cette superposition donne une lecture synthétique des zones à risques. Le risque est représenté par cette équation :

$$\text{Risque} = f(\text{aléa, vulnérabilité})$$

En effet, notre recherche est basée sur ce principe, dans la mesure où, la superposition des couches d'aléas et de la vulnérabilité permet de définir les risques des quartiers exposés. Du fait que les aléas sont de toute nature, il y a lieu de cartographier et d'analyser chaque risque d'une façon distincte. Par le biais des SIG, l'interrogation de la base de données, dégage une lecture approfondie de la représentation de l'estimation de la vulnérabilité urbaine avec les aléas, et permet ensuite de déterminer les quartiers à risques potentiels et leurs degrés d'exposition.

### VI.3.1. Des couches à référence spatiale aux couches de l'analyse spatiale, un croisement entre vulnérabilité et aléas

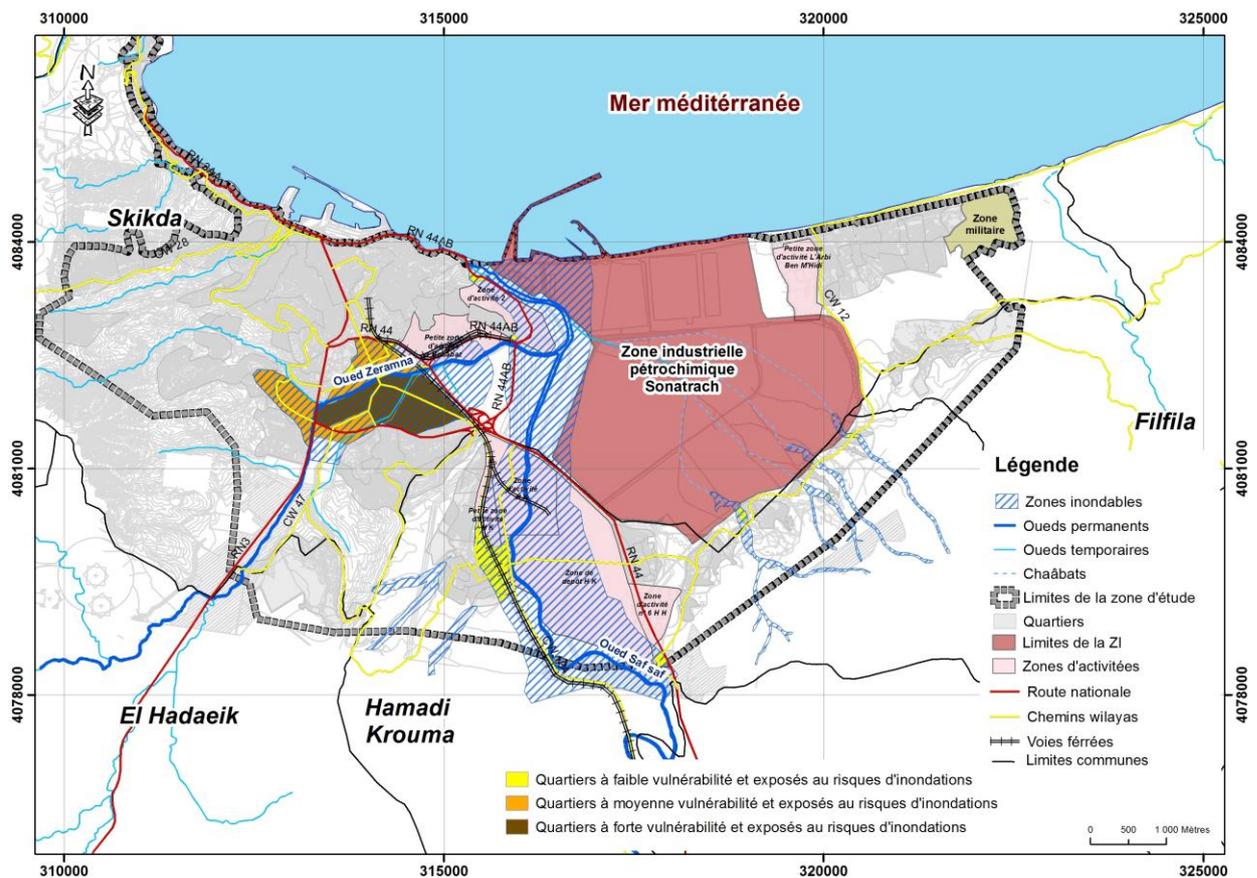
La superposition des aléas et de la vulnérabilité est en réalité une superposition entre deux couches d'informations. Les quartiers se distinguent les uns des autres selon les effets des aléas présents sur le territoire d'étude et par rapport au classement de la vulnérabilité.

L'analyse précédente des aléas visualise les quartiers exposés aux inondations, aux glissements de terrain, et aux risques industriels. Bien que, ces quartiers sont soumis à une vulnérabilité produite par des interdépendances entre les variables supposées comme facteur aggravant, la hiérarchie de la vulnérabilité et l'importance de l'aléa déterminent le niveau de risque, alors que sa classification est déterminée en se référant au tableau n°2 dans le premier chapitre (page 49).

#### VI.3.1.1. Interaction entre la territorialisation de la vulnérabilité et la spatialisation de l'inondation

A première vue, la carte n°29 montre la superposition de la vulnérabilité et de l'aléa inondation et donne une lecture claire sur le degré de risque de ces quartiers.

Carte n°29 : Superposition de vulnérabilité urbaine et inondation



Source : Statistiques protection civile, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Donc, les quartiers menacés par les inondations sont soumis à plusieurs formes de vulnérabilités. Pour cela nous avons élaboré le tableau n°48 qui donne une analyse détaillée des particularités de ces quartiers. Pour faciliter la lecture, nous avons exploité la classification des variables afin de les inclure dans un seul tableau. Ces variables sont calculées à partir de la surface exposée et du type d'aléa de chaque quartier et en rapport avec les données des variables des quartiers déterminées au préalable dans l'estimation de la vulnérabilité.

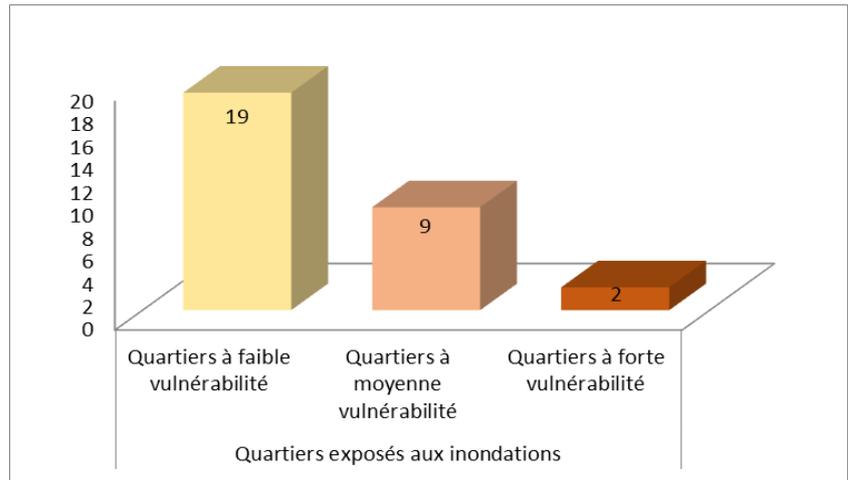
**Tableau n°48 : L'interaction entre inondation et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés**

Quartiers exposés	Type d'aléa	Niveau de vulnérabilité	Niveau de risque
Lotissement MELHA 1	Inondation	Faible vulnérabilité	L'exposition des quartiers à faible vulnérabilité aux inondations donne un risque moyen
Cite 100 Logts			
Cite 180 Logts			
Cite 164 Logts			
Lotissement N2			
Cite 80 Logts			
Cite 400 Logts			
Cite Logements Collectif H.K			
Cite 70 Logts			
Mechtat Oued Atta			
Cite 58 Logts			
Lotissement 64 Lots El Kharouba Taghane Allaoua			
M'ssoouna			
Cite Autoconstruction M'ssoouna			
Cite El Kassia Autoconstruction			
Cite Amar Chtaybi		Moyenne vulnérabilité	L'exposition des quartiers à moyenne vulnérabilité aux inondations donne un risque moyen
Cite Bouabaz 4			
Cite Hocine Lozat			
Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif			
Cite Salah Boulkeroua			
Cite Aissa Boulkerma			
Cite 700 Logts			
Cite Frère Saker			
Cite Les Oliviers			
Cite Mamarat			
Cite Frère Saadi			
Cite 641 Logts			
Cite 500 Logts			
Cite Merdj Dib	Forte vulnérabilité		
Cite 20 Aout			

Source : Statistiques de la protection civile, interprétation personnelle à travers Arcgis, 2016

Graphe n°35 : Répartitions de la vulnérabilité et inondation

On remarque que les quartiers exposés aux inondations concernent toutes les classes de la vulnérabilité.

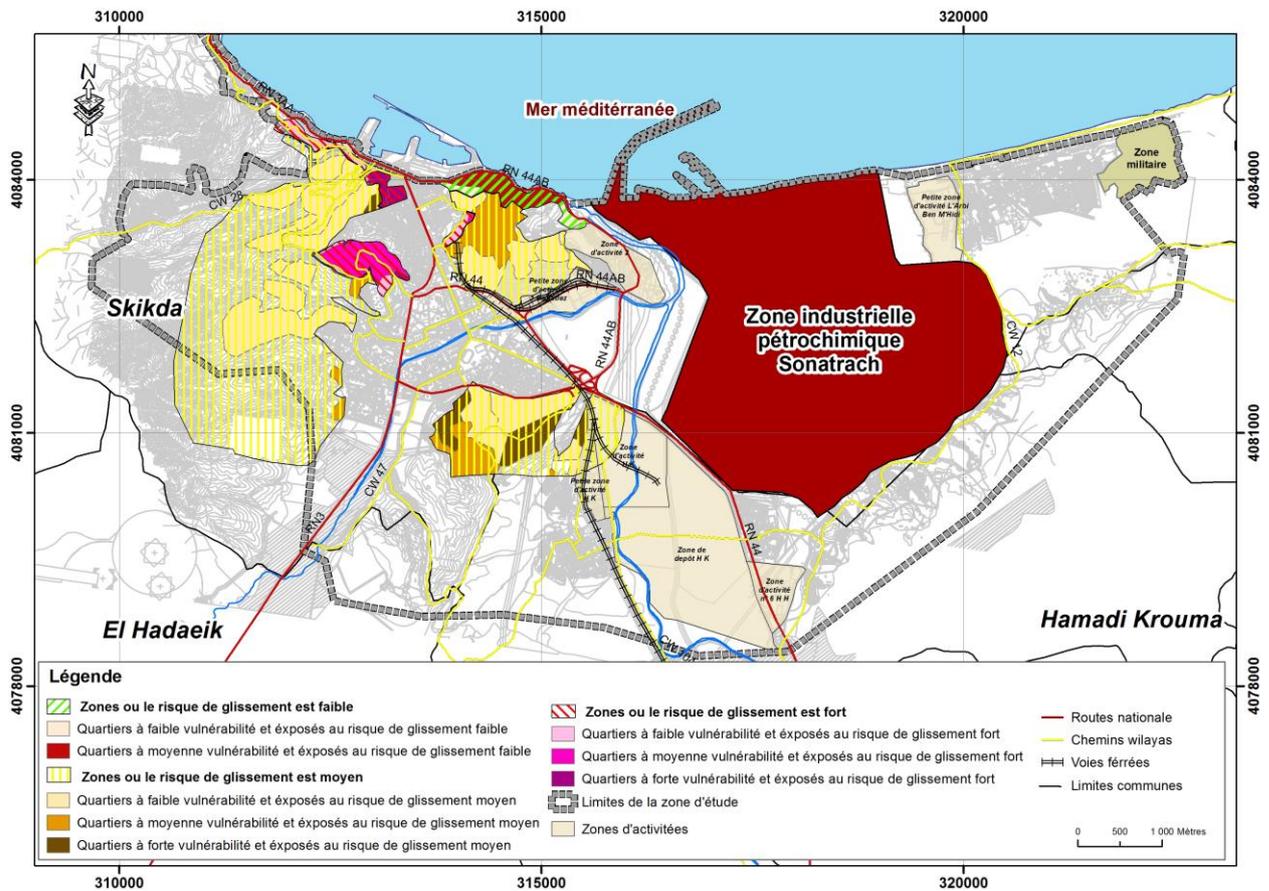


Source : Auteur d'après Excel, 2016

### VI.3.1.2. Interaction entre la territorialisation de la vulnérabilité et la spatialisation du glissement de terrains

La carte n°30 met en évidence les quartiers vulnérables et exposés aux glissements.

Carte n°30 : Superposition de vulnérabilité urbaine et glissements de terrains



Source : Statistiques protection civile et DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

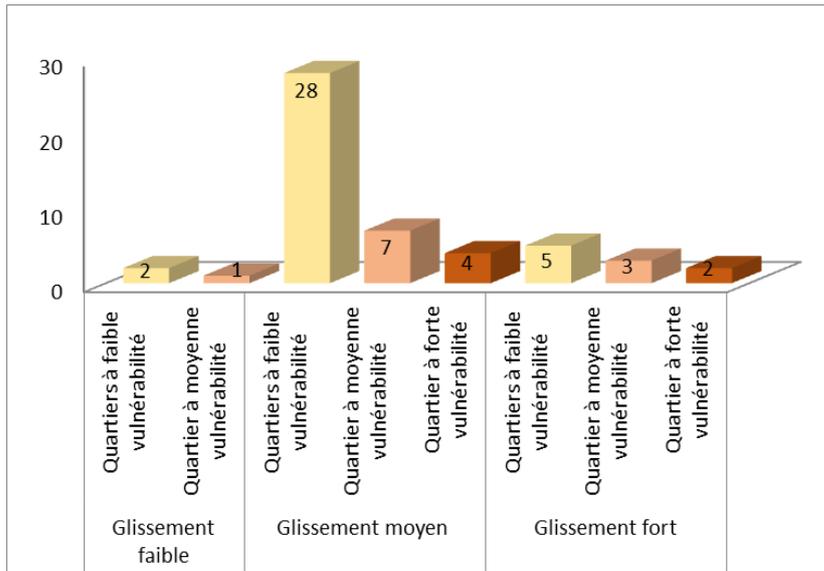
L'observation de la synthèse de cette superposition permet de relever le niveau de risques des quartiers dans le tableau n°49:

**Tableau n°49 : L'interaction entre glissement de terrain et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés**

Quartiers exposés	Type de glissement	Niveau de vulnérabilité	Niveau de risque		
Cite L'Esperance	Glissement fort	Faible vulnérabilité	Risque moyen		
Cite Bordj Hmam					
Cite Beni Malek 2					
Cite Les Abattoirs		moyenne vulnérabilité	Risque fort		
Corniche Skikda					
Centre-Ville 2 Rabwa El Djamila					
Cite Bouyaala					
Cite Bouabaz		Forte vulnérabilité	Risque fort		
Centre-Ville 1					
Noyau Colonial		Glissement moyen	Faible vulnérabilité	Risque moyen	
Cite Zeramna					
Cite Salah Boulkeroua Autoconstruction					
Cite 500 Logts					
Cité Les Oliviers					
Briqueterie Ouest					
Cite 888 Logts					
Cite L'Esperance					
Cite Lsp 500 Logts					
Cite Oued El Ouahch					
Cite Bouabaz 4					
Cite Hocine Lozat					
Cite Bouabaz 1					
Cite Bouabaz 2 Autoconstruction					
Cite Frere Khaldi					
Cite Epf Bouabaz					
Hadabat Beni Malek					
Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif					
Cite Bordj Hmam					
Cite Beni Malek 2					
Cite Dib Lessak Beni Malek 1					
Cite Boulakroud 2					
Cite Boulekroud 3					
Cite Les Abattoirs					
Corniche Skikda					
Lotissement Autoconstruction H.K					
Cite 176 Logts Epf					
Cité 30+40 Logts					
Zone De Gourbis Hamadi Krouma					
Cite Salah Boulkeroua Habitat Evolutif	Moyenne vulnérabilité				Risque moyen
Cite Aissa Boulkerma					
Cite 20 Aout					
Centre-Ville 2 Rabwa El Djamila					
Cite Bouyaala					
Cite Bouabaz	Forte vulnérabilité				Risque fort
Lotissement Habitat Evolutif Et Formel H.K					
Cite Rabah Bitat					
Cite Salah Boulkeroua Habitat Précaire	Glissement faible	Faible vulnérabilité	Risque faible		
Centre-Ville 1					
Cite 400 Logts	Moyenne vulnérabilité	Risque moyen			
Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif					
Cite Bordj Hmam					
Cite Bouabaz					

Source : statistiques de la protection civile et DUC interprétation personnelle à travers Arcgis, 2016

Graphes n°36 : Répartitions de la vulnérabilité et glissements de terrains



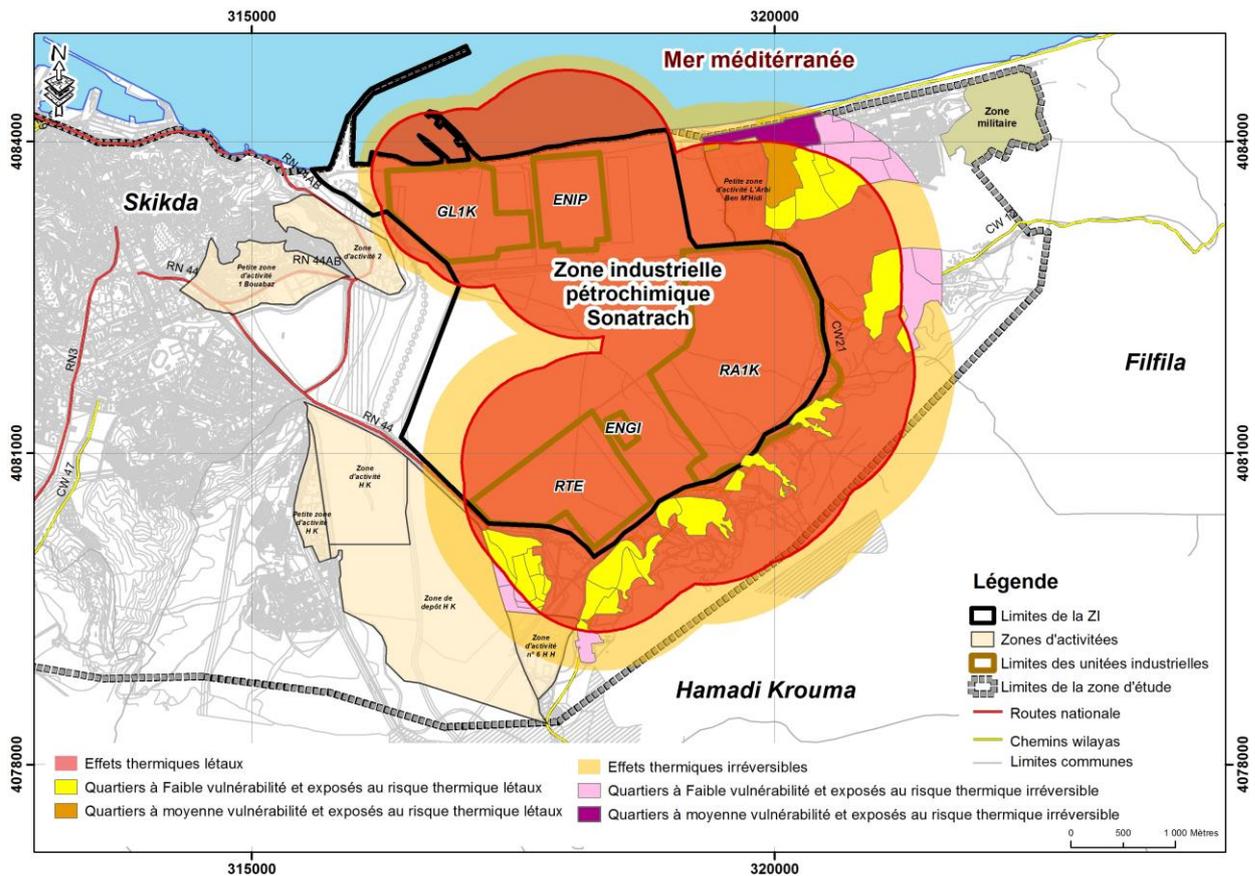
Un repérage de la vulnérabilité des quartiers à glissement permet d'avoir différents niveaux de risques. Le graphe n°36 représente les statistiques résultant de cette hiérarchie de spatialisation. De ce fait, l'hétérogénéité dans l'exposition aux risques est très flagrante.

Source : Auteur d'après Excel, 2016

### VI.3.1.3. Superposition des risques industriels et vulnérabilités

- Les effets thermiques

Carte n°31 : Superposition de vulnérabilité urbaine et effet thermique



Source : statistiques protection civile et DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Nous analysons l'interaction entre la vulnérabilité et la cartographie des effets thermiques déjà établie et la superposition de ces deux couches d'informations fournies par la carte n°31.

A partir de là, nous pouvons identifier les niveaux de risques et définir les propriétés de ces quartiers dans le tableau n°50 :

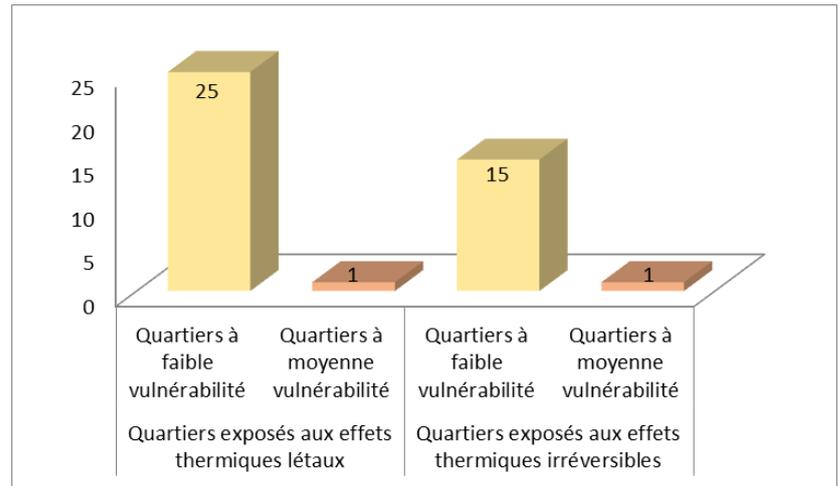
Tableau n°50 : L'interaction entre effet thermique et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés

Quartiers Exposés aux effets thermiques	Effet thermique	Niveau de vulnérabilité	Niveau de risque
Lotissement Social Mechtat ZI Malha 02	Effet léthal	Faible vulnérabilité	Risque moyen
Cite De Gourbis H.H			
Lotissement Oued Atta 1 Habitat Collectif			
Cite 36 Logts H.H			
Lotissement 9 Lots+33 Logts			
Cite Promotionnelle H.H			
Cite 144 Logements Opji H.H			
Zone De Renouveau H.H			
Lotissement 59 Lots			
Lotissement Oued Atta 2 Habitat Promotionnel			
Mechtat Oued Atta			
Cite 144 Eplf			
Lotissement 76/38 Lots			
Lotissement 64 Lots El Kharouba Taghane Allaoua			
Lotissement El Kharouba Autoconstruction			
M'ssoouna			
Cite Autoconstruction M'ssoouna			
Cite El Kassia Autoconstruction			
Lotissement Oued Atta Autoconstruction			
SNLB			
COMERINT			
CARAVANING			
DRAGADOS			
INCISA			
Mechtat Laghouat			
EPIDEX	Moyenne vulnérabilité	Risque fort	
Lotissement Social Mechtat El Malha 02	Effet irréversible	Faible vulnérabilité	Risque moyen
Cite De Gourbis H.H			
Cite 36 Logts H.H			
Zone De Renouveau H.H			
Cite 144 Eplf			
COMERINT			
CARAVANING			
DRAGADOS			
INCISA			
TRECO			
SKODA			
ITALEDIL			
PRIT CHARD			
Mechtat Laghouat			
Cite Benhamouda			
EPIDEX	Moyenne vulnérabilité	Risque moyen	

Source : statistiques de la protection civile et DUC, interprétation personnelle à travers Arcgis, 2016

Depuis le tableau n°50, on distingue que seulement les quartiers à faible et à moyenne vulnérabilité sont exposés aux effets thermiques. Toutefois, cette exposition devient dangereuse et augmente ainsi le risque dans ces quartiers. Le graphe n°37 présente le nombre de ces quartiers selon les seuils d'effets thermiques.

Graphe n°37 : Répartitions de la vulnérabilité et effets thermiques

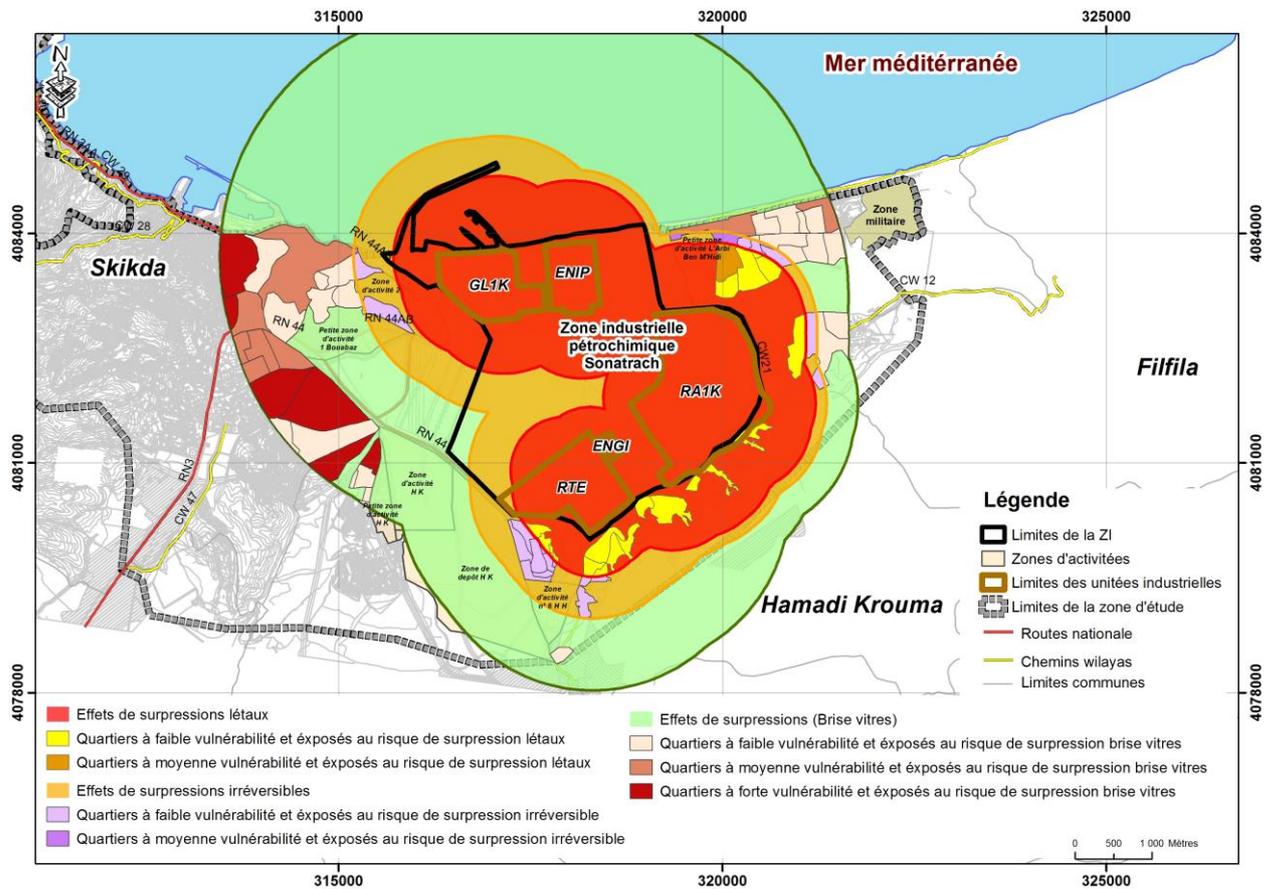


Source : Auteur d'après Excel, 2016

- **Effet suppressif**

Pour le cas des quartiers soumis aux effets suppressifs, la superposition avec la carte de vulnérabilité souligne plusieurs interactions telles que sont définis dans la carte n°32.

Carte n°32: Superposition de vulnérabilité urbaine et effet suppressif



Source : Statistiques protection civile et DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

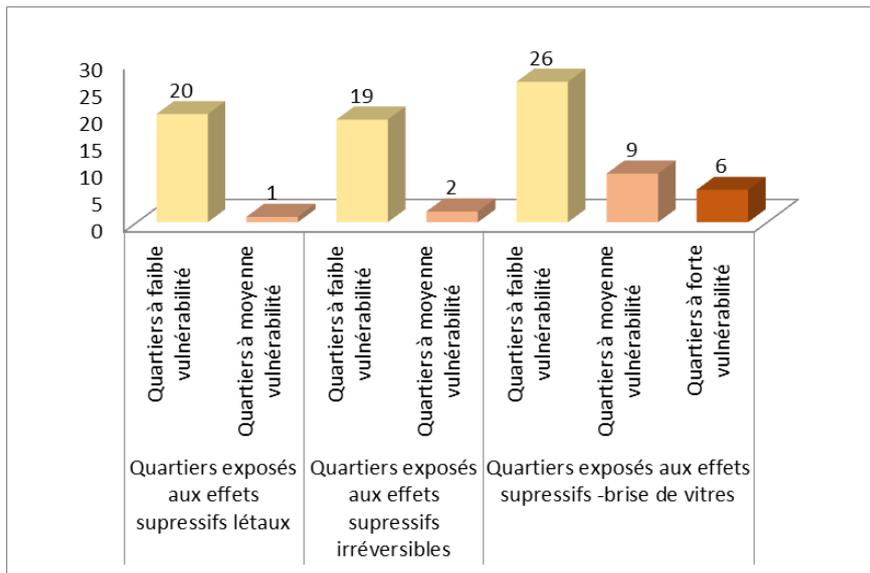
Il paraît que les effets suppressifs touchent plusieurs quartiers vulnérables. Le tableau n°51 suivant dévoile le niveau de risque résultant de cette superposition.

**Tableau n°51 : L'interaction entre effet suppressif et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés**

Quartiers exposés aux effets suppressifs létaux	effet suppressif	Niveau de vulnérabilité	Niveau de risque
Lotissement Oued Atta 1 Habitat Collectif, Lotissement 9 Lots+33 Logts, Cite Promotionnelle H.H, Cite 144 Logements OPJI H.H, Zone De Renouveau H.H, Lotissement 59 Lots, Lotissement Oued Atta 2 Habitat Promotionnel, Mechtat Oued Atta, Lotissement 76/38 Lots, Lotissement 64 Lots El Kharouba Taghane Allaoua, Lotissement Oued Atta Autoconstruction, M'ssouna, Cite Autoconstruction M'ssouna, Cite El Kassia Autoconstruction, Lotissement Oued Atta Autoconstruction, SNLB, COMERINT, CARAVANING, DRAGADOS, Mechtat Laghouat.	<b>Effet suppressif létaux</b>	<b>Faible vulnérabilité</b>	<b>Risque moyen</b>
EPIDEX		<b>Moyenne vulnérabilité</b>	<b>Risque fort</b>
Cite Bouabaz 4, Cite Bouabaz 2 Autoconstruction, Cite Bouabaz 3 Habitat Evolutif, Lotissement Social Mechtat El Malha 02, Cite De Gourbis H.H, Lotissement Oued Atta 1 Habitat Collectif, Cite 36 Logts H.H, Lotissement 9 Lots+33 Logts, Cite Promotionnelle H.H, Cite 144 Logements Opji H.H, Zone De Renouveau H.H, Lotissement 59 Lots, Cite 144 EPLF, Lotissement 76/38 Lots, COMERINT, CARAVANING, DRAGADOS, INCISA, Mechtat Laghouat.	<b>Effet suppressif irréversible</b>	<b>Faible vulnérabilité</b>	<b>Risque moyen</b>
Cite Bouabaz, EPIDEX		<b>Moyenne vulnérabilité</b>	<b>Risque moyen</b>
Cité Zéramna, Cité Salah Boulkeroua Autoconstruction, Cité Bouabaz 4, Cité Hocine Lozat, Cité Bouabaz 1, Cité Bouabaz 2 Autoconstruction, Cité Eplf Bouabaz, Cité Bouabaz 3 Habitat Evolutif, Cité Bordj Hmam, Lotissement Melha 1, Lotissement Autoconstruction H.K, Cité 176 Logts Eplf, Cité 30+40 Logts, Zone De Gourbis Hamadi Krouma, Mechtat Laghouat, Cité Benhamouda, COMERINT, CARAVANING, DRAGADOS, INCISA, TRECO, GDF, SKODA, ITALEDIL, GTP, PRIT CHARD,	<b>Effet suppressif (brise de vitre)</b>	<b>Faible vulnérabilité</b>	<b>Risque faible</b>
Centre-Ville 2 Rabwa El Djamila, Cité Salah Boulkeroua, Cité Frere Saker, Cité Amar Chtaybi, Cité Mamarat, Cité Frère Saadi, Cité Bouabaz, EPIDEX, RA1K.		<b>Moyenne vulnérabilité</b>	<b>Risque moyen</b>
Cité Rabah Bitat, Cité Merdj Dib, Cité 20 Aout, Centre-Ville 1, Noyau Colonial, Cité 400 Logts,		<b>Forte vulnérabilité</b>	<b>Risque moyen</b>

Source : Statistiques de la protection civile et DUC, interprétation personnelle à travers Arcgis, 2016

Graph n°38 : Répartitions de la vulnérabilité et effets suppressifs

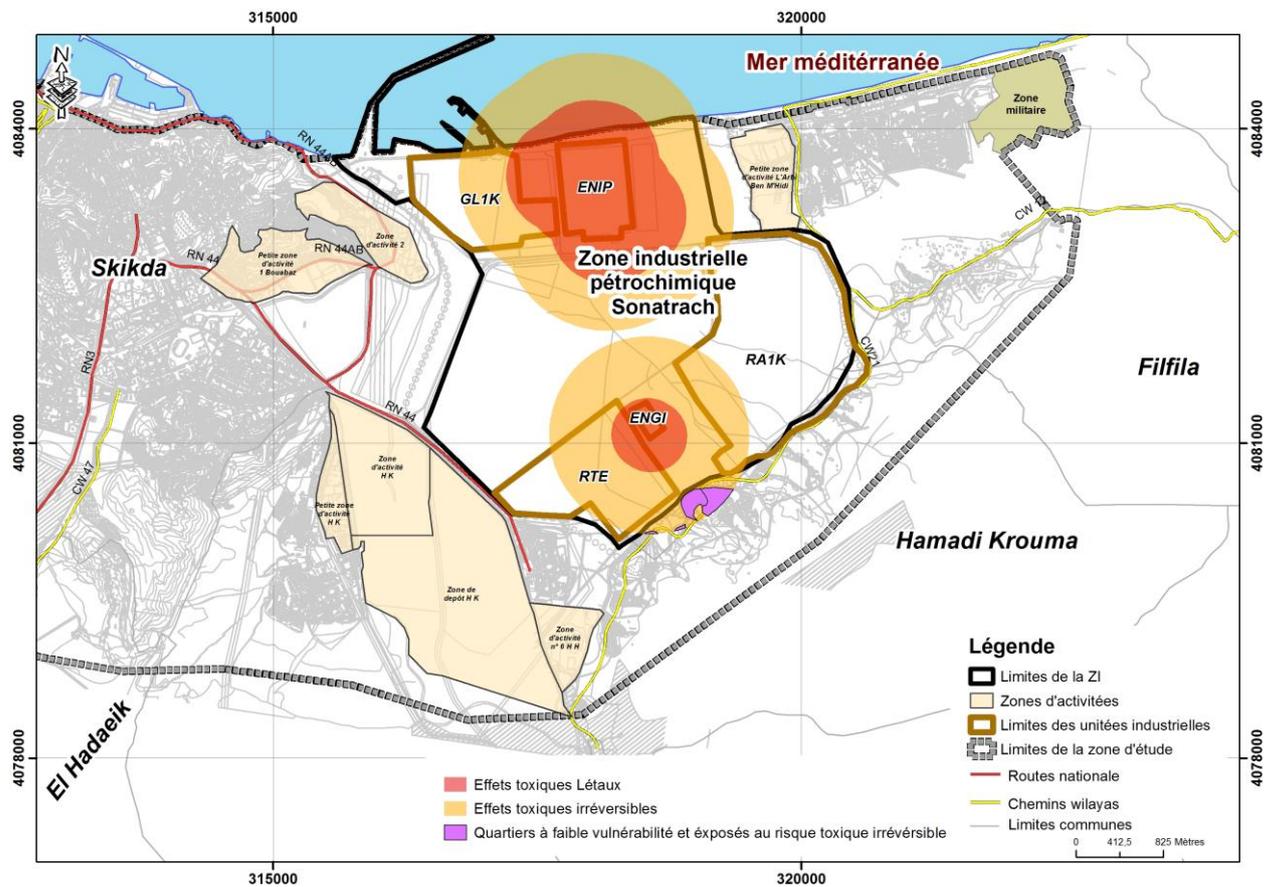


Source : Auteur d'après Excel, 2016

En revanche, le graphe n°38 illustre le recensement des risques que présentent ces quartiers, où on assiste à un risque fort pour les quartiers à fortes vulnérabilité et exposés aux effets suppressifs, et idem pour les quartiers à faible vulnérabilité et situés dans la zone d'effet l'étal.

- **Effet toxique**

Carte n°33 : Superposition de vulnérabilité urbaine et effets toxiques



Source : statistiques protection civile et DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Il s'agit de superposer les données de la vulnérabilité et les zones exposés aux effets toxiques. La carte n°33 offre une lecture des risques qui peuvent se manifester. En effet, cette carte montre que seuls quatre quartiers à faible vulnérabilité sont exposés aux effets toxiques. Le tableau n°52 expose ces quartiers.

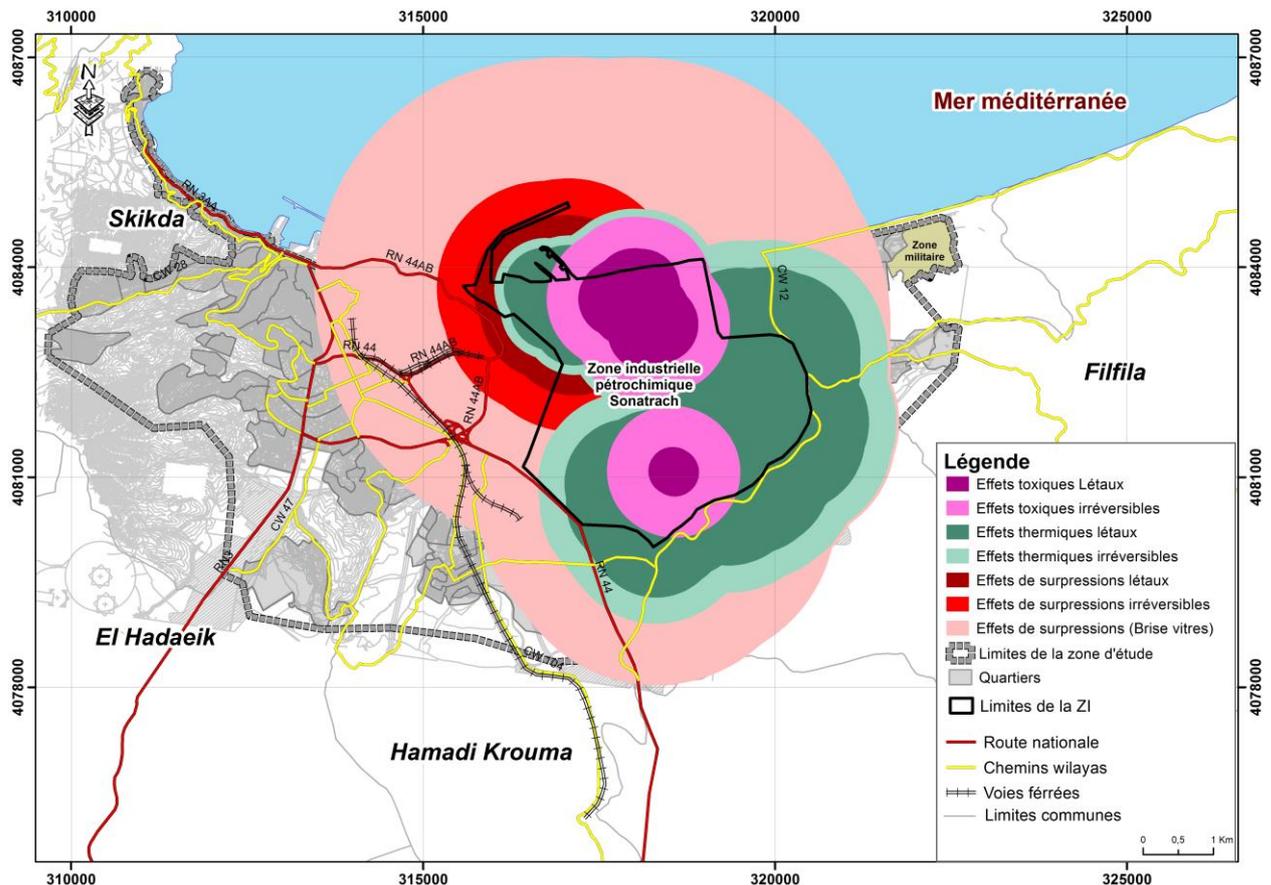
**Tableau n°52 : L'interaction entre effet toxique et vulnérabilité pour évaluer le risque des quartiers exposés**

Quartiers exposés aux effets toxiques	effet toxique	Niveau de vulnérabilité	Niveau de risque
<b>Mechtat Oued Atta</b>	Effet Irréversible	Faible vulnérabilité	<b>Risque moyen</b>
<b>Lotissement 64 Lots El Kharouba</b>			
<b>Taghane Allaoua</b>			
<b>Lotissement El Kharouba</b>			
<b>Autoconstruction</b>			
<b>Lotissement Oued Atta</b>			
<b>Autoconstruction</b>			

Source : Statistiques de la protection civile et DUC, interprétation personnelle à travers Arcgis, 2016

- **Des quartiers péri-industriels vulnérables, des risques à repérer**

**Carte n°34 : Superposition des effets de risque industriel**

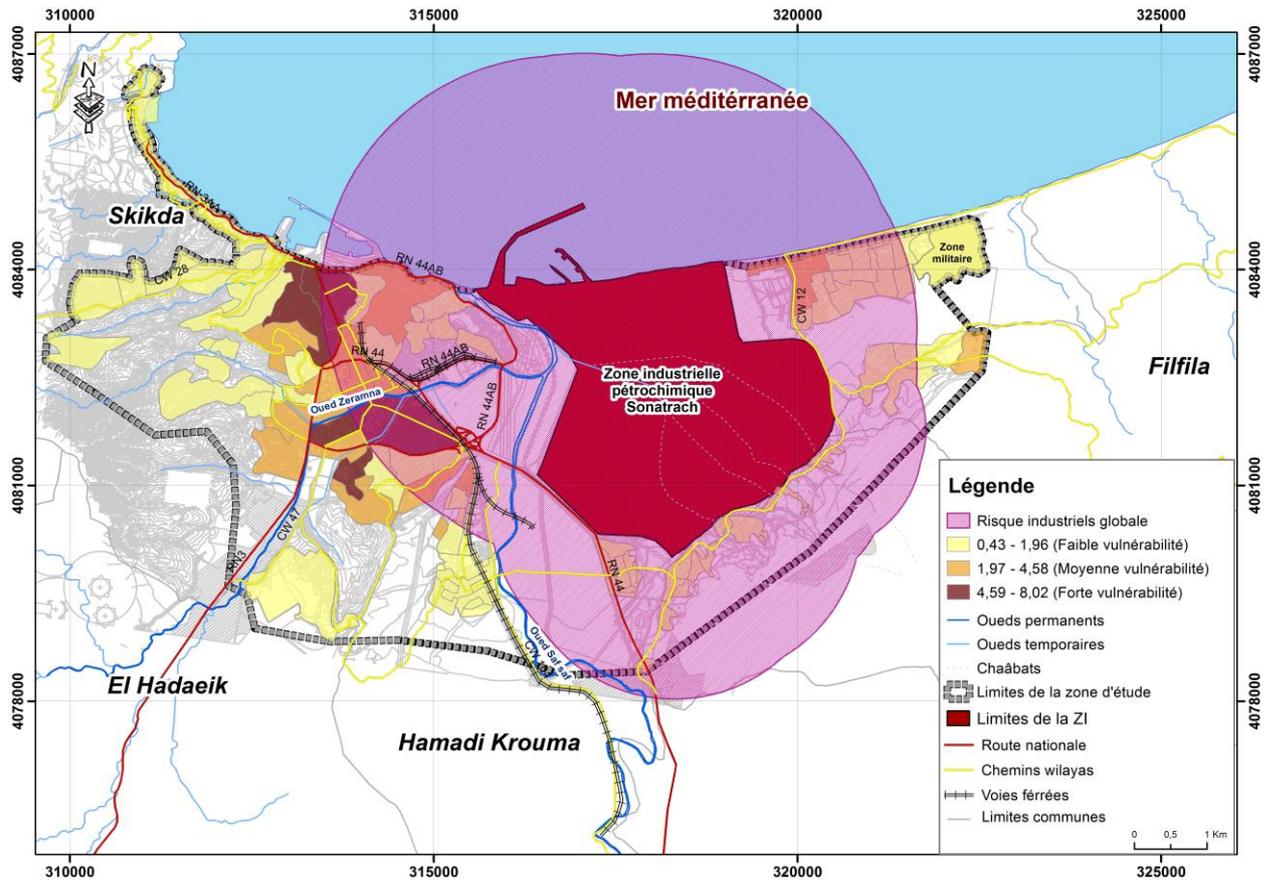


Source : Statistiques protection civile et DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Du fait que, les effets des risques industriels concernent un seul type d'aléa, et la probabilité d'une réaction en chaîne suite à plusieurs effets, une délimitation de la zone qui englobe les trois

effets donne une vision claire sur la répartition du risque en fonction des différents effets de l'aléa industriel (carte n°34).

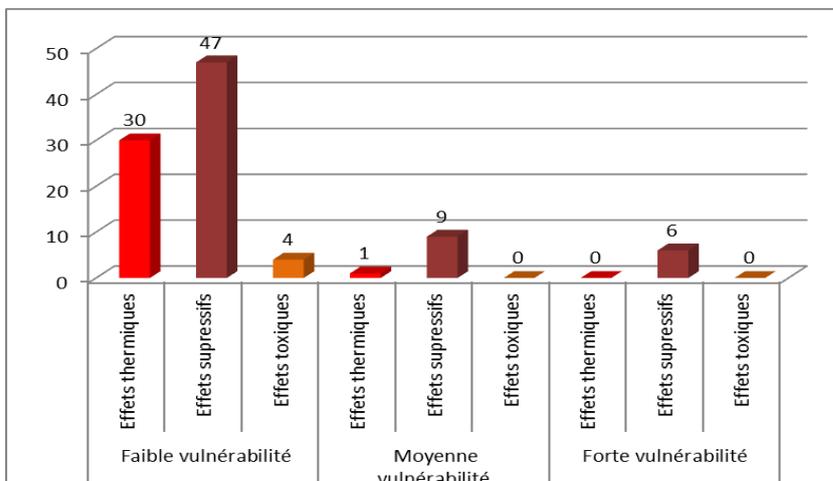
Carte n°35 : Superposition de risque industriel et vulnérabilité



Source : Statistiques protection civile et DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Cette spatialisation donne une idée sur l'ampleur du phénomène. La superposition de ces périmètres de danger permet de voir la spatialisation de l'impact des effets dans la carte n°35.

Graph n° 39 : Répartitions de la vulnérabilité et des risques industriels



Donc, la zone d'impact comprend en total 64 quartiers exposés à l'aléa industriel, sur une superficie totale de 126 ha.

Le graphe n°39 expose l'affluence des effets industriels par rapport à la vulnérabilité urbaine.

Source : Auteur d'après Excel, 2016

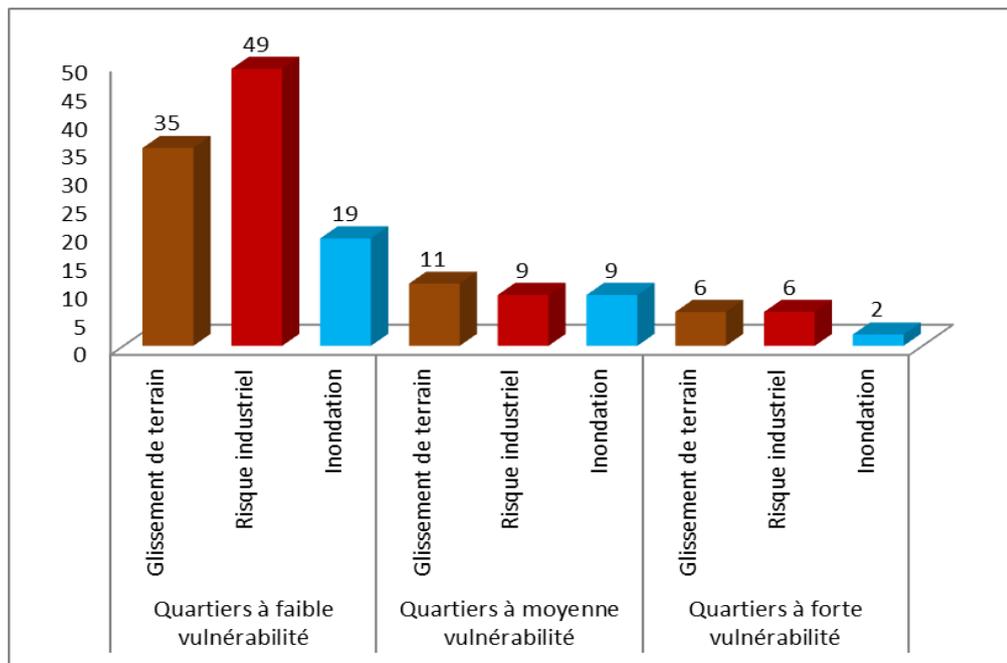
### VI.3.2. Des risques qui s’hybrident à Skikda, une superposition critique à décrire et à retracer

Délimiter les risques générés par la superposition des aléas et des vulnérabilités font l’objet de cette étude. Ces analyses donnent un inventaire des quartiers menacés et met en lumière leur vulnérabilité par rapport à chaque type d’aléa. La mise en cartographie de cette superposition fournit une vision globale des risques potentiels et permet de faire une lecture approfondie des risques présents dans la zone d’étude.

#### VI.3.2.1. Des risques à appréhender dans la zone d’étude : d’une vision globale à une vision cruciale

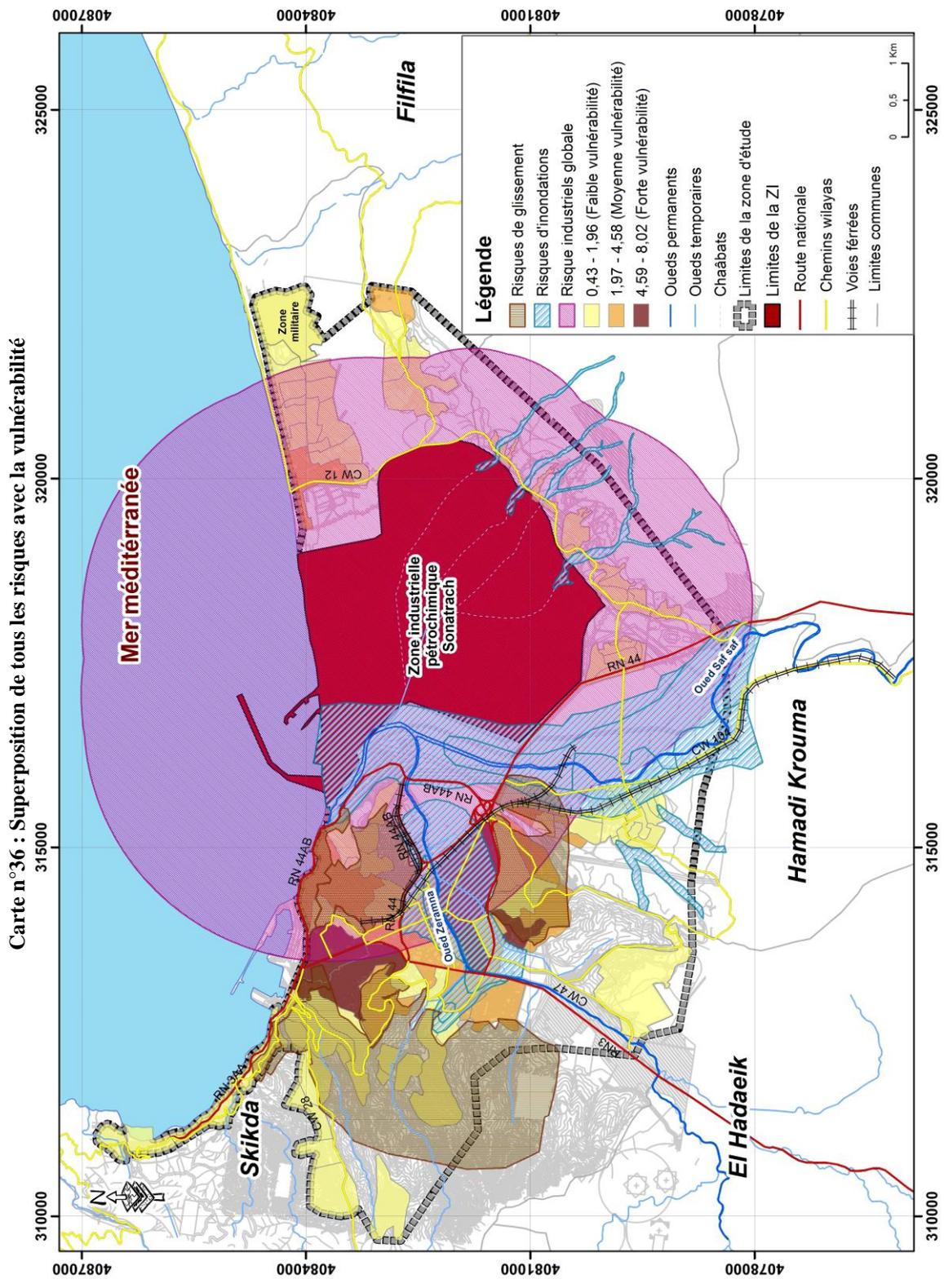
Skikda possède une vulnérabilité contrastée, des quartiers à forte vulnérabilité socioéconomique, aux quartiers à vulnérabilité physique, structurelle et fonctionnelle. Les variables se multiplient, et les risques s’amplifient avec l’exposition aux aléas (graphe n°40).

Graphe n°40 : Répartitions des risques selon la hiérarchie de la vulnérabilité



Source : Auteur d’après Excel, 2016

La zone d’étude se manifeste comme un bassin de risque. Les inondations sont au cœur de la ville de Skikda. Les glissements de terrain s’étalent sur une grande superficie et surtout sur les quartiers les plus vulnérables et l’aléa industriel qui déborde la zone industrielle et touche les quartiers avoisinants et même les quartiers lointains de Skikda chef-lieu et Hamadi Krouma. Donc, réfléchir sur la démarche de gestion de ces quartiers paraît plus qu’indispensable et même impérative.



Source : Statistiques protection civile et DUC Skikda, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2016

Il semble donc que le territoire de la zone d'étude est exposé à plusieurs risques et avec des degrés différents. Établir une carte qui regroupe l'ensemble des risques permet d'apercevoir la complexité de la problématique des risques de la zone d'étude.

En effet, la carte n°36 constitue une synthèse des risques qui contient toutes les informations sur la spatialisation des aléas et des vulnérabilités. On remarque que 83 quartiers sont exposés aux différents risques d'un total de 107 quartiers (soit 77%).

Le spectre des risques constitue un outil d'aide dont la finalité est la recherche d'une gestion. La démarche contribue à évaluer cette synthèse de superposition pour confectionner les mesures nécessaires. En effet, c'est en considérant ces zones à risques que les décisions vont être prises afin d'évaluer les réponses en cas de catastrophe.

#### **VI.3.2.2. La superposition des risques comme manœuvre prépondérante de la démarche, et le besoin d'engager la résilience**

La territorialisation des facteurs de la vulnérabilité donne une vision claire sur la fragilité des quartiers. De même, la présence des aléas dans ces quartiers soulignent les interactions entre espace vulnérable et espace à risque. Cela constitue une étape majeure dans la démarche de gestion des risques urbains. Ainsi, les cartes des risques déterminent le degré d'exposition selon la vulnérabilité et les aléas.

Le risque est présent quand l'aléa et la vulnérabilité se croisent pour se superposer dans la cartographie. Par ailleurs, il faut tenir compte du croisement des risques dans les quartiers. La lecture de la carte globale des risques montre que les quartiers présentent une hétérogénéité et une inégalité dans le classement de la vulnérabilité, avec une exposition à des différents aléas et parfois à plusieurs en même temps.

La démarche employée dans ce chapitre présente des limites, car l'inexistence des cartes des aléas qui précisent avec pertinence l'ensemble des scénarios redoutés avec les limites des zones d'exposition (comme c'est le cas pour le risque industriel) est une lacune pour avoir une vision globale des risques. Aussi, la diversification des aléas et leurs degrés d'intensité variés, ne permettent de prédire d'une manière explicite la zone de danger, car la multiplication des risques peut induire à des effets en chaîne et provoquer des dégâts imprévisibles. La multiplication des couches d'informations sur la vulnérabilité et les aléas rendent la lecture difficile. L'approximation des données des variables peut induire à une marge d'erreur dans le calcul des données, ce qui peut influencer probablement les résultats de l'estimation de la vulnérabilité. Cependant, d'autres variables pouvaient être rajoutées (la présence des personnes à mobilité

réduite) ou calculées autrement (les équipements peuvent être considérés en fonction des horaires de travail, leurs activités, leurs fréquentations entre nuit et jour).

Néanmoins, cette étape de la démarche adoptée privilégie la territorialisation des risques et permet de passer d'une base de données à une spatialisation pour ensuite souligner les interactions entre ces multiples couches d'information. La cartographie définit les grandes orientations pour mettre en œuvre les bonnes décisions afin de gérer les risques, car elle permet de « rendre visible l'invisible » (Propeck-Zimmermann, 2001). En outre, cette manœuvre renvoie vers l'évaluation de la résilience de ces quartiers à risques.

## **Conclusion**

A partir de ce chapitre, la démarche choisie met en avant la territorialisation de l'estimation de la vulnérabilité urbaine à partir de l'analyse des variables, et cherche à sortir de l'impasse des multiples données par la réalisation d'une cartographie à référence spatiale développée grâce aux systèmes SIG afin d'avoir une représentation des quartiers vulnérables. L'analyse des cartes thématiques de la vulnérabilité donne une hiérarchie en trois classes pour chaque type de variable et de même pour la vulnérabilité urbaine. Cette dernière étant la synthèse des corrélations des profils, indiquant la variance de la vulnérabilité, a donné une typologie des quartiers en trois classes, quartier à faible vulnérabilité, à moyenne vulnérabilité et à forte vulnérabilité.

En outre, la spatialisation des aléas auxquels la zone d'étude est exposée, est primordiale pour distinguer les zones susceptibles d'être affectées par les effets de ces aléas. Le choix des aléas s'est porté sur les risques les plus fréquents, et où ils existent des informations exploitables pour les introduire aux systèmes SIG. Il a été considéré dans cette étude les aléas naturels (inondation et glissement) et les aléas industriels. L'observation des zones menacées par ces aléas définit les superficies des quartiers touchés en cas de catastrophe.

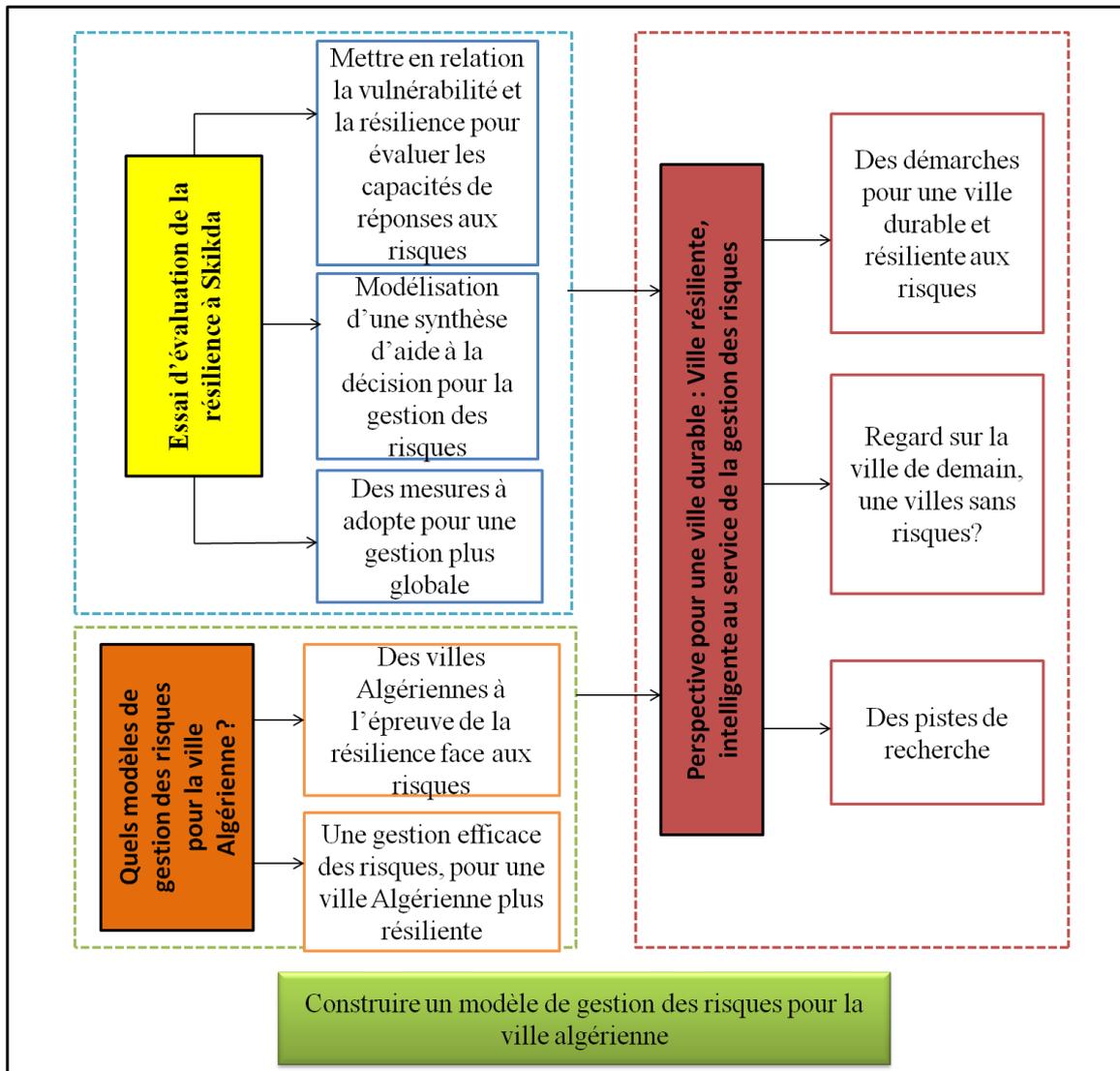
Par ailleurs, la méthode se veut incontestable, dépassant ainsi le stade des analyses spatiales quantifiables de la vulnérabilité et l'aléa, et renvoie vers une superposition de ces deux composants des risques (croisement de vulnérabilité et aléa) pour matérialiser une nouvelle base de données à l'aide des outils d'aide à la décision (SIG) pour une spatialisation des risques.

Cette superposition de la vulnérabilité avec les différents types d'aléas donne une lecture plus claire du degré d'exposition des quartiers, où, on a pu soulever les interactions entre le classement de la vulnérabilité des quartiers avec le type d'effet d'aléa pour cerner les risques potentiels sur les quartiers. Notre démarche centre son objectif sur la détermination des

spécificités des quartiers exposés aux risques afin de pouvoir prendre les décisions nécessaires pour une meilleure gestion du territoire.

De ce qui précède, une superposition de l'ensemble des aléas avec la vulnérabilité donne une vision globale sur les risques présents dans la zone d'étude. Cependant, ce croisement se heurte à la quantité des informations synthétisées. Pour cela, une stratégie d'aide à la décision doit être développée pour simplifier la lecture des risques et prévoir une gestion. On parle de gestion des risques à partir de cette étape, car il y a une confrontation claire entre aléas et quartiers vulnérables. De ce fait, elle nous renvoie à réfléchir sur la réponse de ces quartiers en cas de catastrophe. Pour mesurer cela, d'autres indicateurs sont à évaluer afin d'apprécier la résilience de ces quartiers et qui sera l'objectif du chapitre suivant.

## Chapitre VII Résilience et vulnérabilité des villes Algériennes : les vectrices de la gestion des risques



## Introduction

Une lecture territoriale de la superposition des aléas avec la vulnérabilité urbaine permet d'appréhender les risques qu'encourt la ville de Skikda. Ainsi, pour prendre les décisions pertinentes afin de gérer ces risques, il est impératif de s'interroger sur la résilience des quartiers et d'évaluer leur capacité de réponse face à un événement destructeur.

La considération de la ville comme un système invite à mettre en interaction l'ensemble des mesures prévues pour réduire la vulnérabilité et améliorer la résilience des quartiers exposés aux risques. La vulnérabilité s'exprime par l'exposition des systèmes urbains et la résilience comme leur capacité de récupérer en cas de crise (Lhomme S, 2011).

La méthode choisie se veut un véritable outil d'aide à la décision. Pour cela, le passage d'une réflexion sur la détermination des risques dans les quartiers à l'évaluation de la résilience urbaine est essentiel pour la gestion du territoire. En effet, d'autres facteurs appelés indicateurs rentrent en vigueur pour évaluer la résilience des quartiers exposés.

Par le biais des SIG, nous avons conçu une base de données à l'échelle du quartier intégrant les informations spatiales sur la vulnérabilité du système urbain et les aléas présents dans le territoire de Skikda. La synthèse de superposition renvoie vers une hiérarchisation des quartiers par rapport aux trois niveaux de risques (risque faible, risque moyen, risque fort). Arrivant à cette étape, l'intégration de la résilience dans cette base de données est conquise par l'identification des indicateurs de résilience dans ces quartiers afin de mesurer l'efficacité des moyens de réponses afin d'absorber, résister et s'adapter à la perturbation.

Etant donné que, le concept de résilience est considéré récemment dans le domaine des risques, dont il est difficile de cerner les limites, nous nous sommes basés sur des travaux de recherche déjà établies (thèse de doctorat, projet de recherche, etc.) appliqués sur des villes et ayant pour objectif de chercher la résilience de leurs systèmes urbains.

La complexité du système urbain à Skikda, et la multiplication des acteurs intervenant dans le processus de gestion exigent une stratégie englobant l'ensemble des interactions et les réponses possibles pour diminuer la vulnérabilité, augmenter la résilience et, par conséquent, permettre une gestion efficace face aux risques urbains.

Ce chapitre tente de penser la gestion avant la crise, pendant et après la crise, en mettant en vigueur une stratégie permettant de s'adapter rapidement et de garder le système urbain fonctionnel malgré la catastrophe, n'est-ce pas l'objectif majeur de la résilience urbaine ?

Cependant, la question de la durabilité et de l'intelligence des villes contribuent-elles dans la gestion des risques ? Si c'est le cas comment et par quels moyens ?

## **VII.1. Essai d'évaluation de la résilience urbaine à Skikda: moyens et capacité de réponse**

A cette étape de la démarche, il s'agit de mettre en question les risques générés par les quartiers vulnérables et exposés aux aléas, afin de déceler les décisions nécessaires quant à leur gestion, ce qui nous conduit à réfléchir sur la résilience de ces quartiers et de déterminer les éventuelles réponses prévues en cas de sinistre.

### **VII.1.1. Vulnérabilité et résilience : des procédés à améliorer pour gérer les risques**

Mettre l'accent sur les moyens prévus pour la résilience des quartiers de Skikda fait appel à l'évaluation du processus de gestion des risques. En d'autres termes, il s'agit d'analyser les réponses établies par les services concernés afin de fournir une mise au point en vue de déceler les lacunes dans les techniques d'intervention et d'engager ainsi de nouvelles mesures pour améliorer la résilience.

#### **VII.1.1.1. Etat des lieux de la capacité de réponses aux risques prévues à Skikda**

A Skikda, les moyens prévus à l'encontre des risques présents dans le territoire diffèrent selon la nature de l'aléa, son importance et les spécificités des quartiers exposés. Pour cela, nous proposons d'analyser chaque type d'aléa d'une façon distincte afin de déterminer les procédures et les actions assurées pour la prise en charge de la population face à ces phénomènes. L'analyse des quartiers exposés aux aléas a permis de connaître la territorialisation de ces risques, et leurs hiérarchies selon leurs importances (risque fort, risque moyen et risque faible). De surcroît, les collectivités locales ont concentré beaucoup d'effort pour la prise en charge des risques. Des réflexions en commun entre les services concernées : la protection civile, la Wilaya, l'hydraulique, les industriels, la DUC de Skikda ont débouché sur des projets pour réduire la vulnérabilité des quartiers exposés aux risques qui menacent la ville de Skikda d'une façon permanente. Les retours d'expériences sont établis par la protection civile après chaque catastrophe. Ils représentent un soubassement pour assoir une meilleure connaissance des risques engendrés, pour prévoir les mécanismes d'intervention, afin de corriger à l'avenir les défaillances enregistrées dans les événements passés, et revoir leurs processus de gestion. Ajoutant à cela, ils réalisent une évaluation continue des opérations en cours de réalisation pour la protection des quartiers menacés (tel que les ouvrages et les aménagements pour la protection contre les inondations) et des moyens humains et matériels prévus pour secourir la population. Le tableau n°53 illustre les actions prévues pour atténuer la vulnérabilité des quartiers exposés aux inondations, glissements de terrains et risques industriels.

Tableau n°53 : Des opérations et des actions pour améliorer les capacités de réponse aux risques

Risques	Action réalisées	Action en commun
<b>Inondation</b>	Eradication de l'habitat précaire implanté sur ces sites dangereux. Réalisation et aménagement de Chaabet Salah Boulkeroua, Oued Zeramna, etc. Réalisation d'une digue de protection sur la rive gauche de l'oued Saf-Saf commune de Hammadi Krouma Etude d'un système d'alerte contre les inondations au niveau des bassins Saf-Saf et Zeramna. Les opérations de reboisement, construction des murettes, confection des bourrelets de ralentissement des eaux, Cordons de pierres, etc. Entretien, nettoyage, curage, redimensionnement,... des galeries.	Information de la population par des portes ouvertes et des campagnes de sensibilisation (annexe n°15). Formation du personnel pour le sauvetage et le secours de la population. Prévoir les établissements d'accueils des sinistrés et d'installation des tentes dans le cas d'une catastrophe. La réalisation des plans d'intervention et de secours pour la prise en charge de la population.
<b>Glissement de terrain</b>	Construction de mur de soutènements, et des aménagements pour réduire les glissements. La réalisation d'une étude technique pour ces zones à glissements avec une cartographie délimitant les caractéristiques des sols dans les quartiers concernées. La considération de ces risques dans la réalisation des plans d'urbanisme PDAU et POS.	Des simulations par des exercices d'évaluation des performances. L'établissement des scénarios probables et mesurer les capacités de réponses. Evaluer la proximité par rapport aux hôpitaux, protection civil. Faire des inventaires sur les moyens humains et matériels mobilisés au cas de sinistre.
<b>Risque industriel</b>	L'obligation de réaliser des études de danger pour les unités industrielle. Contrôle et interdiction de l'urbanisation du territoire péri-industrielle. Etablir des plans d'organisation interne (POI) pour chaque unité industrielle et du plan d'action mutuelle pour l'ensemble de la zone industrielle. Installation des dispositifs de sécurité, de surveillance et d'alerte.	Actualisation des plans d'action mutuelle (PAM) pour les interventions à l'échelle de la wilaya. Actualisation des plans Orsec établie en cas d'accident majeur

Source : D'après la protection civile, traitement personnel, 2015

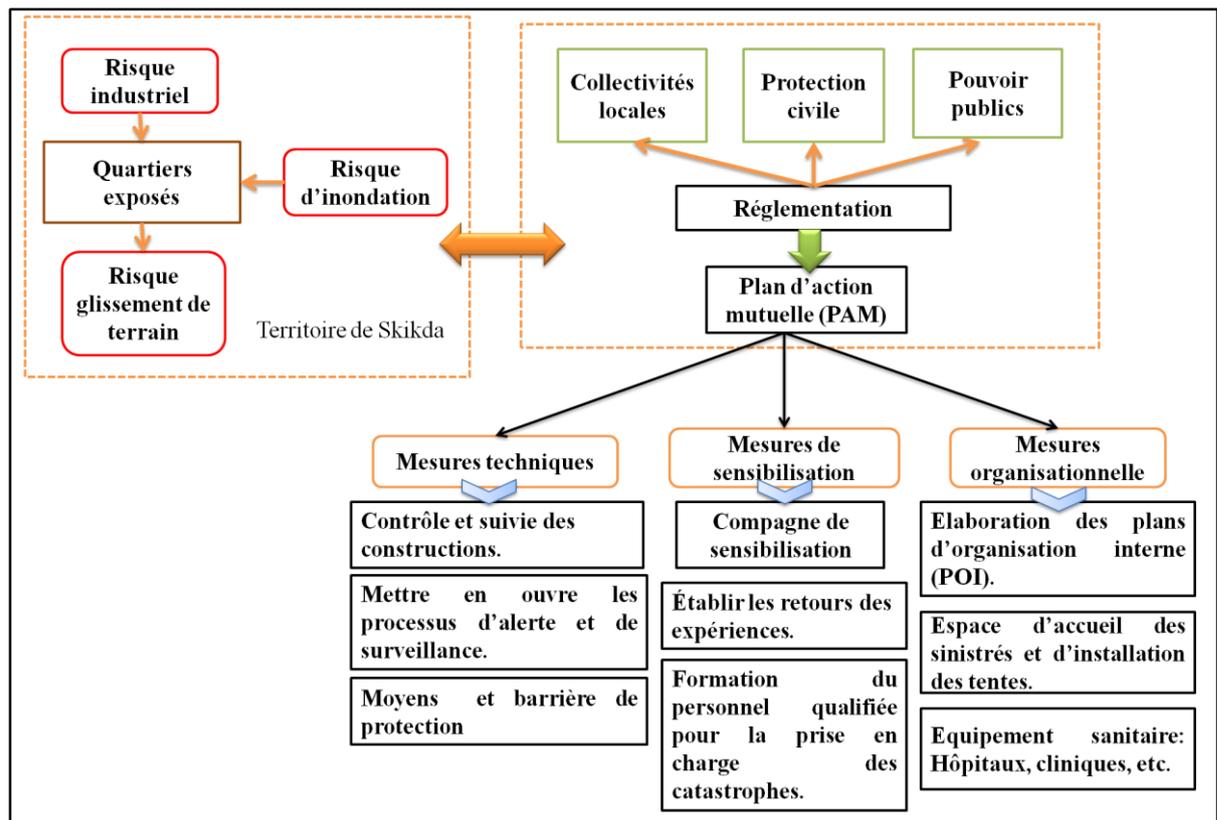
Ces manœuvres présentent un intérêt majeur pour les collectivités locales en vue de la gestion de ces risques. Cependant, d'autres alternatives sont en cours d'élaboration telle que la réalisation d'un système d'informations géographiques intégrant l'ensemble des risques pour constituer un véritable aide à la décision et permettre une gestion efficace du territoire.

Il existe des initiatives de collaboration entre les pouvoirs publics et la protection civile pour la recherche d'une vision globale sur l'ampleur de ces risques, afin de les intégrer dans la réalisation des plans d'urbanisme et dans les études prospectives de la planification urbaine de Skikda et aussi dans la prise en charge des catastrophes.

Pour sa part, la protection civile possède des inventaires sur : les structures sanitaires, l'emplacement des unités de la protection civile et leur territoire d'intervention.

Cette collaboration se manifeste par l'élaboration d'un plan d'action mutuelle (PAM) qui comprend plusieurs cellules, qui ont pour rôle est d'évaluer les besoins de renforts, de donner les instructions d'organisation pour les opérations de secours, pour le sauvetage de la population et de transmettre les informations nécessaires aux organes responsables de la sécurité. Le déclenchement d'un POI, PAM, ou ORSEC<sup>174</sup> (annexe n°16) dépendent de l'ampleur de la catastrophe. En outre, nous notons que nous ne disposons pas de toutes les informations sur les réponses aux risques telle qu'une cartographie des réseaux techniques exposés (qui sont souvent altérés suite aux catastrophes et peuvent générer des risques sur la population et sur l'économie du système urbain) et leurs capacités de résister et d'absorber la destruction. Cet aspect sera traité dans le travail qui suit par sa considération comme une composante du système pour une résilience plus efficace. En effet, le recours à des facteurs de résilience mesurables et identifiables est le seul moyen pour analyser la résilience dans le cadre de notre étude. Nous résumons le processus des réponses face aux risques établies à Skikda dans la figure n°87.

Figure n°87 : Processus de gestion des risques prévu par les autorités locales à Skikda



Source : Auteur, 2017

<sup>174</sup> POI, PAM, ORSEC : ces plans représentent respectivement: le plan d'organisation interne, le plan d'action mutuelle et le plan d'organisation des secours, ils sont déclenchés selon la gravité de la catastrophe.

### VII.1.1.2. Des indicateurs préliminaires pour évaluer la résilience des quartiers vulnérables

Après avoir pris connaissance des alternatives programmées en cas de catastrophe nous pouvons alors évaluer la capacité de réponses des quartiers à risques grâce aux facteurs de résilience appelés indicateurs qui sont considérés comme une variable transmettant l'information sur les conditions et l'évolution d'un système. Ces indicateurs ont pour rôle de mesurer la résilience des quartiers, il s'agit de:

- L'emplacement des unités de la protection civile dans la ville.
- La situation des équipements sanitaires.
- La localisation des espaces d'accueils des sinistrés et d'installation des tentes.
- La hiérarchie des rôles des acteurs (services concernés) dans le processus de gestion.

Les indicateurs sont énumérés dans le tableau n°54 ci (dessous) :

**Tableau n°54 : Des opérations et des actions pour améliorer les capacités de réponse aux risques**

Indicateurs	les équipements et services concernés
Les unités de la protection civile	Unité de secteur Skikda, Unité secondaire Skikda, unité de la zone industrielle FIR (force d'intervention et de réserve)
Les équipements sanitaires	Deux hôpitaux (EPH <sup>175</sup> Skikda Hôpital et Hôpital Aissa Boukerma), des polycliniques, des cliniques privées et des salles de soin.
Des espaces d'accueils des sinistrés et d'installation des tentes	Ecoles : Ahcene Halledj, Hamadi Karaoui, Hocine Amri, Ahmed Mouat, Laouar Hocine, Frère Yahya, Ibn Badis, Zair Lounis, 1 <sup>er</sup> novembre, Saleh Boulkeroua. Salle de sport : Beni Malek, Aissa, Boulkerma, Merdj Dib, Frère Saker, Stade municipal 20 Aout, complexe sportif 20 Aout (à l'ACL de Skikda) Complexe sportif Hamadi Krouma, stade municipal Hamadi Krouma, stade municipale Hamroche Hamoudi Placette : Victor Hugo, 1 <sup>er</sup> Novembre, la liberté. Direction de la culture (Aissat Idir)
Des acteurs ayant pour mission la gestion des risques et l'amélioration de la résilience	Protection civile, Wilaya, Direction de l'environnement, DUC, APC, Hydraulique, Direction des forêts.

Source : D'après la protection civile, traitement personnel, 2015

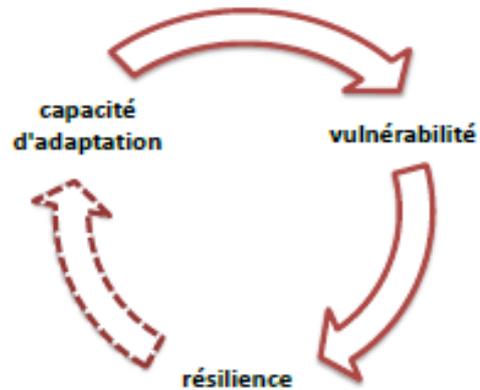
Il est à noter que, l'ensemble de ces indicateurs sont déterminés et actualisés chaque année pour se préparer aux risques qui peuvent frapper la ville de Skikda (annexe n°17). Le choix d'implantation de ces équipements obéit à d'autres conditions telle que la superficie d'accueils

<sup>175</sup> EPH : établissement hospitalier public de Skikda.

des sinistrés, leurs situations par rapport aux zones à risques et leurs accessibilités par les collectivités locales.

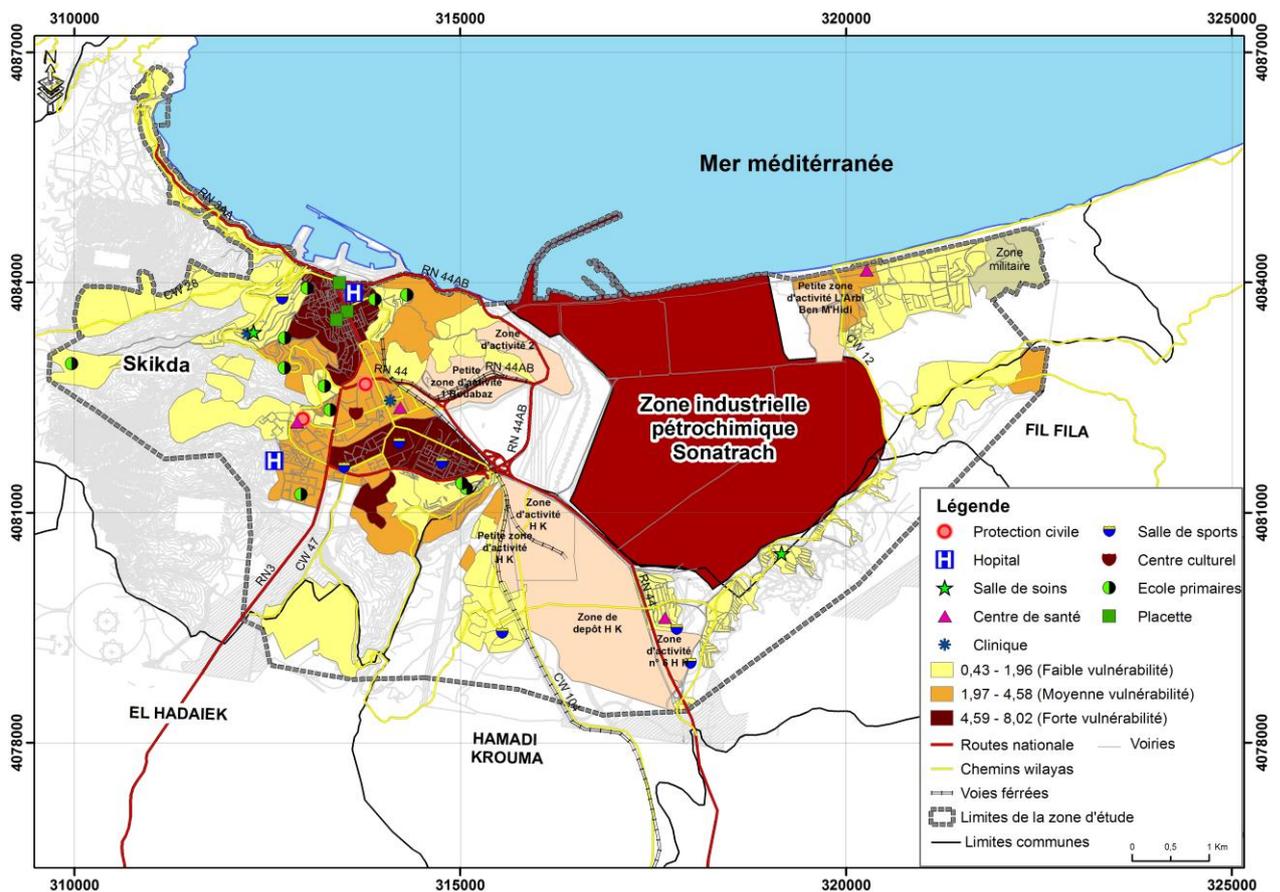
La vulnérabilité sert à identifier les quartiers vulnérables, tandis que la résilience évalue leurs capacités de réponses face aux risques. Ces deux concepts se placent cycliquement (figure n°88) dans la problématique de la gestion des risques. Ainsi, nous avons exploré cette démarche pour évaluer les capacités des quartiers de Skikda afin de soulever les faiblesses et proposer les mesures nécessaires pour améliorer les réponses.

Figure n°88 : Cycle vulnérabilité et résilience



Source : Toubin M, 2017

Carte n°37 : Situation des indicateurs de résilience par rapport à la hiérarchie de la vulnérabilité



Source : établie selon modèle ACP, carte établie par l'auteur d'après logiciel Arcgis, 2017

Ainsi, pour évaluer ces indicateurs, nous nous sommes intéressés dans un premier temps sur la représentation des équipements prédestinés dans les interventions de secours et le sauvetage des sinistrés. En effet, une identification de ces indicateurs sur la carte de la vulnérabilité urbaine de

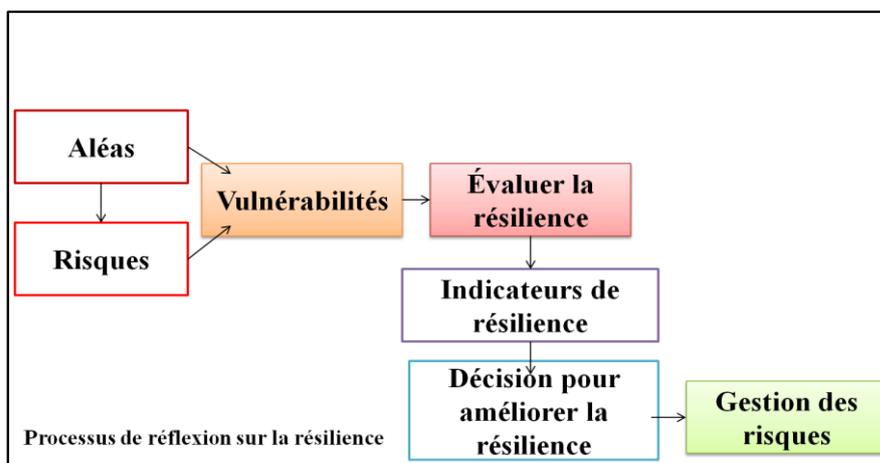
Skikda permet de voir leurs situations par rapport aux quartiers les plus vulnérables. La carte n°37 met en évidence le positionnement des indicateurs de résilience. Il paraît clair que l'ensemble de ces équipements sont situés dans les quartiers à forte vulnérabilité ou à moyenne vulnérabilité, à l'exception de quelques-uns. Le tableau n°55 détermine leurs situations.

**Tableau n°55 : Positionnement des indicateurs de résilience dans les trois classes de la vulnérabilité**

Indicateurs de résilience	Zone de vulnérabilité	Constat	Résilience
Hôpital EPH Skikda, les (3) placettes (Victor Hugo, 1 <sup>er</sup> Novembre, la liberté), (2) écoles primaires (Ibn Badis, Ahmed Mouat), (3) équipements sportifs (salle Merdj Dib, Stade municipal 20 Aout, complexe sportif 20 Aout).	Forte vulnérabilité	Ces indicateurs sont situés dans des quartiers caractérisés par une densité de population et habitation, moins de 10, chômeur, etc.	la résilience est déterminée selon la présence des différents indicateurs et le niveau de risques dans les quartiers exposés.
Hôpital Aissa Boukerma, (04) écoles primaires (Hamadi Karaoui, Frère Yahya, Zair Lounis, Ahcene Halledj), (03) centres de santé, (02) établissement de la protection civile, centre culturel Aissat Idir, salle de sport Aissa Boulkerma, clinique.	Moyenne vulnérabilité	Ces indicateurs sont localisés dans des quartiers caractérisés par une présence de l'habitat précaire, population +65ans, et du non raccordement aux réseaux, etc.).	
(04) écoles primaires (Laouar Hocine, 1 <sup>er</sup> novembre, Saleh Boulkeroua, Hocine Amri), salle de sport Frère Saker, stade municipale Hamroche Hamoudi, Complexe sportif Hamadi Krouma, (02) salles de soins, centre de santé, clinique.	Faible vulnérabilité	Les indicateurs de cette catégorie sont répartis dans les quartiers qui ont montré une faible vulnérabilité physique et matérielle.	

Source : Statistiques Protection civile, interprétation personnelle d'après logiciel Arcgis, 2017

**Figure n°89 : Processus de gestion prévue par les autorités locales à Skikda**



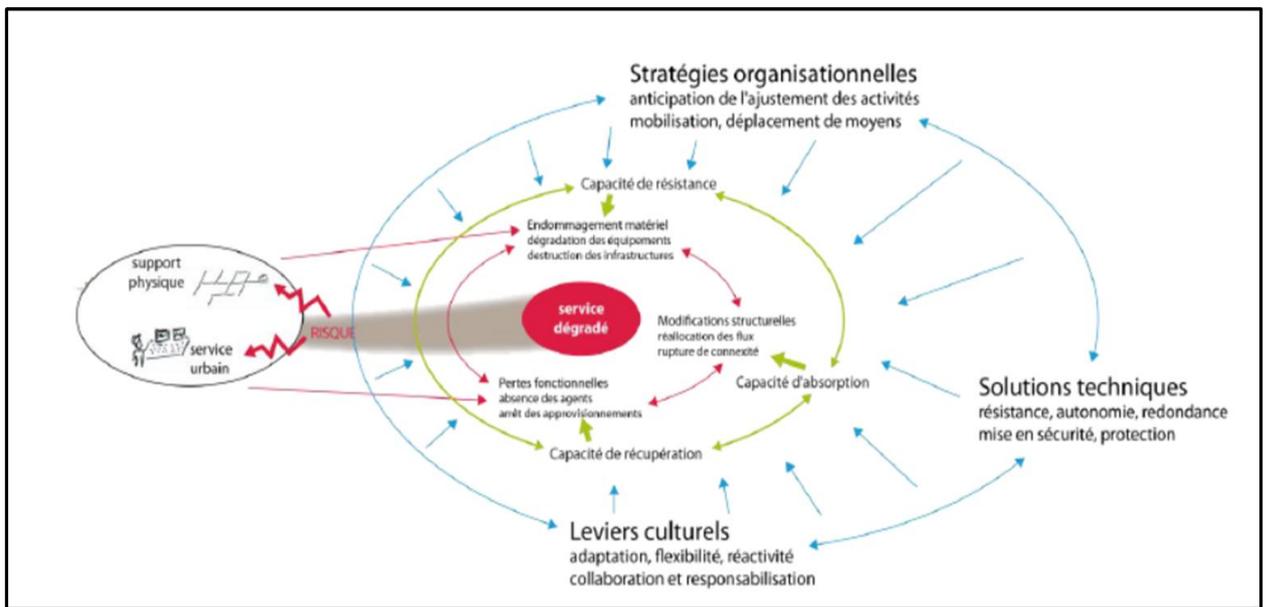
Source : Auteur, 2017

Visualiser ces indicateurs de résilience appelle à les mettre en interaction avec les risques étudiés. La figure n°89 montre la démarche pour évaluer la résilience et déterminer les décisions.

### VII.1.2. Un passage tactique de la vulnérabilité à la résilience, pour la gestion des risques à Skikda

La territorialisation des risques a révélé une hiérarchie dans l'exposition des quartiers. En effet, la gestion de ces risques implique une résilience stratégique, elle contribue à fournir les décisions nécessaires pour améliorer les réponses face aux aléas. Après avoir pris les décisions, il convient d'établir les actions à choisir pour chaque risque. Celles-ci sont considérées comme des alternatives propices qui peuvent répondre aux exigences de la résilience.

Figure n°99 : Les stratégies d'amélioration des capacités de réponse



Source : Toubin M, 2014

Pour saisir ces stratégies, nous avons pris comme référence la figure n°99 qui illustre les trois types de stratégie proposées par Marie Toubin dans sa recherche (2014) et qui concrétisent les actions à prévoir pour la résilience des services. Selon cet exemple, il s'agit d'envisager des actions techniques, organisationnelles, et culturelles, pour chaque niveau. Les décisions prises portent sur les solutions à réaliser pour la gestion des risques.

Selon les principes de la méthode d'aide à la décision, seule une lecture globale des résultats finaux peut permettre de choisir les meilleures décisions. Pour cela, nous avons effectué en premier lieu une modélisation de chaque type de risque par rapport à la vulnérabilité des quartiers, à l'importance de l'aléa et à la présence des indicateurs de résilience pour proposer les décisions préalables ; en deuxième lieu, de faire une modélisation synthétique saisissant l'ensemble des risques afin de choisir les décisions les plus pertinentes.

### VII.1.2.1 La résilience face à la gestion des risques, des décisions locales

L'analyse des quartiers de Skikda faite dans le chapitre précédent (chapitre 06) a révélé une hiérarchisation de la vulnérabilité urbaine au niveau territoriale, et une exposition différente aux aléas. Ainsi, pour évaluer la résilience face aux risques nous avons proposé une modélisation de la vulnérabilité et de la résilience selon chaque aléa. Cette représentation est faite par l'exploitation des cartes de la spatialisation des risques (faite dans le chapitre VI) pour obtenir des cartes d'aide à la décision relatives à chaque type de risque. La modélisation obéit aux principes de l'appréciation des risques cités dans le chapitre (I). Appliquée à notre cas d'étude (annexe n°18), nous obtenons le tableau n°56 :

**Tableau n°56 : Une modélisation de la vulnérabilité et des aléas par rapport aux indicateurs de résilience**

Vulnérabilité	Aléa	Risque	Résilience	Décisions
Forte vulnérabilité	Aléa Fort	Risque fort	-Evaluer la disposition des indicateurs de résilience par rapport aux risques. - voir le nombre de quartier par rapport aux établissements prévus pour accueillir la population exposée. - interroger les mesures techniques et d'organisation pour absorber les crises.	<b>- Décisions d'intervention</b>
	Aléa moyen			
Moyenne vulnérabilité	Aléa fort	Risque moyen		<b>- Décisions de prévention</b>
	Aléa moyen			
	Aléa faible			
Faible vulnérabilité	Aléa fort	Risque moyen		<b>- Décisions de sensibilisation</b>
	Aléa moyen			
Forte vulnérabilité	Aléa faible	Risque faible		
Faible vulnérabilité	Aléa faible			

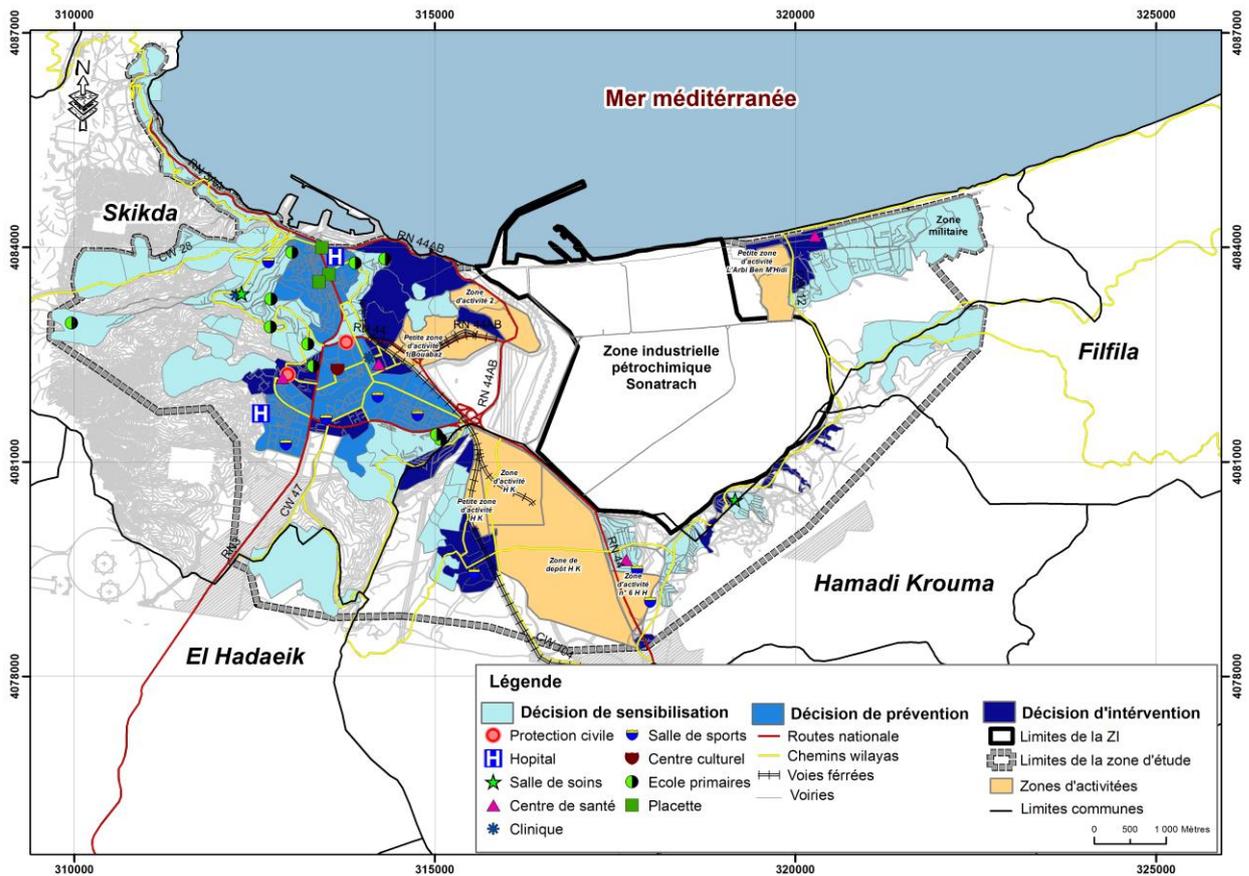
Source : Auteur, 2017

Les décisions proposées dans le tableau n°56 sont définies selon le degré de risques. à cet effet, les décisions d'intervention apportent des solutions techniques immédiates telles que les ouvrages de protection pour absorber les dysfonctionnements en cas de sinistre, celles de la prévention qui nécessitent de prévoir des moyens et des plans d'organisation pour s'adapter au choc, par contre, les décisions de sensibilisation, où, le risque est plus faible et l'anticipation par une bonne connaissance des risques, par le développement des comportements adéquats pour diminuer la vulnérabilité et assurer une récupération rapide face aux risques.

#### VII.1.2.1.1. De l'aide à la décision pour la gestion des risques d'inondation

Skikda étant fortement exposé aux inondations, le repérage des indicateurs de résilience sur la carte d'aide à la décision permet de mettre en lumière leurs emplacements par rapport aux quartiers à niveau fort d'exposition aux risques, et de faire ressortir les actions les plus adaptées. La représentation de cette carte d'aide à la décision se présente comme suit :

Carte n°38 : Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'inondation



Source : Statistiques protection civile, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2017

A partir de la carte n°38, nous pouvons calibrer le classement des quartiers et la présence des indicateurs de résilience dans les trois niveaux d'aide à la décision dans le tableau ci-dessous :

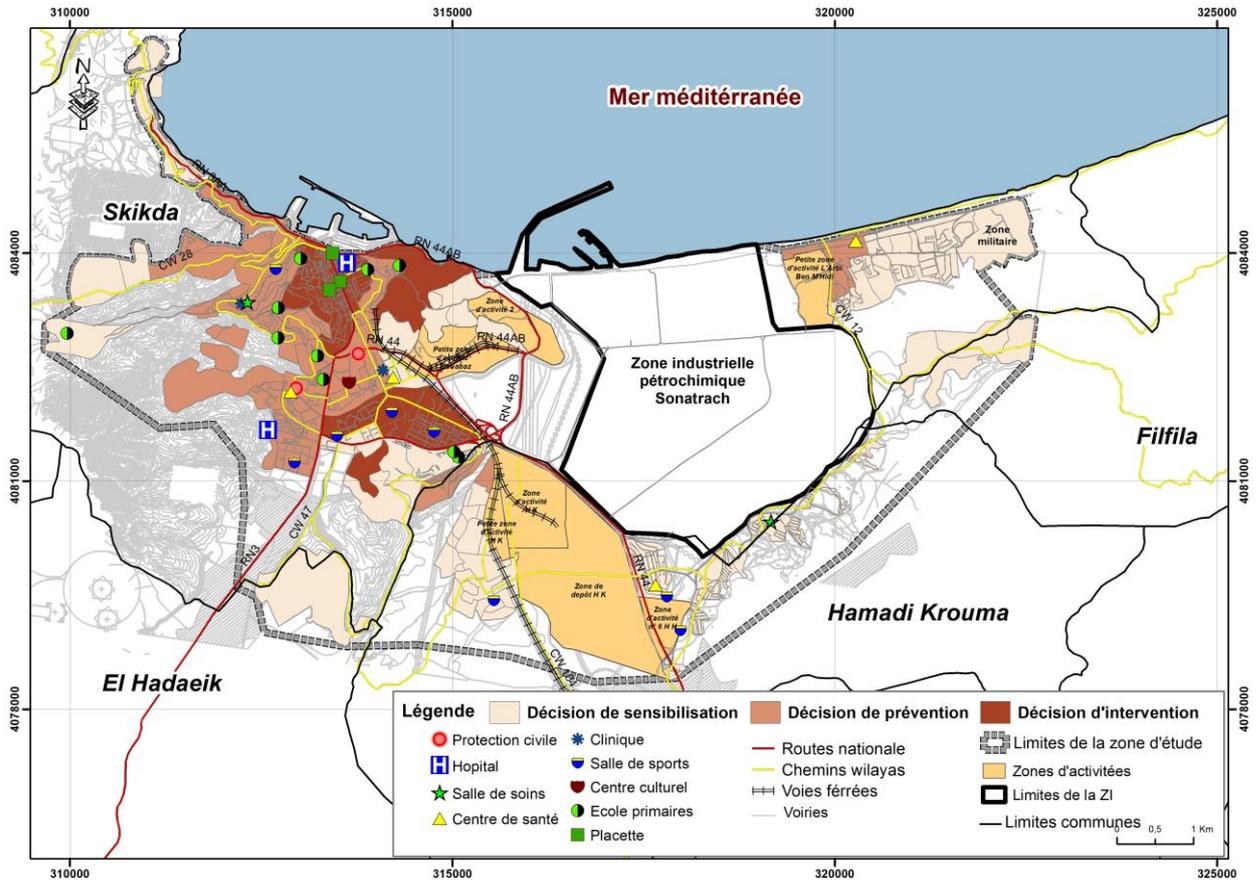
Tableau n°57 : Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'inondation

Niveau de risque	Présence des indicateurs de résilience	Résilience	Décisions
Niveau fort	(02) hôpitaux, (03) placettes, protection civile, (02) centre de santé, centre culturel, (04) équipement sportifs et (03) école.	Une présence importante des indicateurs de résilience, mais l'importance des risques exige des mesures préventives.	<b>Prévention</b> (11% du total des quartiers)
Niveau Moyen	(01) Protection civile, 01 centre de santé, 01 salle de soin, 03 équipements sportifs.	Malgré que le risque est moyen, ces indicateurs restent insuffisant voire absents dans certains quartiers.	<b>Intervention</b> (31 % du total des quartiers)
Niveau faible	Centre de santé, équipement sportif, salle de soin, (03) écoles.	Les quartiers à risques faible impliquent des dispositifs de formation et d'information de la population pour éviter les situations de dangers.	<b>Sensibilisation</b> (58% du total des quartiers)

Source : interprétation personnelle, 2017

### VII.1.2.1.2. De l'aide à la décision pour la gestion des risques de glissement de terrains

Carte n°39 : Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques de glissement de terrains



Source : Statistiques protection civile et DUC, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2017

A l'aide du tableau n°58 ci-dessous, nous récapitulons les actions à entreprendre comme suit :

Tableau n°58 : Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque de glissement de terrains

Niveau de risque	Présence des indicateurs de résilience	Résilience	Décisions
Niveau fort	Hôpital, (03) placettes, (02) écoles, (3) équipements sportifs.	La nature et le niveau de risque implore des mesures techniques.	<b>Intervention</b> (5% du total des quartiers)
Niveau Moyen	Hôpital, (03) centre de santé, (02) cliniques, (02) protection civile, salle de soin, équipements sportifs, 06 écoles, centre culturel, clinique.	L'importance du nombre des quartiers exposés sollicite de développer des mesures préventives.	<b>Prévention</b> (29% du total des quartiers)
Niveau faible	Ecole, salle de soin centre de santé, (03) équipements sportifs.	Malgré que le risque est faible, la population doit être informée.	<b>Sensibilisation</b> (66% du total des quartiers)

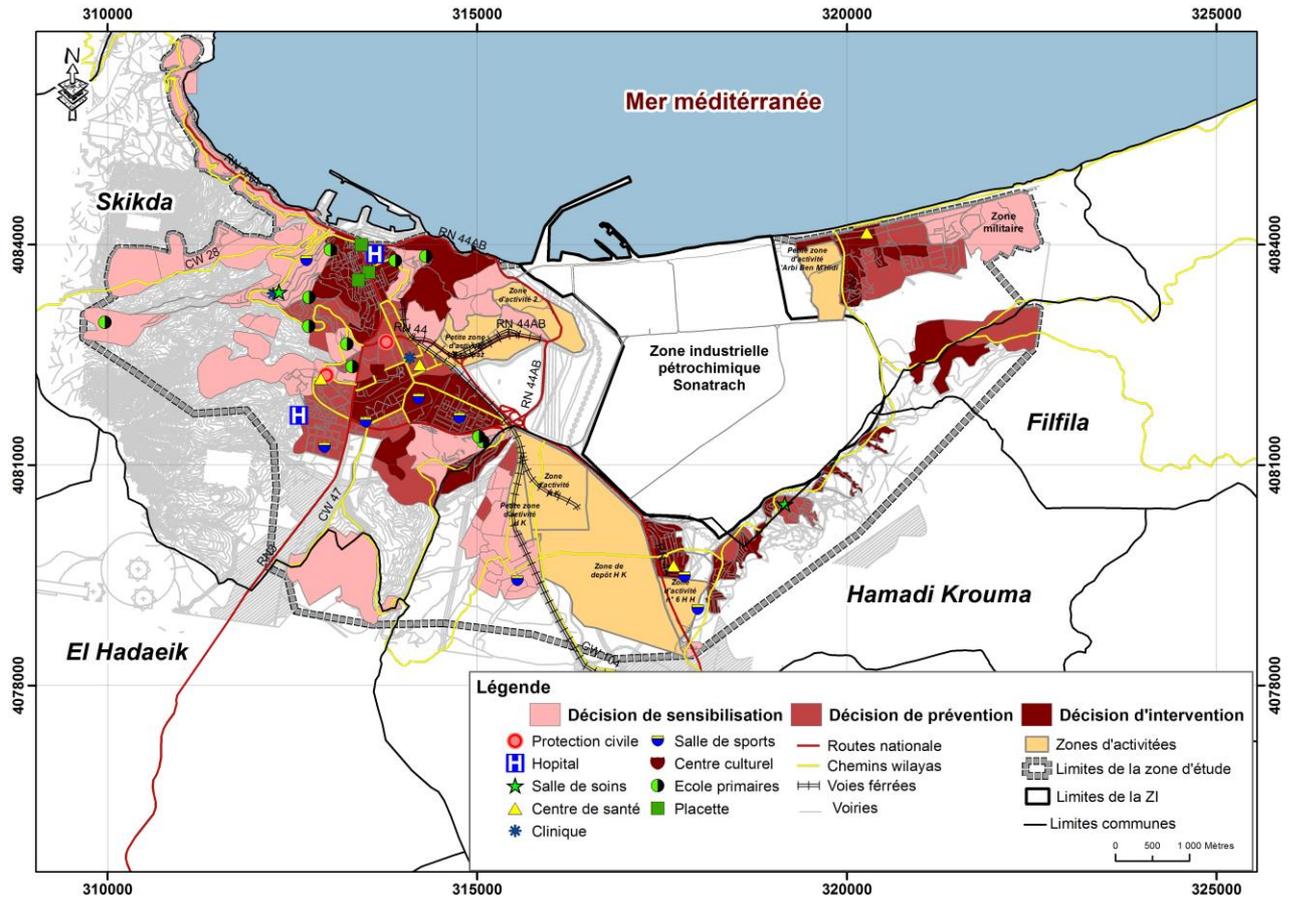
Source : interprétation personnelle, 2017

VII.1.2.1.3. De l'aide à la décision pour la gestion des risques industriels

L'étude des risques industriels et des indicateurs de résilience bute sur les décisions propices.

- La représentation d'aide à la décision pour la gestion des risques d'effets thermiques

Carte n°40 : Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'effets thermiques



Source : statistiques protection civile carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2017

Le constat de cette carte met en exergue un état des lieux que nous avons résumé comme suit :

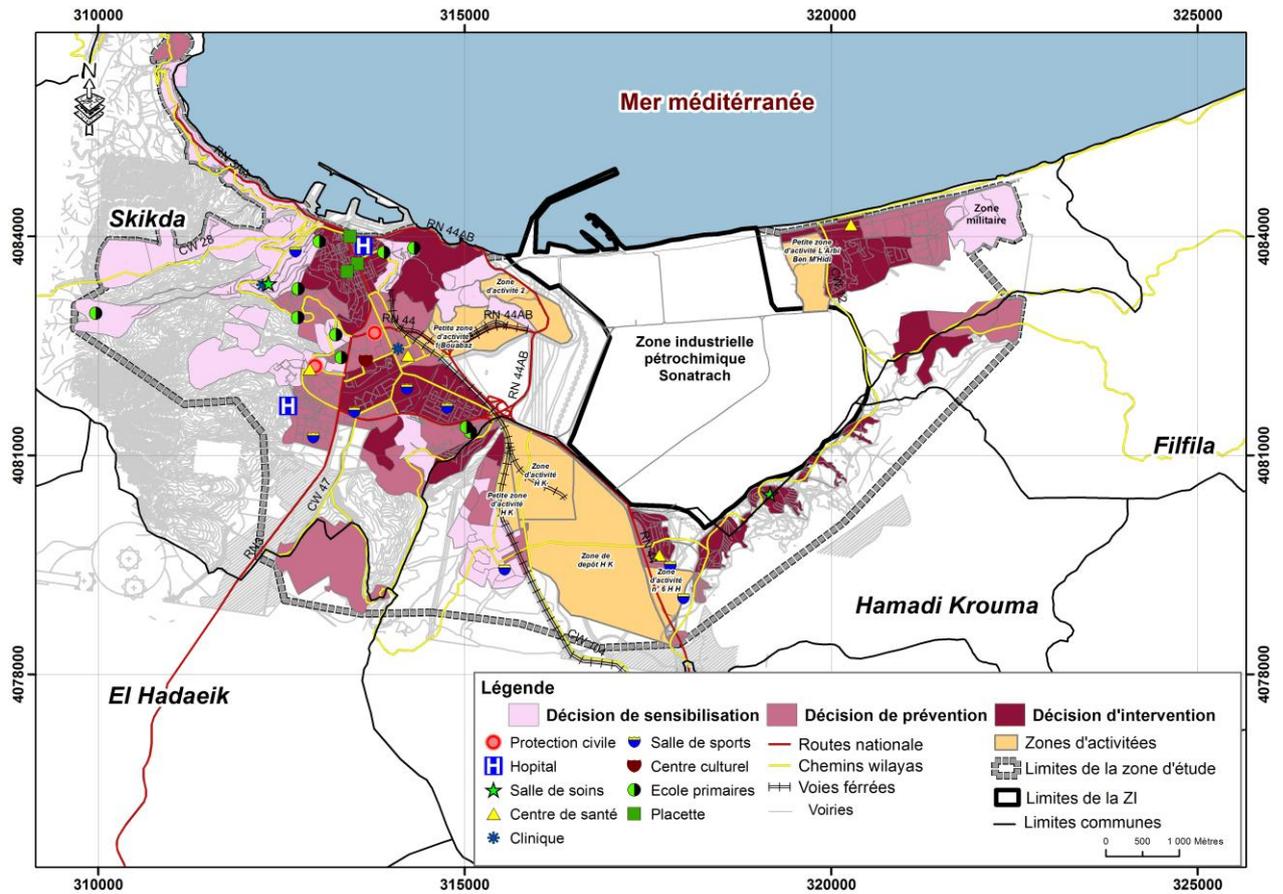
Tableau n°59 : Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'effets thermiques

Niveau de risque	Présence des indicateurs de résilience	Résilience	Décisions
Niveau fort	Hôpital, (03) placette, (03) écoles, (05) équipements sportifs, (02) centre de santé.	Des mesures techniques et organisationnelles sont à prévoir en urgence.	<b>Intervention</b> (soit 28%)
Niveau Moyen	Hôpital, (03) écoles, salle de soin, (02) protection civile, (02) centre de santé, équipement sportif, centre culturel, clinique.	Le nombre de quartiers et la nature du risque exigent des dispositifs de protection.	<b>Prévention</b> (soit 24%)
Niveau faible	(04) écoles, (02) équipements sportifs, salle de soin, clinique.	Développer les capacités d'agir en cas de crise.	<b>Sensibilisation</b> (soit 48%)

Source : interprétation personnelle, 2017

- La représentation d'aide à la décision pour la gestion des risques d'effets suppressifs  
Ces effets présentent le plus grand rayon de dangers. Pour cela, plusieurs quartiers sont exposés.

Carte n°41 : Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'effets suppressifs



Source : statistiques protection civile, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2017

L'analyse de la carte ci-dessus révèle de nouvelles conditions résumées par le tableau n°60.

Tableau n°60 : Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'effets suppressifs

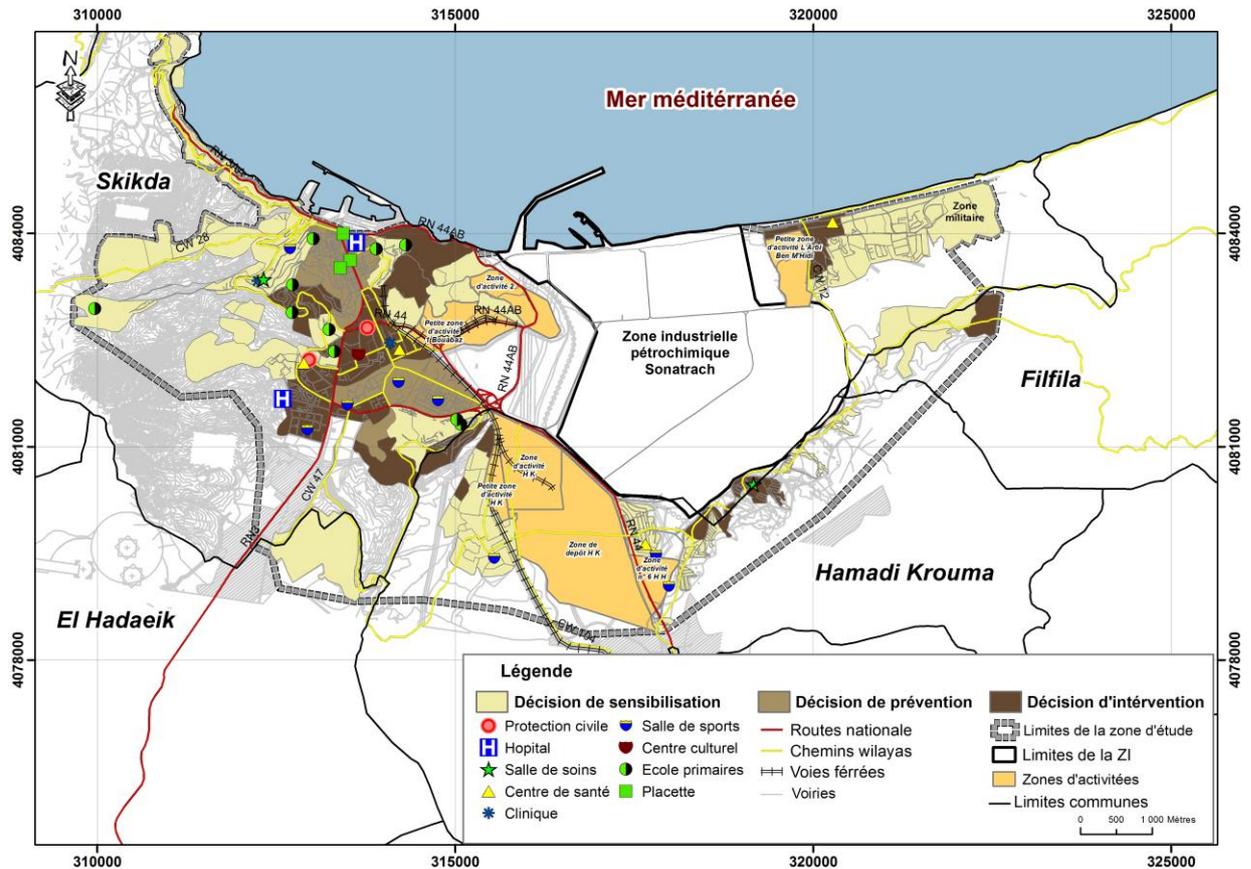
Risque	Présence des indicateurs de résilience	Résilience	Décisions
Niveau fort	Hôpital, (03) placette, (03) écoles, (05) équipements sportifs, (02) centre de santé.	Le constat dévoile que des mesures d'urgence doivent être prises.	<b>Intervention</b> (31% du total des quartiers)
Niveau Moyen	Hôpital, (03) écoles, salle de soin, (02) protection civile, (02) centre de santé, équipement sportif, centre culturel, clinique.	La sécurisation des quartiers est essentielle pour améliorer les capacités de réponses.	<b>Prévention</b> (32% du total des quartiers)
Niveau faible	(04) écoles, (02) équipements sportifs, salle de soin, clinique.	La population doit avoir une culture sur les risques pour mieux agir.	<b>Sensibilisation</b> (37% du total des quartiers)

Source : interprétation personnelle, 2017

• La représentation d'aide à la décision pour la gestion des risques d'effets toxiques

La carte n°42 d'aide à la décision pour la gestion des effets toxiques renseigne sur la résilience des quartiers exposés.

Carte n°42 : Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques d'effets toxiques



Source : Statistiques protection civile, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2017

Après avoir analysé cette carte, nous avons résumé les observations dans le tableau n°61 :

Tableau n°61 : Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque d'effets toxiques

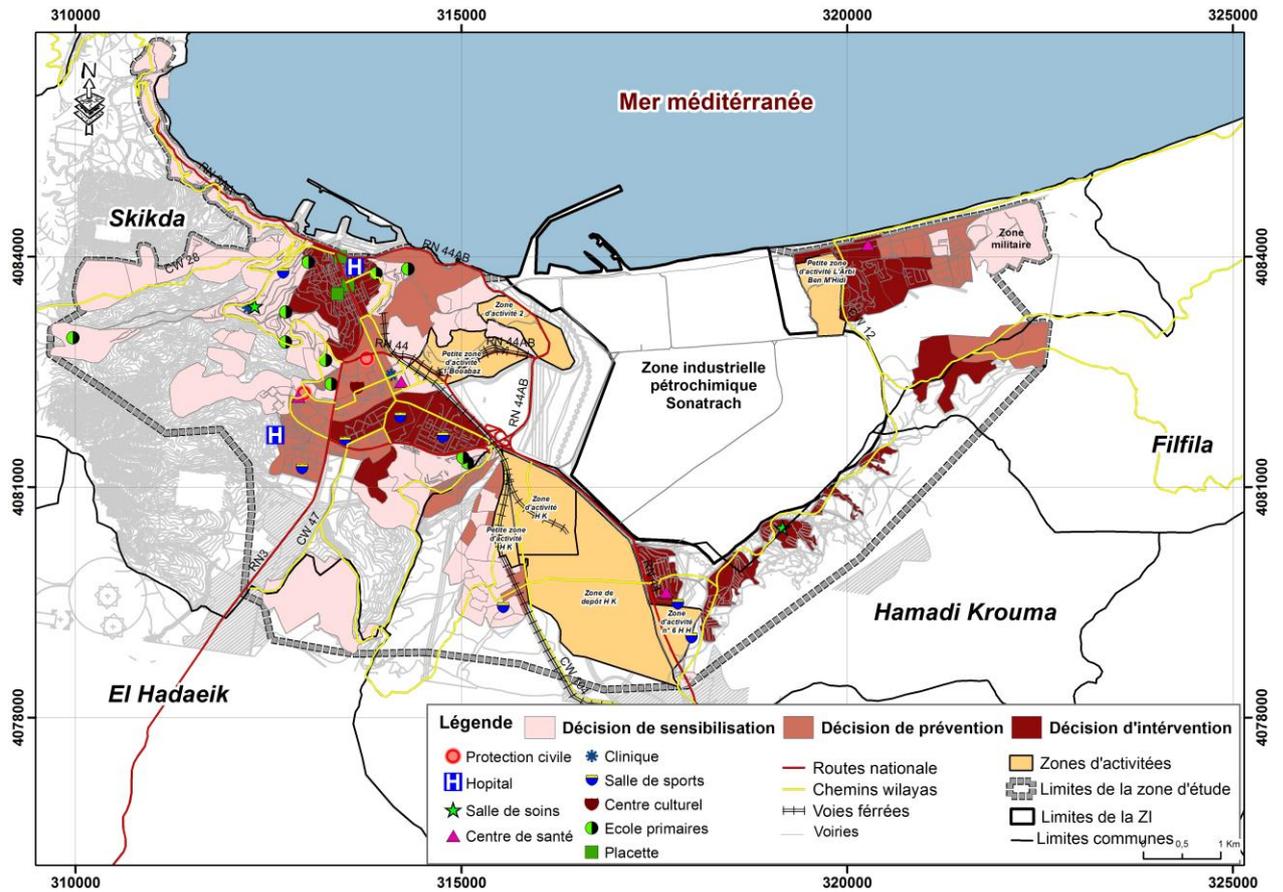
Risque	Présence des indicateurs de résilience	Résilience	Décisions
Niveau fort	Hôpital, (03) placette, (02) écoles, (03) équipements sportifs.	Il est préconisé d'envisager des procédures de protection de ces quartiers.	<b>Prévention</b> (soit 5%)
Niveau Moyen	Hôpital, (04) écoles, salle de soin, (02) protection civile, (03) centre de santé, (03) équipement sportif, centre culturel, clinique.	L'emplacement des quartiers et des indicateurs de résilience nécessite des opérations d'urgences pour améliorer les capacités d'adaptation et d'absorption.	<b>Intervention</b> (soit 23%)
Niveau faible	(04) écoles, (01) équipements sportifs, centre de santé, clinique.	Des Initiatives d'information sont recommandées pour la population concernée.	<b>Sensibilisation</b> (soit 72% des quartiers)

Source : interprétation personnelle, 2017

• La représentation d'aide à la décision pour la gestion des risques industriels

La synthèse des effets industriels est cartographiée dans la carte n°43 ci-dessous.

Carte n°43 : Représentation de l'aide à la décision pour la gestion des risques industriels



Source : Statistiques protection civile, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2017

Cette carte reflète la disposition des indicateurs de résilience par rapport aux risques industriels.

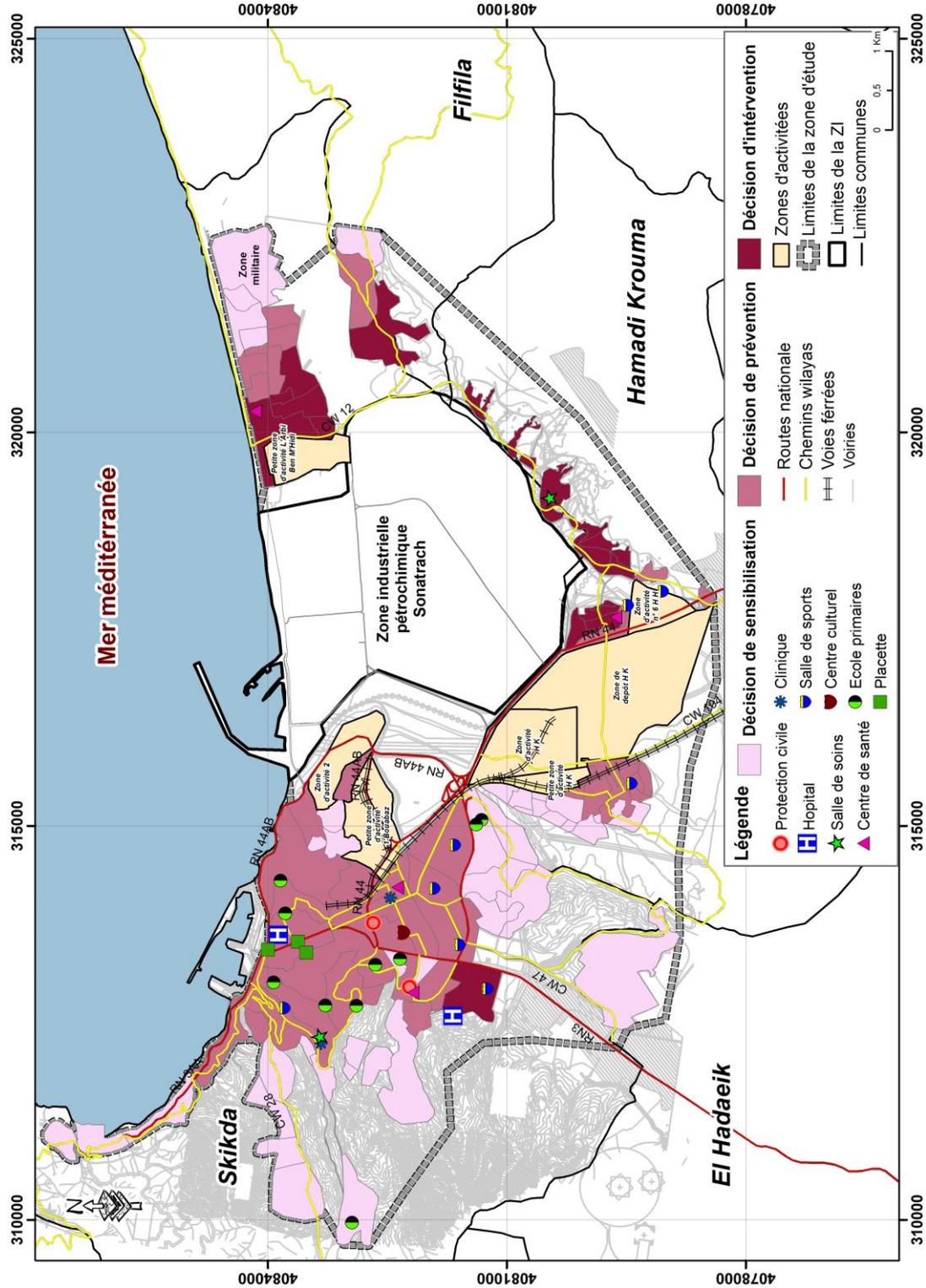
Tableau n°62 : Les décisions pour la gestion des quartiers face au risque industriel

Risque	Présence et proximité des indicateurs de résilience	Résilience	Décisions
Niveau fort	Hôpital, (03) placette, (02) écoles, (05) équipements sportifs, (02) centre de santé, salle de soin.	Le nombre et le dispositionnement des quartiers révèlent que des actions d'urgences doivent être établies pour absorber et s'adapter aux catastrophes.	<b>Intervention</b> (28% du total des quartiers)
Niveau Moyen	Hôpital, (02) écoles, (02) protection civile, (02) centre de santé, équipement sportif, centre culturel, clinique.	Des mesures de sécurité et de défense doivent être prises.	<b>Prévention</b> (24% du total des quartiers)
Niveau faible	(06) écoles, (02) équipements sportifs, salle de soin, clinique.	L'instauration d'une culture du risque vis-à-vis le risque industriel s'impose.	<b>Sensibilisation</b> (soit 48%)

Source : interprétation personnelle, 2017



Carte n°44 : Modélisation synthétique d'aide à la décision pour une gestion globale des risques



Source : statistiques protection civile, carte établie par l'auteur d'après le logiciel Arcgis, 2017

Ainsi, cette modélisation (carte n°44) renvoie aux décisions à prendre pour les différents cas qui résultent suite aux interactions entre les différents types de risques à travers tous les niveaux (faible, moyen et fort). Alors que, le modèle stipule qu'un risque ou plus peuvent se croiser, l'analyse dévoile des intervalles des niveaux de décisions en trois classes. Ils constituent la clé d'aide à la décision pour la gestion des risques selon le positionnement des quartiers dans les trois échelles. En revanche des actions sont proposées pour la résilience de ces quartiers. De ce fait, ces intervalles accordent des décisions différentes résumées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau n°64 : Les décisions pour une gestion de tous les risques**

Risque	Présence des Indicateurs de résilience	Décisions	Actions
Fort	Salle de soin.	<b>Intervention</b> (21% du total des quartiers)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identification des acteurs d'urgence</li> <li>– Réalisation des plans de secours</li> <li>– Construire les barrières de protection</li> <li>– Prévoir les moyens d'urgence (réserves et recouvrement).</li> <li>– Se doter des infrastructures nécessaires pour répondre aux crises.</li> <li>– Observatoire et système d'information et d'alerte.</li> </ul>
Moyen	(02) Hôpitaux, (03) placette, (07) écoles, (02) protection civile, (04) centre de santé, (04) équipement sportif, centre culturel, clinique.	<b>Prévention</b> (40% du total des quartiers)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Appréhender le système organisationnel.</li> <li>– Réparer les systèmes de prévention, de défenses et d'atténuation des risques.</li> <li>– Elaboration des plans de contingences et de continuité.</li> </ul>
Faible	(02) équipement sportif Salle de soin, clinique.	<b>Sensibilisation</b> (39% du total des quartiers)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cultiver la perception du risque et la résilience.</li> <li>– Développer les systèmes d'autodéfense humaine et matérielle.</li> </ul>

Source : Selon la loi du 04-20, interprétation personnelle, 2017

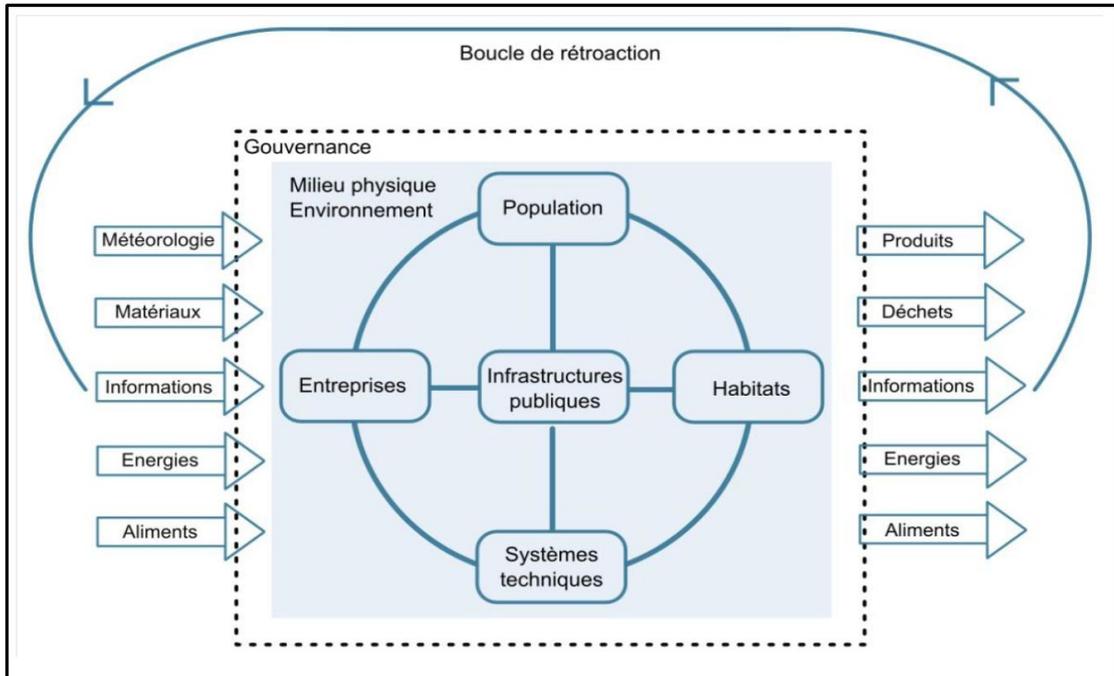
Au final, les cartes d'aide à la décision présentent une spectroscopie des risques synthétisant les actions à prévoir. Ils peuvent constituer un véritable outil aux pouvoirs publics et collectivités locales pour prendre les décisions convenables pour la gestion du territoire et pour améliorer la résilience des quartiers à risques.

Cependant, les indicateurs abordés dans l'investigation n'incluent pas d'autres paramètres qui contribuent également dans le processus de gestion tel que les réseaux et le rôle des acteurs. Ces derniers, par leur collaboration et implication dans la gestion des risques coopèrent d'une façon directe dans la prise en charge des risques et promeuvent une vision globale intégrant tous les composants du système urbain.

### VII.1.3. Des mesures pour prévenir et promouvoir la résilience à Skikda

Notre recherche s'intéresse à l'analyse du système urbain, l'établissement d'une logique de raisonnement synthétique impose d'engager une modélisation globale incluant tous les composants du système urbain dans la problématique de la gestion des risques.

Figure n°91 : Modélisation systémique de la ville



Source : Lhomme S, 2011

A partir de la figure n°91, l'endommagement d'une composante du système peut entraîner des dysfonctionnements sur une partie ou plus de ce système urbain.

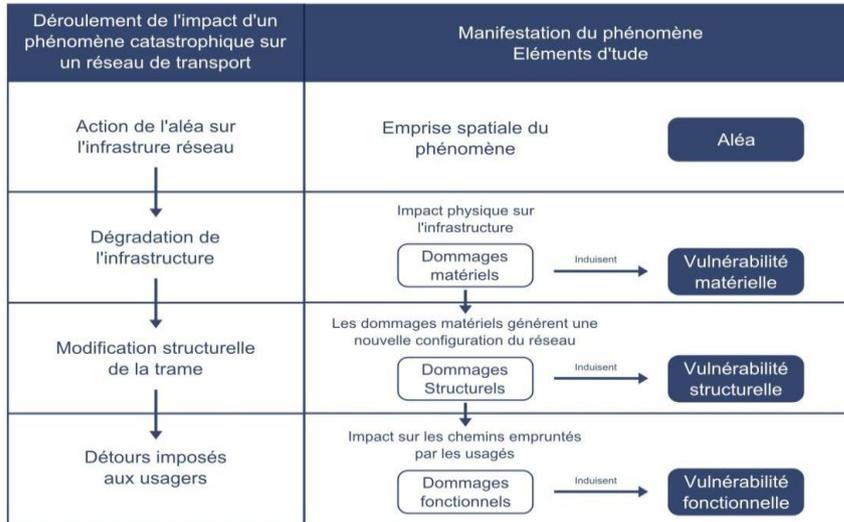
Nous avons tenté de mettre en lumière les indicateurs de résilience qui sont considérés dans les modalités de gestion des collectivités locales. L'apport des cartes d'aide à la décision à l'échelle du quartier est centré sur l'évaluation de ces mécanismes de résilience et entrevoit de nouvelles décisions équitables pour la gestion des risques. Cependant, notre investigation devrait aussi aborder certaines questions inéluctables pour permettre une gestion globale, par la considération des réseaux et des acteurs pour une résilience plus efficace.

#### VII.1.3.1. L'intégration des réseaux urbains dans la résilience du système urbain

Le retour des expériences a révélé que les réseaux techniques et de transport présentent un aspect important dans la gestion des risques. Sa destruction peut même endommager le mécanisme prévu pour la résilience du système urbain. La considération de ces réseaux dans la gestion des risques a suscité beaucoup de travaux récents (Lhomme S, 2011; Serre D, 2013 ; Toubin M, 2014), d'où, il est nécessaire d'évoquer cette dimension dans notre processus de gestion.

Pour le réseau routier, Skikda dispose d'une hiérarchie de routes nationales, Wilayales, communales, des rues principales, secondaires et tertiaires ainsi que la voie ferroviaire, c'est-à-dire tous les réseaux de transport sont présents.

Figure n°92 : Impact de la détérioration d'un réseau de transport

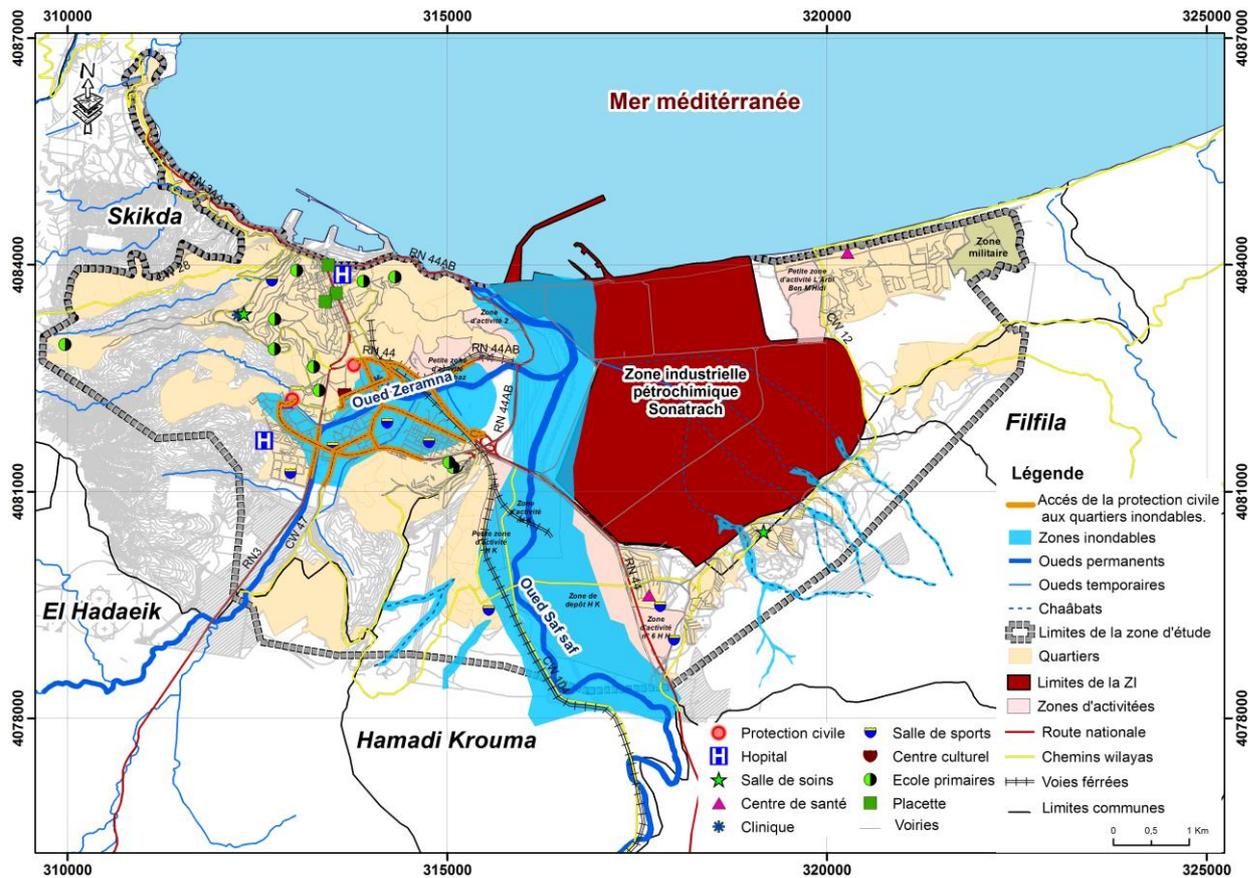


Le blocage d'une route et son endommagement présentent un obstacle aux collectivités locales pour accéder aux quartiers sinistrés et sauver la population.

La figure n°92 illustre l'impact de l'endommagement du réseau de transport.

Source : Lhomme S, 2011

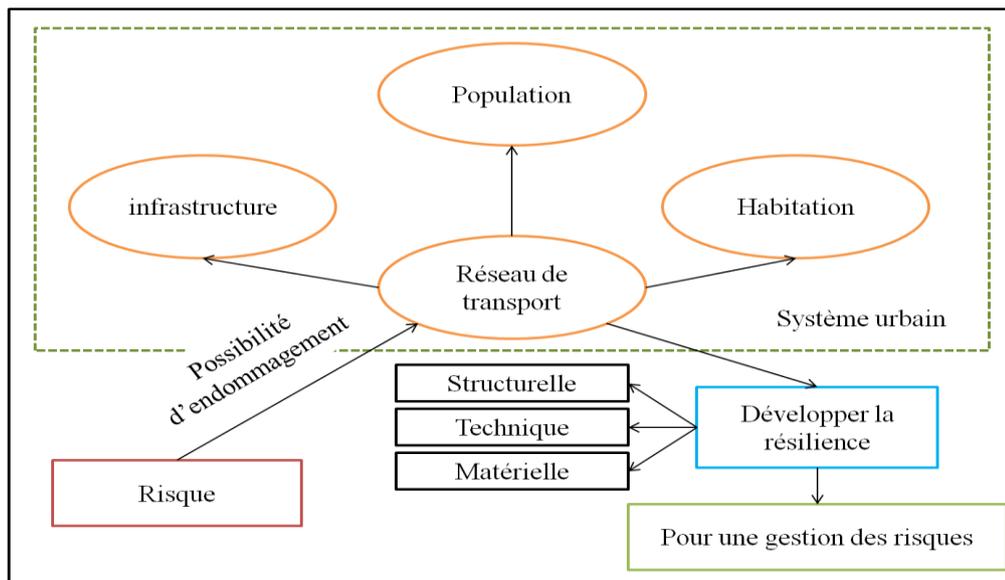
Carte n°45 : Scénario d'intervention pour augmenter la résilience des quartiers exposés aux risques



Source : Statistiques protection civile, carte établie par l'auteur, 2017

La carte n°45 présente les éventuels accès des pompiers aux quartiers inondables. L'établissement des scénarios d'intervention permet de prédire les possibilités d'accès à ces quartiers. Analyser ces possibilités au niveau spatial permet de discerner les alternatives à programmer dans les scénarios d'intervention. Par ailleurs, l'intégration des réseaux dans notre recherche essaye de mettre celle-ci dans le processus de gestion des risques. En effet, la résilience du système impose de contempler la résilience de ses réseaux de transport (la figure n°93), elle repose sur les trois facteurs techniques, matériels et structurels, afin de déterminer la meilleure répartition des indicateurs de résilience.

Figure n°93 : L'intégration des réseaux routiers dans la gestion des risques



Source : Auteur, 2017

Figure n°94 : Vue sur les réseaux technique en ville



Source : Serre D, 2013

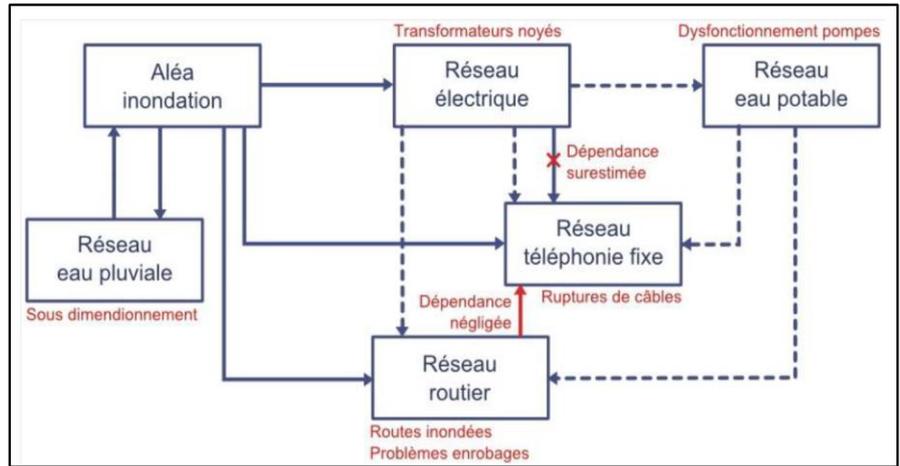
Quant aux réseaux techniques, ils comportent les réseaux d'eau potable, d'électricité, d'assainissement, de gaz, et téléphonique, et convient de considérer aussi, pour notre cas d'étude, les conduites de pétroles.

La détérioration de l'un de ces réseaux peut paralyser les quartiers sinistrés. Les conséquences sont diverses, comme le déversement des eaux usées en surface qui peut causer des dégâts environnementaux, ou même priver la population exposée d'électricité. Par ailleurs, ils peuvent

paralyser complètement les opérations de secours. Donc, l'identification à priori de ces infrastructures critiques permet d'anticiper le risque et de maintenir le fonctionnement des réseaux malgré l'altération (Lhomme S, 2011).

La figure n°95 montre l'impact de l'aléa inondation sur les réseaux. L'analyse des dépendances entre ces réseaux met en évidence les possibilités d'endommagement en chaîne entre eux.

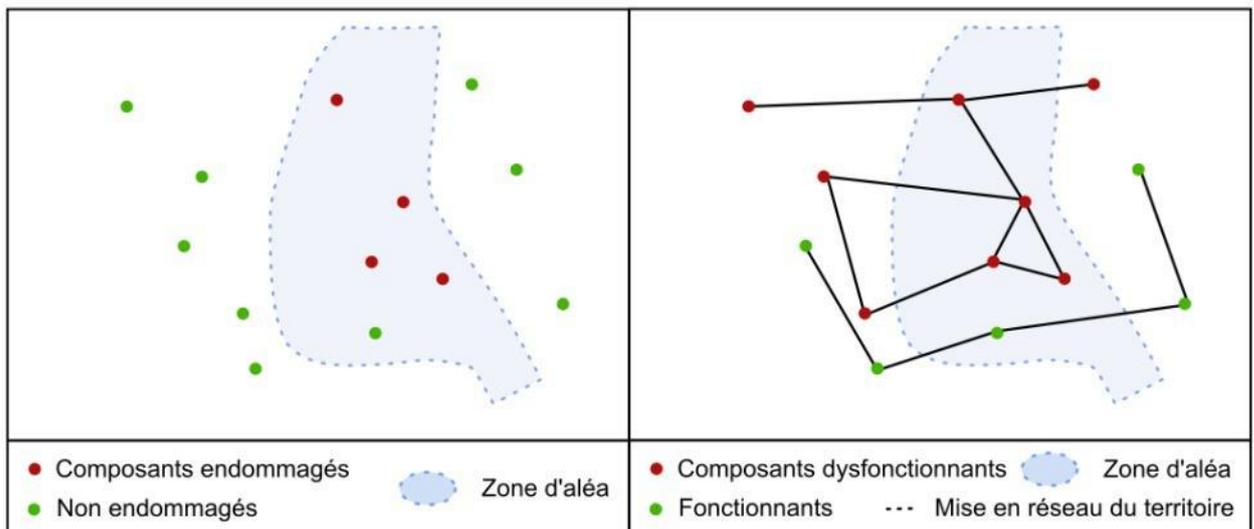
Figure n°95 : Scénario présentant l'impact d'une inondation



Source : Lhomme S, 2011

Par la suite, l'établissement des scénarios, en précisant les zones à risques, permet de déterminer les réseaux pouvant être affectés. Le modèle ci-dessous illustre ces impacts au niveau spatial (figure n°96).

Figure n°96 : Redondances des réseaux

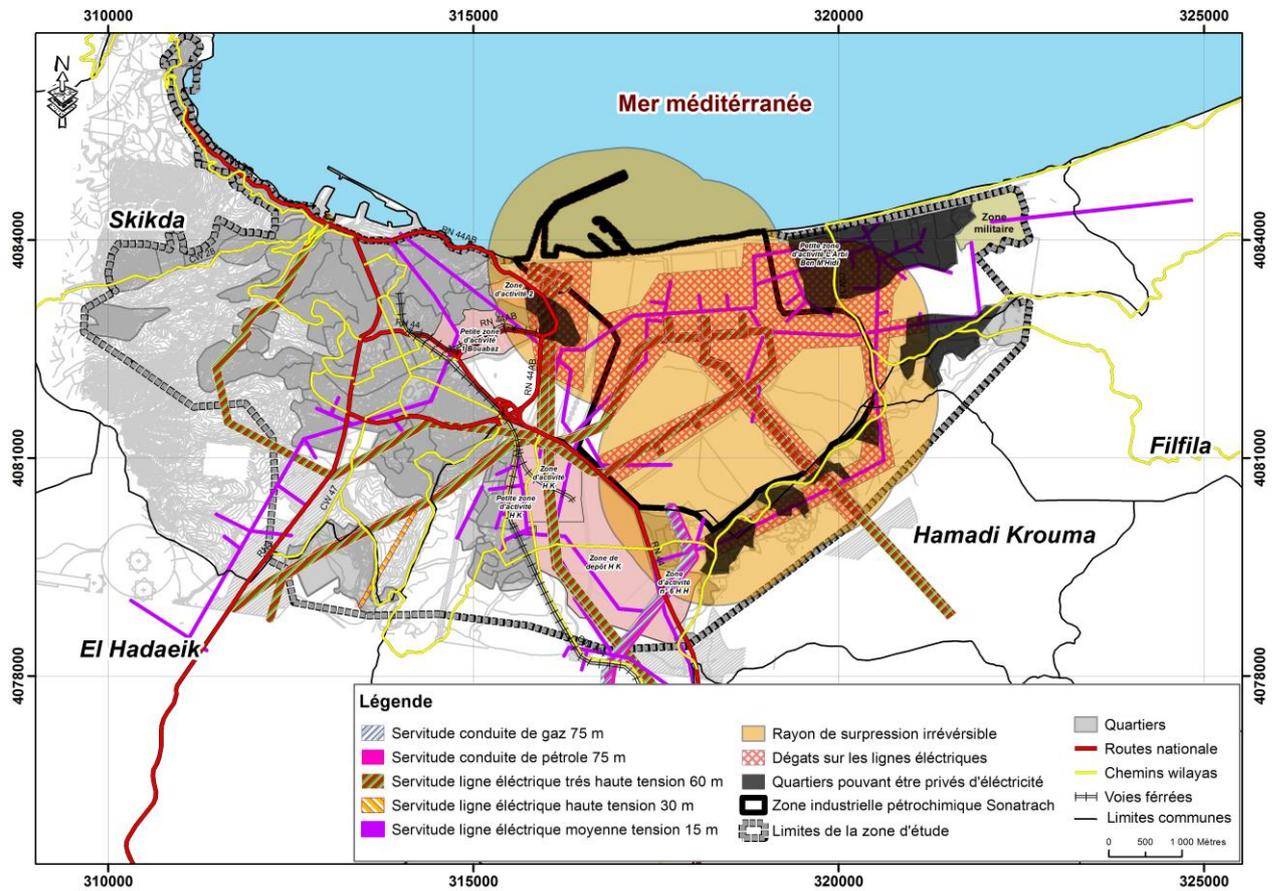


Source : Lhomme S, 2011

L'installation de ces réseaux peut être souterraine, superficielle ou aérienne. Leur spatialisation montre leurs dispositions par rapport aux quartiers à risques. Par conséquent, l'étude de leur résilience aux divers aléas dépend d'autres approches empiriques et mathématiques qui ne font

pas partie des objectifs de la présente recherche. Nous nous focalisons ainsi seulement sur leurs rôles dans la gestion des risques.

Carte n°46 : Scénario d'impact d'explosion sur le réseau électrique



Source : Statistiques protection civile, carte établie par l'auteur, 2017

A travers la carte n°46, nous pouvons adopter ce principe pour étudier la redondance du réseau et pour prévoir les mesures d'adaptation à l'endommagement. Les scénarios peuvent cependant être établis pour assurer le fonctionnement du système malgré l'altération.

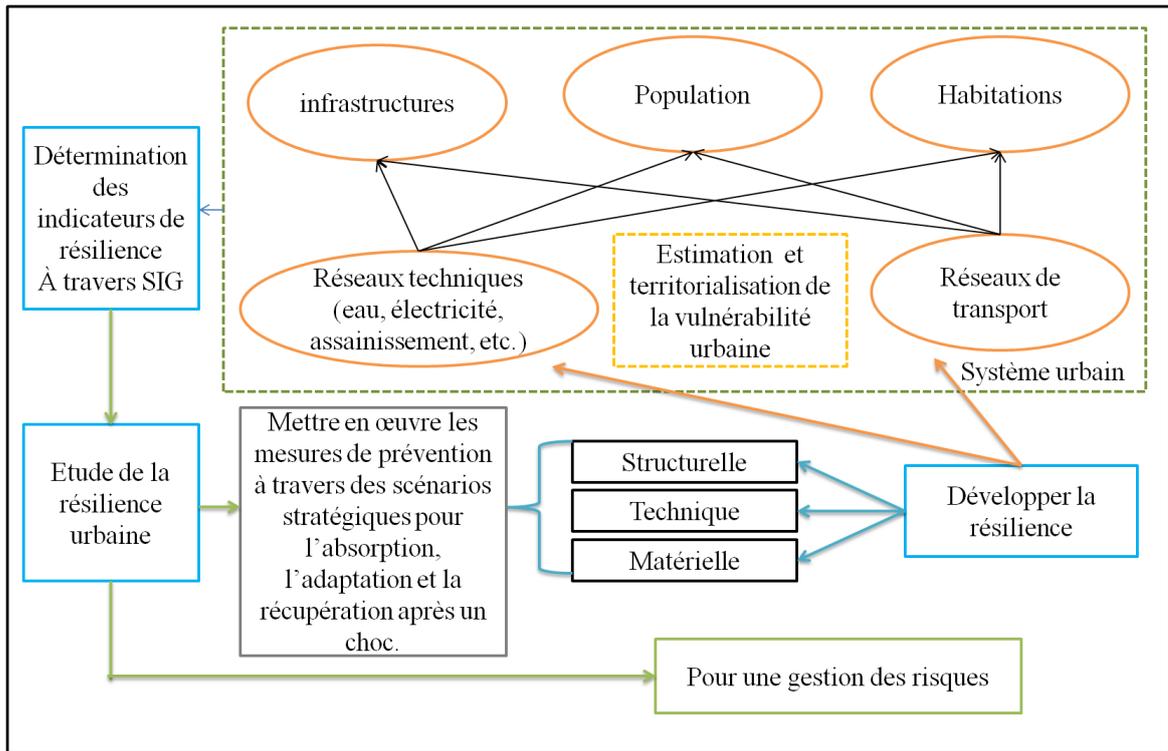
Il est à signaler que les services urbains : Sonelgaz<sup>177</sup>, l'ADE<sup>178</sup>, les industriels, etc., doivent travailler en étroite collaboration avec les cellules responsables de la gestion des risques pour rendre ces réseaux résilients, et limiter ainsi les dégâts en cas d'absence d'eau potable ou d'électricité dans les quartiers sinistrés.

Il convient donc, de développer la résilience du système et œuvrer à chercher les modalités de récupération, d'absorption, et d'adaptation aux aléas, qu'ils soient inondation, glissement de terrains ou industriel, pour pouvoir déterminer sur le plan spatial les redondances du réseau, sa densité, son autonomie et son adaptabilité.

<sup>177</sup> Sonelgaz : Société nationale de la distribution d'électricité et de gaz.

<sup>178</sup> ADE : l'algérienne des eaux.

Figure n°97 : Regard sur l'implication des réseaux techniques dans la gestion des risques



Source : Selon le modèle systémique, auteur, 2017

Cet angle de vision définit la disposition des réseaux par le biais des SIG et les confronte aux quartiers exposés aux risques afin de cerner les scénarios à envisager en cas de sinistre. Par conséquent, la résilience du système doit être pensée au niveau matériel, structurel et fonctionnel. L'ensemble de ces réseaux font partie de la gestion des risques et participent dans l'amélioration de la résilience du système exposé (figure n°97).

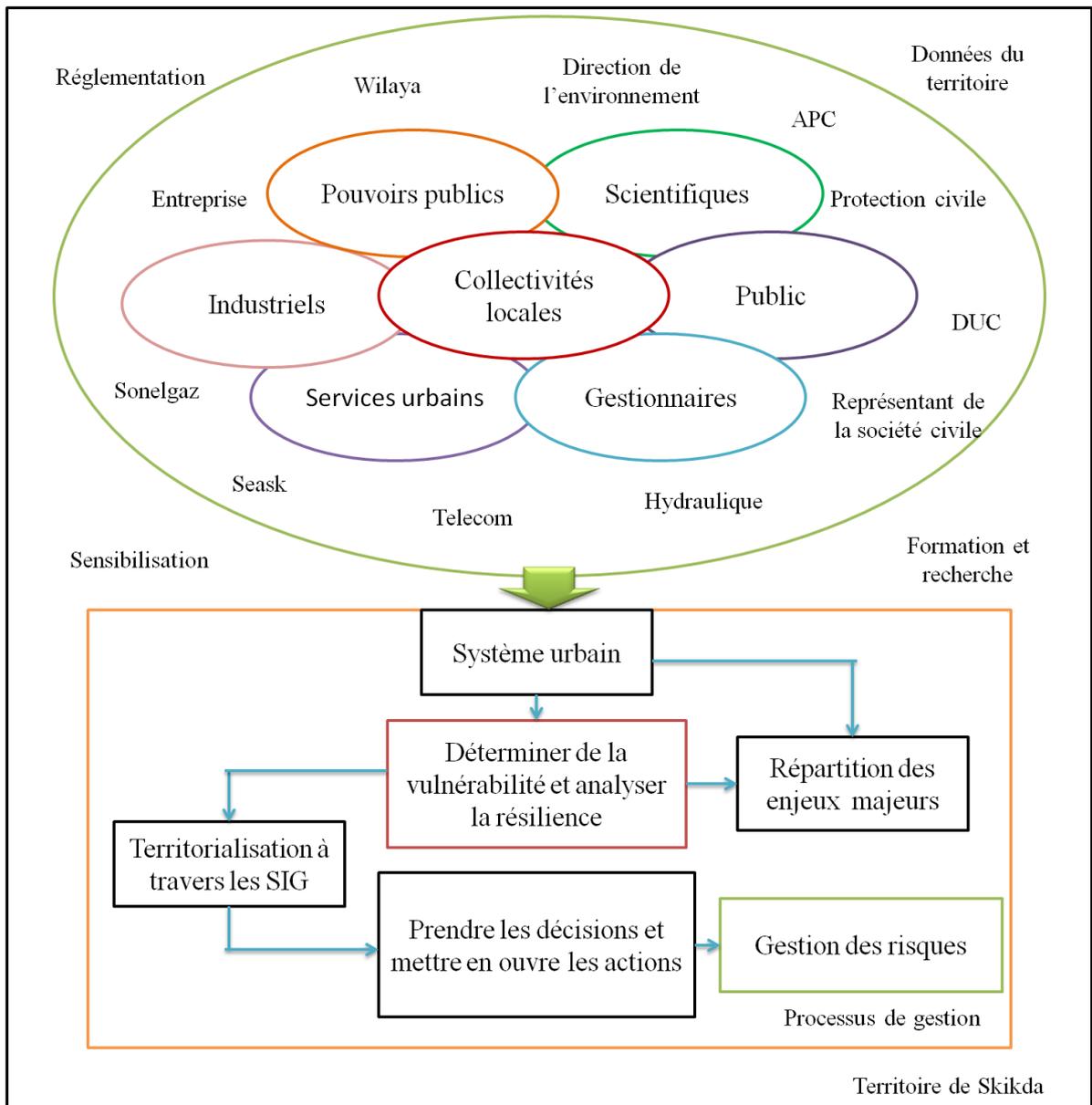
### VII.1.3.2. L'implémentation des acteurs du système urbain dans la gestion des risques, pour une résilience plus opérationnelle

Les différents acteurs du système urbain doivent participer dans le processus de gestion des risques. Les pouvoirs publics, les collectivités locales, les services techniques, la population et les industriels, car ils jouent un rôle prépondérant dans l'instauration d'une résilience urbaine par la réduction de la vulnérabilité en vue de constituer une stratégie efficace intégrant le risque dans toutes ses dimensions, en prenant en considération l'ensemble des composants du système urbain. Réfléchir sur la hiérarchie des acteurs à Skikda dans la mesure où la gestion des risques est placée dans le centre d'intérêt, contribue à l'abandon des conflits entre les parties prenantes pour gérer les interventions dans les situations critiques. Cet aspect bute sur une prise des meilleures décisions pour la gestion des risques de la ville de Skikda.

Les interactions entre les différents risques qui se sont manifesté dans les cartes d'aide à la décision à l'échelle des quartiers, confirment le besoin de cette collaboration entre les acteurs pour bénéficier d'une bonne gouvernance des risques.

Donc, la gestion des risques nécessite une collaboration de tous, par la mise en œuvre des mesures de résilience et le développement des stratégies d'intervention dans une hiérarchie bien déterminée pour agir en cas de catastrophe. En effet, ces plans d'intervention et d'urgence doivent être réfléchis communément pour introduire et actualiser les données du système urbain afin de prendre en compte toute transformation générée à Skikda (annexe n°19).

Figure n°98 : L'implication des acteurs dans la gestion des risques à Skikda



Source : Auteur, 2017

De plus les collectivités locales chargées de l'intervention, principalement la protection civile, doivent avoir l'accès à toutes les données des risques et notamment de travailler en commun avec les professionnels scientifiques et les services d'hydrauliques, DUC, industriels, Sonelgaz, Seask, etc., afin de faire un état des capacités de réponses en cas de sinistre, et de mettre en œuvre les actions à prévoir pour améliorer la résilience. Ces manœuvres ont pour objet de développer les compétences avec des stratégies locales d'intervention pour optimiser le système décisionnel. Nous avons proposé à travers la figure n°98 une illustration des interrelations qui existent entre ces acteurs et la gestion des risques.

## **VII.2. Quels modèles de gestion des risques pour la ville Algérienne ?**

La volonté politique d'améliorer les capacités de réponse face aux risques s'est concrétisée par plusieurs dispositifs (réglementaires, institutionnels et techniques). Mais face à la fréquence des catastrophes et l'ampleur des dégâts enregistrés, l'analyse des retours des expériences a soulevé des lacunes dans la gestion des risques. De ce fait, il devient indispensable de revoir la démarche de gestion et instaurer de nouvelles mesures stratégiques, afin de poursuivre les avancées scientifiques dans le domaine des risques pour avoir des villes plus rassurantes.

Alger, Boumerdes, Skikda, Arzew, Ghardaïa, Chleff, Batna, etc. beaucoup de villes algériennes sont désormais touchées par des catastrophes. Nous assistons à une problématique à multiacteur, multisecteur, et multirisque, où, il est impératif de travailler en vase communicant pour réduire la vulnérabilité des villes exposées et renforcer leur résilience.

### **VII.2.1. Des villes Algériennes à l'épreuve de la résilience face aux risques**

La démarche établie a montré son efficacité par rapport à l'estimation de la vulnérabilité urbaine, à la détermination des quartiers à risques et à la constitution d'une synthèse d'aide à la décision pour la gestion des risques de la ville de Skikda. Penser à une vision globale renvoie à la possibilité de s'inspirer de ce modèle appliqué sur Skikda et essayer de l'adopter à l'échelle de la ville algérienne menacée par les risques (séisme, inondation, risque industriel, incendie de forêts, etc.) afin d'améliorer sa résilience et prévoir une gestion efficace.

#### **VII.2.1.1. Une boucle de concepts et de processus, pour réduire la vulnérabilité et augmenter la résilience**

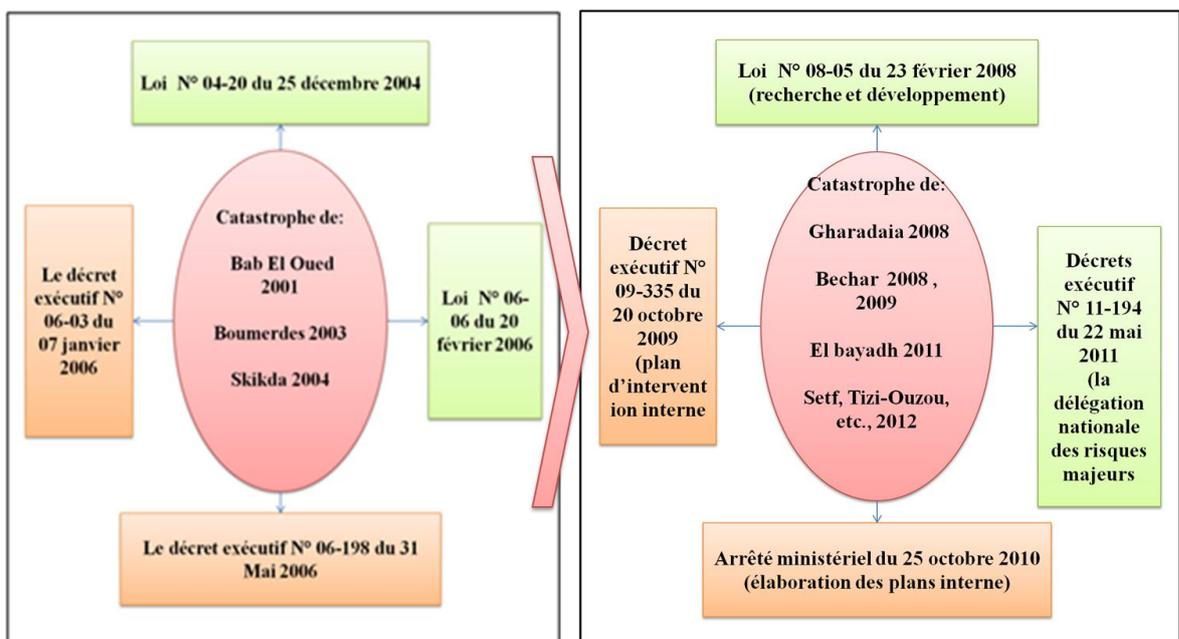
Les risques sont multiples dans le territoire algérien mais l'anticipation par une gestion équitable est la seule alternative pour rendre les villes plus résilientes. Ainsi, pour appréhender les risques

dans le territoire, il convient de considérer l'ensemble des enjeux urbains dans un système en interaction et évaluer les interdépendances entre ses composants.

L'Algérie a accompli des efforts considérables pour réduire la vulnérabilité des villes exposées, par des mesures techniques, réglementaires, urbanistiques, etc. Mais la complexité du système urbain et l'absence d'une prise en charge, à priori des risques dans les stratégies de planification urbaine, s'est répercutée sur le territoire par l'urbanisation des zones exposées aux aléas. En effet, les villes se trouvent confrontées aux risques à posteriori.

A travers la réglementation, le concept de vulnérabilité est impliqué dans le domaine de la gestion des risques et plus récemment le concept de résilience dans des coopérations étrangères. Ajoutant à cela, l'adoption de la démarche de durabilité a conduit à un changement de vision sur l'urbanisme et la planification urbaine des villes. Cette durabilité, économique, sociale, et environnementale, renvoie à réduire la vulnérabilité des villes face aux catastrophes et améliorer leurs résilience. Ces changements sont concrétisés en premier lieu par : la révision de la réglementation qui a porté sur l'identification des villes à risques majeurs, et en deuxième lieu sur la politique de gestion des risques en mettant à jours les plans Orsec, les moyens prévus pour faire face aux catastrophes, etc. A travers le schéma suivant, on synthétise les grandes catastrophes de, Bab El Oued (2001), Boumerdes (2004), Skikda (2004), qui ont conduit à l'élaboration de nouveaux outils réglementaires.

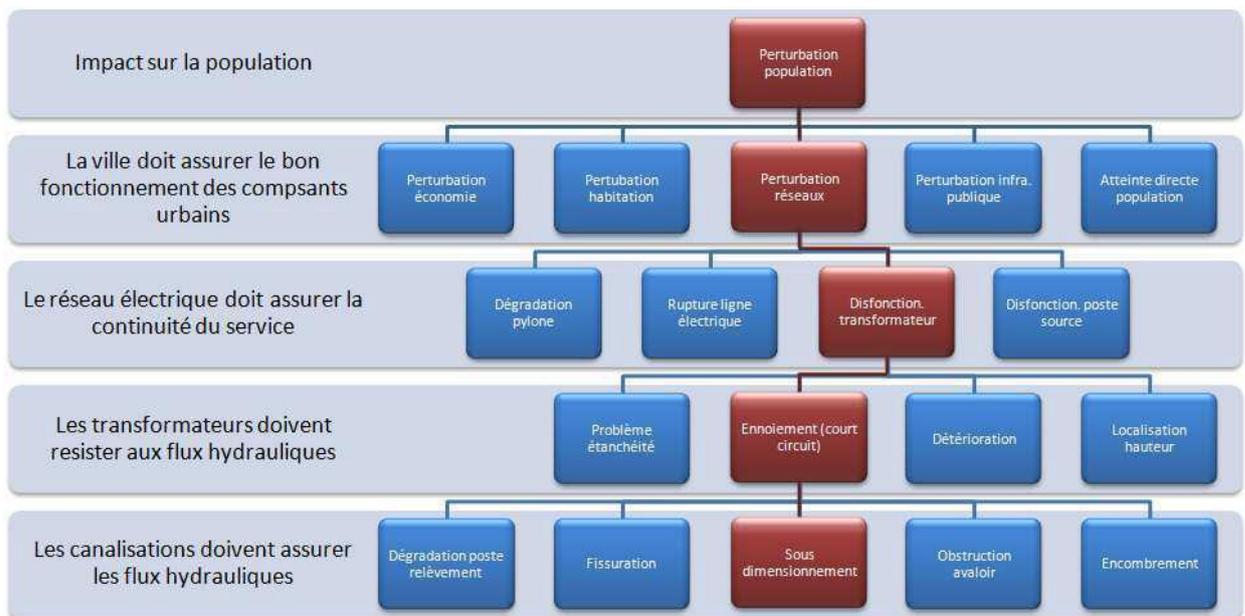
**Figure n°99 : Les dispositifs réglementaires pour la gestion des risques dans le cadre du développement durable**



Source : Selon CNES, 2003 Auteur, 2017

La méthodologie développée met en exergue les concepts de vulnérabilité et de résilience au cœur de la gestion des risques. Il s'agit d'estimer la vulnérabilité urbaine à partir des données du système urbain, pour pouvoir la territorialiser et déterminer les zones vulnérables, de spatialiser les aléas auxquels les villes sont soumises, puis de mesurer la résilience de ces zones exposées aux risques. En revanche, l'établissement d'un outil d'aide à la décision pour la gestion des risques propose des actions d'ordres techniques, organisationnels et de sensibilisation pour prendre les meilleures décisions.

Figure n°100 : Exemple d'un scénario pouvant être produit



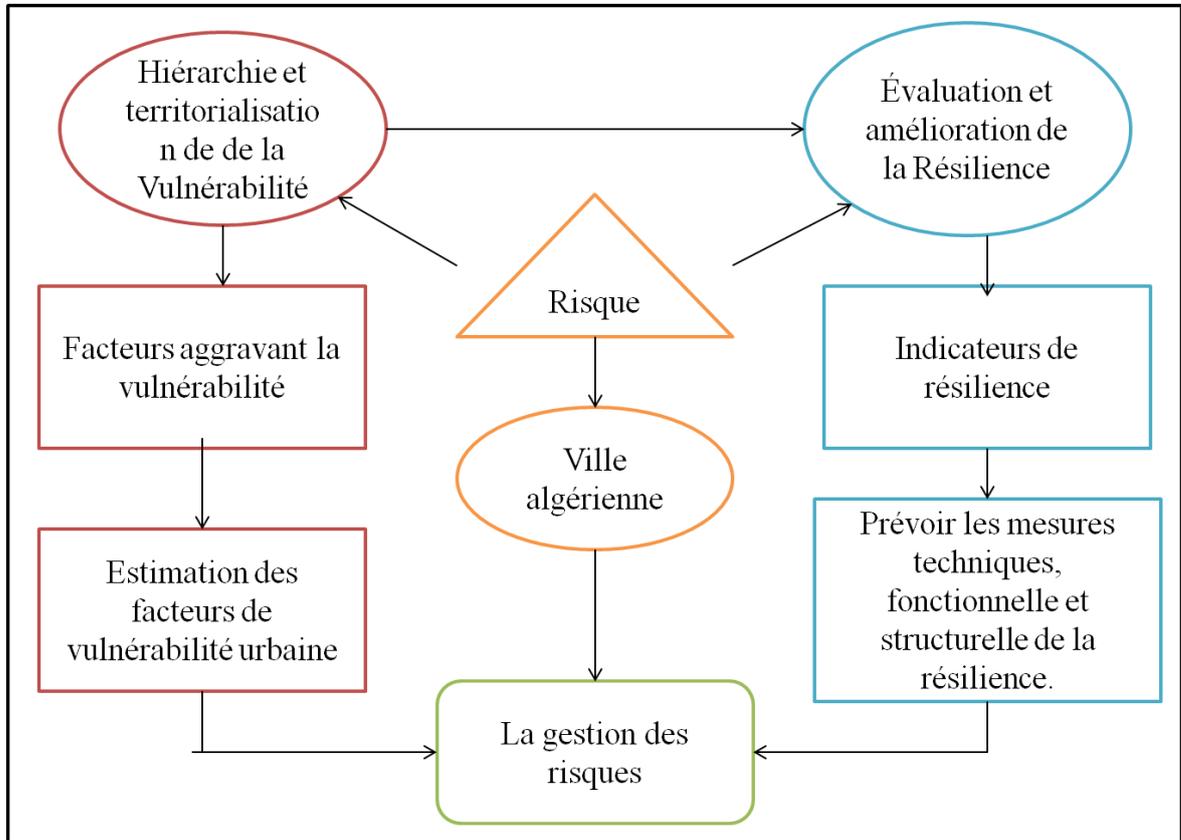
Source : Serre D, 2013

Par ce schéma, nous présentons l'impact et l'action à préconiser en cas d'un évènement perturbateur. A partir de là, l'élaboration des scénarios probables et leurs impacts sur les composants du système urbain des villes peuvent contribuer dans l'identification des enjeux majeurs afin de prendre les décisions les plus pertinentes.

De ce fait, le processus suit une logistique bien déterminée et met en interaction l'ensemble des composants du système pouvant être touchés en cas de catastrophe. Dans notre vision, l'étude doit prendre en considération les spécificités de l'échelle locale pour étudier les risques qui peuvent être générés, du fait de l'exposition des quartiers vulnérables aux aléas, et en fonction des données du territoire en terme d'interdépendance entre les enjeux urbains tels que la population, les habitations, les infrastructures, etc.

La capacité de réponse de ces quartiers vulnérables est évaluée par des indicateurs de résilience préconisés pour absorber, s'adapter et récupérer après un choc. La figure n°101 ci-dessus montre les liens entre ces concepts dans un processus de gestion d'une ville algérienne.

**Figure n°101 : Vulnérabilité et résilience au cœur de la gestion des risques dans les villes algérienne**



Source : Auteur, 2017

### VII.2.1.2 La nécessité d'une démarche collaborative au service de la gestion des risques pour la ville algérienne

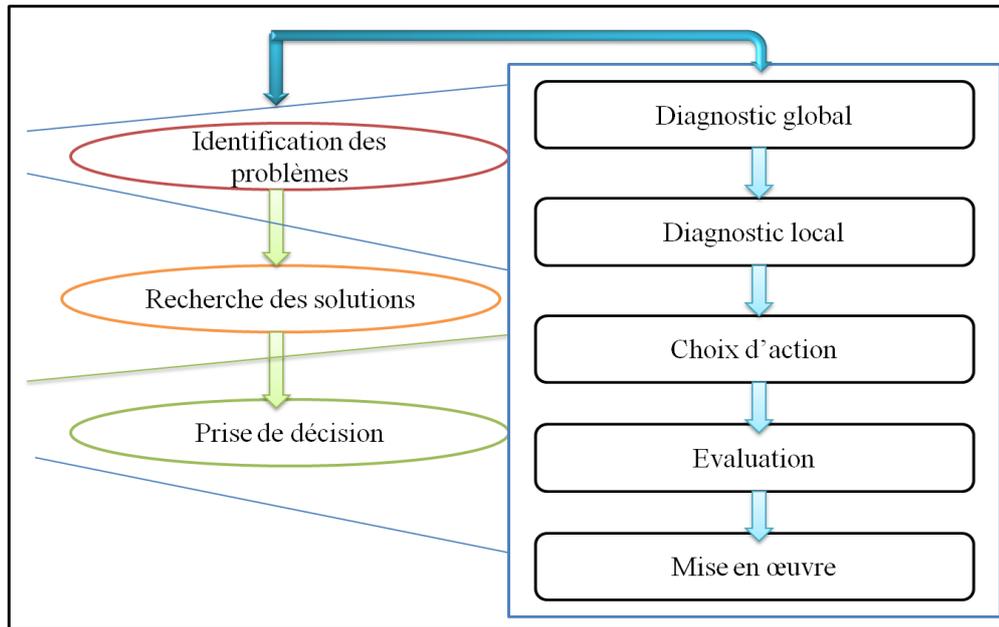
Rendre les villes plus résilientes implique la participation de tous les acteurs dans le processus décisionnel, allant du gouvernement en adoptant un cadre juridique et réglementaire équitable, aux autorités locales par la mise en œuvre des mesures de résilience.

Donc, il convient d'intégrer dans la stratégie de gestion des risques des démarches collaboratives pour développer les capacités de résilience contre les séismes, les inondations, les glissements de terrains, etc.

Les acteurs ont pour rôle de mettre en œuvre les données nécessaires sur les composantes du système urbain, d'actualiser ses données avec le développement de la ville, de prédire les nouvelles situations critiques pour lesquelles les villes algériennes seront exposées et enfin de disposer d'une vision globale incluant tous les aspects de la ville pour une meilleure gestion des

risques, en impliquant toutes les parties prenantes : les collectivités locales, les industriels, la population, les assureurs, et les gestionnaires, etc.

Figure n°102 : Processus et échelles d'intervention des acteurs



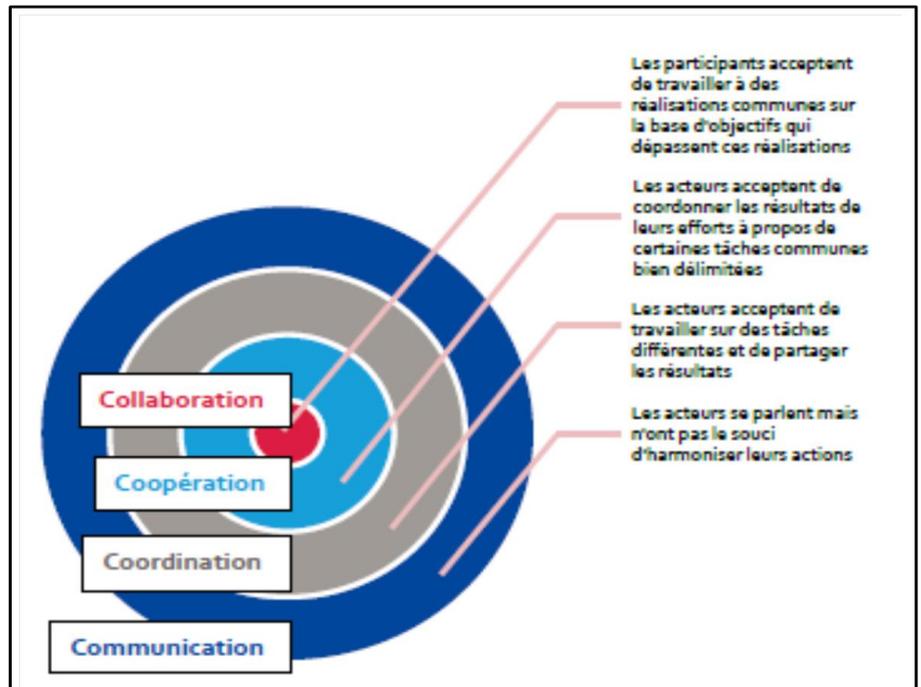
Source : Auteur selon la démarche collaborative, 2017

La collaboration des acteurs optimise l'efficacité des processus de gestion par le travail à plusieurs échelles (nationale, territoriale, architecturale). Il s'agit d'augmenter la connaissance pour faciliter la prise de décision (Toubin M, 2014).

Ces démarches collaboratives ont quatre niveaux d'actions: collaboration, coopération, coordination et communication).

Dans ces niveaux, les acteurs sont amenés à construire un réseau pour identifier les dépendances en ce qui concerne leur rôle et la hiérarchie d'intervention.

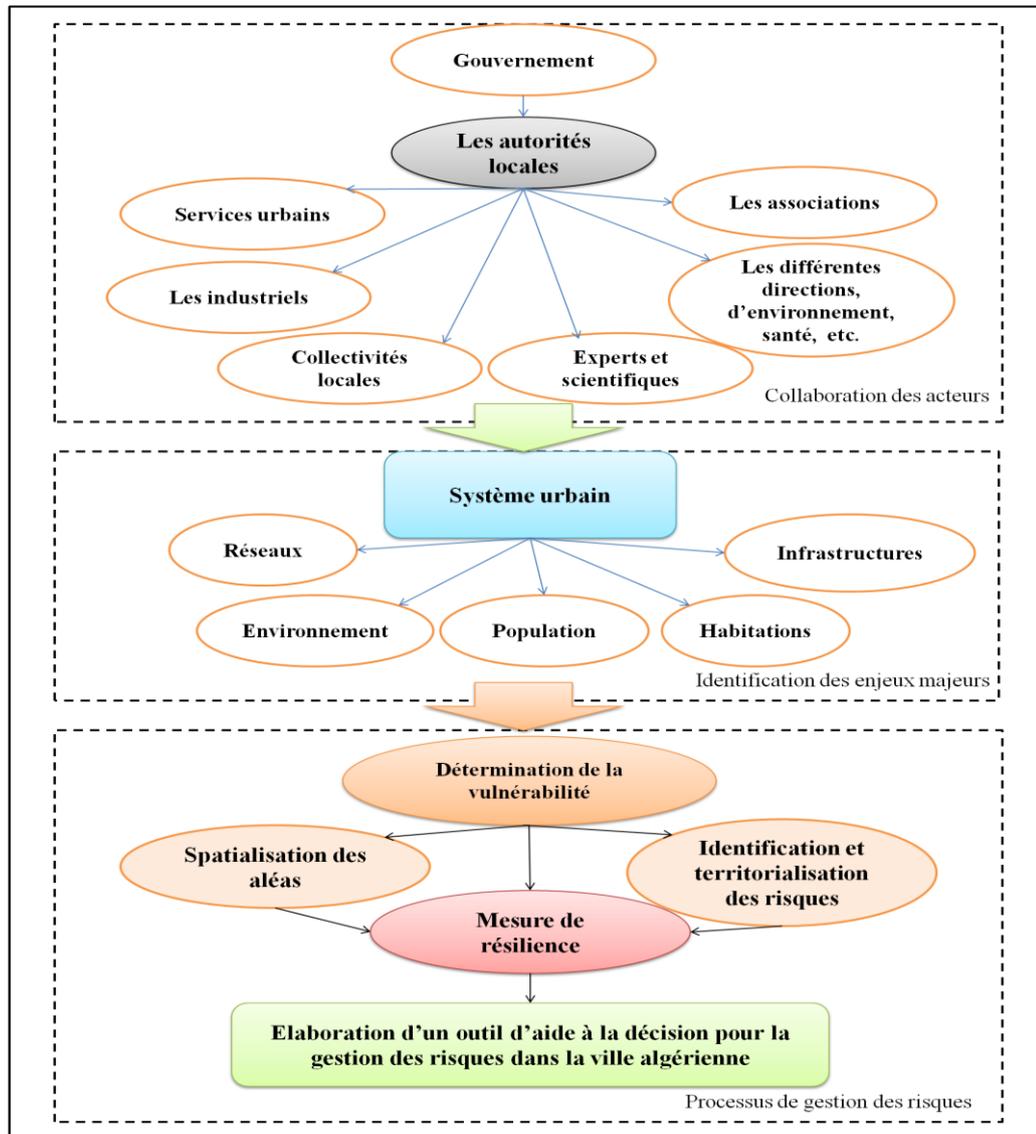
Figure n°103 : Principe de la démarche collaborative



Source : Toubin M, 2014

Nous nous inspirons de ce modèle pour établir une synthèse englobant les acteurs contribuant dans le processus élaboré sur la gestion des risques adapté à l'échelle de la ville algérienne.

Figure n°104 : Processus de la démarche collaborative pour la gestion des risques



Source : Auteur, 2017

### VII.2.2. Une gestion efficace des risques, pour une ville Algérienne plus résiliente

Aborder la gestion des risques dans la ville algérienne pose de multiples défis à prendre en considération depuis la planification urbaine des villes, à la mise en œuvre des procédures de gestion des catastrophes.

#### VII.2.2.1 L'urbanisme Algérien et la gestion des risques

A l'ère où on parle de récalcitrance des risques urbains (Novembre V, Pernelas M, Viot P, 2011), il devient impératif de penser aux risques dans la politique de planification et d'urbanisation des villes algériennes. En plus, l'intégration du développement durable dans la politique urbaine a

induit à des réformes dans la vision de l'urbanisme en cherchant une planification urbaine durable, qui ne sera efficace que si elle comprend la question des risques urbains.

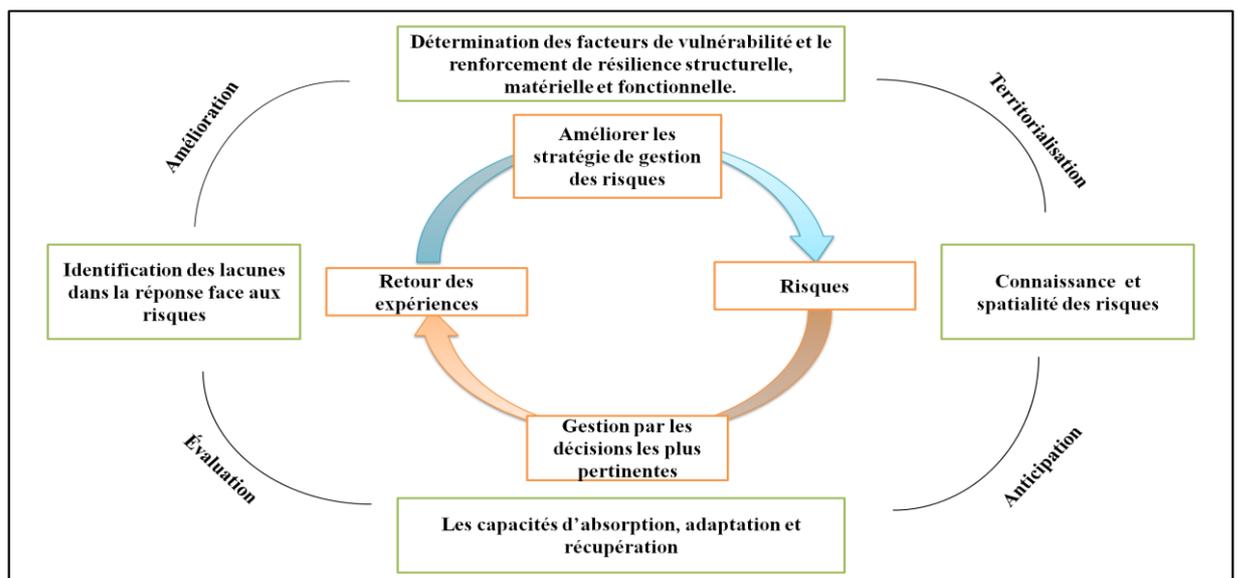
Les villes algériennes, sont confrontées à la complexité du système urbain et aux risques multidimensionnels. Pour gérer cette situation « *Un des principes fondateurs des risques est basé sur l'éloignement des risques : plus les risques sont éloignés des fortes densités urbaines, moins il y aura à craindre des grandes catastrophes* » (Novembre V, Pernelas M, Viot P, 2011) .

De ce fait, la gestion des risques doit être pensée au préalable, depuis l'élaboration du schéma nationale d'aménagement territoriale (SNAT), jusqu'au permis de construire de la bâtisse à l'échelle architecturale. Des mesures ont été faites dans ce sens ; nous citons comme exemple l'identification des zones sensibles à préserver dans le SNAT, à l'obligation de construire avec les paramètres parasismiques dans les zones présentant un risque sismique. Par conséquent, l'aménagement du territoire et l'urbanisme, et même le domaine de l'architecture se sont adaptés pour réduire les risques, suite aux règlements imposés après les catastrophes survenues.

Il est à signaler que, la wilaya d'Alger, a déjà lancé un projet de plan de résilience urbaine pour déterminer les zones vulnérables dans son territoire afin d'améliorer les capacités de réponse face à d'éventuelles catastrophes (APW Alger, 2017). Ce plan, faisant partie de l'élaboration du PDAU d'Alger<sup>179</sup>, est une première initiative pour aller vers la résilience des villes algériennes.

### VII.2.2.2 Cycle de la gestion des risques de la ville algérienne, des prérogatives à prévoir et à maîtriser

Figure n°105 : Cycle de la gestion des risques pour la ville algérienne



Source : Auteur, 2017

<sup>179</sup> Effectué par des bureaux d'étude étrangers avec des experts algériens.

Selon la figure n°105, la gestion des risques obéit à des mécanismes stratégiques pour déterminer la vulnérabilité et améliorer les capacités de résilience. A cet effet, la démarche souligne la nécessité de développer une stratégie avant-pendant-après la catastrophe. Donc après avoir pris connaissance des décisions à prévoir. Il est indispensable de considérer ces mesures dans un cycle bien défini afin de disposer d'une vision proactive et réactive en même temps (Novembre V, Pernelas M, Viot P, 2011). Le cycle de la gestion des risques proposé pour la ville algérienne, doit intégrer toutes les échelles de l'identification des zones vulnérables aux risques aux des retours des expériences pour assurer une amélioration continue de la résilience urbaine aux mesures de résilience pour la gestion du territoire.

### **VII.3. Des perspectives pour une ville durable : Ville résiliente et intelligente au service de la gestion des risques**

Les risques menacent le développement des territoires, et la fréquence les catastrophes ne cesse d'effrayer la population et les pouvoirs publics sur l'avenir de nos villes et surtout qu'elles concentrent les deux tiers de la population mondiale (ONU, 2014) et la majorité des infrastructures, et par conséquent la vie humaine. L'environnement, et l'économie des pays sont menacés par des aléas de différentes natures, qu'on peut prédire leurs survenances où on ignore leurs soudainetés. Il faut développer une résilience pour assurer la durabilité des villes. Par conséquent plusieurs concepts sont développés : résilience, durabilité, intelligence, etc., pour imaginer la ville de demain comme une ville sans risque, donc plus sûre. L'Algérie à l'égard des autre pays cherchant la durabilité, s'est inscrite dans ces nouvelles visions, à travers des projets ambitieux pour profiter des progrès technologique et inclure le concept d'intelligence dans ces objectifs.

#### **VII.3.1. Des concepts et des processus prometteurs, pour une ville durable à l'encontre des risques**

Les concepts alliés à la ville ont conduit à rétablir les démarches. Ainsi, comprendre le fonctionnement du système urbain de la ville aide à comprendre la nature des interactions pour d'améliorer ou de développer la résilience aux risques, et de penser à utiliser les progrès de la technologie pour avoir des villes intelligentes dont les systèmes urbains s'adaptent par des réponses plus efficaces, donc moins vulnérables aux risques.

##### **VII. 3.1.1. La ville résiliente, une démarche de durabilité contre les risques**

Plusieurs chercheurs ont évoqué la relation entre ville résiliente et ville durable, « *la résilience se présente ainsi comme un moyen de réaliser la durabilité.* » (Toubin M, Lhomme S, Serre D,

Diab Y, Laganier R, 2012). La ville durable essaye de construire un développement urbain équitable dans ses multiples secteurs en misant sur leurs dépendances (économiques, sociaux, environnementaux).

Cette vision, doit porter dans ses objectifs l'intégration de la gestion des risques qui menace l'équilibre du système ville. Les dommages potentiels sur le système urbain constituent un frein au développement durable de la ville.

De son côté, la résilience cherche à être plus opérationnelle en se rapprochant du territoire à travers des mesures plus techniques, fonctionnelles et matérielles. Elle porte dans ses principes l'exploration des capacités des composantes du système contre un choc et les mesures envisageables pour améliorer leurs réponses.

En effet, le concept résilience participe dans la durabilité de la ville. Une ville résiliente est forcément une ville durable surtout que la résilience travaille sur l'échelle spatio-temporelle des systèmes (tableau n°65) « *Ainsi, la résilience peut être conçue comme une démarche opérationnelle qui permet de répondre à certains enjeux du développement urbain durable, et notamment la gestion intégrée* » (Toubin M, Lhomme S, Diab Y, Serre D, Laganier, 2012).

Ce rapprochement entre les deux concepts se matérialise par une philosophie cherchant une ville plus sûre « *Les acceptions originelles de la notion de durabilité et les diverses définitions de la résilience qui amènent à choisir ici une approche relativement technique pour en garantir l'opérationnalité, feraient de la première un idéal urbain à atteindre, de la seconde, un outil, un moyen de concrétiser cet idéal* » (Toubin M, Lhomme S, Diab Y, Serre D, Laganier, 2012).

**Tableau n°65 : Les acceptions des concepts résilience et durabilité**

Résilience	Durabilité
Universel	Aûthropocentré
Objectif et descriptif	Subjectif et normatif
De temps long et de temps court	De temps long
<b>Un moyen</b>	<b>Une finalité</b>

Source : Toubin M, Lhomme S, Diab Y, Serre D, Laganier, 2012

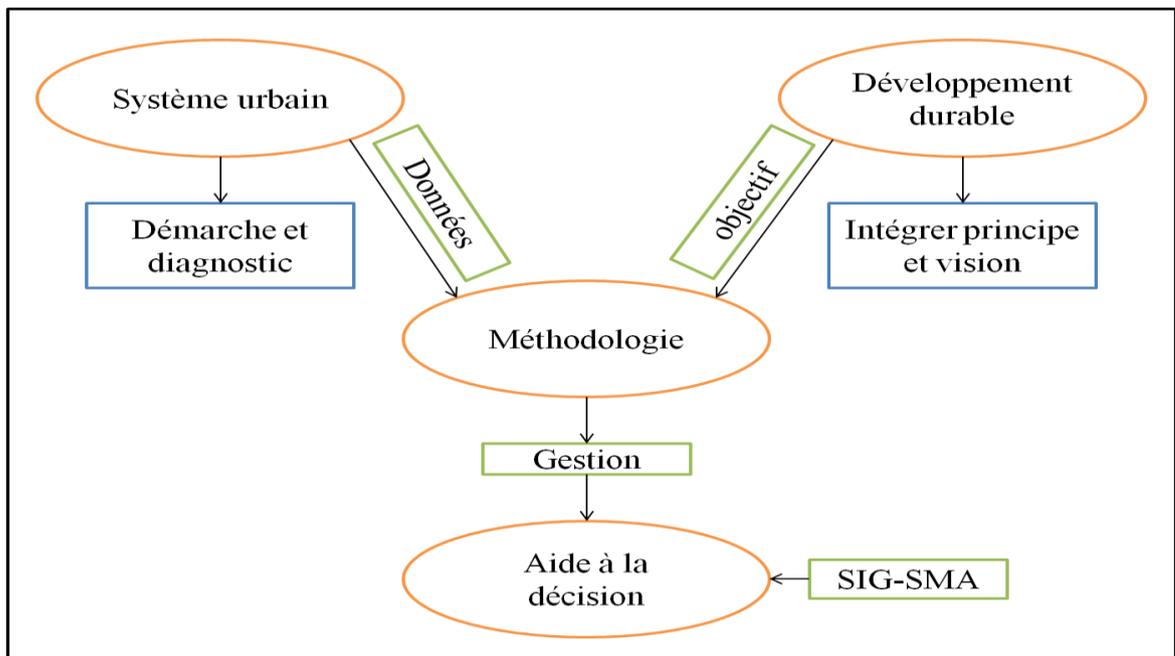
La résilience et la durabilité portent aussi, sur la gouvernance par la participation de l'ensemble des acteurs dans le processus décisionnel et d'optimiser le partage des compétences et d'informations pour permettre un développement urbain durable et résilient (D'Ercole et Metzger, 2009; Demoraes, 2004).

Saisir les opportunités et les faiblesses que présentent les composantes du système urbain est la clé d'une ville résiliente et durable. Le défi est de réfléchir dans une optique multiscalaire et multifacteur pour créer une démarche équitable et appropriée pour chaque ville mais dans une vision globale, afin de lui inscrire la résilience au cœur de son système urbain.

### VII. 3.1.2. Des SIG intelligents comme une démarche, pour une gestion intelligente des risques urbains

Les caractéristiques du système urbain, les démarches d'aide à la décision, et le développement durable, doivent adopter une méthodologie adéquate pour la gestion des risques dans une optique plus innovante, intégrant l'intelligence des systèmes d'information géographique.

Figure n°106 : Les acceptions des concepts résilience et durabilité



Source : Auteur, 2017

Donc, la gestion des risques renvoie à développer non seulement des cartes d'évaluations et de représentation des zones exposées, mais, d'aller plus loin en constituant une assise essentielle par le moyen des SIG-SMA (Système multi-agents) pouvant analyser les phénomènes dans un univers complexe, afin de donner aux pouvoirs publics la possibilité de saisir les actions les plus pertinentes et de constituer un réel outil d'aide à la décision.

Les avancées dans le domaine de l'informatique ont permis de développer les performances à partir des systèmes d'information et de simulation, les outils, les interfaces d'interaction des échelles entre espace et données grâce aux SIG-SMA qui sont considérés comme des SIG intelligents portant sur le transfert interactif des informations.

Les SMA reposent sur le principe de développement des simulations à partir du traitement des capacités graduelles et interactives issues de la complexité de l'environnement, en évaluant les relations entre les systèmes d'informations qu'elles soient qualitatives ou quantitatives, subjectives ou objectives, tout en permettant d'insérer de nouvelles données et de concrétiser les changements qui pourraient être effectués (Aquino P, Le page C, Bousquet F, Bah A, 2002).

### **VII.3.2. Un futur plus sûr pour la ville de demain?**

La croissance démographique et urbaine des villes lance, d'une part, plusieurs challenges à développer et des risques à gérer ; d'autre part, cette confrontation s'est traduite par des réflexions sur l'avenir de la ville. Comprendre les défis auxquels nous allons être confrontés renvoie à réfléchir sur la ville de demain, sur les villes que nous habitons. L'avenir des villes est basé sur notre façon de gérer et de maîtriser les comportements des systèmes urbains.

L'Algérie consciente de la nécessité d'assurer la durabilité pour un développement harmonieux de ses villes à toutes les échelles sociales, économiques, spatiales, etc., doit adapter de nouvelles stratégies pour préserver les ressources naturelles et archéologiques, les écosystèmes sensibles, ainsi que la prévention et la gestion des risques, etc. En revanche, plusieurs tentatives ont marqué le pays à travers des coopérations étrangères, dont on cite l'exemple de la conférence internationale qui s'est tenue à Alger en 27,28 juin 2018 sur les smartcities avec comme thématique "Alger, ville intelligente», où des partenariats se sont effectués avec les startups représentées par des jeunes entreprises algérienne qui œuvrent pour développer les nouvelles technologies au service d'une meilleure qualité de vie des citoyens.

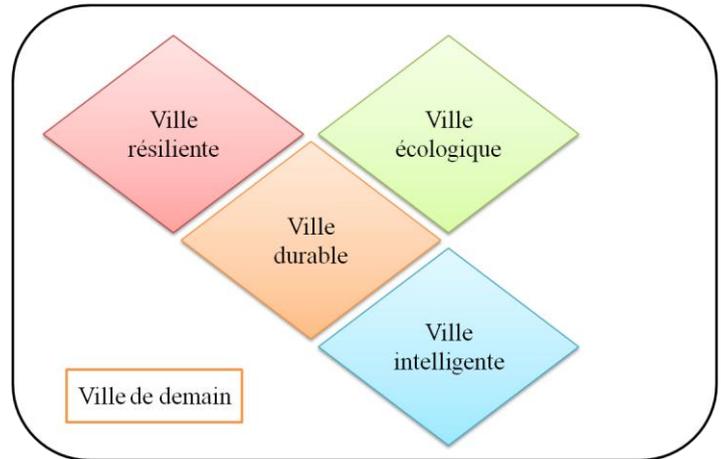
#### **VII.3.2.1. La ville durable, résiliente, bassin de l'intelligence, vers une utopie ou un accomplissement patent**

La ville qui suscite de nombreux travaux misant sur son développement ou cherchant des solutions pour ces maux, à laquelle les chercheurs assimilent les concepts ville résiliente, durable, intelligente, écoville. Ces notions semblent des outils à la recherche d'une ville idéale et essayent d'imaginer la ville de demain comme une ville plus sûre.

Evoquer la réponse des systèmes urbains face au choc par une adaptation à la perturbation, donne lieu à penser à une intelligence de ces systèmes vis-à-vis des risques.

Figure n°107 : Les concepts alliés à la ville résiliente

La révolution numérique est entrée en force dans la gestion de nos villes. Permet-elle de s'intégrer au domaine des risques pour concevoir des villes ou des quartiers intelligents face aux catastrophes ? Cette intelligence veut être conçue dans un système connecté ou on parle de «ville neuronale» (Diab Y, 2013).



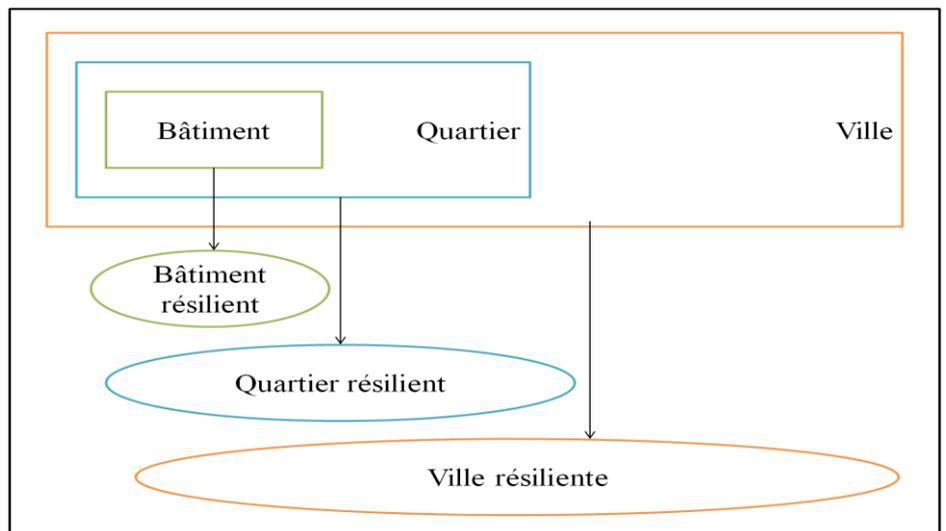
Source : Auteur, 2017

L'enjeu est de développer la capacité de ces systèmes urbains, que cela soit à l'échelle d'une ville ou d'un quartier, à avoir des meilleures réponses, voire intelligentes, pour gérer les risques. La ville connectée doit contribuer à développer un environnement intelligent pour gérer ses enjeux.

### VII.3.2.2. La ville à la croisée des chemins, des échelles différentes pour une ville sans risques

Améliorer les villes d'aujourd'hui, préserver les villes qu'on a hérité, et concevoir de nouvelles villes sont des défis qui exigent le développement des compétences et des comportements adéquats pour sauvegarder les villes des générations futures. Il s'agit de transférer les faiblesses en atout par l'intégration de la résilience dans les différentes échelles urbaines pour mieux relever les défis face aux risques urbains.

Figure n°108 : Les échelles de résilience de la ville



Source : Auteur, 2017

Parler de la ville résiliente, c'est penser aux trois échelles imbriquées, l'échelle de la ville, l'échelle du quartier et l'échelle du bâtiment ou d'infrastructure (figure n°108). Ces trois échelles ont des enjeux spécifiques pour chacune. De ce fait, il s'agit d'appréhender les différentes interdépendances entre ces enjeux dans les trois échelles. Par conséquent, les mesures de résilience sont à établir en fonction de la dépendance de ses échelles spatiales.

Ces échelles spatiales doivent être approchées dans une vision globale pour combiner entre les potentialités et les risques afin d'augmenter sa résilience. Ainsi un système de gouvernance basé sur le partage des données et une collaboration entre les différentes parties prenantes anticipe les risques à l'échelle spatio-temporelle pour permettre une gestion efficace. *« La résilience offre selon nous au moins trois opportunités. Du point de vue heuristique, la résilience a prouvé son efficacité. Elle oblige par exemple à penser les différentes temporalités de l'avant et de l'après-crise, à combiner temps cyclique et temps linéaire. Elle pousse à prendre en compte la mémoire de la catastrophe en développant des comparaisons diachroniques ou bien encore à combiner, emboîter, confronter les échelles temporelles et spatiales. L'usage délibérément anachronique de la notion permet aussi de comparer les discours et les réactions des différentes sociétés confrontées aux catastrophes, de comprendre ce que penser la résilience change à leur gestion. »* (Djament-Tran, Le Blanc A, Lhomme S, Rufat S, Reghezza M, 2012)

### **VII.3.2.3. Pour une ville résiliente, et un urbanisme résilient, une architecture résiliente s'impose**

Les villes sont assimilées au corps humain, par son appréhension comme un système en interconnexion, ceci a été mené par l'usage de plusieurs termes, macrocéphale d'une ville, artère, autopsie urbaine, etc., et aussi par l'affectation des noms des organes à ses composants ventre de Paris, poumon vert de New York, etc. Cette démarche a inspiré les recherches dans les domaines de la résilience pour simuler le processus du système urbain comme un organisme humain.

L'existence de l'humanité est due à la résilience de ses systèmes d'adaptation à la nature, par la création des milieux urbains résilients. En effet, la ville grandit avec la croissance démographique, elle subit les effets de son progrès technologique et s'affecte par les répercussions suite aux vulnérabilités des systèmes créés par l'homme.

Pour être résiliente, la ville doit développer ses capacités de résistance dans tous les domaines d'urbanisme, d'architecture, et mêmes techniques (les écomatériaux). *« Parce que la recherche sur le milieu urbain regroupe des compétences diverses relevant du champ de l'urbanisme, de*

*l'architecture, de l'ingénierie, de l'économie, de la géographie, de la sociologie... » (Toubin M, Lhomme S, Diab Y, Serre D, Laganier, 2012)*

Les recherches d'aujourd'hui s'inspirent du fonctionnement du corps humain, de sa résistance et de son immunité pour survivre face aux maladies, afin d'adapter le même raisonnement au système urbain pour sa coexistence avec le risque. D'autres recherches ont porté sur la résistance des espèces animales et végétales aux effets de la nature.

L'architecture biomimétique fait partie des démarches de résilience, car, elle dépasse l'aspect esthétique et formelle de la conception architecturale et s'initie à développer son autonomie et son adaptation au risques du territoire par des réponses intelligentes pour transcrire une architecture résiliente.

La prise en charge des risques dans les projets urbanistiques et architecturaux est un nouveau défi du 21<sup>ème</sup> siècle. Les mesures de résilience sont traduites par plusieurs opérations dont on cite : l'exemple des maisons flottantes à Amsterdam (quartier Ijburg). Ce projet intègre le risque dans sa conception, en essayant de faire des zones inondables une potentialité pour le projet, par des solutions telles que : la construction des bâtisses sur pilotis, des rez-de-chaussée inondables, etc. En effet, d'autres projets sont réalisés avec ce principe tel que : une île de logement à Strasbourg, une caverne anti-inondation au Japon, etc. Ces projets portent des nouvelles initiations pour des villes de demain sans risques, et donc plus sûres.

### **VII.3.3 Des pistes de recherche à entrevoir pour la gestion des risques**

Ce travail de recherche repose sur une méthodologie combinée, où, nous avons essayé de combiner la méthode synthétique et une méthode multicritère d'aide à la décision pour traiter la problématique de la gestion des risques. Néanmoins, elle présente certaines limites par rapport aux définitions encore floues des concepts vulnérabilité et résilience, de la non disponibilité des informations sur la cartographie et l'évaluation des risques ou des données du territoire et surtout par rapport à la complexité du système urbain.

Cependant, il est nécessaire de préconiser certaines recommandations quant à la thématique en question :

- Il s'agit de considérer l'ensemble des composants urbains dans un système pour comprendre leurs comportements et saisir leurs vulnérabilités.
- La vulnérabilité doit être la clé pour estimer les enjeux majeurs exposés, leurs territorialités par rapport aux aléas.

- Les aléas sont une composante intrinsèque au territoire dont il faut évaluer et déterminer ses impacts à l'échelle spatiale.
- Les risques issus de la combinaison entre aléa et vulnérabilité déterminent les décisions nécessaires pour sa gestion. Cette gestion doit intégrer la résilience du système dans ses dimensions techniques, matérielles et fonctionnelles.
- Enfin, la gestion des risques doit être pensée dans une vision globale impliquant les démarches d'urbanisme pour concevoir des villes durables.

Ce parcours de recherche soulève de nouvelles pistes de recherche en abordant d'autres perspectives tel que :

- Développer un outil de modélisation propre à la gestion des risques avec des interfaces personnalisées dans l'évaluation des risques.
- L'implication des réseaux urbains dans la gestion des risques.
- Appréhender la ville résiliente dans une perspective de durabilité.
- Concevoir des plans d'urbanisme résilients face aux risques.
- L'élaboration des démarches collaboratives pour la participation de toutes les parties prenantes dans le processus décisionnel afin d'établir une réelle vision globale sur les risques.
- Pour conclure, il s'agit de considérer les nouvelles démarches de résilience, d'intelligence face aux risques dans les perspectives de la ville de demain.

## **Conclusion**

D'une part, la détermination des risques à Skikda a montré l'ampleur des risques auxquels les quartiers sont exposés. À cette étape de réflexion, la gestion devra être fondée sur des décisions convenables pour réduire la vulnérabilité des quartiers ; d'autre part, la coexistence de plusieurs risques dans les quartiers appelle à évaluer la résilience de ces espaces.

La résilience, étant l'outil de mesure des capacités des quartiers à s'adapter, récupérer, absorber le choc, est basée sur un ensemble d'indicateurs qui, par leurs localisation et leurs spécificités, peuvent améliorer la réponse des quartiers quant aux risques qui les menacent.

Pour cela, nous avons situé ces indicateurs par rapport à la hiérarchie spatiale de la vulnérabilité et des risques produits. Les cartes d'aide à la décision obtenues par une modélisation spatiale s'est faite en deux temps. Dans un premier temps par la spatialité de la vulnérabilité et des indicateurs de résilience face aux différents risques comme un outil révélateur des actions à préconiser dans le cas d'un sinistre, dans un deuxième temps consiste à modéliser les quartiers

qui présentent un croisement de tous les risques et les indicateurs de résilience afin de constituer une synthèse englobant tous les risques par la conception d'une carte d'aide à la décision pour la gestion des risques.

Cette spatialisation a permis de prendre les décisions les plus pertinentes pour améliorer la résilience grâce aux actions proposées.

En revanche, d'autres alternatives ont été recommandées pour avoir une vision globale telle que la considération des réseaux urbains qui font partie du système urbain, où, leur endommagement peut affecter l'équilibre du système urbain, et la participation de l'ensemble des acteurs pour y mettre les décisions optimales en prenant en compte tous les aspects de la ville.

La démarche établie permet de fournir un modèle pour la ville algérienne menacée par des risques qui fragilisent leurs développements urbains. En outre, l'intégration de la gestion des risques dans les plans d'urbanisme devient un défi majeur des pouvoirs publics pour instaurer la résilience des villes algériennes

Si la gestion des risques fait partie des défis du développement durable, la résilience semble un moyen pour prévoir les mesures nécessaires pour améliorer les capacités des réponses de la ville. Des initiatives dans le domaine de l'urbanisme et de l'architecture ont essayé, par des moyens d'aménagements et techniques, de concevoir des projets urbains résilients dont les visions tentent de matérialiser les philosophies des villes de demain.

Penser la ville de demain, implique d'intégrer les concepts de résilience, d'intelligence et de durabilité. Ces différentes démarches tentent de donner un modèle de ville idéale qui doit être plus sûre et par conséquent sans risques. Si le futur des villes de demain se dessine, comment intégrer les évolutions technologiques, sociales, climatiques pour favoriser un destin plus intelligent?

## Conclusion

D'une part, l'analyse de la ville de Skikda a montré que le territoire d'étude englobe tous les enjeux : humains, matériels, environnementaux, etc. D'autre part la présence des risques de plusieurs natures présente un danger pour la population, l'habitat et les infrastructures exposées.

Une lecture approfondie de ces aspects nous a permis d'alimenter notre recherche afin de construire une méthodologie d'analyse adaptée au contexte d'étude. Nous sommes parvenus à croiser les analyses effectuées avec les approches les plus appropriées à notre cas d'étude afin d'établir une méthodologie applicable pour Skikda.

Afin de répondre au souci de notre recherche et pour dépasser les méthodes traditionnelles, nous avons fait recours à une méthode combinatoire intégrant plusieurs approches. Donc, dans une vision multicritère et synthétique l'estimation de la vulnérabilité urbaine est basée sur l'analyse des corrélations des variables retenues et sur leurs hiérarchies, l'identification des aléas. L'ensemble des couches d'information fera l'objet d'une représentation spatiale à l'aide des SIG pour donner un sens aux interactions à travers une superposition des données des statistiques, et qui permet de conclure les décisions les plus adéquates pour la gestion des risques. La corrélation est faite à l'aide de l'analyse par composante principale qui est applicable sur des données quantitatives et mesure les interactions entre les variables.

A l'issue du diagnostic du territoire d'étude nous avons pu distinguer les variables de la vulnérabilité urbaine et inclure les dimensions : sociales, humaines, physiques, etc. Toutefois, la méthodologie employée s'est appuyée sur l'échelle des quartiers pour mettre en évidence une classification de la vulnérabilité urbaine. La délimitation de ces quartiers n'obéit pas à des règles d'urbanisme, mais à l'histoire de la ville et son extension ; ce qui explique l'hétérogénéité dans la composition de certains quartiers. Pour les définir nous nous sommes basés sur les données des districts effectuées par l'ONS en 2008 (un quartier est composé d'une partie ou plus d'un district). Après calcul, tri et choix des données statistiques, nous avons obtenu 107 quartiers et 21 variables. Par la suite, nous avons procédé à l'application de l'analyse en composante principale (ACP), qui permet de réduire un ensemble d'informations en une unité. Son application est essentielle dans notre recherche afin de vérifier l'importance des interdépendances entre les variables supposées comme facteur de vulnérabilité et de mesurer leurs représentations dans sa matérialisation. Par ailleurs, les corrélations ont permis de confirmer l'existence de rapport entre les variables retenues pour pouvoir extraire ces données dans une classification hiérarchique de la vulnérabilité urbaine. Grâce à l'ACP, l'extraction des 21 variables a défini six profils de la

vulnérabilité. Chaque profil explique un taux de variance (dans la variance totale cumulée). Par une classification automatique nous avons déterminé une hiérarchie des 21 variables avec les coefficients les plus corrélés aux six profils selon l'ordre suivant : nombre de chômeur, nombre de la population nombre d'habitation, personnes sans instructions, population moins de 10 ans, équipement culturel, les équipements éducatifs, construction sans raccordement à l'eau, construction sans raccordement au Gaz, construction sans assainissement, construction sans électricité, habitat précaire, densité population, densité habitation, population plus de 65 ans, la gare routière, les équipements administratifs, des équipements touristiques et des équipements sanitaires, les équipements commerciaux, les équipements sportifs.

Cette spectroscopie a donné à la fin une formule pour estimer la vulnérabilité à l'échelle des quartiers. Cependant, l'estimation assure le passage à la territorialisation de la vulnérabilité urbaine des quartiers de la ville de Skikda. L'intégration de la base de données au SIG a défini trois classes de vulnérabilité : une vulnérabilité forte caractérisée par une vulnérabilité physique et socioéconomique, une vulnérabilité moyenne définie par une vulnérabilité structurelle et fonctionnelle, et une vulnérabilité faible exprimée par une vulnérabilité matérielle et humaine.

La spatialisation des aléas (inondation, glissement de terrains et risques industriel) soumise à une superposition de la classification de la vulnérabilité urbaine bute vers une territorialisation des risques. À cette étape, parler de la gestion des risques devient incontournable, les différents niveaux de risque (risque fort, moyen et faible) sont exprimés grâce à une cartographie spatiale riche en base de données. Par le biais d'une identification des indicateurs de résilience (équipements prévus pour la prise en charge des catastrophes : établissements sanitaires, protection civile, établissements recevant public, moyens et techniques, etc.), il résulte trois niveaux de décisions : décision d'intervention, de prévention et de sensibilisation selon les niveaux des risques dans les quartiers, représentées dans des cartes et qui constituent "les cartes d'aide à la décision pour la gestion des risques". En effet, les décisions impliquent une série d'action pour la gestion des risques. D'autres alternatives sont aussi notées tels que la résilience des réseaux techniques et l'apport des démarches collaboratives. A travers cette étude, nous proposons un modèle pour la gestion des risques dans la ville algérienne. Cette recherche voulant être académique que professionnelle, procure une vision pour la ville de demain qui se veut résiliente, durable, intelligente, orientée vers des politiques de réduction des vulnérabilités aux risques et un développement de la résilience.

## **Conclusion Générale**

La multiplicité des catastrophes dans le monde a marqué, ces dernières années, plusieurs pays (Catnat.net, 2015). Un bilan lourd en pertes de vies humaines et des coûts économiques ont été enregistrés. Le constat a fait que la ville devient un objet d'études pour gérer les risques et se préparer aux éventuelles catastrophes. Depuis, l'étude des risques est placée au cœur des préoccupations à l'échelle mondiale.

La ville, synonyme de meilleures conditions de vie, d'opportunités de travail, de confort, etc., est un territoire menacé, à l'image de sa taille, par de multiples aléas qui peuvent affecter sa dynamique urbaine ou même son développement. Avec la complexité du milieu urbain et la variété de ses composants, la ville est considérée comme un système qui exige de disposer d'un certain équilibre pour assurer son fonctionnement (Lhomme S, 2011).

Nous sommes partis du postulat que les risques ont une production de vulnérabilité d'aléa, et que seule une gestion efficace par la prise en charge de tous les enjeux du système urbain pourra assurer leur protection. Le survol documentaire sur la problématique de la gestion des risques nous a amené à élargir notre champ d'action par le biais des concepts et des approches abordées afin d'arriver à l'objectif de l'estimation de la vulnérabilité urbaine pour une meilleure gestion des risques au sein de la ville.

Autour des recherches concernant la gestion des risques, nous avons établi une stratégie à travers laquelle nous avons explicité une démarche dont l'action s'étend de l'investigation des facteurs de la vulnérabilité urbaine face aux risques jusqu'à sa représentation spatiale par son estimation afin de cerner les meilleures décisions pour la gestion des risques à travers l'estimation de la vulnérabilité urbaine.

La contribution du soubassement théorique traité dans la première partie a joué un rôle prépondérant dans la compréhension des risques en ville et leurs formes de manifestation. Les aléas, qu'ils soient naturels ou anthropiques, sont diversifiés et se caractérisent par leur fréquence et leur gravité, tandis que l'impact des risques, qui se matérialise par la vulnérabilité des enjeux exposés, dépend de la stratégie de la gestion prévue.

La concentration des enjeux dans la ville augmente sa vulnérabilité. Ces enjeux peuvent être humains, matériels, environnementaux, etc., et sont classés selon les dimensions de la vulnérabilité afin de déterminer son impact. L'endommagement dû aux catastrophes augmente avec l'augmentation des enjeux présents dans les zones d'aléas.

La lecture historique des avancées scientifiques dans le domaine des risques nous a permis d'assimiler le comportement des territoires vis-à-vis des risques. À partir de là, la vulnérabilité

urbaine est un élément important dans la gestion des risques. Elle inclut tous les aspects économiques, sociaux, environnementaux, etc., et les liens qui coexistent entre ces facteurs.

De la vulnérabilité physique à la vulnérabilité sociale, la vulnérabilité prend une dimension multicritère pour englober l'ensemble des facteurs.

Deux concepts ont connu le succès dans la thématique de la gestion des risques. Le premier concept est la vulnérabilité qui a prouvé son importance dans l'évaluation des possibilités d'endommagement (Reghezza M, 2006). Le deuxième est la résilience qui s'est impliquée dans la gestion des risques par l'étude des systèmes urbains et l'évaluation des capacités de réponses face aux risques. Ces deux concepts se rapprochent tant dans leur définition et leur objectif qu'ils se distinguent par les démarches utilisées pour approcher les risques urbains.

La gestion des risques obéit à un processus selon lequel se déroulent les interventions de secours et de sauvetage de la population. Il s'agit de se préparer en amont, pendant et en aval de la catastrophe. Les différentes phases de la gestion sont soumises à une actualisation juste après les études des retours des expériences pour intégrer les enseignements tirés lors des catastrophes afin de mieux cerner les lacunes enregistrées.

Les villes algériennes sont exposées à plusieurs types de risque. Les catastrophes, enregistrées par le passé, ont révélé leurs vulnérabilités et leurs incapacités à y faire face. La volonté du pays de développer une réelle gestion des risques s'est observée par les mesures techniques, réglementaires et même par la participation dans les sommets internationaux, sur la problématique des risques urbains.

Les différentes méthodes analysées et scrutées dans la première partie ont montré que la gestion des risques est un domaine pluridisciplinaire, où des scientifiques de plusieurs domaines (des géographes, des urbanistes, des architectes, des sociologues, des économistes, etc.), ont intervenus pour apporter une approche innovante pour cette problématique qui ne cesse d'inquiéter.

D'une part, la vulnérabilité urbaine a plusieurs méthodes pour aborder la question de la gestion des risques. Elle est partie d'une méthode analytique visant la comptabilisation des probabilités des dégâts à des méthodes systémiques, en étudiant la ville en tant que système urbain pour définir les aspects biophysiques et sociaux dans un univers complexe en vue d'une territorialisation des enjeux et des aléas. Ce passage a permis la spatialité de la vulnérabilité dans une hiérarchie en classant les risques par des échelles différentes (risque faible, risque moyen, risque fort) en fonction du niveau de vulnérabilité et de l'aléa.

D'autre part, la résilience qui s'est imprégnée de la physique et des sciences sociales, a prôné des démarches de la gestion des risques pour passer des théories, expliquant les modes de fonctionnement du système urbain et ses interdépendances, à l'interrogation de ses capacités de réponses en cas de crise par des interventions plus techniques et opérationnelles.

En dernier, nous avons entamé une approche concluante définie par la méthode synthétique qui résume l'ensemble des approches en offrant une approche qui est plus globale de la gestion des risques.

En effet, la nécessité d'une politique de gestion efficace et le caractère multidimensionnel de cette problématique nous ont amené vers l'étude des approches multicritère d'aide à la décision. Ces démarches se sont dotées de plusieurs méthodes d'agrégation des critères pour leurs opérationnalités (AHP, Electre, PROMETHE, etc.). Elles dépendent du choix de l'échantillon d'étude et de ses critères. Ces derniers répondent à une certaine hiérarchie (critère père, critère fils). Pour cela, il est indispensable de choisir, trier et ranger les critères afin de procéder à la confection des actions et des solutions possibles qui sont à la base des décisions de la gestion des risques. La décision suit donc un processus bien défini à l'aide de ces méthodes.

Le couplage de ces méthodes aux systèmes d'information géographique a marqué un saut dans la spatialisation des risques. Les méthodes multicritères d'aide à la décision deviennent un véritable outil pour la territorialisation des risques afin de constituer une base sur laquelle les professionnels et les pouvoirs publics peuvent saisir les meilleures décisions pour faire face à la vulnérabilité de la ville et aux aléas menaçants.

Prendre position dans une démarche précise obéit aux objectifs de la recherche et des données du contexte d'étude. Ceci nous a renvoyé à travailler en parallèle sur le terrain d'étude par des confrontations avec les données issues du diagnostic du territoire en question.

En revanche, l'investigation s'est déclarée pour soumettre les ingrédients nécessaires à la réalisation de cette recherche. A partir de l'autopsie urbaine de la ville de Skikda, nous avons remarqué que ce territoire englobe toutes les caractéristiques d'une ville multirisque. Avec sa position géographique, son relief accidenté, ses infrastructures, son pôle pétrochimique, etc., la ville de Skikda connaît des difficultés dans son développement urbain. Elle est soumise aux contraintes du terrain d'un côté, et la zone industrielle de l'autre. Les répercussions sont multiples : développement anarchique, prolifération des bidonvilles, grignotage des terres agricoles, exode rural, marginalité sociale, la construction sur des terres à risques, etc. Ces conséquences ne représentent pas le seul fléau pour la ville de Skikda. La présence des aléas de plusieurs natures sur le territoire a accentué le problème (que ce soient naturels ou industriels).

Skikda vit avec la crainte d'une catastrophe qui pourrait survenir à n'importe quel moment. D'ailleurs, l'historique des tragédies déjà passées nous a informé sur l'ampleur de ces phénomènes et de leurs dangers.

Avec la promulgation de la loi du 04-20 (2004) relative à la prévention des risques et à la gestion des catastrophes, elle déclare la ville de Skikda "une ville à risques majeurs", où, plusieurs mesures de gestion ont été prises à l'encontre des risques, si ce n'est les prévenir. Les études rétrospectives ont servi aux pouvoirs publics et aux industriels comme une base référentielle de données pour élaborer de nouveaux dispositifs tels que la réalisation des études de dangers pour les installations industrielles, l'actualisation des plans de secours et de sauvetage de la population. Ces mesures restent toujours inefficaces ou inappliquées.

Après la lecture territoriale de la ville de Skikda, notre réflexion s'est penchée sur la sélection d'une méthode appropriée à notre cas d'étude. Il nous a fallu combiner entre plusieurs approches pour dépasser quelques obstacles méthodologiques que présentent chacune des méthodes choisies. A travers une méthode combinatoire entre une approche synthétique et multicritère d'aide à la décision, nous avons pu tracer un processus avec lequel nous avons développé notre recherche pour arriver à des résultats plus objectifs.

La détermination de la démarche était véhiculée par le choix des logiciels permettant de l'opérationnaliser. En revanche, l'exploitation du logiciel SPSS était primordiale pour analyser les facteurs de vulnérabilités appelées variables utiles pour son estimation à travers le calcul des corrélations, et le logiciel ARCGIS pour la territorialisation des risques par une superposition des couches d'aléas et de vulnérabilités.

Le point central de ce travail de recherche était la construction de la base de données ; un filtrage des informations statistiques et cartographiques récoltées était conduit par les principes méthodologiques pour passer à l'application.

Le choix de l'échelle d'étude s'est porté sur le quartier. Nous avons dénombré 107 quartiers qui sont calculés à partir de 191 districts (unité spatiale délimitée par l'office national des statistiques, 2008) qui permet de passer de l'échelle administrative à l'échelle urbanistique. Sur la base de la délimitation des quartiers et des informations sur les districts (un quartier peut englober un district ou plus). C'est ainsi que les variables de la vulnérabilité urbaine ont été définies. Ces variables sont considérées selon la logique d'un raisonnement multicritère. Elles représentent les facteurs pouvant provoquer ou aggraver la vulnérabilité urbaine. A partir des différentes dimensions de vulnérabilité humaines, matérielles, structurelles, etc. nous avons obtenus 21 variables (ou indicateurs) à savoir : le nombre de la population, le nombre

d'habitation, la densité de la population, la densité d'habitation, la population moins de 10 ans, la population plus de 65 ans, les constructions non raccordées à l'eau, l'électricité, gaz et assainissement, nombre de chômeur, les personnes sans instruction, l'habitat précaire et les différents équipements (éducatifs, sanitaires, administratifs, touristique, commercial, sportif, culturel et gare routière).

Pour tester la dépendance entre ces variables et apprécier l'importance de leurs relations, nous avons fait recours aux corrélations binaires par le biais du logiciel SPSS. Cette étape obéit aux principes de la méthode multicritère d'aide à la décision. Les résultats de l'ACP (analyse de la composante principale) ont montré que les corrélations entre ces variables sont classées dans cinq niveaux d'importance. Ils existent des corrélations très fortes, fortes, moyennes, faibles, très faibles. La vérification du coefficient de significativité permet de saisir l'absence des corrélations entre certaines variables. Ce test a été appliqué en trois étapes, en procédant par l'élargissement des variables, des plus utilisés dans l'estimation de la vulnérabilité, aux variables appropriées aux terrains. Cette logique nous a révélé les nouveaux rapports pour distinguer les variables fortement corrélées des variables les moins corrélées. L'analyse des tableaux de corrélation nous a révélé que l'ensemble des variables sont corrélées mais à des degrés différents, et affirmer ainsi l'existence d'une forte relation entre les variables humaines, physiques et sociales de la vulnérabilité urbaine.

L'étude des corrélations nous a confirmé la possibilité d'appliquer la méthode d'analyse des composantes (ACP) par le biais de l'analyse factorielle pour estimer la représentation de ces variables dans l'explication de la vulnérabilité et afin de réduire l'ensemble des données dans une unité de mesure qui est la vulnérabilité dans un raisonnement synthétique. L'extraction des variables a donné six profils de vulnérabilité, où chaque profil représente une variance dans l'explication de la vulnérabilité. En effet, nous sommes parvenus à avoir, par une classification automatique, une hiérarchie des variables dans les six profils. A travers l'analyse du tableau d'extraction de la variance, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Pour le premier profil on distingue : nombre de chômeur, nombre de la population nombre d'habitation, personnes sans instructions, population moins de 10 ans, équipement culturel, les équipements éducatifs.
- Dans le deuxième profil, il comprend : construction sans raccordement à l'eau, construction sans raccordement au Gaz, construction sans assainissement, construction sans électricité, habitat précaire.

- Quant au troisième profil, on trouve : densité population, densité habitation, population plus de 65 ans.
- Concernant le quatrième profil, il dispose de la gare routière et des équipements administratifs.
- Le cinquième profil est composé : des équipements touristiques et des équipements sanitaires.
- Enfin, le sixième profil correspond aux : équipements commerciaux et les équipements sportifs.

Cette hiérarchie des variables dans les six profils a exprimé une classification dans l'explication de la vulnérabilité à travers des coefficients de corrélation. Ceci nous a amené à suggérer une formule pour estimer cette vulnérabilité à travers : la variance des six profils dans la vulnérabilité, les coefficients de corrélations des variables dans les six profils et les coefficients de factorisation des données des quartiers par rapport aux différentes variables.

A ce stade, l'estimation de la vulnérabilité urbaine nous a permis de passer des calculs algorithmiques à sa territorialité. La spatialisation de la vulnérabilité urbaine, grâce aux résultats obtenus, nous a servi à avoir une lecture plus lisible pour le classement des quartiers.

A partir de l'analyse et à l'aide d'un logiciel ARCGIS adopté au SIG, nous avons pu représenter la vulnérabilité urbaine de la ville de Skikda. Le recours au SIG n'est pas seulement pour la cartographie, il a permis d'intégrer des bases de données de natures et de sources différentes, pour révéler les interactions renforçant la vulnérabilité et de matérialiser des situations potentielles dans l'objectif de retracer les quartiers les plus vulnérables.

A la suite de cet enchaînement de méthodes, et la spectroscopie de la vulnérabilité, qui s'appuie sur plusieurs outils, le champ est ouvert sur une lecture territoriale de la vulnérabilité urbaine, qui devra confronter les résultats des interactions spatiales mais aussi entre les facteurs de celle-ci.

Ensuite, la territorialisation des variables de la vulnérabilité offre la possibilité de faire une confrontation des cartes thématiques pour distinguer les spécificités des quartiers dans le classement de la vulnérabilité urbaine. Nous avons retenu trois classes de vulnérabilité, à savoir :

- Les quartiers à forte vulnérabilité caractérisés par une vulnérabilité physique et socioéconomique.
- Les quartiers à moyenne vulnérabilité définis par une vulnérabilité structurelle et fonctionnelle.
- Les quartiers à faible vulnérabilité exprimés par une vulnérabilité matérielle et humaine.

En revanche, cette phase nous a confirmé la première hypothèse qui, à travers la corrélation des variables, nous avons pu avoir une estimation de la vulnérabilité urbaine des quartiers de la ville de Skikda. Après avoir spatialisé la vulnérabilité urbaine, la gestion des risques impose de croiser ces données avec les aléas présents sur le territoire de la ville de Skikda.

L'introduction des données des aléas : inondation, glissement de terrains et risques industriels, à notre base de données, nous a dévoilé la spatialité des aléas par rapport aux quartiers de la ville. La détermination des quartiers exposés pour chaque aléa a révélé le nombre d'habitation et de la population exposée ainsi que la surface des quartiers menacés. On dénombre 36 quartiers pour l'aléa inondation, 57 quartiers pour l'aléa glissement de terrains et 55 quartiers pour l'aléa industriel.

Une lecture territoriale globale des risques était possible par la superposition de la carte de vulnérabilité avec les cartes d'aléas. Cette superposition permet une lecture synthétique des données originelles et dégage les interactions spatiales spécifiques.

A cet effet, la spectroscopie de la vulnérabilité et des aléas est un outil indispensable tant pour la gestion du risque que d'aide à la décision. Elle « *rend visible l'invisible* » (Propeck-Zimmermann et al, 2002). La lecture territoriale globale des risques, comme conjonction d'un aléa et de la vulnérabilité des populations et des territoires exposés, révèle les situations à risque en déterminant les quartiers concernés.

Par conséquent, la superposition des cartes a permis d'effectuer des analyses plus approfondies des niveaux de risque en trois classes : risque fort, risque moyen, risque faible pour tous les types d'aléas. La carte englobant l'ensemble des risques a montré que 83 quartiers d'un total de 107 sont exposés aux risques. Après avoir eu connaissance des quartiers à risques, la question de la gestion se place au centre d'intérêt de la recherche afin d'interroger la résilience de ces quartiers. De ce qui précède, la territorialité des risques par le biais des SIG confirme la seconde hypothèse qui atteste que la gestion des risques passe par une territorialité des interactions des facteurs de la vulnérabilité.

La lecture globale sur les risques qu'encourent la ville de Skikda nous a renvoyé vers la réflexion d'une évaluation de la résilience des quartiers par le biais d'un ensemble d'indicateurs pour prendre les décisions les plus convenables quant à la gestion de ces risques.

Afin d'avoir une vision synthétique des risques nous avons proposé une modélisation des différents niveaux de risques, composée à partir des résultats de la superposition de la vulnérabilité et des aléas. Cette modélisation est soumise à une confrontation avec la position

géographique et le nombre d'indicateurs de résilience pour évaluer la capacité de réponse des quartiers exposés.

Ces indicateurs de résilience concernent la présence des équipements sanitaires, des établissements d'accueil des sinistrés, de l'emplacement par rapport à la protection civile et les moyens prévus pour la prise en charge des risques.

L'observation des cartes de synthèse, dite carte d'aide à la décision de la gestion des risques pour les différents risques, a dégagé trois types de décisions : les décisions d'intervention, les décisions de prévention et les décisions de sensibilisation. Chaque niveau de décision comprend une série d'actions pour améliorer la résilience des quartiers concernés.

La carte de synthèse globale expose les niveaux de décisions à prendre pour les trois classes des quartiers de la ville. Les décisions d'intervention comprennent les actions d'urgences à travers la construction des barrières de sécurité, prévoir les moyens nécessaires pour la prise en charge des catastrophes, la réalisation des plans de secours, etc. Pour les décisions de prévention, les actions concernent les mesures d'atténuation et de réduction des risques et le développement des dispositifs de protection et de défenses, etc. Enfin, les décisions de sensibilisation portent sur l'inculcation d'une culture du risque à travers l'amélioration de la perception des risques à travers des mesures d'apprentissages.

Notre synthèse globale n'inclut pas tous les indicateurs de résilience dans l'absence de certaines données. Pour cela, nous avons mis l'accent sur le rôle des réseaux techniques et des acteurs dans le processus de la gestion des risques. L'altération d'un réseau peut entraîner des dommages sur les quartiers concernés. Donc, il s'agit d'interroger leurs capacités de répondre au niveau structurel, matériel et fonctionnel. De même, la collaboration de toutes les parties prenantes dans le processus décisionnel présente un enjeu majeur pour une meilleure gestion des risques urbains. Néanmoins, l'évaluation de la résilience témoigne de sa portée dans la gestion des risques par l'interrogation des capacités de réponses des quartiers de la ville de Skikda, ce qui confirme notre troisième hypothèse.

De ce fait, notre démarche a fait ses preuves dans l'estimation de la vulnérabilité urbaine, de l'importance de la territorialité des risques et dans l'établissement d'une vision synthétique de la résilience par le choix des décisions convenables pour la gestion des risques à Skikda.

Ce modèle permet d'offrir un exemple d'application pour les villes algériennes exposées aux risques, surtout que la gestion des risques en Algérie prend une nouvelle tendance en essayant de profiter des avancées scientifiques dans ce domaine. Ceci s'est manifesté par des outils réglementaires en définissant les zones vulnérables dans la politique, par l'intégration de la

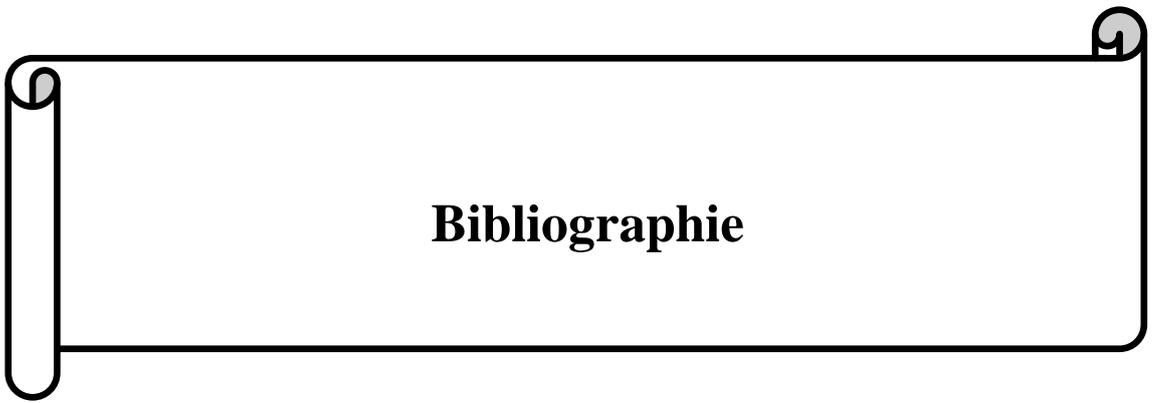
durabilité comme solution incontournable afin d'assurer un développement cohérent des villes et par l'introduction des concepts de résilience et d'intelligence dans les discours ou bien à travers des projets ambitieux en coopération avec des pays qui ont déjà testé ces instruments.

Cette recherche nous a convié à nous interroger sur le devenir de la ville en pointant le doigt sur les progrès technologiques et leurs apports sur le développement de celle-ci. La vision de la ville de demain se montre une ville idéale, cependant, comment peut-elle être une ville sans risque ? Et dans quelle mesure pourrait-elle donc être plus sûre ?

Cette question renvoie à penser les risques en amont de la planification des villes, et d'intégrer la résilience à toutes les échelles urbanistiques et architecturales.

Il est temps d'allier tous les concepts innovants et prometteurs pour la ville (durabilité, résilience, intelligence, etc.), en profitant des atouts et des potentialités et en maîtrisant la vulnérabilité de la ville, afin d'imaginer la ville de demain qui se veut une ville sans risque, rassurante, durable, résiliente, intelligente voire idéale.

Notre recherche n'a pas la prétention de répondre à toutes les questions, elle offre finalement, de nombreuses perspectives à suivre notamment pour un territoire comme Algérie, en voie de fort développement. Elle ouvre ainsi le champ d'étude à d'autres questionnements tels que la considération et l'évaluation de la résilience des réseaux techniques dans le processus de gestion des risques, l'importance des démarches collaboratives pour une meilleure prise en charge des risques, le développement des SIG au service de la gestion des risques dans les villes algériennes, ou encore la nécessité d'étudier l'ensemble des risques qui menacent la ville comme le cas du séisme qui présente un énorme danger dans le cas où il se produit à Skikda en présence du pôle pétrochimique, par exemple. Toutes ces problématiques d'actualité constituent autant de pistes pour d'éventuelles recherches futures.



## **Bibliographie**

## Bibliographie :

**Adger, W. N., (2000):** Social and Ecological Resilience: Are they Related? , Progress in Human Geography, p. 347-364.

**ADGER W-N., (2003):** Building resilience to promote sustainability, Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, Vol. 2, p. 1–3.

**Aschan-Leygonie, C., (1998),** La résilience d'un système spatial : l'exemple du Comtat. Une étude comparative entre deux périodes de crises au XIXe et XXe siècles, Thèse de Doctorat, Université Paris I, 405 p.

**Aschan-Leygonie C., (2000) :** Vers une analyse de la résilience des systèmes spatiaux, L'Espace Géographique, n°1, p. 67-77.

**Ascher F., (2001) :** Les Nouveaux Principes de l'urbanisme. La fin des villes n'est pas à l'ordre du jour, Editions de l'Aube.

**Ashley R. M., Blanksby J., Chapman J., Zhou J. J., (2007):** Towards Integrated Approaches to Reduced Flood Risk in Urban Areas », in R. Ashley, S. Garvin, E. Pasche, A. Vassilopoulos, C. Zevenbergen, Advances in Urban Flood Management, p. 415-432.

**Ashley R. M., Blanksby J., Newman R., Gersonius B., Poole A., Lindley G., Smith S., Ogden S., Nowell R., (2012):** Learning and Action Alliances to build capacity for flood resilience, Journal of Flood Risk Management, 5, p. 14–22.

**Atlan H., (1992) :** L'organisation biologique et la théorie de l'information, Seuil, collection la Librairie du XXIème siècle, 300 p.

**Ayral P. A., (2002) :** Terminologie en science du risque : Recueil de définitions. Rapport du séminaire du GEM-Risque, École des mines d'Alès, 87 p.

**Barrows, H. H., (1923):** Geography as Human Ecology, Annals of the American Geographers, vol. 13, n° 1, p. 1-14.

**Barroca B., DiNardo M., Mboumoua I., (2013) :** De la vulnérabilité à la résilience: mutation ou bouleversement?, EchoGéo, (24).

**Baudoin, R., (2003) :** La place de la région dans le monde et en Europe, DRE, Paris, 94 p.

**Beguïn H., (1996) :** Faut-il définir la ville ? , Penser la ville : théories et modèles, Paris, Anthropos, coll.Villes, p. 301-320.

**Beck U., (2001) :** La société du risque : sur la voie d'une autre modernité, Paris, Flammarion, 522 p.

**Beck E., (2006) :** Approche multirisques en milieu urbain (le cas des risques sismiques et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse, thèse de Doctorat, Université Louis pasteur, Strasbourg.

**Bellec G., Sauvalle B., Boye H., Rochas M., (2010):** Rapport relatif à la limitation de l'impact des événements climatiques majeurs sur le fonctionnement des réseaux de distribution de l'électricité, 46 p.

**Belu M., (2008) :** Les modèles de localisation-allocation, International business and european integration, 6 p.

- Benitez, F.**, (2018) : Faire face ou vivre avec les catastrophes ? Capacités d'adaptation et capacités dans les trajectoires de résilience individuelles et territoriales au sein de l'espace Caraïbe, Thèse de doctorat (travaux en cours), Université Montpellier 3, UMR GRED.
- Béraud H.**, (2011): Organizational resilience assessment method: from theory to waste management application », How the concept of resilience is able to improve urban risk management? A temporal and a spatial analysis, Paris, France.
- Beucher S., Reghezza M.**, (2004) : Les risques, Bréal, sous la dir : Veyret Y., Paris, 205 p.
- Beucher S., Rode S.**, (2009): L'aménagement des territoires face au risque d'inondation: regards croisés sur la Loire moyenne et le Val-de-Marne, Mappemonde, 94, p. 1-19.
- Blaikie P., Cannon T., Davis I., Wisner B.**, (1994): At Risk: Natural hazards, People's vulnerability, and disasters, London, Routledge.
- Blancher P.**, (1998) : Risques, ville et réseaux techniques urbains, Risques et réseaux techniques urbains, Collection du Certu, volume 18, 168 p.
- Blanc N.**, (1996) : La nature dans la cité, Thèse de Doctorat, Université Paris I, 400 p.
- Bonnet J.**, (1995) : Les grandes métropoles mondiales, Nathan Université, Paris, 192 p.
- Bonnet.**, (2002) : risques industriels : évaluation des vulnérabilités territoriales ; thèse de Doctorat, Université du Havre, 2002Cutter et Al (2003) : social vulnerability to environmental hazards. Social Science Quarterly, 84 (2): 242-261.
- Burton I. et Kates R. W.**, (1964): Perception of Natural Hazards in Resource Management », Natural Resources Journal, p. 412-441.
- Brinis H A.**, (2009): Trousse urbanitaire et prophylaxie urbaine face au risque, colloque ville et risque urbains, Constantine.
- Burton, I., White, G. F. et Kates, R. W.**, (1978): The Environment as Hazard, 1re éd., Oxford University Press, New York, 240 p.
- Boutte, Gilbert.**, (2006): Risques et catastrophes : comment éviter et prévenir les crises/ Gilbert Boutte. - Montreuil : Ed. Papyrus, 334 p.
- Boulkaibet A.**, (2004) : La question du risque industriel en Algérie, cas de la ville de Skikda et sa zone pétrochimique », mémoire de DEA, université de Caen, 183p.
- Bruneau M., Chang S. E., Eguchi R. T., Lee G. C., O'Rourke T. D., Reinhorn A. M., Shinozuka M.**, (2003): A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities , Earthquake Spectra, 19(4), p. 733-752.
- Beucher, S.**, (2004) : Les territoires du risque d'inondation : l'exemple anglais, Mémoire de DEA, Université Paris X - Nanterre, 175 p.
- Chaline C.**, (1994) : La ville et ses dangers : prévention et gestion des risques, Masson, Paris, 247 p.
- Chaline C., Dubois-Maury J.**, (2004) : Les risques urbains, Armand Colin, Paris, 208 p.
- Campanella T.**, (2006): Urban Resilience and the Recovery of New Orleans. Journal of the American Planning Association, 72, 141-146.
- Cardona O. D.**, (2003): The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from

Holistic Perspective: A Necessary review and Criticism for Effective Risk Management », in Bankoff G. and Frerks, D. H., Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People, Earthscan Publishers, Londres.

**Carpenter S., Walker B., Anderies M., Abel N.,** (2001): From metaphor to measurement: Resilience of what to what, *Ecosystems*, 8(8), p. 765-781.

**Chardon A.C.,** (1991) : Vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) et de sa population face aux risques "naturels" : le passé et le présent l'attestent : l'aléa a fait place au risque, mémoire de DEA, Université Joseph Fourier, Grenoble, 103 p.

**Chardon A.C.,** (1994) : Étude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels, *Revue de Géographie Alpine*, vol. LXXXII, n° 4, p. 97-111.

**Chardon A.C.,** (1996) : Croissance urbaine et risques naturels. Évaluation de la vulnérabilité à Manizales, Andes de Colombie, Université de Grenoble 1, 400 p.

**Cherqui F.,** (2005) : Méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable d'un quartier. Méthode Adequa. La Rochelle: université de La Rochelle, thèse de doctorat de génie civil, 202 p.

**Chevreau F.R., Wybo J.L.,** (2007) : Approche pratique de la culture de sécurité pour une maîtrise des risques industriels plus efficace, *Revue Française de Gestion*, n° 174 –2007/5, p. 171-189.

**Choay F.,** (1994) : Le règne de l'urbain et la mort de la ville, in J. Dethier, A. Guiheux (dir.), *La ville, art et architecture en Europe 1870-1993*, Paris, Editions du Centre G. Pompidou.

**CÔTE M.,** (1998) : l'Algérie ou l'espace retourné, Flammarion, Paris, 362p.

**Conseil économique et social .,** (2003): L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures, 22ème session plénière.

**Coanus T., J. Comby, F.,** (2010) : Duchêne, E. Martinais. Risques et territoires. Interpréter et comprendre la dimension locale de quelques risques contemporains, Editions TEC et DOC, Lavoisier, p.245-260.

**Cutter S. L.,** (1995): The Forgotten Casualties: Women, Children and Environmental Change, *Global Environmental Change*, vol. 5, n° 1, p. 181-194.

**Cutter S. L., Mitchell, J. K. et Scott, M. S.,** (2000): Revealing the Vulnerability of People and Places : A Case Study of Georgetown, South Carolina , *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 90, n° 4, p. 713-737.

**Cutter S., Barnes L., Berry M., Burton C., Evans E., Tate E., Webb J.,** (2008): A place based model for understanding community resilience to natural disasters, *Global Environmental Change*, 18(4), p. 598-606.

**D'Ercole R.,** (1991) : Vulnérabilité des populations face au risque volcanique. Le cas de la région du volcan Cotopaxi (Équateur), Thèse de doctorat, Université de Grenoble 1, 459 p.

**D'Ercole R. et Peltre, P.,** (1992) : La ville et le volcan. Quito, entre Pichincha et Cotopaxi (Equateur) », *Cahiers des Sciences Humaines*, vol. 28, n° 3, p. 439-459.

**D'Ercole R. et alii,** (1994) : Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modèles d'analyse, *Revue de Géographie Alpine*, vol. 82, n° 4, p. 87-96.

**D'Ercole R., Metzger P.,** (2005) : Repenser le concept de risque pour une gestion préventive du territoire - *Pangea*, n°43-44, juin-décembre, p.19 -36.

- Dauphiné A.**, (2003) : La théorie de la complexité chez les géographes, Economica, Paris, 188p.
- Dauphiné A.**, (2004) : Réflexions préliminaires sur les vulnérabilités analytiques et synthétiques, in Veyret, Y., Garry, G. et Meschinet de Richemond, N., Risques naturels et aménagement en Europe, A. Colin, Paris.
- Dauphine A.**, (2003) : Risques et catastrophes : Observer-Spatialiser-Comprendre-Gérer, Paris, Armand Colin, Paris, 288 p.
- Denis H.**, (1998) : Comprendre et gérer les risques sociotechnologiques majeurs, Montréal, Editions de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 342 p.
- Dal Pont J. P.**, (2010) : Sécurité et gestion des risques », Techniques de l'ingénieur, se12, 6 p.
- Damon J.**, (2011) : Villes à vivre: Modes de vie urbains et défis environnementaux, Science Hum, Odile Jacob, 288p.
- Dauphiné A.**, (2004) : Risques et catastrophes, Paris, Armand Colin, 276 p.
- Dauphiné A., Provitolo D.**, (2007) : La résilience: un concept pour la gestion des risques, Annales de Géographie, n°654, p. 115-125.
- Dauphiné A., Provitolo D.**, (2013) : Risques et catastrophes : observer, spatialiser, comprendre, gérer, Paris, A. Colin, 412 p.
- Debarbieux B., Vanier M.**, (2002) : Ces territorialités qui se dessinent, Datar et Éditions de l'Aube, Paris, 268 p.
- De Buijn K. M.**, (2005): Resilience and flood risk management - A systems approach applied to lowland rivers, Thèse de doctorat, Delft University Press (Hydraulics select series), 210 p.
- De Bruijne M., Boin A., Van Eeten M.**, (2010): Resilience exploring the concept and its meanings », in Designing Resilience. Preparing fo Extrem Events, ed. Comfort L. K., Boin A., Demchak C., Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, p. 13-32.
- De Rosnay J.**, (1975) : Le Macroscopie, vers une vision globale, Seuil.
- Dupuy J-P.**, (2006) : Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain, retour de Tchernobyl, Ed. Seuil.
- Denis H.**, (1998) : Comprendre et gérer les risques socio technologiques majeurs, Montréal, Editions de l'Ecole Polytechnique de Montréal, 342 p.
- Djament-Tran G et Reghezza M.**, (2012): Résiliences urbaines, les villes face aux catastrophes [Texte intégral], Éditions du manuscrit, 360p.
- Djament-Tran G., Le Blanc A., Lhomme S., RUFAT S., Reghezza- M.**, (2011) : Ce que la résilience n'est pas, ce qu'on veut lui faire dire. 31 p.
- Dubois-Maury J.**, (2002) : Les risques naturels en France, entre réglementation spatiale et solidarité de l'indemnisation. Annales de géographie, Vol. 627-628, p. 637-651.
- Dubois-Maury J., Chaline C.**, (2004) : Les risques urbains. Armand Colin, Paris, France, 208 p.
- Dubois-Maury J.**, (2012) : Les grandes métropoles face aux risques naturels et technologiques. Sécurité et Stratégie, Vol. mai-août.
- Dupuy G., Offner J.**, (2005) : Réseau : bilans et perspectives. Flux, Vol. 62, n°4, p. 38-46.
- Dupuy G.**, (2008): Urban networks-network urbanism. Design / Science/ Planning, TechnePress, Amsterdam, Netherlands, 295 p.

- DUPUY G.**, (2011) : Fracture et dépendance : l'enfer des réseaux ? Flux, Vol. 1, n°83, p. 6–23.
- Fabiani, J.-L. et Theys, J.**, (1987) : La société vulnérable : évaluer et maîtriser les risques, Presses de l'École normale supérieure, Paris, 674 p.
- Flax L. K., Jackson R. W. et Stein D. N.**, (2002): Community Vulnerability Assessment Tool Methodology. Natural Hazards Review, p. 163-176.
- Fischer M M. et Nijkamp P.**, (1993): Design and use of geographic information system and spatial models. In Geographic information system, spatial modelling, and policy evaluation, eds. M. M. Fischer et P. Nijkamp, EDS.
- Fontaine M. et Steinemann A. C.** (2009): Assessing Vulnerability to Natural Hazards: Impact-Based Method and Application to Drought in Washington State. SCE Natural Hazards Review A10(1), p.11-18.
- GLATRON S.**, (1999) : Industries dangereuses et planification : cartographier les risques technologiques majeurs, Mappemonde, n°2, p.32-35.
- Gleyze J. F.**, (2005) : La vulnérabilité structurelle des réseaux de transports dans un contexte de risque, Thèse de doctorat, Université Paris VII, Laboratoire COGIT-IGN, 826 p.
- Gleyze, J.-F.**, (2003) : Fonctionnalité et vulnérabilité des réseaux de transport. Le cas du métro parisien, 6ème Rencontres de Théo Quant, p. 13.
- Gleyze, J.-F.**, (2005) : La vulnérabilité structurelle des réseaux de transports dans un contexte de risque, Thèse de doctorat, Université Paris VII, Laboratoire COGIT-IGN, 826 p.
- Gleyze J.-F., Reghezza M.**, (2007) : La vulnérabilité structurelle comme outil de compréhension des mécanismes d'endommagement, Géocarrefour, Vol. 82, n°1-2, p. 17–26.
- Gilbert C.**, (2003) : La fabrique des risques. Cahiers internationaux de sociologie, Vol. 114, n°1, p. 55–72.
- Gilbert C.**, (2008) : Les risques collectifs : objet d'une rencontre problématique entre chercheurs et acteurs. Sociologies pratiques, Vol. 16, n°1, p. 81–93.
- Gobin C.**, (2003): Analyse fonctionnelle et construction, Techniques de l'ingénieur, 6 p.
- Galland J.-P.**, (2003) : Calculer, gérer, réduire les risques : des actions disjointes?, Annales des Ponts et Chaussées, p. 37-74.
- Gilbert C.**, (2003) : Limites et ambiguïtés de la territorialisation des risques, Pouvoirs Locaux, n° 56, p. 48-52.
- Gilli F.**, (2005) : Le Bassin parisien, une région métropolitaine, Cybergeo, n° 305, p. 20.
- Godard O. et alii**, (2002) : Traité des nouveaux risques, Folio actuel, Gallimard, Paris, 620 p.
- Gordon J. E.**, (1978): Structures, Penguin Books, Harmondsworth.
- Goubet A.**, (1997) : Les crues historiques de la Seine à Paris, La Houille Blanche, n° 345, p. 23-27.
- Gourbesville P.**, (2008): Challenges for integrated water resources management, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C Integrated Water Resources Management in a Changing World, vol. 33, p. 284-289.

- Hadef H.**, (2004) : l'impact du processus d'urbanisation sur la consommation foncière et l'enjeu du développement durable, cas de Skikda, mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère, université de Constantine.
- Hernandez J.**, (2010) : ReNew Orleans ? Résilience urbaine, mobilisation civique et création d'un "capital de reconstruction" à la Nouvelle Orléans après Katrina, Thèse de doctorat, Université Paris X –Nanterre.
- Hernandez J.**, (2009) : The Long Way Home: une catastrophe qui se prolonge à La Nouvelle-Orléans, trois ans après le passage de l'ouragan Katrina. *L'Espace géographique*, Vol. 38, n°2, p. 124–138.
- Hernandez J.**, (2010) : ReNew Orleans? Résilience urbaine, mobilisation civique et création d'un « capital de reconstruction » à la Nouvelle-Orléans après Katrina. Thèse de doctorat, Université Paris Ouest-Nanterre La Défense, 510 p.
- Heraut A.**, (2004) : De la maîtrise de l'urbanisation et des risques industriels: une impossible équation?, sous la direction de Bernard DROBENKO, Mémoire de DEA, Université de Limoge, faculté de droit et de sciences économiques, CRIDEAU, 135 p.
- Hubert E.**, (2005) : Gouvernance et vulnérabilité du territoire péri-industriel: méthodologie d'aide à la réflexion pour une maîtrise de l'urbanisation efficace et durable vis-à-vis du risque industriel majeur, Thèse de doctorat, Ecole nationale des mines de Saint-Étienne, p. 163-166.
- Hadef R.**, (2008) : Quel projet urbain pour un retour de la ville à la mer, cas de Skikda, mémoire de magister, université de Constantine, 341p.
- Holling C. S.**, (1973): Resilience and stability of ecological systems, *Annual Review of Ecology and Systematics*, n°4, p. 1-23.
- Holling C. S.**, (1973): Resilience and stability of ecological systems, *Annual Review of ecology and systematics*, Vol. 4, p. 23.
- Hutter G.**, (2011): Organizing social resilience in the context of natural hazards: a research note. *Natural Hazards*, Vol. 67, n°1, p. 47–60.
- Klein R. J., Nicholls R. J., Thomalla F.**, (2003): Resilience to Natural Hazards: How Useful is the Concept? », *Environmental Hazards*, Vol. 5, n°1-2, p. 35-45.
- Knight F. H.**, (1921): *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton Mifflin Company, Boston, New York, 381 p.
- Laaribi, A.**, (2000) : SIG et analyse multicritère. Paris: Hermès Editions.
- Lagadec P., Guilhou X.**, (2002) : La fin du risque zéro, Paris, Editions d'organisation, 336 p
- Lagadec P.**, (1988) : Etats d'urgence : Défaillances technologiques et déstabilisation sociale, Seuil, 406 p.
- Lagadec P.**, (1981) : La civilisation du risque, Paris, Seuil.
- Lepage C, Guéry F.**, (2001) : La politique de précaution, Puf.
- LAMBERT N. ET ZANIN C.**, (2016) : Manuel de cartographie. Principes, méthodes, applications. Paris : Armand Colin, coll. «Cursus : Géographie », 224 p.
- Laganier R., Arnaud-Fassetta G.**, (2009) : Les géographies de l'eau – Processus, dynamique et gestion de l'hydrosystème, L'Harmattan, Itinéraires géographiques, 298 p.

- Laganier R., Villalba, B. et Zuindeau, B.,** (2002) : Le développement durable face au territoire : éléments pour une recherche pluridisciplinaire, Développement durable et territoire, n° 1, p.18.
- Lajoie G.,** 2007, Recherches en modélisation urbaine, Habilitation à Diriger des Recherches, Université de La Réunion, 345 p.
- Larrère C. et Larrère, R.,** (1997) : Du bon usage de la nature. Pour une philosophie de l'environnement, Alto Aubier, Paris, 355 p.
- Lavell A.,** (1994): Prevention and Mitigation of Disasters in Central America: Vulnerability to Disasters at the Local Level, in Varley, A., Development and Environment, John Wiley et Sons, Chichester.
- Levy J., Lussault M.,** (2003) : Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés. Belin, Paris, France, 1034 p.
- Lefèbvre H.,** (2000) : La production de l'espace, 4e éd., Anthropos, Paris, 485 p.
- Ledoux B.,** (2005) : La gestion du risque inondation, Tec et Doc, 770 p.
- Lefevre H.,** (1970) : La révolution urbaine, Gallimard, Paris, 1970 Paris.
- Leone F., Vinet F.,** (2006) : La vulnérabilité, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation des risques naturels. La «Vulnérabilité des sociétés et territoires face aux menaces naturelles», Ouvrage collectif sous la direction de Leone F. et Vinet F, Géorisques.
- Lhomme S., Serre D., Laganier R., Diab Y.,** (2010) : Les réseaux techniques face aux inondations ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine, Le bulletin de l'association des Géographes français, p. 487-502.
- Lhomme S., Serre D., Diab Y., Laganier R.,** (2010) : GIS development for urban resilience», Sustainable City 2010, 14 - 16 April, La Coruña, Spain, 11 p.
- Lhomme S., Serre D., Diab Y., Laganier R.,** (2010) : Etude de la redondance des réseaux pour évaluer leur capacité à fonctionner en mode dégradé, Conférence internationale SAGEO'10 Spatial Analysis and GEOMatics 2010, 17-19 nov 2010, Toulouse.
- Lhomme S., Serre D., Diab Y., Laganier R.,** (2010) : La résilience : définitions et concepts voisins », 45è Congrès Société d'ergonomie de langue française, Fiabilité, résilience et adaptation, 13-15 septembre 2010, Liège.
- Lhomme S., Serre D., Diab Y., Laganier R.,** (2010): Resilience: From ecology concept to urban application. A GIS for urban flood resilience », 25th International Conference on Environmental Science and Technology 2010, American Academy of Sciences, Houston.
- Lhomme S., Serre D., Diab Y., Laganier R.,** (2010): A methodology for urban flood resilience assessment », European Geosciences Union, Session NH9.13 "Natural Hazard Resilient Cities", 2-7 mai 2010, Vienne, Autriche.
- Lhomme S., Serre D., Laganier R., Diab Y.,** (2011) : Apports de la théorie des graphes en géographie des risques : de nouveaux outils de modélisation, de compréhension et d'évaluation , Les dixièmes rencontres de Théo Quant, Besançon.
- Lhomme S., Serre D., Laganier R., Diab Y.,** (2011) : L'étude des effets dominos de systèmes fortement interdépendants à l'aide de méthodes de Sécurité de Fonctionnement : Application aux réseaux techniques urbains en cas d'inondation, XXIXe Rencontres Universitaires de Génie Civil, Tlemcen, 29 au 31 Mai 2011, p. 63-69.

- Lhomme S., Serre D., Laganier R., Diab Y.,** (2012) : Penser la résilience urbaine dans un contexte de risques », In Résiliences urbaines, les villes face aux catastrophes, Djament-Tran G., Reghezza-Zitt M. (eds.), éditions Le Manuscrit, p. 331-349.
- Lhomme S., Toubin M., Serre D., Diab Y., Laganier R.,** (2011): From technical resilience toward urban services resilience. Fourth Resilience Engineering Symposium, Sophia Antipolis, France, p. 172–178.
- Lhomme S.,** (2012) : Les réseaux techniques comme vecteur de propagation des risques en milieu urbain. Une contribution théorique et pratique à l'analyse de la résilience urbaine. Thèse de doctorat, Université Paris-Diderot, 365 p.
- Lhomme S., Laganier R., Diab Y., Serre D.,** (2013) : La résilience de la ville de Dublin aux inondations : de la théorie à la pratique. *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], n°651, p. 1–18.
- Le Moigne J.-L.,** (1977) : La théorie du système général. Paris, Presses Universitaires de France.
- Liegeois M.,** (2005) : Des aléas et des hommes : Elaboration d'une méthode de diagnostic de la vulnérabilité à l'aléa érosion. Ecole Normale Supérieure Lettres et Sciences Humaines, 515 p.
- Liegeois M.,** (2005) : Des aléas et des hommes : Elaboration d'une méthode de diagnostic de la vulnérabilité à l'aléa érosion. Ecole Normale Supérieure Lettres et Sciences Humaines, 515 p.
- Louiset O.,** (2011) : Introduction à la ville, Armand Colin, Coll. Cursus, 256 p.
- Lussault M.,** (2000) : La ville des géographes, la ville et l'urbain, l'état des savoir, direction Paquot T., Body-Gendrot S., Lussault M., édition La Découverte.
- Mancebo F.,** (2006) : Du risque 'naturel' à la catastrophe urbaine : Katrina, *Vertigo*, 7(1), pp. 1-10.
- Manyena S. B.,** (2006): The concept of resilience revisited, *Disasters*, 30(4), p. 434-450.
- MOIGNE J.-L.,** (1977) : La théorie du système général, théorie de la modélisation. Réédité en 1984, PUF, 338 p.
- MOINE A.,** (2006) : Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. *L'Espace géographique*, Vol. 35, n°2, p. 115–132.
- Mayunga J. S.,** (2007): Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A capital-based approach, *Landscape Architecture*, p. 22 - 28.
- Mileti, D. S.,** (1999): *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States* (1999), The National Academy Press, 376 p.
- Mitchell, J. K.,** (1995): *Crucibles of Hazard: Mega-cities and Disasters in Transition*, United Nation University Press, New York, 535 p.
- Morrow B. H.,** (1997): Disaster in the First Person, in W. G. Peacock, *Hurricane Andrew: Ethnicity, Gender, and the Sociology of Disasters*, Routledge, Londres.
- M'sellem H et Alkama Dj.,** (2009): La gestion des crises urbaines basée sur les méthodes et les outils d'aide à la décision, colloque ville et risque urbains, Constantine.
- Munier B.,** (2003) : L'inadaptation de la prévention réglementaire actuelle : l'exemple des risques sismiques, Colloque AFPS 2003, p. 18.
- Meschinet de Richemond N., Reghezza M.,** (2010) : La gestion du risque en France : contre ou avec le territoire ? , *Annales de géographie*, 673(3), p. 248-267.

- Meschinet de Richemont, N.**, (2004) : Les risques et leur gestion passée, in Veyret, Y., Gestion des risques naturels en France, Hatier, Paris.
- NIPP.**, (2009) : National Infrastructure Protection Plan. US Department of Homeland Security. U.S. Department of Home Security, Washington DC (USA), 175 p.
- November V.**, (1994) : Risques naturels et croissance urbaine : réflexion théorique sur la nature et le rôle du risque dans l'espace urbain. », Revue de géographie alpine, 82(4), p.113-123.
- November V.**, (2006): Le risque comme objet géographique, Cahiers de géographie du Québec, 50(141), p. 289-296.
- November V., Penelas M., Viot P.**, (2008) : L'effet Lully : un territoire à l'épreuve d'une inondation, Cosmopolitiques, vol. 17, p. 89-106.
- November V.**, (2010) : "Risques territorialisés" ou "territorialité du risque"? Réflexion géographique autour de la relation risque-territoire, in Risques et territoires: Interroger et comprendre la dimension locale de quelques risques contemporains, Coanus (T.), Comby (J.), Duchêne (F.), Martinais (E), Paris: Lavoisier, p. 275-286.
- November V.**, (2012) : Comment favoriser l'équité territoriale face aux risques ? Métropolitiques, p. 1–5.
- November, V.**, (2002) : Les territoires du risque : le risque comme objet de réflexion géographique, Peter Langue, Berne, 332 p.
- November V.**, (2004): Being close to risk. From Proximity to connexity, International Journal of Sustainable Development, vol. 7, no 3, p. 273-286.
- Paquot T.**, (2010) : L'urbanisme c'est notre affaire !, L'Atalante.
- Paquot T.**, (2008) : Conversations sur la ville et l'urbain. Archigraphy, Infolio, 986 p.
- Paquot T.**, (2011) : Un philosophe en ville. Archigraphy, Infolio, Gollion, Suisse, 230 p.
- Pelling M.**, (2003): The Vulnerability of Cities: social resilience and natural disaster, Earthscan, London.
- Peretti-Watel P.**, (2001) : La société du risque. Paris : La Découverte.
- Propeck-Zimmermann E Et Saint-Gerand T.**, (2003) : Pour une culture territoriale de la gestion des risques, Pouvoirs locaux n°56, p. 44-47.
- Pigeon G., De Munck C., Masson V., Meunier F., Bousquet P., Tremeac B., Merchat M., Poeuf P., Et Marchadier C.**, (2012) : Quelle augmentation de la température. Flow modeling for urban development - Actes du colloque du GIS Mu, Lille, France, p. 131-138.
- Pigeon P.**, (1994) : Ville et environnement, Nathan, Paris, 191 p.
- Pigeon P.**, (2010) : Catastrophes dites naturelles, risques et développement durable : utilisations géographiques de la courbe de Farmer. VertigO - La revue électronique en sciences de l'environnement, Vol. 10, n°1, p. 1–13.
- Pigeon P.**, (2012) : Paradoxes de l'urbanisation. Pourquoi les catastrophes n'empêchent-elles pas l'urbanisation ?, Paris, L'Harmattan, 278 p.
- Pigeon P.**, (2015) : Risque digue: une justification à la relecture systémique et géopolitique des risques environnementaux. L'Espace Politique. Revue de géographie politique et de géopolitique, (24).

**Pigeon P., Rebotier J., Guézo B.,** (2018) : Ce que peut apporter la résilience à la prévention des désastres: exemples en Lavours et en Chautagne (Ain, Savoie). In *Annales de géographie*, No. 1, Armand Colin, p. 5-28.

**Provitolo D.,** (2009) : Vulnérabilité et résilience : géométrie variable de deux concepts. In séminaire résilience de l'ENS. Paris, 2009.

**Provitolo D. et M. Reghezza-Zitt.,** (2015) : Résilience et vulnérabilité : de l'opposition au continuum , in REGHEZZA M. et S. RUFAT (sous dir.), 2015, *Résilience : Sociétés et territoires face à l'incertitude, aux risques et aux catastrophes*, ISTE éditions, p. 43-60.

**Propeck-Zimmermann E.,** (2003) : l'inscription des risques dans l'Espace : difficultés d'appréhension et de représentation - l'exemple des risques industriels, *Les risques*, dir. Moriniaux V., Editions du Temps, p 157-172.

**Propeck-Zimmermann, E. et Saint-Gérand, T.,** (2003) : Pour une culture territoriale de la gestion des risques, *Pouvoirs Locaux*, n° 56, p. 44-47.

**Pottier N.,** (2003) : La lutte contre les inondations en France : outils et stratégies d'hier à demain. In V. Moriniaux (ed.), *Les risques*, éditions du Temps, p. 173-204.

**Prowse, M.,** (2003): Towards a Clearer Understanding of 'Vulnerability' in Relation to Chronic Poverty, CPRC Working paper n\_24, Graduate School of Social Science and Law University of Manchester, 41 p.

**Provitolo D.,** (2009) : Vulnérabilité et résilience : géométrie variable des deux concepts, séminaire résilience urbaine de l'ENS, Paris.

**Pumain D., Saint-julien T.,** (1997) : *L'analyse Spatiale, La localisation dans l'espace*, Paris.

**Rasse G.,** (2009) : Les plans de prévention des risques technologiques au prisme de la vulnérabilité, ED n°432, Sciences et métiers de l'ingénieur, 326p.

**Reghezza M.,** (2006) : Réflexions sur la vulnérabilité métropolitaine. La métropole parisienne face au risque de crue centennale, Thèse de doctorat, Université Paris X – Nanterre, 384p.

**Rousseau E.,** (1910) : Les grandes lignes d'intérêt général aboutissant à Paris et les lignes de banlieue. Commission des inondations, 18 p.

**Reghezza M., Rufat S., Djament-Tran G., Leblanc A., Lhomme S.,** (2012): What resilience is not: Resilience use and abuse, *Cybergeo*.

**Reghezza M.,** (2015) : De l'avènement du Monde à celui de la planète : le basculement de la société du risque à la société de l'incertitude, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne.

**Reghezza-Zitt M.,** (2017): Penser la vulnérabilité dans un contexte de globalisation des risques grâce aux échelles spatiales et temporelles. *Espace populations sociétés. Space populations societies*.

**Renard F., Chapon P. M.,** (2010) : Une méthode d'évaluation de la vulnérabilité urbaine appliquée à l'agglomération lyonnaise, *L'Espace Géographique*, n°1/2010, p. 35-50.

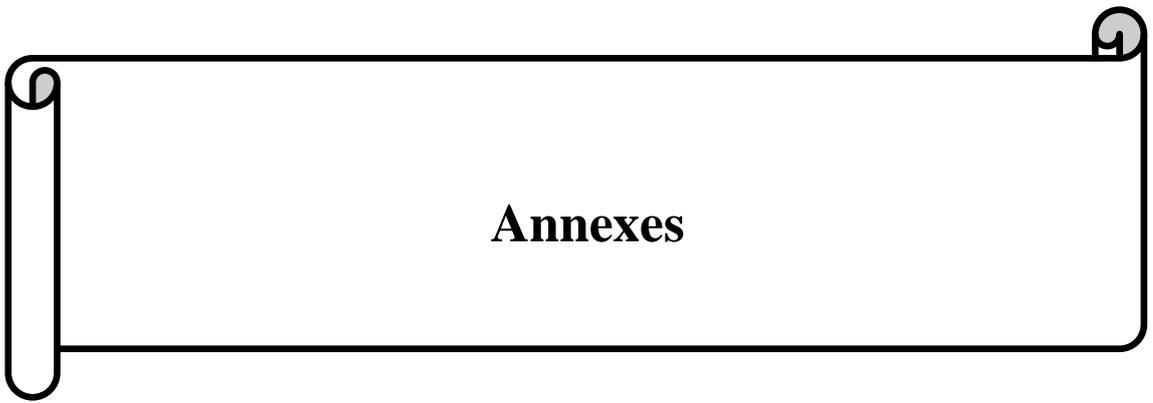
**Renard F., et Soto D.,** (2015) : Une représentation du risque à l'intersection de l'aléa et de la vulnérabilité: cartographies des inondations lyonnaises. *Geographica Helvetica*, vol. 70, n° 4, p333.

- Rouzeau M., Martin X., Pauc J. C.,** (2010) : Retour d'expérience des inondations survenues dans le département du Var les 15 et 16 Juin 2010, 87p.
- Roy B.,** (1985) : Méthodologie multicritère d'aide à la décision». Economica, Paris.
- Rousval B.,** (2005) : Aide multicritère à l'évaluation de l'impact des transports sur l'environnement. Thèse de doctorat, Université Paris-Dauphine.
- Rufat S.,** (2007) : L'estimation de la vulnérabilité urbaine, un outil pour la gestion du risque. Approche à partir du cas de l'agglomération lyonnaise, Géocarrefour, vol 82, n°1-2, p. 7-16.
- Rufat S.,** (2010) : Bucarest entre inertie et résilience, perennite urbaine », in traces, ed.Harmattant, p. 92-101.
- Ruin I.,** (2007) : Conduite à contre-courant. Les pratiques de mobilité dans le Gard : facteur de vulnérabilité aux crues rapides, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier de Grenoble, 362 p.
- Salagnac J. L.,** (2006) : Vulnérabilité des bâtiments à l'inondation : qualification du comportement des matériaux, publication scientifique CSTB, 24 p.
- Sanders L.,** (2006) : Les modèles agents en géographie urbaine, in Modélisation et systèmes multiagents: applications pour les Sciences de l'Homme et de la Société, Paris, Hermès Sciences-Lavoisier, Coll. science informatique et S.H.S., p. 173-191.
- Saaty, T. L.,** (2003). Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. European Journal of Operational Research, 145(1), 85-91p.
- Serre D.,** (2005) : Evaluation de la performance des digues de protection contre les inondations – Modélisation de critères de décision dans un Système d'Information Géographique, Thèse de doctorat, Université de Marne la Vallée, 240 p.
- Serre D., Peyras L., Tourment R., Diab Y.,** (2008): Levee performance assessment: development of a GIS tool to support planning maintenance actions, Journal of Infrastructure System, ASCE, Vol. 14, Issue 3, pp. 201-213.
- Serre D., Toubin M., Bailly G., Cordier M.,** (2013) : Tentative de définition générale de la notion de système urbain résilient. Rapport WP4.1 du projet RESILIS, 1–36 p.
- Serre D., Toubin M., Barroca B., Bailly G., Cordier M.,** (2013) : Méthodes d'évaluation de la résilience des sous-systèmes, Rapport WP4.2 du projet RESILIS, 1–69 p.
- Serre D.,** (2005) : Évaluation de la performance des digues de protection contre les inondations. Thèse de doctorat, Université de Marne-la-Vallée, 366 p.
- Serre D.,** (2011) : La ville résiliente aux inondations, méthodes et outils d'évaluation. HDR, Université Paris-Est, 173 p.
- Serre D., Barroca B., Laganier R.,** (2013): Resilience and urban risk management. CRC Press, Taylor et Francis Group, Londres, France, 179 p.
- Schärlig A.,** (1985) : Décider sur plusieurs critères. Panorama de l'aide à la décision multicritère, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, coll. « Diriger l'entreprise », 303 p.
- Tacnet J M.,** (2009) : Prise en compte de l'incertitude dans l'expertise des risques naturels en montagne par analyse multicritères et fusion d'information, Thèse de doctorat, école nationale supérieure des mines, 404p.

- Théron P.**, (2011) : Seven findings on critical infrastructures resilience, CRITIS 2011, 6th International conference on critical information infrastructures security, Lucerne.
- Thierion V.**, 2010, Contribution à l'amélioration de l'expertise en situation de crise par l'utilisation de l'informatique distribuée. Application aux crues à cinétique rapide, Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Spécialité Science et Génie des Activités à risques.
- Thomas I.**, (1986) : Analyse spatiale et modèles de localisation optimale. Outils opérationnels d'aide à la décision », Actes des colloques de l'AIDELF, p.139-153.
- Thouret, J.-C. et D'Ercole, R.**, (1996) : Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales, Cahiers des Sciences Humaines, vol. 96, n° 2, p. 407-422.
- Timmerman, P.**, (1981): Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications, Institute for Environmental Studies, University of Toronto.
- Timmerman, P.**, (1986): Mythology and Surprise in the Sustainable Development of the Biosphere , in Clark, W. C. et Munn, R. E., Sustainable Development of the Biosphere, Cambridge University Press, Cambridge.
- Tierney K., Bruneau M.**, (2007): Conceptualizing and measuring resilience: a key to disaster loss reduction, TR news, p. 14-18.
- Touili N.**,(2018): La gestion des risques multiples en zones urbaines: un modèle intégré d'analyses multirisques pour une résilience générale, ISTE OpenScience.
- 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-la revue électronique en sciences de l'environnement, (Hors-série 23), 395p.
- Toubin M.**, (2014) : Améliorer la résilience urbaine par un diagnostic collaboratif ?, L'exemple des services urbains parisiens face à l'inondation, Thèse de doctorat, Université Paris.Diderot (PARIS 7), 408p.
- Toubin M., Lhomme S., Arnaud J.-P., Diab Y., Serre D., Laganier R.**, (2011) : La résilience urbaine face aux risques : une réponse transdisciplinaire. Fonder les sciences du territoire - Colloque international du CIST, Paris, France, p. 455–460.
- Toubin M., Lhomme S., Diab Y., Serre D., Laganier R.**, (2012) : La résilience urbaine : un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ? Développement durable et territoires, Vol. 3, n°1, p. 1–15.
- Toubin M., Serre D., Diab Y., Laganier R.**, (2012): A collaborative approach from resilient networks to resilient cities. Water sensitive urban design Conference, Melbourne, Australie.
- Toubin M., Serre D., Diab Y., Laganier R.**, (2012): The contribution of urban services interdependencies analysis to urban resilience. Flow modeling for urban development - Actes du colloque du GIS Mu, Lille, France, p. 68–78.
- Toubin M.** (2013) : Auto-diagnostic des interdépendances entre services urbains à Mantes-la-Jolie. Rapport WP6.1.M.4 du projet RESILIS, 24 p.
- Toubin M., Raymond M.**, (2013) : Bilan de l'expérimentation à Mantes. Rapport WP6.2.M du projet RESILIS, 18 p.

- Toubin M., Arnaud J.-P., Diab Y., Serre D.,** (2013) : Le projet RESILIS, l'ingénierie de la résilience à destination des collectivités. Ouvrage introductif au 92e congrès de l'ASTEE, Nantes, France, p. 25–27.
- Toubin M., Laganier R., Diab Y., Serre D.,** (2013) : Améliorer la résilience urbaine par une gestion intégrée des services urbains. Colloque international du Labex Futurs Urbains, Marne-la-Vallée, France.
- Toubin M., Lhomme S., Laganier R., Serre D.,** (2013) : Paris résiliente, la ville de Paris face à la crue centennale de la Seine. Rapport final, AAP Paris 2030, 72 p.
- Toubin M., Serre D., Diab Y., Laganier R.** (2013) : Promote urban resilience through a collaborative urban services management. AAG annual meeting, Los Angeles, États-Unis.
- Toubin M., Diab Y., Laganier R., Serre D.,** (2014) : Les conditions de la résilience des services urbains parisiens par l'apprentissage collectif autour des interdépendances. Vertigo –La revue électronique en sciences de l'environnement, sous presse.
- Toubin M., Laganier R., Diab Y., Serre D.,** (2014): Improving the conditions for urban resilience through collaborative learning of Parisian urban services. Journal of urban planning and development, sous presse.
- Tsoukias, A.,** (2006) : Concepts et méthodes pour l'aide à la décision- Outils de modélisation, chapitre 1 - De la théorie de la décision à l'aide à la décision. Hermès - Lavoisier, Paris.
- Turner II B. L.,** (2010): Vulnerability and resilience: Coalescing or paralleling approaches for sustainability science? Global Environmental Change, Vol. 20, n°4, p. 570–576.
- Toubin M., Lhomme S., Diab Y., Serre D., Laganier R.,** (2012) : La Résilience urbaine : un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ?, Développement durable et territoires, Vol.3, n°1.
- UNISDR.,** (2011): Towards Resilient cities - A guidance note on engaging urban poor, New York and Geneva: United Nations publication.
- UNISDR.,** (2010): Making Cities Resilient: addressing urban risk, New York and Geneva: United Nations publication.
- UNISDR.,** (2005): Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters, New York and Geneva: United Nations publication.
- UN-HABITAT** (United Nations Human Settlements Programme), 2007, State of the World's Cities 2007.
- Vale L J., Campanella T. J.,** (2005): The resilient city - How modern cities recover from disaster. Oxford University Press, 390 p.
- Valadas E.,** (2003) : Identification des scénarios de dégradations des chaussées bitumineuses épaisses, Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en génie civil, CUST, Université Blaise Pascal Clermont 2, 148 p.
- Vale J. V., Campanella T. J.,** (2005): The Resilient City. How modern cities recover from disaster, New York, Oxford University Press.
- Veyret Y.,** (2003) : Les risques, A. Colin, SEDES, 255 p.
- Veyret Y., Reghezza M.,** (2005) : Aléas et risques dans l'analyse géographique, Annales des Mines, série responsabilité et environnement, p. 61–70.

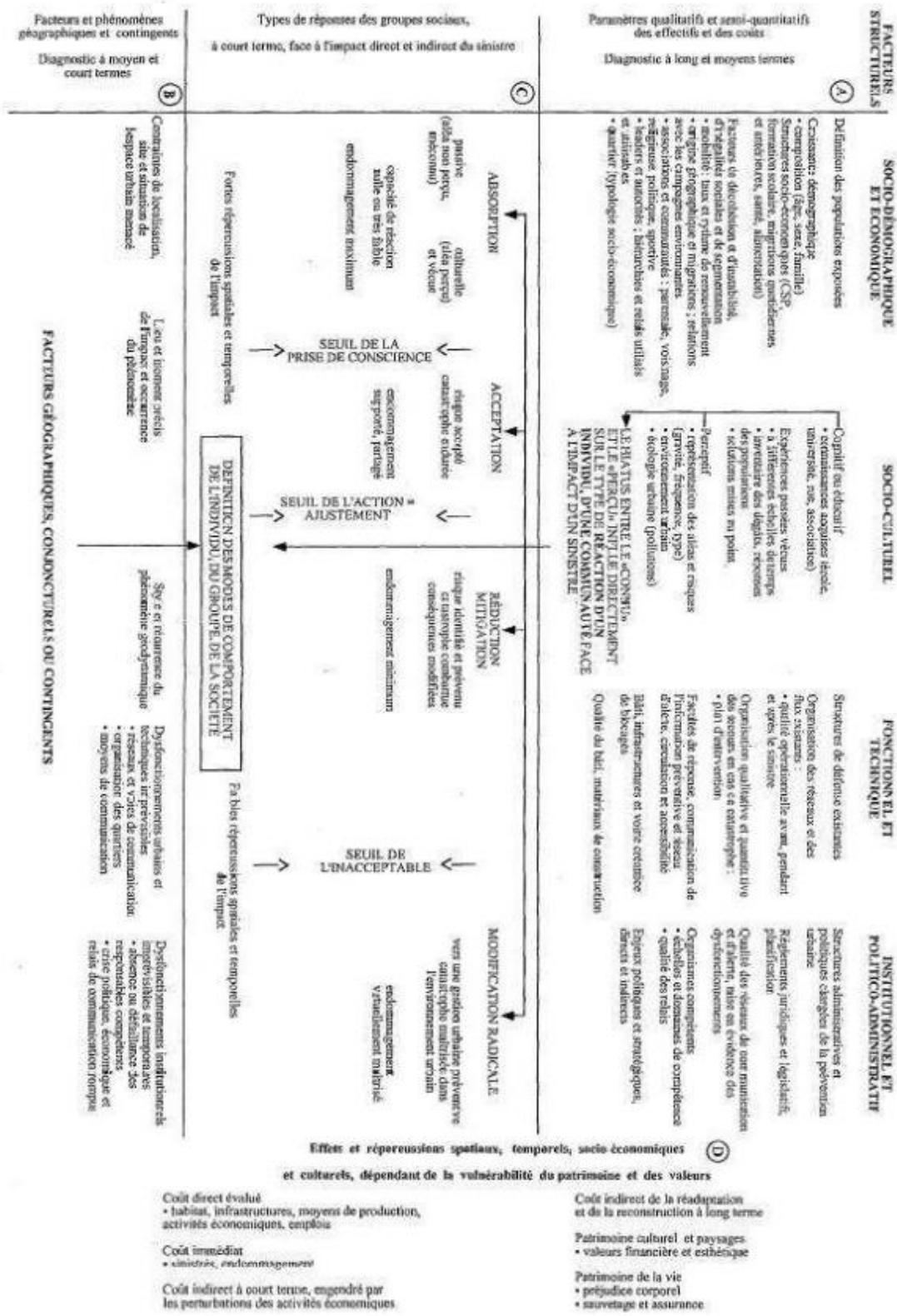
- Veyret Y.**, (2004) : Géographie des risques naturels en France. De l'aléa à la gestion, Hatier, Paris, 251 p.
- Veyret Y. et Reghezza M.**, (2006) : Vulnérabilité et risques. L'approche récente de la vulnérabilité, Annales des mines, no 43, p. 9-13.
- Villemeur A.**, (1998) : Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels. Fiabilité, facteurs humains, informatisation, Collection de la Direction des Études et Recherches d'Électricité de France. Éd. Eyrolles, Paris.
- Villar, C.**, (2010) : La résilience pour les territoires : outil opérationnel ou mot d'ordre incantatoire ?, Technicités.
- Vuillet M.**, (2012) : Élaboration d'un modèle d'aide à la décision basé sur une approche probabiliste pour l'évaluation de la performance des digues fluviales, Thèse de doctorat, Ecole doctorale, Paris-Est, 291p.
- Wackerman G.**, (2005) : La géographie des risques dans le monde, Paris, Ellipses, 504p.
- Wackermann G.**, (2005) : Ville et environnement, ed Ellipses, France, 440p.
- Walker B. et D Salt.**, (2006): Resilience thinking. Sustaining ecosystems and people in a changing world, Washington, Island Press, 174 p.
- Wallace D., Wallace R.**, (2008): Urban systems during disasters: factors for resilience, Ecology and Society, 13(1):18.
- Wisner B., Blaikie P., Cannon T. et Davis I.**, (2004): At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. London, Routledge (Second edition).
- Wisner B., O'Keefe P. et Westgate, K.**, (1976) Taking the Naturalness out of Natural Disasters, Nature, p. 566-567.
- White G. F.**, (1968): Paths to Risk Analysis, Risk Analysis, vol. 8, n° 2, p. 171-175.
- White G. F.**, (1974), Natural Hazards: Local, National, Global, Oxford University Press, Oxford, 288 p.
- White G. F. et Haas E.**, (1975): Assessment of Research on Natural Hazards, MIT Press, Cambridge, M. A., 487 p.
- Zevenbergen C., Cashman A., Evelpidou N., Pasche E., Garvin S et Ashley R.**, (2010): Urban flood management, CRC press, Taylor & Francis Group, 322 p.
- Zimmerman R., Restrepo C. E.**, 2006, « The next step: quantifying infrastructure interdependencies to improve security », International Journal of Critical Infrastructure, Vol. 2, No. 2/3, p. 215-230.
- Zimmerman R.**, (2002) : Enjeux et gestion des interactions entre les différents réseaux d'infrastructure. Flux, Vol. 47, n°1, p. 54-68.



**Annexes**

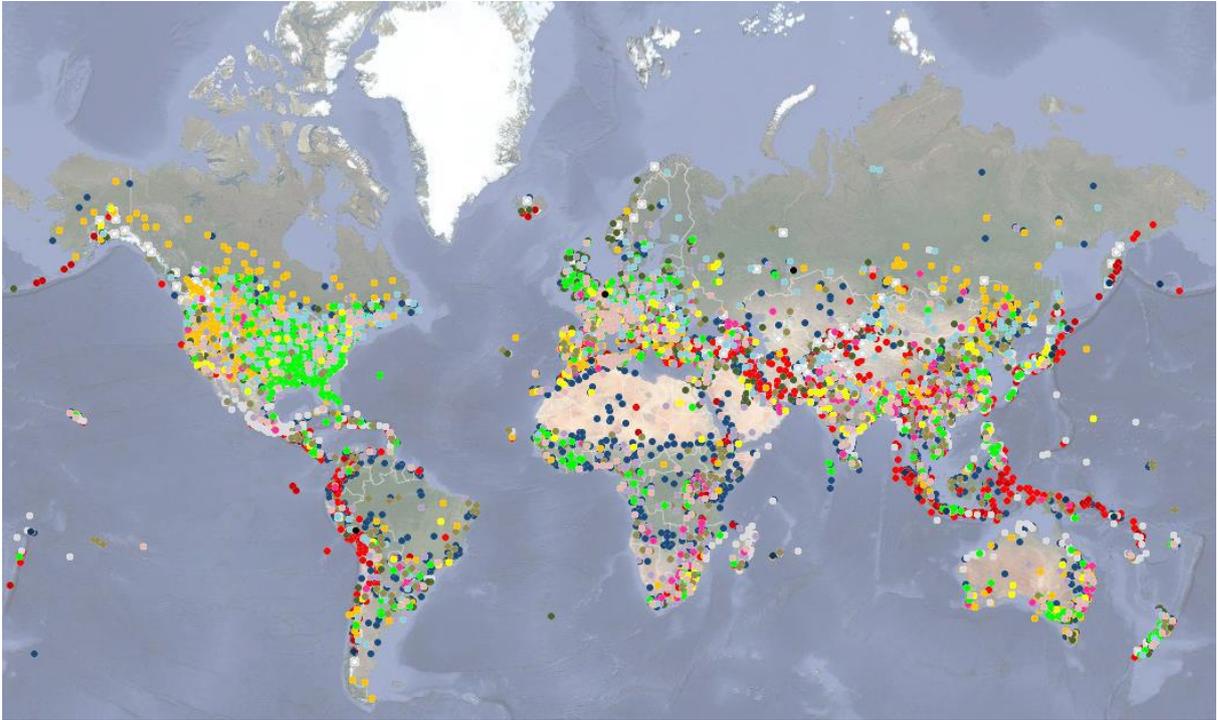
# Annexe n° 1:

Les dimensions de la vulnérabilité urbaine (Leone F et Vinet F, 2006)



## Annexe n° 2:

Evénements dommageables d'origine naturelle enregistrés dans le monde entre 2001 et 2015 par type d'aléa (planete.info, 2017)



- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| ● Inondations et coulées de boue  | ● Grêle                               |
| ● Mouvements de terrain           | ● Tornades et trombes                 |
| ● Séismes                         | ● Froid, neige et pluies verglaçantes |
| ● Avalanches                      | ● Chaleur                             |
| ● Eruptions volcaniques           | ● Sécheresses                         |
| ● Incendies de forêt              | ● Intempéries                         |
| ● Cyclones et tempêtes tropicales | ● Tsunamis                            |
| ● Tempêtes                        | ● Extra terrestre                     |
| ● Orages et foudre                |                                       |

## **Annexe n° 3:**

### **Recueil de textes législatifs et réglementaires :**

- 1- Loi 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme ; JO N°52
- 2- Loi 01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire; JO N°77
- 3- Loi 03-10 relative à la protection de l'environnement; JO N°43
- 4- Loi 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable du territoire; JO N°34
- 5-Décret n° 85-231 et 232 du 25 Août 1985 fixant les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions, de secours et de prévention en cas de risques de catastrophes ; JO N°.
- 6-Décret n°90 -402 du 15 décembre 1990 portant organisation et fonctionnement des fonds de calamités naturelles et de risques technologiques majeurs; JO N°55.

### **DECRET 85.232 DU 25.08.85 RELATIF A LA PREVENTION DES RISQUES DE CATASTROPHES**

Dans le cadre des lois et règlements en vigueur, toute autorité ou organe habilité est tenu de prendre et de mettre en œuvre les mesures et normes réglementaires et techniques de nature à éliminer les risques susceptibles de mettre en danger la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement ou à en réduire les effets (article 1).

Chaque ministre veille à la mise en œuvre de ces dispositions et définit pour son secteur, le cas échéant, conjointement avec le ministre de l'intérieur et des collectivités locales, le dispositif du plan de prévention des risques d'origine naturelle ou technologique en rapport avec l'action ou l'activité de son secteur.

Chaque wali veille à la mise en œuvre et à l'adaptation éventuelle aux communes de la wilaya, des mesures et normes arrêtées en matière de prévention des risques (article 3).

Chaque entreprise, établissement, unité ou organisme met en place le plan de prévention des risques conforme à ses activités et aux normes du dispositif arrêté.

Il est institué au sein des entreprises, établissements, unités et organismes publics et privés, une cellule de prévention des risques.

### **PAM : REFERENCE JURIDIQUES**

1. Ordonnance 76-04 du 20 février 1976 relative aux règles applicables en matière de sécurité contre les risques d'incendie et de panique
2. Décret 76-34 du 20 février 1976 relatif aux établissements dangereux , insalubres et incommodes
3. Décret 76-35 du 20 février 1976 relatif au règlement de sécurité contre les risques d'incendie et panique dans les IGH.
4. Décret 76-36 du 20 février 1976 relatif à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissement recevant du public .
5. Décret 76-36 du 20 février 1976 relatif à la sécurité contre les risques d'incendie et panique dans les bâtiments d'habitation
6. Décret 76-105 du 12 mai 1984 instituant un périmètre de protection des installations et infrastructures.
7. Loi 83- 03 du 05 février 1983 relative à la protection de l'environnement
8. Décret 84-55 du 03 mars 1983 relatif à l'administration de la industrielle.
9. Décret 85-231 et 85-232 relatifs aux plans d'intervention et prévention

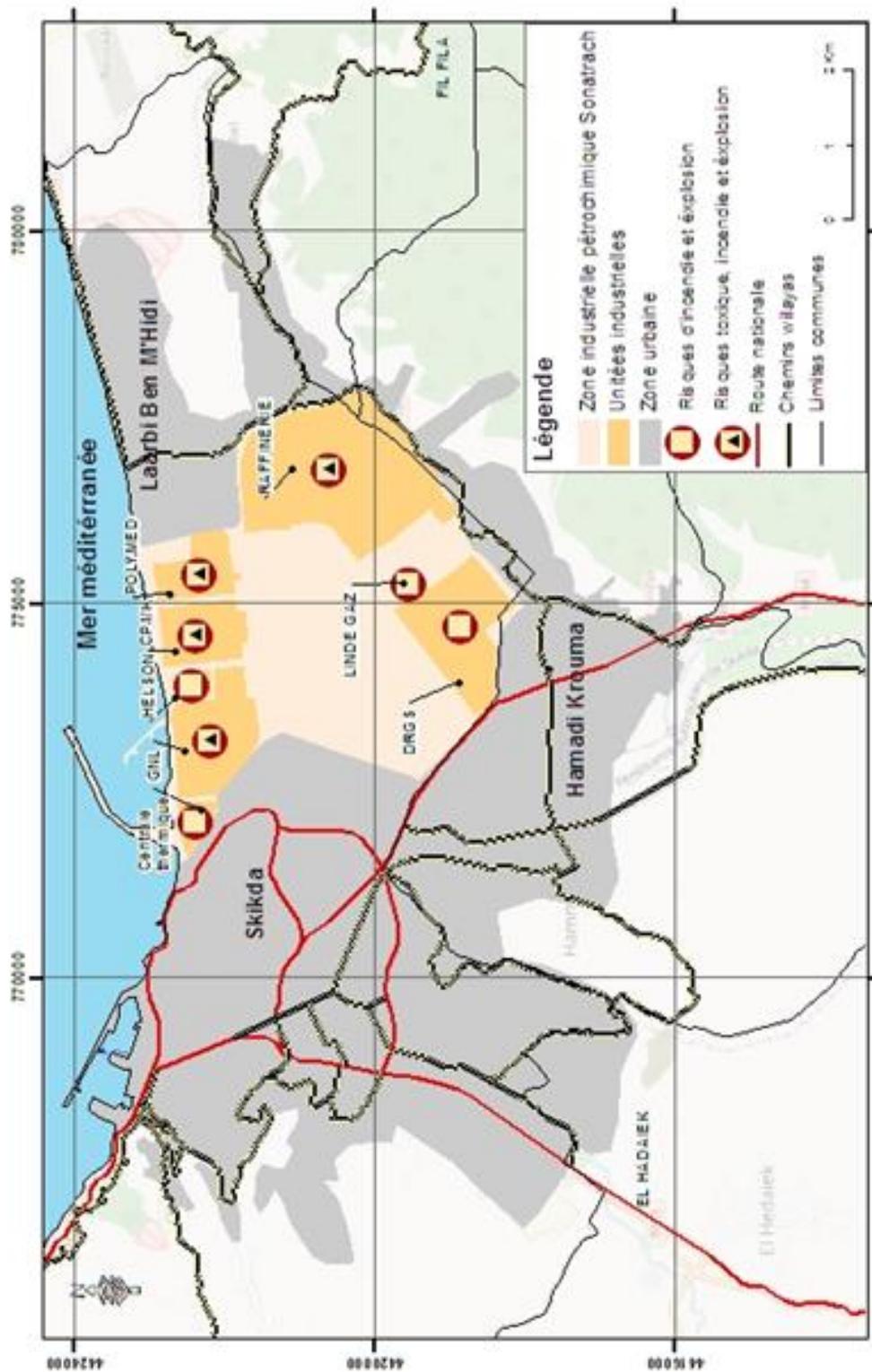
## Annexe n° 4:

Historique des inondations à Skikda (Protection civile Skikda, 2015)



## Annexe n° 5:

Les établissements industriels et leur dangerosité (Auteur, 2014)



## Annexe n° 6:

### FICHE TECHNIQUE DES ETABLISSEMENTS A RISQUES MAJEURS

#### 1/ RAFFINERIE DE PETROLE DE SKIKDA

SUPERFICIE TOTALE: 190 ha

NOMBRE D'INSTALLATION: 12

- Deux unités de distillation atmosphérique 15.000.000 TM
- Trois unités de séparation de GPL 669.500 TM
- Deux unités de reforming catalytique 2.330.000 TM
- Une unité d'extraction / fractionnement aromatiques 285.000 TM
- Une Unité de production des xylènes 430.000 TM
- Une unité de production de bitumes 277.000 TM
- Des Utilités.
- Un parc de stockage 2.000.000 TM

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

1,5 km par rapport au complexe des matières plastiques,

1,5 km par rapport à l'unité des gaz industriels

CAPACITE DE PRODUCTION: 15 000 000 Tonnes

MATIERES PREMIERES:

- Pétrole brut: 15 000 000 TM
- Brut Réduit Importé: 277 000 TM

#### 2/ COMPLEXE DES MATIERES PLASTIQUES (ENTREPRISE NATIONALE DES INDUSTRIES PETROCHIMIQUES)

SUPERFICIE TOTALE: 52 ha

NOMBRE D'INSTALLATION: 06

- Unité chlore soude: avril 1979
- Unité éthylène: février 1978
- Unité polyéthylène: avril 1981
- Unité polychlorure de vinyle: avril 1979
- Unité mono chlorure de vinyle: avril 1979
- Unité utilité septembre 1978

ACTIVITE: Industries chimiques et pétrochimiques

DISTANCE PAR RAPPORT AUX HABITATIONS LES PLUS PROCHES: 2 à 3 km

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

20 m (le complexe gaz naturel liquéfié, le complexe polyéthylène haute densité)

MATIERES PREMIERES: Ethane: 150 000 t/an, Sel gemme: 60 000 t/an

#### 3/ COMPLEXE GAZ NATUREL LIQUEFIE

SUPERFICIE TOTALE: 92 ha

NOMBRE D'INSTALLATION:

06 unités de liquéfaction du gaz naturel (10-20-30-40-6 et 5)

DISTANCE PAR RAPPORT AUX HABITATIONS LES PLUS PROCHES:

02 km par rapport à l'agglomération secondaire de Hamrouch Hamoudi et la ville de Skikda.

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

50 m par rapport au complexe des matières plastiques,

1 km par rapport à la centrale thermique.

ACTIVITE: Liquéfaction du gaz naturel

CAPACITE DE PRODUCTION:

- Unité 10: 6500 m<sup>3</sup>/j
- Unité 20: 6500 m<sup>3</sup>/j
- Unité 30: 6500 m<sup>3</sup>/j
- Unité 40: 6500 m<sup>3</sup>/j
- Unité 6: 7223 m<sup>3</sup>/j

DISTANCE PAR RAPPORT AUX INSTALLATIONS AVOISINANTES:

1 km de la centrale électrique, 50 du complexe des matières plastiques

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

1 km de la centrale électrique, 50 du complexe des matières plastiques

4/ SOCIETE MEDITERRANEENNE DES POLYMERES (POLYMED)

IMPLANTATION A l'intérieur de la zone industrielle de Skikda

SUPERFICIE TOTALE: 16 ha

NOMBRE D'INSTALLATION: 02 aires

DISTANCE PAR RAPPORT AUX HABITATIONS LES PLUS PROCHES:

02 km par rapport à l'agglomération secondaire de Hamrouch Hamoudi et la ville de Skikda.

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

450 m base de vie par rapport à la base de vie polymed

100 m par rapport aux anciens bureaux ENIP

5/ DENOMINATION DE L'ETABLISSEMENT: LINDE GAS ALGERIE (ENGI)

SUPERFICIE TOTALE: 04 ha

NOMBRE D'INSTALLATION: 03

DISTANCE PAR RAPPORT AUX HABITATIONS LES PLUS PROCHES:

02 km par rapport à l'agglomération secondaire de Hamrouch Hamoudi

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

01 km par rapport au bâtiment administratif de l'entreprise ENIP

6/ CENTRALE THERMIQUE ELECTRIQUE (CTE) DE SKIKDA

ACTIVITE: Production d'électricité

CAPACITE DE PRODUCTION: 1834 GWH

DISTANCE PAR RAPPORT AUX INSTALLATIONS AVOISINANTES:

1 km du complexe gaz naturel liquéfié

20 m de la nouvelle centrale électrique (Shariket Kahraba Skikda)

7/ ENTREPRISE DE TRANSPORT DES HYDROCARBURES PAR CANALISATIONS (DRGS)

ACTIVITE: Transport du pétrole brut et gaz naturel de la région sud vers le nord

ADRESSE: zone industrielle

SUPERFICIE UTILE: 103 ha

Quantité transportée: 25 966 895 TM

Capacité de stockage: 768 000 M3

DISTANCE PAR RAPPORT AUX INSTALLATIONS AVOISINANTES:

2 à 3 km (ville de Skikda côté sud et sud-ouest)

150 m côté est (agglomérations secondaires Allaoua Tghane)

1 km côté nord (agglomération secondaire de Hamrouch Hamoudi)

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

150 m par rapport a Linde Gas Algerie (ENGI).

8/ HELISON PRODUCTION S.P.A

ACTIVITE: Production d'hélium

SUPERFICIE UTILE: 02 ha environ

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

10 m GL1K , 30 m CPIK

**9/ Skikda SPA**

ACTIVITE: Production d'électricité

ADRESSE: zone industrielle

SUPERFICIE UTILE: 04.3 ha environ

DISTANCE PAR RAPPORT AUX ETABLISSEMENTS LIMITROPHES:

20 m CTE, 70 m GL1K

## Annexe n° 7:

### Les données des districts

N° Commune	Commune	Dispersion	Agglomération	District	Superficie
1	SKIKDA	2	Sidi Ahmed	4	131488,72
1	SKIKDA	2	Sidi Ahmed	5	231196,4
1	SKIKDA	2	Stora	6	213568,91
1	SKIKDA	2	Stora	7	175833,71
1	SKIKDA	2	Oued Chadi	8	126096,01
1	SKIKDA	2	Zef-Zef	9	1037378,61
1	SKIKDA	2	Larbi Ben M'hidi	10	866676,74
1	SKIKDA	2	Larbi Ben M'hidi	11	224119,94
1	SKIKDA	2	Larbi Ben M'hidi	13	296159,54
1	SKIKDA	2	Larbi Ben M'hidi	14	246639,62
1	SKIKDA	2	Larbi Ben M'hidi	15	245269,88
1	SKIKDA	2	Larbi Ben M'hidi	16	838225,68
1	SKIKDA	1	SKIKDA	18	188111,47
1	SKIKDA	1	SKIKDA	19	476883,98
1	SKIKDA	1	SKIKDA	20	502688,34
1	SKIKDA	1	SKIKDA	21	1079350,02
1	SKIKDA	1	SKIKDA	22	314765,05
1	SKIKDA	1	SKIKDA	23	65997,56
1	SKIKDA	1	SKIKDA	24	24385,82
1	SKIKDA	1	SKIKDA	25	59001,51
1	SKIKDA	1	SKIKDA	26	25475,65
1	SKIKDA	1	SKIKDA	27	160201,34
1	SKIKDA	1	SKIKDA	28	60564,93
1	SKIKDA	1	SKIKDA	29	133537,43
1	SKIKDA	1	SKIKDA	30	18996,08
1	SKIKDA	1	SKIKDA	31	36493,87
1	SKIKDA	1	SKIKDA	32	45066,79
1	SKIKDA	1	SKIKDA	33	21964,92
1	SKIKDA	1	SKIKDA	34	20842,52
1	SKIKDA	1	SKIKDA	35	11984,42
1	SKIKDA	1	SKIKDA	36	11831,23
1	SKIKDA	1	SKIKDA	37	19781,18
1	SKIKDA	1	SKIKDA	38	141420,03
1	SKIKDA	1	SKIKDA	39	20073,2
1	SKIKDA	1	SKIKDA	40	52946,2
1	SKIKDA	1	SKIKDA	41	21639,45
1	SKIKDA	1	SKIKDA	42	15897,43
1	SKIKDA	1	SKIKDA	43	30627,86
1	SKIKDA	1	SKIKDA	44	39010,56
1	SKIKDA	1	SKIKDA	45	12936,46
1	SKIKDA	1	SKIKDA	46	20121,61
1	SKIKDA	1	SKIKDA	47	20244,55
1	SKIKDA	1	SKIKDA	48	13710,23
1	SKIKDA	1	SKIKDA	49	61178,86
1	SKIKDA	1	SKIKDA	50	94149,85
1	SKIKDA	1	SKIKDA	51	30150,33
1	SKIKDA	1	SKIKDA	52	236603,28
1	SKIKDA	1	SKIKDA	53	97050,07
1	SKIKDA	1	SKIKDA	54	156045,62
1	SKIKDA	1	SKIKDA	55	65555,43
1	SKIKDA	1	SKIKDA	56	240013,84
1	SKIKDA	1	SKIKDA	57	128075,7
1	SKIKDA	1	SKIKDA	58	110574,96
1	SKIKDA	1	SKIKDA	59	283750,76
1	SKIKDA	1	SKIKDA	60	139702,96
1	SKIKDA	1	SKIKDA	61	75011,15
1	SKIKDA	1	SKIKDA	62	80597,06
1	SKIKDA	1	SKIKDA	63	903963,79
1	SKIKDA	1	SKIKDA	64	137218,27
1	SKIKDA	1	SKIKDA	65	187572,41
1	SKIKDA	1	SKIKDA	66	37295,88
1	SKIKDA	1	SKIKDA	67	18299,69
1	SKIKDA	1	SKIKDA	68	19690,92
1	SKIKDA	1	SKIKDA	69	19435,2
1	SKIKDA	1	SKIKDA	70	367557,63
1	SKIKDA	1	SKIKDA	71	104194,34
1	SKIKDA	1	SKIKDA	72	15423,39
1	SKIKDA	1	SKIKDA	73	12487,07
1	SKIKDA	1	SKIKDA	74	44970,82
1	SKIKDA	1	SKIKDA	75	41300,95
1	SKIKDA	1	SKIKDA	76	34323,99
1	SKIKDA	1	SKIKDA	77	50042,72

1	SKIKDA	1	SKIKDA	78	20562,17
1	SKIKDA	1	SKIKDA	79	20608,94
1	SKIKDA	1	SKIKDA	80	41165,72
1	SKIKDA	1	SKIKDA	81	73636,62
1	SKIKDA	1	SKIKDA	82	164366,55
1	SKIKDA	1	SKIKDA	83	20481,66
1	SKIKDA	1	SKIKDA	84	13122,77
1	SKIKDA	1	SKIKDA	85	24372,73
1	SKIKDA	1	SKIKDA	86	48304,16
1	SKIKDA	1	SKIKDA	87	16581,18
1	SKIKDA	1	SKIKDA	88	36975,86
1	SKIKDA	1	SKIKDA	89	51805,65
1	SKIKDA	1	SKIKDA	90	78164,26
1	SKIKDA	1	SKIKDA	91	33299,27
1	SKIKDA	1	SKIKDA	92	56010,07
1	SKIKDA	1	SKIKDA	93	63960,25
1	SKIKDA	1	SKIKDA	94	52640,08
1	SKIKDA	1	SKIKDA	95	24258,17
1	SKIKDA	1	SKIKDA	96	34561,39
1	SKIKDA	1	SKIKDA	97	27498,22
1	SKIKDA	1	SKIKDA	98	44620,96
1	SKIKDA	1	SKIKDA	99	38293,48
1	SKIKDA	1	SKIKDA	100	159784,45
1	SKIKDA	1	SKIKDA	101	381663,41
1	SKIKDA	1	SKIKDA	102	164386,37
1	SKIKDA	1	SKIKDA	103	19483,93
1	SKIKDA	1	SKIKDA	104	27520,73
1	SKIKDA	1	SKIKDA	105	20111,89
1	SKIKDA	1	SKIKDA	106	29784,06
1	SKIKDA	1	SKIKDA	107	34147,96
1	SKIKDA	1	SKIKDA	108	122758,46
1	SKIKDA	1	SKIKDA	109	127855,43
1	SKIKDA	1	SKIKDA	110	421333,32
1	SKIKDA	1	SKIKDA	111	70663,52
1	SKIKDA	1	SKIKDA	112	37014,83
1	SKIKDA	1	SKIKDA	113	51992,02
1	SKIKDA	1	SKIKDA	114	66305,18
1	SKIKDA	1	SKIKDA	115	91340,17
1	SKIKDA	1	SKIKDA	116	15326,9
1	SKIKDA	1	SKIKDA	117	33438,52
1	SKIKDA	1	SKIKDA	118	19078,61
1	SKIKDA	1	SKIKDA	119	182190,74
1	SKIKDA	1	SKIKDA	120	37113,88
1	SKIKDA	1	SKIKDA	121	51142,11
1	SKIKDA	1	SKIKDA	122	76078,74
1	SKIKDA	1	SKIKDA	123	26404,54
1	SKIKDA	1	SKIKDA	124	36308,88
1	SKIKDA	1	SKIKDA	125	15180,79
1	SKIKDA	1	SKIKDA	126	45486,75
1	SKIKDA	1	SKIKDA	127	13118,26
1	SKIKDA	1	SKIKDA	128	54425,99
1	SKIKDA	1	SKIKDA	129	114080,38
1	SKIKDA	1	SKIKDA	130	64232,27
1	SKIKDA	1	SKIKDA	131	120275,49
1	SKIKDA	1	SKIKDA	132	91854,75
1	SKIKDA	1	SKIKDA	133	61329,75
1	SKIKDA	1	SKIKDA	134	71276,57
1	SKIKDA	1	SKIKDA	135	145534,88
1	SKIKDA	1	SKIKDA	136	27028,81
1	SKIKDA	1	SKIKDA	137	90731,97
1	SKIKDA	1	SKIKDA	138	48656,15
1	SKIKDA	1	SKIKDA	139	35516,49
1	SKIKDA	1	SKIKDA	140	20677,28
1	SKIKDA	1	SKIKDA	141	19068,71
1	SKIKDA	1	SKIKDA	142	17379,38
1	SKIKDA	1	SKIKDA	143	33972,29
1	SKIKDA	1	SKIKDA	144	60062,44
1	SKIKDA	1	SKIKDA	145	19980,09
1	SKIKDA	1	SKIKDA	146	17452,7
1	SKIKDA	1	SKIKDA	147	25141,04
1	SKIKDA	1	SKIKDA	148	33776,55
1	SKIKDA	1	SKIKDA	149	19227,19
1	SKIKDA	1	SKIKDA	150	41186,1
1	SKIKDA	1	SKIKDA	151	17959,29
1	SKIKDA	1	SKIKDA	152	35019,01
1	SKIKDA	1	SKIKDA	153	101279,49
1	SKIKDA	1	SKIKDA	154	136545,5
1	SKIKDA	1	SKIKDA	155	36216,81
1	SKIKDA	1	SKIKDA	156	25084,19
1	SKIKDA	1	SKIKDA	157	44285,67
1	SKIKDA	1	SKIKDA	158	46581,14

1	SKIKDA	1	SKIKDA	159	25282,43
1	SKIKDA	1	SKIKDA	160	25242,55
1	SKIKDA	1	SKIKDA	161	19602,56
1	SKIKDA	1	SKIKDA	162	27044,58
1	SKIKDA	1	SKIKDA	163	18092,92
1	SKIKDA	1	SKIKDA	164	35052,43
1	SKIKDA	1	SKIKDA	165	59852,84
1	SKIKDA	1	SKIKDA	166	22534,86
1	SKIKDA	1	SKIKDA	167	22100,62
1	SKIKDA	1	SKIKDA	168	8597,13
1	SKIKDA	1	SKIKDA	169	16973,32
1	SKIKDA	1	SKIKDA	170	85546,43
30	FILFILA	2	Oued Ksob	7	201109,31
30	FILFILA	2	Oued Ksob	12	133085,68
30	FILFILA	2	Oued Ksob	13	174785,09
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	7_1	39194,86
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	8_2	49082,64
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	9_3	383130,98
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	10_4	2563363,83
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	11_5	76968,47
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	12_6	1246395,42
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	13_7	271278,09
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	14_8	168001,54
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	15_9	334857,28
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	16_10	159406,56
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	17_11	245571,62
37	HAMADI KROU	2	Hamrouche Hamoudi	18_12	462495,91
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	19_1	153259,89
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	20_2	257852,55
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	21_3	144808,51
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	22_4	216096,21
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	23_5	120171,25
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	24_6	52559,74
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	25_7	23135,83
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	26_8	114301,61
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	27_9	88777,15
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	28_10	97651,53
37	HAMADI KROU	1	HAMADI KROUMA	29_11	44361,69

## Annexe n° 8:

Les données des quartiers

N° COM	Agglomération	QUARTIER	SUPERFICIE QUARTIER
1	Larbi Ben M'hidi	EPIDEX	355705,46
1	Larbi Ben M'hidi	SNLB	71814,06
1	Larbi Ben M'hidi	CARAVANING	169919,79
1	Larbi Ben M'hidi	DRAGADOS	37336,24
1	Larbi Ben M'hidi	COMERINT	182336,12
1	Larbi Ben M'hidi	INCISA	103050,66
1	Larbi Ben M'hidi	SKODA	82259,86
1	Larbi Ben M'hidi	PRIT CHARD	106915,34
1	Larbi Ben M'hidi	ITALEDIL	27961,32
1	Larbi Ben M'hidi	GTP	78082,09
1	Larbi Ben M'hidi	RAIK	158995,4
1	Larbi Ben M'hidi	GDF	104015,49
1	Larbi Ben M'hidi	CITE KASSIS	85646,24
1	Larbi Ben M'hidi	ZONE MELITAIRE	595659,4
1	Larbi Ben M'hidi	TRECO	100650,11
1	SKIKDA	SID AHMED	362685,12
1	Stora	CITE LOUKIL	213568,91
1	Stora	CITE STORA	175833,71
1	Oued Chadi	Oued Chadi	126096,01
1	ZEFZEF	ZEFZEF	1037378,61
1	SKIKDA	CORNICHE SKIKDA	229126,8
1	SKIKDA	CITE BOULEKROUD 3	90537,6
1	SKIKDA	CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	252531,35
1	SKIKDA	CITE BOULAKROUD 2	157925,42
1	SKIKDA	CITE BOULAKROUD WASSL	151374,41
1	SKIKDA	CITE BOULAKROUD 1	381976,86
1	SKIKDA	CITE LES ABATTOIRS	361196,02
1	SKIKDA	HADABAT BENI MALEK	34960,53
1	SKIKDA	CITE FRERE KHALDI	84921,7
1	SKIKDA	CITE BENI MALEK 2	310992,45
1	SKIKDA	CENTRE VILLE 1	540696,25
1	SKIKDA	CITE BOUYAALA	383967,66
1	SKIKDA	CITE OUED EL OUAHCH	84242,49
1	SKIKDA	CITE LSP 500 LOGTS	25861,73
1	SKIKDA	CITE 888 LOGTS	121727,15
1	SKIKDA	CITE L'ESPERANCE	159401,19
1	SKIKDA	CITE KOBYA	59494,52
1	SKIKDA	CITE LES OLIVIERS	107990,1
1	SKIKDA	CITE FRERE AYACHI	71774,07
1	SKIKDA	CITE 700 LOGTS	153227,71
1	SKIKDA	CITE 500 LOGTS	125935,37
1	SKIKDA	BRIQUETERIE OUEST	547420,58
1	SKIKDA	CITE AISSA BOULKERMA	394513,88
1	SKIKDA	CITE 641 LOGTS	53639,13
1	SKIKDA	NOYAU COLONIAL	458463,5
1	SKIKDA	CITE BORDJ HMAM	205412,36
1	SKIKDA	CITE BOUABAZ	685963,27
1	SKIKDA	CITE EPLF BOUABAZ	33038,5
1	SKIKDA	CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	172547,8
1	SKIKDA	CITE BOUABAZ 4	119942,54
1	SKIKDA	CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	100418,77
1	SKIKDA	CITE BOUABAZ 1	116610,09
1	SKIKDA	CITE HOCINE LOZAT	223366,81
1	SKIKDA	CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	187057,78
1	SKIKDA	CITE FRERE SAADI	146296,5
1	SKIKDA	CITE MAMARAT	128869,06
1	SKIKDA	CITE AMAR CHTAYBI	175975,15
1	SKIKDA	CITE FRERE SAKER	225278,62
1	SKIKDA	CITE MERDJ DIB	515001,42
1	SKIKDA	CITE 20 AOUT	470364,97
1	SKIKDA	CITE SALAH BOULKEROUA	216170,77
1	SKIKDA	CITE ZRAMNA	335253,96
1	SKIKDA	CITE RABAH BITAT	248986,41
1	SKIKDA	CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	260452,87
1	SKIKDA	CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	337621,64
1	SKIKDA	CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	177106,56
37	HAMADI KROUMA	Cité 400 logements	66334,79
37	HAMADI KROUMA	Zone de gourbis hamadi krouma	59913,82
37	HAMADI KROUMA	cité 30+40 LOGTS	13428,76
37	HAMADI KROUMA	CITE 176 LOGTS ELF	17270,13

37	HAMADI KROUMA	Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	39736,82
37	HAMADI KROUMA	Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	117371,04
37	HAMADI KROUMA	CITE 58 LOGTS	33433,39
37	HAMADI KROUMA	CITE 70 LOGTS	14891,76
37	HAMADI KROUMA	ZONE GOURBIS H.K 2	8845,42
37	HAMADI KROUMA	CITE 80 LOGTS	9180,33
37	HAMADI KROUMA	CITE 400 LOGTS	131821,63
37	HAMADI KROUMA	CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	114295,63
37	HAMADI KROUMA	LOTISSEMENT N1	94754,21
37	HAMADI KROUMA	LOTISSEMENT N2	121840,35
37	HAMADI KROUMA	CITE DES ENSEIGNANTS	27855,08
37	HAMADI KROUMA	CITE 164 LOGTS	71112,58
37	HAMADI KROUMA	CITE 180 LOGTS	25222,61
37	HAMADI KROUMA	CITE 100 LOGTS	47871,67
37	Hamrouche Hamoudi	CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCTION	67302,29
37	Hamrouche Hamoudi	CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	45896,04
37	Hamrouche Hamoudi	M'ssoouna	23695,78
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	142372,83
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement 64 OTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	41888,59
37	Hamrouche Hamoudi	MECHTAT OUED ATTA	50867,63
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	86612,84
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	53929,17
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	57893,4
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTIF	36079,08
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement SOCIAL MECHTAT ZL MALHA 02	59550,4
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement MELHA 1	38960,85
37	Hamrouche Hamoudi	CITE DE GOURBIS H.H	16966,73
37	Hamrouche Hamoudi	CITE 36 LOGTS H.H	43467,33
37	Hamrouche Hamoudi	ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	66602,69
37	Hamrouche Hamoudi	CITE 144 LOGMENTS OPII H.H	13813,05
37	Hamrouche Hamoudi	CITE PROMOTIONNELLE H.H	24593,11
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement 59 LOTS	29525,87
37	Hamrouche Hamoudi	Lotissement 76/38 LOTS	84908,9
37	Hamrouche Hamoudi	CITE 144 EPLF	62885,81
30	OUED KSOB	CITE SALEH CHBEL	468744,28
30	OUED KSOB	CITE BENHAMOUDA	327790,44
30	OUED KSOB	MECHTAT LAGHOuat	200694,49

## Annexe n° 9:

Les données de la population

QUARTIER (Q)	Nombre de populations Q	Densité POP Q	Moins de 10 ans Q	Plus de 65 ans Q
EPIDEX	392	1102	59	74
SNLB	235	3266	35	220
CARAVANING	498	2932	75	197
DRAGADOS	122	3266	18	220
COMERINT	413	2263	62	152
INCISA	238	2312	36	155
SKODA	156	1892	24	127
PRIT CHARD	336	3146	51	212
ITALEDIL	88	3146	13	212
GTP	246	3146	37	212
RAIK	184	1157	28	78
GDF	297	2858	45	192
CITE KASSIS	99	1157	15	78
ZONE MELITAIRE	689	1157	104	78
TRECO	288	2858	44	192
SID AHMED	1942	5355	294	360
CITE LOUKIL	1170	5478	177	368
CITE STORA	1092	6210	165	418
Oued Chadi	1036	8216	157	553
ZEFZEF	1028	991	156	67
CORNICHE SKIKDA	516	2254	78	152
CITE BOULEKROUD 3	239	2636	36	177
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	315	1246	48	84
CITE BOULAKROUD 2	173	1096	26	74
CITE BOULAKROUD WASSL	164	1082	25	73
CITE BOULAKROUD 1	471	1234	71	83
CITE LES ABATTOIRS	3408	9435	516	635
HADABAT BENI MALEK	76	2166	11	146
CITE FRERE KHALDI	184	2166	28	146
CITE BENI MALEK 2	1631	5246	247	353
CENTRE VILLE 1	9756	18043	1476	1213
CITE BOUYAALA	4334	11288	656	759
CITE OUED EL OUAHCH	540	6412	82	431
CITE LSP 500 LOGTS	166	6412	25	431
CITE 888 LOGTS	780	6412	118	431
CITE L'ESPERANCE	2296	14406	347	969
CITE KOBYA	2371	39852	359	2680
CITE LES OLIVIERS	2096	19410	317	1305
CITE FRERE AYACHI	2951	41115	446	2765
CITE 700 LOGTS	4169	27210	631	1830
CITE 500 LOGTS	3016	23952	456	1611
BRIQUETERIE OUEST	2297	4195	347	282
CITE AISSA BOULKERMA	5746	14565	869	980
CITE 641 LOGTS	1355	25266	205	1699
NOYAU COLONIAL	10088	22004	1526	1480
CITE BORDJ HMAM	1892	9210	286	619
CITE BOUABAZ	5346	7793	809	524
CITE EPLF BOUABAZ	163	4937	25	332
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	810	4693	122	316
CITE BOUABAZ 4	173	1443	26	97
CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	1204	11988	182	806
CITE BOUABAZ 1	951	8153	144	548
CITE HOCINE LOZAT	1874	8390	284	564
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	959	5126	145	345
CITE FRERE SAADI	3751	25637	567	1724
CITE MAMARAT	3248	25203	491	1695
CITE AMAR CHTAYBI	2833	16097	429	1083
CITE FRERE SAKER	7875	34958	1191	2351
CITE MERDJ DIB	10748	20870	1626	1404
CITE 20 AOUT	6682	14207	1011	955
CITE SALAH BOULKEROUA	5107	23623	773	1589
CITE ZRAMNA	4393	13105	665	881
CITE RABAH BITAT	8553	34352	1294	2310
CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	3666	14076	555	947
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	4037	11959	611	804
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	5887	33243	891	2236
Cité 400 logements	2626	39590	498	1702
Zone de gourbis hamadi krouma	745	12435	141	535
cité 30+40 LOGTS	158	11749	30	505

CITE 176 LOGTS ELF	203	11739	38	505
Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	1182	29757	224	1279
Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	422	3593	80	154
CITE 58 LOGTS	195	5837	37	251
CITE 70 LOGTS	62	4168	12	179
ZONE GOURBIS H.K 2	38	4243	7	182
CITE 80 LOGTS	39	4275	7	184
CITE 400 LOGTS	768	5826	146	250
CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	914	8000	174	344
LOTISSEMENT N1	820	8652	156	372
LOTISSEMENT N2	2012	16516	382	710
CITE DES ENSEIGNANTS	392	14065	74	605
CITE 164 LOGTS	592	8325	112	358
CITE 180 LOGTS	211	8370	40	360
CITE 100 LOGTS	400	8356	76	359
CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCTION	165	2450	31	105
CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	112	2450	21	105
M'ssoouna	84	3559	16	153
Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	855	6003	162	258
Lotissement 64 OTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	281	6712	53	289
MECHTAT OUED ATTA	161	3173	31	136
Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	618	7131	117	307
Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	211	3918	40	168
Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	235	4051	45	174
Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTIF	233	6463	44	278
Lotissement SOCIAL MECHTAT ZL MALHA 02	241	4051	46	174
Lotissement MELHA 1	42	1079	8	46
CITE DE GOURBIS H.H	18	1079	3	46
CITE 36 LOGTS H.H	47	1079	9	46
ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	1436	21566	273	927
CITE 144 LOGMENTS OPII H.H	42	3051	8	131
CITE PROMOTIONNELLE H.H	60	2444	11	105
Lotissement 59 LOTS	398	13485	76	580
Lotissement 76/38 LOTS	1273	14990	242	644
CITE 144 EPLF	22	344	4	15
CITE SALEH CHBEL	1096	2338	208	101
CITE BENHAMOUDA	2961	9032	562	388
MECHTAT LAGHOAT	2083	10380	395	446

## Annexe n° 10:

Les données sur l'habitat

Quartier (Q)	Nombre Habitations Q	Densité Habitations Q
EPIDEX	110	309
SNLB	71	989
CARAVANING	155	912
DRAGADOS	37	986
COMERINT	144	792
INCISA	85	824
SKODA	48	583
PRIT CHARD	109	1018
ITALEDIL	28	1018
GTP	79	1018
RAIK	54	338
GDF	119	1146
CITE KASSIS	29	338
ZONE MELITAIRE	201	338
TRECO	115	1146
SID AHMED	337	929
CITE LOUKIL	185	866
CITE STORA	199	1132
Oued Chadi	173	1372
ZEFZEF	203	196
CORNICHE SKIKDA	144	630
CITE BOULEKROUD 3	69	766
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	70	278
CITE BOULAKROUD 2	34	217
CITE BOULAKROUD WASSL	32	213
CITE BOULAKROUD 1	104	272
CITE LES ABATTOIRS	921	2550
HADABAT BENI MALEK	28	805
CITE FRERE KHALDI	68	805
CITE BENI MALEK 2	305	981
CENTRE VILLE 1	2036	3765
CITE BOUYAALA	711	1851
CITE OUED EL OUAHCH	130	1539
CITE LSP 500 LOGTS	40	1539
CITE 888 LOGTS	187	1539
CITE L'ESPERANCE	501	3142
CITE KOBYA	471	7910
CITE LES OLIVIERS	406	3757
CITE FRERE AYACHI	629	8764
CITE 700 LOGTS	862	5627
CITE 500 LOGTS	548	4351
BRIQUETERIE OUEST	402	733
CITE AISSA BOULKERMA	1070	2711
CITE 641 LOGTS	312	5811
NOYAU COLONIAL	2453	5350
CITE BORDJ HMAM	380	1851
CITE BOUABAZ	968	1411
CITE EPLF BOUABAZ	51	1544
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	252	1462
CITE BOUABAZ 4	40	335
CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	196	1956
CITE BOUABAZ 1	157	1343
CITE HOCINE LOZAT	327	1462
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	176	940
CITE FRERE SAADI	674	4609
CITE MAMARAT	663	5144
CITE AMAR CHTAYBI	555	3154
CITE FRERE SAKER	1418	6296
CITE MERDJ DIB	2323	4511
CITE 20 AOUT	1362	2897
CITE SALAH BOULKEROUA	1062	4913
CITE ZRAMNA	1259	3755
CITE RABAH BITAT	2022	8121
CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	843	3235
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	720	2131
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	1019	5754
Cité 400 logements	722	10880
Zone de gourbis hamadi krouma	192	3211
cité 30+40 LOGTS	41	3034
CITE 176 LOGTS EPLF	39	2240
Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	198	4987

Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	61	517
CITE 58 LOGTS	38	1130
CITE 70 LOGTS	11	729
ZONE GOURBIS H.K 2	7	743
CITE 80 LOGTS	7	748
CITE 400 LOGTS	149	1127
CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	179	1568
LOTISSEMENT N1	163	1717
LOTISSEMENT N2	347	2849
CITE DES ENSEIGNANTS	70	2515
CITE 164 LOGTS	131	1848
CITE 180 LOGTS	47	1858
CITE 100 LOGTS	89	1855
CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCTION	28	415
CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	19	415
M'ssoouna	15	637
Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	129	908
Lotissement 64 OTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	40	954
MECHTAT OUED ATTA	28	560
Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	121	1393
Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	39	716
Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	53	914
Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTIF	46	1287
Lotissement SOCIAL MECHTAT EL MALHA 02	54	914
Lotissement MELHA 1	9	234
CITE DE GOURBIS H.H	4	234
CITE 36 LOGTS H.H	10	234
ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	268	4030
CITE 144 LOGMENTS OPIJI H.H	9	619
CITE PROMOTIONNELLE H.H	12	499
Lotissement 59 LOTS	73	2481
Lotissement 76/38 LOTS	246	2902
CITE 144 EPLF	5	74
CITE SALEH CHBEL	247	528
CITE BENHAMOUDA	772	2355
MECHTAT LAGHOUAT	500	2489

## Annexe n° 11:

Les données des variables chômeurs, personnes sans instruction, habitat précaire

QUARTIER	Nombre de chômeurs	Sans instruction	Habitat précaire
EPIDEX	2	70	0
SNLB	1	42	0
CARAVANING	2	88	164
DRAGADOS	1	22	0
COMERINT	2	73	164
INCISA	1	42	0
SKODA	1	28	0
PRIT CHARD	1	60	0
ITALEDIL	0	16	0
GTP	1	44	0
RAIK	1	33	0
GDF	1	53	0
CITE KASSIS	0	18	0
ZONE MELITAIRE	3	122	0
TRECO	1	51	0
SID AHMED	174	344	93
CITE LOUKIL	2	207	87
CITE STORA	2	194	81
Oued Chadi	1	184	171
ZEFZEF	1	182	572
CORNICHE SKIKDA	46	92	81
CITE BOULEKROUD 3	21	42	93
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	28	56	82
CITE BOULAKROUD 2	15	31	47
CITE BOULAKROUD WASSL	15	29	46
CITE BOULAKROUD 1	42	84	93
CITE LES ABATTOIRS	305	604	82
HADABAT BENI MALEK	7	13	0
CITE FRERE KHALDI	16	33	0
CITE BENI MALEK 2	146	289	0
CENTRE VILLE 1	873	1730	410
CITE BOUYAALA	388	769	0
CITE OUED EL OUAHCH	48	96	0
CITE LSP 500 LOGTS	15	29	0
CITE 888 LOGTS	70	138	0
CITE L'ESPERANCE	205	407	0
CITE KOBYA	212	420	0
CITE LES OLIVIERS	188	372	0
CITE FRERE AYACHI	264	523	0
CITE 700 LOGTS	373	739	0
CITE 500 LOGTS	270	535	0
BRIQUETERIE OUEST	205	407	437
CITE AISSA BOULKERMA	514	1019	0
CITE 641 LOGTS	121	240	0
NOYAU COLONIAL	903	1789	410
CITE BORDJ HMAM	169	336	0
CITE BOUABAZ	478	948	506
CITE EPLF BOUABAZ	15	29	0
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	72	144	0
CITE BOUABAZ 4	15	31	0
CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	108	214	0
CITE BOUABAZ 1	85	169	0
CITE HOCINE LOZAT	168	332	350
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	86	170	0
CITE FRERE SAADI	336	665	0
CITE MAMARAT	291	576	0
CITE AMAR CHTAYBI	253	502	0
CITE FRERE SAKER	705	1397	0
CITE MERDJ DIB	962	1906	0
CITE 20 AOUT	598	1185	0
CITE SALAH BOULKEROUA	457	906	0
CITE ZRAMNA	393	779	0
CITE RABAH BITAT	765	1517	0
CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	328	650	0
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	361	716	437
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	527	1044	1019
Cité 400 logements	99	576	0
Zone de gourbis hamadi krouma	28	163	0

cité 30+40 LOGTS	6	35	0
CITE 176 LOGTS ELF	8	44	0
Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	44	259	0
Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	16	92	0
CITE 58 LOGTS	7	43	0
CITE 70 LOGTS	2	14	0
ZONE GOURBIS H.K 2	1	8	65
CITE 80 LOGTS	1	9	0
CITE 400 LOGTS	29	168	0
CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	34	200	37
LOTISSEMENT N1	31	180	0
LOTISSEMENT N2	76	441	9
CITE DES ENSEIGNANTS	15	86	14
CITE 164 LOGTS	22	130	70
CITE 180 LOGTS	8	46	0
CITE 100 LOGTS	15	88	0
CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCTION	9	36	11
CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	6	25	0
M'ssoouna	4	18	0
Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	44	187	0
Lotissement 64 OTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	15	62	76
MECHTAT OUED ATTA	8	35	74
Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	32	135	58
Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	11	46	0
Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	12	51	0
Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTIF	12	51	0
Lotissement SOCIAL MECHTAT ZL MALHA 02	13	53	15
Lotissement MELHA 1	2	9	55
CITE DE GOURBIS H.H	1	4	143
CITE 36 LOGTS H.H	2	10	0
ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	75	315	0
CITE 144 LOGMENTS OPJI H.H	2	9	0
CITE PROMOTIONNELLE H.H	3	13	0
Lotissement 59 LOTS	21	87	0
Lotissement 76/38 LOTS	66	279	0
CITE 144 EPLF	1	5	0
CITE SALEH CHBEL	57	240	0
CITE BENHAMOUDA	154	649	0
MECHTAT LAGHOUAT	108	457	0

## Annexe n° 12:

Les données des constructions sans raccordements aux réseaux

QUARTIER	Constr sans rac à l'eau Q	Constr sans assaini Q	Constr sans Electricité Q	Constr sans rac au Gaz Q
EPIDEX	21	0	1	42
SNLB	2	0	1	23
CARAVANING	6	0	2	60
DRAGADOS	1	0	0	6
COMERINT	3	2	2	5
INCISA	1	0	0	2
SKODA	1	0	0	5
PRIT CHARD	1	2	1	46
ITALEDIL	0	0	0	3
GTP	1	1	1	25
RAIK	0	0	0	10
GDF	1	0	0	23
CITE KASSIS	0	0	0	3
ZONE MELITAIRE	1	1	1	140
TRECO	1	0	0	22
SID AHMED	13	46	5	327
CITE LOUKIL	9	30	3	78
CITE STORA	38	43	11	113
Oued Chadi	169	166	11	173
ZEFZEF	22	187	1	201
CORNICHE SKIKDA	1	1	1	13
CITE BOULEKROUD 3	0	0	0	3
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	5	6	1	9
CITE BOULAKROUD 2	1	2	0	3
CITE BOULAKROUD WASSL	1	2	0	2
CITE BOULAKROUD 1	11	13	3	20
CITE LES ABATTOIRS	8	6	8	18
HADABAT BENI MALEK	0	0	0	0
CITE FRERE KHALDI	1	1	0	1
CITE BENI MALEK 2	20	23	3	36
CENTRE VILLE 1	96	67	38	311
CITE BOUYAALA	10	1	4	35
CITE OUED EL OUAHCH	9	6	8	66
CITE LSP 500 LOGTS	1	1	1	6
CITE 888 LOGTS	0	0	0	0
CITE L'ESPERANCE	1	1	0	4
CITE KOBYA	3	4	1	32
CITE LES OLIVIERS	3	0	1	10
CITE FRERE AYACHI	7	0	0	0
CITE 700 LOGTS	5	39	0	136
CITE 500 LOGTS	27	3	2	3
BRIQUETERIE OUEST	15	12	11	108
CITE AISSA BOULKERMA	38	47	25	146
CITE 641 LOGTS	3	7	4	209
NOYAU COLONIAL	68	99	16	102
CITE BORDJ HMAM	6	4	1	9
CITE BOUABAZ	609	268	27	666
CITE EPLF BOUABAZ	0	2	0	5
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	10	47	2	117
CITE BOUABAZ 4	2	3	3	4
CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	8	10	8	110
CITE BOUABAZ 1	5	12	9	57
CITE HOCINE LOZAT	104	135	160	105
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	0	2	6	64
CITE FRERE SAADI	2	0	0	6
CITE MAMARAT	1	1	1	1
CITE AMAR CHTAYBI	67	38	18	208
CITE FRERE SAKER	5	1	3	41
CITE MERDJ DIB	33	34	67	349
CITE 20 AOUT	6	1	2	10
CITE SALAH BOULKEROUA	13	5	33	69
CITE ZRAMNA	46	48	40	58
CITE RABAH BITAT	0	0	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	44	36	21	362
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	29	60	7	579
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	534	651	93	902
Cité 400 logements	20	9	1	40
Zone de gourbis hamadi krouma	6	38	0	43
cité 30+40 LOGTS	0	2	0	2

CITE 176 LOGTS ELF	0	0	0	0
Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	2	1	0	11
Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	1	0	0	4
CITE 58 LOGTS	1	1	0	2
CITE 70 LOGTS	0	0	0	0
ZONE GOURBIS H.K 2	0	0	0	0
CITE 80 LOGTS	0	0	0	0
CITE 400 LOGTS	9	8	2	36
CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	9	12	4	57
LOTISSEMENT N1	38	41	31	49
LOTISSEMENT N2	24	6	14	37
CITE DES ENSEIGNANTS	6	1	5	8
CITE 164 LOGTS	25	18	12	25
CITE 180 LOGTS	3	2	1	3
CITE 100 LOGTS	11	8	5	11
CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCUCTION	4	2	0	4
CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	2	1	0	2
M'ssoouna	1	0	0	1
Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	7	3	1	14
Lotissement 64 OTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	0	0	0	1
MECHTAT OUED ATTA	3	1	0	3
Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	49	17	2	62
Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	4	1	0	4
Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	11	2	2	11
Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTF	6	2	0	7
Lotissement SOCIAL MECHTAT ZL MALHA 02	12	2	2	12
Lotissement MELHA 1	0	0	0	0
CITE DE GOURBIS H.H	0	0	0	0
CITE 36 LOGTS H.H	0	0	0	0
ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	21	2	4	83
CITE 144 LOGMENTS OPJI H.H	0	0	0	0
CITE PROMOTIONNELLE H.H	0	0	0	0
Lotissement 59 LOTS	2	0	0	11
Lotissement 76/38 LOTS	85	20	2	162
CITE 144 EPLF	0	0	0	0
CITE SALEH CHBEL	242	43	41	244
CITE BENHAMOUDA	292	61	11	426
MECHTAT LAGHOUAT	314	91	55	390

## Annexe n° 13:

Les données sur les équipements

QUARTIER (Q)	Superficie Equip éducatifs	Superficie Equip sportif	Superficie Equip Administratif	Superficie Equip de santé
EPIDEX	17303,54	0	2124,45	814,7
SNLB	0	0	0	0
CARAVANING	0	15135,68	0	0
DRAGADOS	0	0	0	0
COMERINT	3947,95	0	0	0
INCISA	9190,71	0	0	0
SKODA	0	0	318,89	0
PRIT CHARD	0	0	0	0
ITALEDIL	0	0	0	0
GTP	5965,24	0	0	0
RAIK	0	7461,62	0	0
GDF	0	0	0	0
CITE KASSIS	1657,91	0	0	0
ZONE MELITAIRE	0	0	0	0
TRECO	8539,19	0	0	0
SID AHMED	6062,68	0	0	0
CITE LOUKIL	1205,03	0	0	0
CITE STORA	2612,58	0	987,88	0
Oued Chadi	568,83	0	0	0
ZEFZEF	0	0	0	0
CORNICHE SKIKDA	0	0	1513,4	0
CITE BOULEKROUD 3	0	0	0	0
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	3240,64	0	0	0
CITE BOULAKROUD 2	0	0	0	0
CITE BOULAKROUD WASSL	0	0	0	0
CITE BOULAKROUD 1	0	0	0	0
CITE LES ABATTOIRS	6161,93	0	862,51	441,33
HADABAT BENI MALEK	0	0	0	0
CITE FRERE KHALDI	7637,31	0	0	0
CITE BENI MALEK 2	11700,67	0	0	2351,65
CENTRE VILLE 1	36384,69	2480,56	12278,08	963,39
CITE BOUYAALA	7143,4	1371,44	901,26	0
CITE OUED EL OUAHCH	0	0	0	0
CITE LSP 500 LOGTS	0	0	0	0
CITE 888 LOGTS	2710,86	0	0	1085,49
CITE L'ESPERANCE	3334,72	0	0	0
CITE KOBYA	1757,99	0	0	0
CITE LES OLIVIERS	17301,32	6040,74	4447,96	4247,92
CITE FRERE AYACHI	0	0	3780,75	0
CITE 700 LOGTS	25478,02	0	0	0
CITE 500 LOGTS	12278,46	0	0	0
BRIQUETERIE OUEST	3620,9	0	0	0
CITE AISSA BOULKERMA	35670,06	4749,31	2114,19	11257,21
CITE 641 LOGTS	0	0	0	0
NOYAU COLONIAL	49216,99	0	38077,19	14020,29
CITE BORDJ HMAM	6567,91	0	17120,51	0
CITE BOUABAZ	1677,68	0	0	0
CITE EPLF BOUABAZ	0	0	0	0
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	4329,94	0	0	0
CITE BOUABAZ 4	0	0	0	0
CITE BOUABAZ 2	0	0	0	0
AUTOCONSTRUCTION	0	0	0	0
CITE BOUABAZ 1	0	0	0	0
CITE HOCINE LOZAT	2454,89	0	0	0
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	28539,67	0	50307,13	0
CITE FRERE SAADI	24400,94	2054,23	0	2320,59
CITE MAMARAT	3199,7	0	7594,41	1430,42
CITE AMAR CHTAYBI	12108,56	16464,31	2840,55	0
CITE FRERE SAKER	12353,55	4187,43	0	0
CITE MERDJ DIB	138135,8	1523,92	704,87	0
CITE 20 AOUT	88906,1	105953,95	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA	6075,22	0	5939,46	410,4
CITE ZRAMNA	16463,38	0	0	0
CITE RABAH BITAT	3657,75	0	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	3064,61	0	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	762,48	0	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	0	0	0	0
Cité 400 logements	0	0	0	0
Zone de gourbis hamadi krouma	2956	0	0	0
cité 30+40 LOGTS	0	0	0	0

CITE 176 LOGTS ELF	0	0	0	0
Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	0	0	0	0
Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	6343,26	0	0	0
CITE 58 LOGTS	0	0	0	0
CITE 70 LOGTS	0	0	0	0
ZONE GOURBIS H.K 2	0	0	0	0
CITE 80 LOGTS	0	0	0	0
CITE 400 LOGTS	2987,4	0	1236,63	0
CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	6039,02	0	2004,01	0
LOTISSEMENT N1	1084,58	0	0	0
LOTISSEMENT N2	3631,76	5872,85	516,14	0
CITE DES ENSEIGNANTS	0	0	0	0
CITE 164 LOGTS	4723,84	0	0	0
CITE 180 LOGTS	3314,55	0	0	0
CITE 100 LOGTS	0	0	0	0
CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCTION	0	0	0	0
CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	5609,71	0	0	0
M'ssoouna	0	0	0	0
Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	1483,3	0	691,75	341,47
Lotissement 64 OTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	0	0	0	0
MECHTAT OUED ATTA	0	0	0	0
Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	3013,35	1267,93	0	814,53
Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	0	0	0	0
Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	0	0	0	0
Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTIF	0	0	0	0
Lotissement SOCIAL MECHTAT ZL MALHA 02	2220,67	0	0	0
Lotissement MELHA 1	0	0	0	0
CITE DE GOURBIS H.H	0	0	0	0
CITE 36 LOGTS H.H	0	5614,51	0	0
ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	0	0	74,95	824,4
CITE 144 LOGMENTS OPJI H.H	0	0	0	0
CITE PROMOTIONNELLE H.H	0	0	0	0
Lotissement 59 LOTS	5148,66	0	137,2	0
Lotissement 76/38 LOTS	1637,89	0	0	0
CITE 144 EPLF	0	0	0	0
CITE SALEH CHBEL	0	0	0	0
CITE BENHAMOUDA	0	0	0	0
MECHTAT LAGHOuat	0	0	0	0

## Les données sur les équipements

QUARTIER	Superficie équipement commercial	Superficie équipement culturel	Superficie Gare routière	Superficie Equipement Touristique
EPIDEX	4864,2	0	0	19845,3
SNLB	0	0	0	0
CARAVANING	0	0	0	0
DRAGADOS	0	0	0	0
COMERINT	0	0	0	0
INCISA	0	4414,35	0	0
SKODA	0	0	0	0
PRIT CHARD	0	0	0	1595,55
ITALEDIL	0	0	0	0
GTP	0	0	0	0
RAIK	0	0	0	5246,48
GDF	0	0	0	0
CITE KASSIS	0	0	0	0
ZONE MELITAIRE	0	0	0	0
TRECO	0	0	0	0
SID AHMED	0	373,69	0	0
CITE LOUKIL	0	496,38	0	0
CITE STORA	0	0	0	1129,96
Oued Chadi	0	0	0	0
ZEFZEF	0	0	0	0
CORNICHE SKIKDA	0	0	0	6399,68
CITE BOULEKROUD 3	0	0	0	0
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	0	0	0	0
CITE BOULAKROUD 2	0	0	0	0
CITE BOULAKROUD WASSL	0	0	0	0
CITE BOULAKROUD 1	0	0	0	0
CITE LES ABATTOIRS	0	345,81	0	0
HADABAT BENI MALEK	0	0	0	0
CITE FRERE KHALDI	0	0	0	0
CITE BENI MALEK 2	0	2377,78	0	0
CENTRE VILLE 1	0	5515,95	0	0
CITE BOUYAALA	0	1103,8	0	0
CITE OUED EL OUAHCH	0	0	0	0
CITE LSP 500 LOGTS	0	0	0	0
CITE 888 LOGTS	0	0	0	0
CITE L'ESPERANCE	0	0	0	0
CITE KOBYA	0	0	0	0
CITE LES OLIVIERS	0	0	0	0
CITE FRERE AYACHI	1883,18	0	0	0
CITE 700 LOGTS	0	4062,28	0	0
CITE 500 LOGTS	0	0	0	0
BRIQUETERIE OUEST	0	0	0	0
CITE AISSA BOULKERMA	6657,48	1620,59	0	420,26
CITE 641 LOGTS	3091,74	0	0	0
NOYAU COLONIAL	0	0	0	10265,91
CITE BORDJ HMAM	1411,52	0	0	2445,29
CITE BOUABAZ	0	1150,4	0	0
CITE EPLF BOUABAZ	0	0	0	0
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	0	0	0	0
CITE BOUABAZ 4	0	0	0	0
CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	0	0	0	0
CITE BOUABAZ 1	0	0	0	0
CITE HOCINE LOZAT	0	0	0	0
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	0	0	21232,79	0
CITE FRERE SAADI	525,04	0	0	0
CITE MAMARAT	0	7762,4	0	0
CITE AMAR CHTAYBI	15385,53	2086,25	0	0
CITE FRERE SAKER	0	0	0	0
CITE MERDJ DIB	0	1111,48	0	0
CITE 20 AOUT	5274,44	779,95	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA	0	1055,17	0	0
CITE ZRAMNA	1397,55	0	0	0
CITE RABAH BITAT	0	0	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	0	1178,36	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	0	0	0	0
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	0	0	0	0
Cité 400 logements	0	0	0	0
Zone de gourbis hamadi krouma	0	0	0	0
cité 30+40 LOGTS	0	0	0	0
CITE 176 LOGTS ELF	0	0	0	0

Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	0	0	0	0
Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	0	0	0	0
CITE 58 LOGTS	0	0	0	0
CITE 70 LOGTS	0	0	0	0
ZONE GOURBIS H.K 2	0	0	0	0
CITE 80 LOGTS	0	0	0	0
CITE 400 LOGTS	0	0	0	0
CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	0	4310,55	0	0
LOTISSEMENT N1	0	0	0	0
LOTISSEMENT N2	287,85	0	0	0
CITE DES ENSEIGNANTS	0	0	0	0
CITE 164 LOGTS	0	0	0	0
CITE 180 LOGTS	0	0	0	0
CITE 100 LOGTS	0	0	0	0
CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCTION	0	0	0	0
CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	0	0	0	0
M'ssouna	0	0	0	0
Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	0	587,06	0	0
Lotissement 64 OTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	0	0	0	0
MECHTAT OUED ATTA	0	0	0	0
Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	0	0	0	0
Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	0	0	0	0
Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	0	0	0	0
Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTIF	0	0	0	0
Lotissement SOCIAL MECHTAT ZL MALHA 02	0	0	0	0
Lotissement MELHA 1	0	587,06	0	0
CITE DE GOURBIS H.H	0	0	0	0
CITE 36 LOGTS H.H	0	0	0	0
ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	0	0	0	0
CITE 144 LOGMENTS OPJI H.H	0	0	0	0
CITE PROMOTIONNELLE H.H	0	0	0	0
Lotissement 59 LOTS	0	0	0	0
Lotissement 76/38 LOTS	0	0	0	0
CITE 144 EPLF	0	0	0	0
CITE SALEH CHBEL	4412,16	0	0	0
CITE BENHAMOUDA	0	0	0	0
MECHTAT LAGHOUAT	0	0	0	0

## Annexe n° 14:

Les données de l'estimation de la vulnérabilité urbaine

QUARTIER	Vulnérabilité
EPIDEX	3,51
SNLB	1,03
CARAVANING	0,66
DRAGADOS	1,11
COMERINT	0,77
INCISA	1,71
SKODA	1,08
PRIT CHARD	1,10
ITALEDIL	1,12
GTP	0,94
RA1K	1,58
GDF	1,00
CITE KASSIS	1,09
ZONE MELITAIRE	0,72
TRECO	0,89
SID AHMED	0,99
CITE LOUKIL	0,43
CITE STORA	0,76
Oued Chadi	1,82
ZEFZEF	1,98
CORNICHE SKIKDA	1,47
CITE BOULEKROUD 3	0,96
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	0,86
CITE BOULAKROUD 2	1,03
CITE BOULAKROUD WASSL	1,04
CITE BOULAKROUD 1	0,79
CITE LES ABATTOIRS	1,51
HADABAT BENI MALEK	1,12
CITE FRERE KHALDI	0,95
CITE BENI MALEK 2	1,61
CENTRE VILLE 1	6,70
CITE BOUYAALA	2,10
CITE OUED EL OUAHCH	0,78
CITE LSP 500 LOGTS	1,07
CITE 888 LOGTS	0,74
CITE L'ESPERANCE	0,90
CITE KOBYA	3,14
CITE LES OLIVIERS	1,24
CITE FRERE AYACHI	3,46
CITE 700 LOGTS	3,00
CITE 500 LOGTS	1,37
BRIQUETERIE OUEST	1,44
CITE AISSA BOULKERMA	2,84
CITE 641 LOGTS	2,72
NOYAU COLONIAL	6,00
CITE BORDJ HMAM	0,85
CITE BOUABAZ	4,38
CITE EPLF BOUABAZ	1,07
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	0,47
CITE BOUABAZ 4	1,06
CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	0,78
CITE BOUABAZ 1	0,60
CITE HOCINE LOZAT	1,80
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	2,53
CITE FRERE SAADI	2,06
CITE MAMARAT	3,26
CITE AMAR CHTAYBI	3,24
CITE FRERE SAKER	4,04
CITE MERDJ DIB	8,02
CITE 20 AOUT	6,38
CITE SALAH BOULKEROUA	2,40

CITE ZRAMNA	1,80
CITE RABAH BITAT	4,59
CITE SALAH BOULKEROUA AUTOCONSTRUCTION	1,63
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT EVOLUTIF	2,12
CITE SALAH BOULKEROUA HABITAT PRECAIRE	6,62
Cité 400 logements	2,98
Zone de gourbis hamadi krouma	1,11
cité 30+40 LOGTS	1,52
CITE 176 LOGTS ELF	1,37
Lotissement HABITAT EVOLUTIF ET FORMEL H.K	2,35
Lotissement AUTOCONSTRUCTION H.K	0,88
CITE 58 LOGTS	1,07
CITE 70 LOGTS	1,14
ZONE GOURBIS H.K 2	1,10
CITE 80 LOGTS	1,15
CITE 400 LOGTS	0,68
CITE LOGEMENTS COLLECTIF H.K	1,35
LOTISSEMENT N1	0,64
LOTISSEMENT N2	0,55
CITE DES ENSEIGNANTS	1,39
CITE 164 LOGTS	0,64
CITE 180 LOGTS	1,01
CITE 100 LOGTS	0,94
CITE EL KASSIA AUTOCONSTRUCTION	1,06
CITE AUTOCONSTRUCTION M'SSOUNA	1,03
M'ssoouna	1,12
Lotissement EL KHAROUBA AUTOCONSTRUCTION	0,62
Lotissement 64 LOTS EL KHAROUBA TAGHANE ALLAOUA	0,97
MECHTAT OUED ATTA	1,02
Lotissement OUED ATTA AUTOCONSTRUCTION	0,62
Lotissement OUED ATTA 2 HABITAT PROMOTIONNEL	1,05
Lotissement 9 LOTS+33 LOGTS	1,01
Lotissement OUED ATTA 1 HABITAT COLLECTIF	1,04
Lotissement SOCIAL MECHTAT ZL MALHA 02	0,97
Lotissement MELHA 1	1,03
CITE DE GOURBIS H.H	1,04
CITE 36 LOGTS H.H	1,10
ZONE DE RENOUVELLEMENT H.H	1,40
CITE 144 LOGMENTS OPJI H.H	1,15
CITE PROMOTIONNELLE H.H	1,14
Lotissement 59 LOTS	1,26
Lotissement 76/38 LOTS	0,94
CITE 144 EPLF	1,15
CITE SALEH CHBEL	2,26
CITE BENHAMOUDA	1,38
MECHTAT LAGHOUAT	1,83

# Annexe n° 15:

## Affiche information de la population

### AFFICHE ET DEPLIANT

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE  
ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'INTERIEUR ET DES  
COLLECTIVITES LOCALES

DIRECTION GENERALE DE LA PROTECTION  
CIVILE

DIRECTION DE LA PREVENTION



### CONSIGNES EN CAS D'INONDATION

**➤ Avant :**

- Connaître les dispositifs d'alerte s'il en existe
- Prévoir les gestes essentiels :
  - Mettre au sec les meubles, objets, matières et produits
  - Obturer les entrées d'eau : portes, soupiraux, évents

**➤ Pendant :**

- S'informer de la montée des eaux (consulter et écouter la radio)
- Faire une réserve d'eau potable et de produits alimentaires

**➤ Dès l'alerte :**

- Limiter les accidents chez soi : Coupez le gaz, le chauffage, l'électricité pour éviter tout risque d'explosion ou d'électrocution et n'utilisez plus les équipements électriques tels que les ascenseurs. Placez les produits toxiques en hauteur afin de limiter les risques de déversement.
- Aller sur les points hauts préalablement repérés (étages des maisons, collines)
- N'entreprendre une évacuation que si vous en recevez l'ordre des autorités (mairie, préfecture, pompiers) ou si vous y êtes forcés
- Ne pas s'engager sur une route inondée (à pied ou en voiture)
- Eviter noyade et confusion : pour éviter tout risque de noyade et restez à l'intérieur, si possible à l'étage ou en hauteur. N'évacuez qu'en cas de grand danger. Les secours sauront vous trouver si vous restez chez vous. N'allez pas chercher vos enfants, ils seront

**➤ pris en charge à la crèche ou à l'école. Ne prenez pas votre voiture, ce n'est pas un abri.**

**➤ Après :**

- Aérer la maison
- Désinfecter à l'eau de javel
- Chauffer dès que possible
- Ne rétablir le courant électrique que si l'installation est sèche



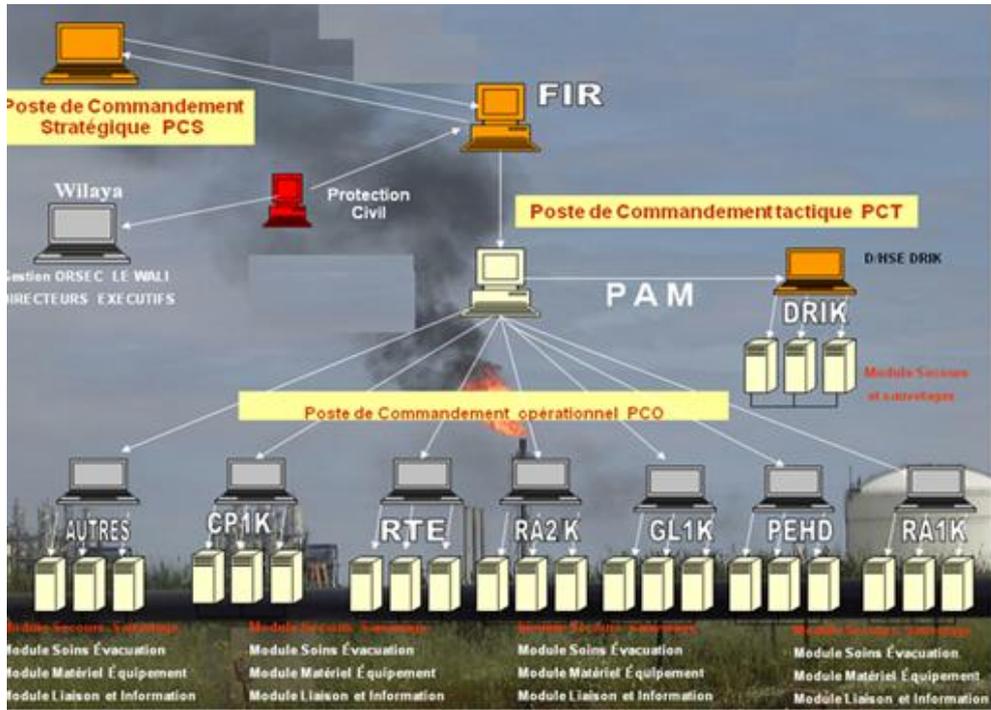
### LES RÉFLEXES QUI SAUVENT EN CAS D'INONDATION

 <p>Fermez la porte, les aérations</p>	 <p>Coupez l'électricité et le gaz</p>	 <p>Montez à pied dans les étages</p>
 <p>Écoutez la radio pour connaître les consignes à suivre</p>	 <p>N'allez pas chercher vos enfants à l'école: l'école s'occupe d'eux</p>	 <p>Ne téléphonez pas: libérez les lignes pour les secours</p>
<h3>EN CAS D'INONDATION BRUTALE</h3>		
 <p>Fuyez immédiatement</p>	 <p>Gagnez un point en hauteur</p>	 <p>N'allez pas chercher vos enfants à l'école: l'école s'occupe d'eux</p>



# Annexe n° 16:

Plan d'action mutuelle de la zone industrielle Skikda





## Annexe n° 18:

La modélisation des risques pour l'évaluation de la résilience

QUARTIER	Vulnérabilité	Risque thermique		Risque de suppression			Risque toxique		Inondation	Glissement de terrain			Risque
		Risque industriel thermique effet létal	industriel thermique effet	Risque industriel suppression effet létal	industriel suppression effet	Risque industriel suppression bris de vitre	Risque industriel toxique effet létal	Risque industriel toxique effet irréversible	Zone inondable	Zone à glissement	Zone sujette au glissement	Zone d'éboulement	
EPIDEX	2	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8
SNLB	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7
CARAVANING	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7
DRAGADOS	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7
COMERINT	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7
INCISA	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6
SKODA	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
PRIT CHARD	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
ITALEDIL	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
GTP	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
RAIK	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
GDF	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
CITE KASSIS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ZONE MELITAIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TRECO	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
SID AHMED	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CITE LOUKIL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CITE STORA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Oued Chadi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ZEFZEF	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CORNICHE SKIKDA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
CITE BOULEKROUD 3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
CITE DIB LESSAK BENI MALEK 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE BOULAKROUD 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE BOULAKROUD WASSL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CITE BOULAKROUD 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CITE LES ABATTOIRS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
HADABAT BENI MALEK	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE FRERE KHALDI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE BENI MALEK 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
CENTRE VILLE 1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6
CITE BOUYAALA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5
CITE OUED EL OUAHCH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE LSP 500 LOGTS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE 888 LOGTS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE L'ESPERANCE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
CITE KOBYA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CITE LES OLIVIERIERS	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	6
CITE FRERE AYACHI	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CITE 700 LOGTS	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5
CITE 500 LOGTS	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	6
BRIQUETERIE OUEST	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
CITE AISSA BOULKERMA	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	7
CITE 641 LOGTS	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5
NOYAU COLONIAL	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6
CITE BORDJ HMAM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	5
CITE BOUABAZ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	6
CITE EPLF BOUABAZ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CITE BOUABAZ 3 HABITAT EVOLUTIF	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	5
CITE BOUABAZ 4	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4
CITE BOUABAZ 2 AUTOCONSTRUCTION	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CITE BOUABAZ 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CITE HOCINE LOZAT	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4
CENTRE VILLE 2 RABWA EL DJAMILA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5
CITE FRERE SAADI	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5





## Annexe n° 19:

### **Présentation du plan inondation :** (protection civile, 2014)

Le plan inondation est un document comportant les éléments d'information indispensables à la mobilisation des moyens nécessaires à la gestion d'une situation catastrophique.

Ces éléments d'information sont les suivants :

La carte des zones inondables ;

Les modules concernés par la gestion d'une catastrophe inondation ;

Les coordonnées des responsables des modules ;

Les moyens de lutte et d'intervention de l'ensemble des modules :

- Nombre ;
- Capacités opérationnelles ;
- Lieu de stationnement ;
- Coordonnées de la personne chargée d'assurer la permanence pendant les week-ends et jours fériés.

Le rôle opérationnel de chacun des responsables des modules concernés ;

La répartition des tâches de commandement au niveau du poste de commandement fixe et du poste de commandement opérationnel.

### **Rôle de chaque responsable de module :**

#### **Avant le déclenchement du plan (situation d'accalmie) :**

- Répartir les rôles entre chacun de ses éléments en cas de déclenchement du plan inondation ;
- Préparation des moyens et mise en condition d'intervention ;
- Instaurer une permanence dans ses services pendant les week-ends et jours fériés ;
- Assurer une mise à jour de l'état des moyens recensés dans le plan inondation.

#### **Lors du déclenchement du plan (survenance d'une inondation) :**

- Mobilise l'ensemble des éléments concernés par le plan inondation ;
- Mobilise l'ensemble des moyens opérationnels recensés dans le plan inondation ;
- Réuni ses collaborateurs pour s'assurer de la répartition des tâches ;
- Rejoint le poste de commandement fixe (PCF).
- Désigne un de ses éléments pour le représenter dans le poste de commandement opérationnel (PCO).

#### **Rôle de la Protection Civile : module Secours et Sauvetage :**

Le Directeur de la Protection Civile de la Wilaya est tenu :

- De mettre en condition d'intervention l'ensemble des moyens d'intervention mis à sa disposition ;
- S'informer auprès des services concernés sur les zones inondables dans le territoire de sa Wilaya ;
- Préparer et mettre en place un dispositif de réponse pour chaque zone inondable en fonction de la gravité de la situation qui risquerait de prévaloir ;
- S'informer sur les zones de repli et de mise en sécurité des populations en cas d'inondation ;
- S'informer sur les moyens d'intervention mobilisables des autres secteurs Etatiques et du secteur privé (grandes entreprises), en prévision d'une réquisition qu'il demandera au Wali d'ordonner ;
- Coordonne les actions des différents chefs de modules, sous l'autorité du Wali territorialement compétent.

#### **Rôles et missions des autorités locales :**

**1. Le Wali :** conformément à l'article 101 de la loi 90/09 du 07 avril 90 relative à la Wilaya, le Wali veille à l'élaboration, à la mise à jour et à l'exécution des plans d'organisation et d'intervention des secours dans la Wilaya.

- Il veille à la mise en place, le maintien et le renouvellement d'un stock de sécurité en denrées alimentaires, en tentes et couvertures, afin de subvenir aux besoins les plus essentiels d'une population déclarée sinistrée dans sa Wilaya.
- Identifie les zones de repli (salles de sport, terrains vagues, etc. avec commodités) pour la mise en sécurité des populations en cas d'inondation ;
- Il déclenche le plan ORSEC Wilaya si la situation l'exige ;
- Il installe le poste de commandement fixe et en assure le commandement.
- Il procède aux réquisitions nécessaires à la gestion d'une situation catastrophique ;
- Fait appel à aux forces de l'Armée Nationale Populaire pour les besoins de gestion d'une catastrophe si les moyens civils s'avèrent insuffisants.

## **2. Le chef de Daïra :**

Il coordonne les activités des différents P. APC sous l'autorité du Wali.

## **3. Le P. APC :**

Conformément à l'article 71 de la loi 90/08 du 07 avril 90 relative à la commune, le Président de l'Assemblée Populaire Communale doit, dans le cadre des lois et règlements en vigueur, prendre toutes les précautions nécessaires et toutes les mesures préventives pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

- A ce titre, en sa qualité de premier magistrat dans la commune, il est tenu de d'ordonner et de suivre l'exécution de l'ensemble des mesures qu'il juge nécessaires à diminuer les effets d'une inondation catastrophique.
- Il veille à la mise à jour régulière du plan ORSEC de sa commune dont il assure la mise en œuvre en cas de catastrophe.
- Il veille à ce que les travaux d'entretien et de nettoyage des avaloirs et réseau d'assainissement soient effectués à temps.
- Il met en place une équipe technique de surveillance du réseau d'assainissement dans le territoire de sa commune, notamment à l'approche d'une perturbation atmosphérique.
- Il met en place une permanence pendant les week-ends et jours fériés pour une mobilisation rapide des moyens et une intervention efficace.

## **La participation de l'ANP :**

Le rôle de l'Armée Nationale Populaire en cas de situation de catastrophe est défini par la loi N°91-

23 du 6 Décembre 1991 relative à la participation de l'Armée Nationale Populaire à des missions de sauvegarde de l'ordre public, hors les situations d'exception.

En effet, la participation de l'Armée intervient après sollicitation du Wali territorialement compétent conformément à l'article 05 de la loi sus citée et ce, dans les cas prévus par l'article 03 de la même loi, notamment pour la protection et porter secours aux populations.

L'efficacité de la participation de l'Armée Nationale Populaire, notamment à travers la mise à disposition de moyens de transport aériens et terrestres ainsi que d'autres moyens logistiques a été maintes fois prouvée lors des catastrophes qu'a connu notre pays durant les dernières années (Chlef en 1980, Bab El-Oued en 2001, Boumerdés en 2003 et dernièrement Ghardaïa en 2008).

## ملخص

بعد تركيز على التحكم في الأضرار لفترة طويلة، تطور تسيير المخاطر مؤخرا متوجها نحو مفهوم الهشاشة الحضرية. تشكل المخاطر الحضرية موضوعا شاغلا كانت فيه الأولوية كبيرة والوسائل قليلة. توالي الكوارث والتغيرات الإقليمية ادى الى ضرورة تطوير تسيير المخاطر البارزة حدودها يوما بعد يوم وبشكل فادح.

ألحق هذا التسيير المقيد ضررا على صعيد التناسق الإقليمي ولم يتح مجالا كافيا لمقاييس تقييم الهشاشة المعززة للحماية. بالرغم من ذلك، فإن حدود المقاييس البنوية والتكلفة المتزايدة للخسائر دعت إلى التفكير في تسيير أكثر شمولية وفي ظل الحوار.

يقترح هذا لبحث نمطا عمليا يسمح بالوصول إلى معرفة دقيقة حول الهشاشة الإقليمية، قابلة لقياس مجمل الأضرار وقابلة للتطبيق على مختلف الأقاليم. في إطار هذه الدراسة سنتطبق منهجيتنا على مخاطر الفيضانات والانزلاقات والمخاطر الصناعية في مدينة سكيكدة باعتبارها الإقليم الموضوع تحت مجهر التجربة وفق هذا البحث. تستند هذه المنهجية على تعيين مكونات الإقليم، والتي تميل إلى كونها شاملة مع تقدير هشاشتها وذلك باللجوء إلى منهج يساعد على تصميم هرمي متعدد المعايير وعلى مقابلة شبه موجهة مع المفوضين المحليين. في الاخير، ومن أجل رؤية شاملة للخطر، تتقاطع الهشاشة الإقليمية مع محيط الأضرار وذلك مع احترام التوزيع المكاني لهذين المركبين عبر التماس عملية نظام المعلومات الجغرافية بغرض تقديم تمثيل بياني للخطر يكون في مقدوره التعريف بالمخاطر ومشاركة جملة من المعلومات المفيدة وتقدير الهشاشة الحضرية. يحيلنا هذا العرض إلى تنفيذ منهج حديث لتسيير المخاطر بغية طرح إشكالية مفهوم المرونة. تقديم هذا المفهوم يغير المفاهيم المتداولة من أجل التمكين من التعايش مع الخطر في المدينة بدلا من مواجهته. باختصار، إنه من الحتمي اعتبار تسيير المخاطر مصطلحا لتنمية مستدامة تعتمد على مدن ذكية ومستدامة عبر الانضواء تحت رؤية بعيدة الافق تمكنها من كفاية حاجيات الأجيال الحاضرة دون اللجوء إلى المساومة على إمكانية تحقيق حاجيات الأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية : الخطر، الهشاشة الحضرية ، المرونة ، المدينة، الإقليم، سكيكدة.

## **Summary:**

After having for a long time focused on mastering hazards, risk management has progressed heading towards urban vulnerability notion in recent years.

Urban risks constitute a subject of prime concern where the priorities are immense and materials are limited. Catastrophes succession and territorial mutations called for risk management evolution in which the limits seem to get more and more blatant. This restrictive management damages territorial coherence and leaves few space for vulnerability evaluation measures though complementary for protection. However, structural measures limits and the increasing cost of damage brought reflections about considerations of a more globalized and concerted management.

This research puts an operating mode which gives access to the acquisition on a precise knowledge regarding territorial vulnerability, that is declivable to all types of hazards and applicable to all territories. In the light of this study, our methodology will be applied on flooding and landsliding hazards as well as industrial risks in the city of Skikda that is considered the experimentation territory of this prospect. The latter relies on a census of the current stakes in the territory, which tends to be exhaustive, and on evaluation of their vulnerability, throughout the use of multicriteria hierarchical decision and semi-directed interviews with local actors. Finally, for the sake of a global perspective of the risk, the territorial vulnerability of the stakes is crossed by hazards perimeters, respecting the spatial distribution of these two components and resorting to GIS operations for a risk representation, that is capable of raising awareness about dangers and exchanging database that are useful for their management and the urban vulnerability evaluation. This presentation leads us towards the implementation of a novel approach in the field of risk management so as to address the question of resilience concept. Introducing this concept shifts the paradigm towards «co-living» with risk rather than confronting it.

In sum, it is imperative that risk management has to be thought of in terms of sustainable development which mainly hinges upon smart and sustainable cities through enrolling to the needs of current generations without compromising their capacity of responding to the needs of the future generations.

**Key words:** Risk, Urban Vulnerability, Resilience, City, Territory, Skikda.

## **Résumé :**

Longtemps focalisée sur la maîtrise de l'aléa, la gestion du risque a évolué ces dernières années en se tournant vers la notion de vulnérabilité urbaine.

Les risques urbains constituent un sujet de préoccupation majeure où les priorités sont immenses et les moyens sont dérisoires. La succession de catastrophes et les mutations territoriales rendent nécessaire l'évolution de la gestion des risques dont les limites paraissent de plus en plus flagrantes. Cette gestion restrictive nuit à la cohérence territoriale et laisse peu de place aux mesures d'évaluation de vulnérabilité, pourtant complémentaires à la protection. Cependant les limites des mesures structurelles, et le coût croissant des dommages ont amené des réflexions de gestion plus globalisée et concertée.

Ainsi, cette recherche propose un mode opératoire qui permet d'acquérir une connaissance précise de la vulnérabilité urbaine, déclinable à tous types d'aléas et applicable à tous territoires. Dans le cadre de cette étude, notre méthodologie sera appliquée aux aléas inondations, glissements de terrains et risques industriels de la ville de Skikda comme territoire d'expérimentation de cette prospection. Celle-ci se fonde sur un recensement des enjeux présents sur le territoire, qui tend à l'exhaustivité, et sur une évaluation de leur vulnérabilité, en recourant à une méthode d'aide à la décision hiérarchique multicritère et à des entretiens semi-dirigés avec les acteurs locaux. Enfin, pour une perspective globale du risque, la vulnérabilité territoriale des enjeux est croisée avec les périmètres d'aléas, en respectant la répartition spatiale de ces deux composantes et en faisant appel à des opérations des SIG pour une représentation du risque qui communique les connaissances sur les dangers en partageant un ensemble de données utiles à leur gestion et à l'évaluation de la vulnérabilité urbaine. Cette représentation nous renvoie vers la mise en œuvre d'une nouvelle approche en gestion des risques pour aborder la question du concept de résilience. Car, introduire ce concept change le paradigme pour « *faire la vie en ville avec le risque* » plutôt que de s'y confronter.

En somme, il est impératif que la gestion des risques soit réfléchiée en termes de développement durable qui s'appuie sur des villes intelligentes et durables en s'inscrivant dans une perspective à long terme. Ce choix permettrait de répondre aux besoins des générations d'aujourd'hui sans compromettre leur capacité de répondre à ceux des générations de demain.

**Mots clés :** risque, vulnérabilité urbaine, résilience, ville, territoire, Skikda.